

Revista Biociências

Revista Biociências

ISSN 1415-7411

Número Especial - Dez / 2012

Especial Vale do Paraíba

Condições higiênico-sanitárias em setores de produtos perecíveis em supermercados no Vale do Paraíba - pag. 05

Atividade da redutase do nitrato em mudas de açaizeiro adubadas com nitrogênio e potássio - pag. 13

Geoprocessamento aplicado a taxas de homicídios: o caso do Vale do Paraíba (Applied geoprocessing to the homicide rates: Paraíba Valley's case) - pag. 18

Análise das mutações nos pêlos estaminais de Tradescantia (bioensaio Trad-SH) exposta ao ar da cidade de Guaratinguetá-SP - pag. 27

Método de análise para avaliação dos condicionantes climáticos, poluição atmosférica e saúde: estudo de caso para o município de São José dos Campos – SP - pag. 35

Análise do escoamento superficial da micro-bacia do ribeirão Cascudo-Butã, município de São José dos Campos – SP - pag. 44

Monocitose como marcador de risco cardiovascular em pacientes com doenças crônicas degenerativas - pag. 57

Qualidade físico-química do pólen apícola produzido no Vale do Paraíba-SP - pag. 64

Alterações sugestivas de infecção pelo HPV em exames colpocitológicos realizados na Serra da Mantiqueira, no Vale do Paraíba e no Litoral Norte Paulista - pag. 71

Utilização de palmeiras nativas da Floresta Atlântica pela comunidade do entorno do Parque Estadual da Serra do Mar, Ubatuba, SP - pag. 77

Expediente

Editor-Chefe

Simey Thury Vieira Fisch

Editores Assistente

Maria Cecília Barbosa de Toledo

Itamar Alves Martins

Assistente Editorial

Expedito de Campos

Conselho Editorial Permanente

Ana Julia Urias Santos Araujo (UNITAU, Taubaté, SP)

Carlos Rogério de Mello (UFLA, Lavras, MG)

Cristiane Yumi Koga-Ito (UNESP, São José dos Campos, SP)

Fábio Cesar da Silva (EMBRAPA/UNICAMP)

Getúlio Teixeira Batista (UNITAU, Taubaté, SP)

Gisela Rita Alvarenga Marques (SUCEN, Taubaté, SP)

Hermínia Yoko Kanamura (UNITAU, Taubaté, SP)

Ismael Maciel de Mancilha (USP, Lorena, SP)

João Andrade de Carvalho Júnior (UNESP, Guaratinguetá, SP)

Lakshman Perera Samaranayake (The University of Hong Kong, Hong Kong)

Luciana Rossini Pinto (IAC, Campinas, São Paulo)

Marcelo dos Santos Targa (UNITAU, Taubaté, SP)

Márcia Sampaio Campos (Unesp, São José dos Campos, SP)

Maria Elisa Moreira (UNITAU, Taubaté, SP)

Matheus Diniz Gonçalves Coelho (USP, Lorena, SP)

Neli Regina Siqueira Ortega (Faculdade de Medicina-USP, São Paulo, SP)

Pedro Luiz Silva Pinto (Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, SP)

Renato Amaro Zângaro (Unicastelo, São José dos Campos, SP)

Rita de Cássia Lacerda Brambilla Rodrigues (USP, Lorena, SP)

Silvana Amaral Kappel (INPE, São José dos Campos, SP)

Turíbio Gomes Soares Neto (INPE, Cachoeira Paulista, SP)

Valéria Holmo Batista (UNITAU, Taubaté, SP)

Editores de Área

- *Bioquímica, Farmácia e Fisiologia*

Edson Rodrigues (UNITAU, Taubaté, SP)

Oscar César Pires (UNITAU, Taubaté, SP)

- *Botânica*

Cecília Nahomi Kawagoe Suda (UNITAU, Taubaté, SP)

Walderez Moreira Joaquim (UNIVAP, São José dos Campos, SP)

- *Ecologia*

Julio Cesar Voltolini (UNITAU, Taubaté, SP)

Maria Cecília Barbosa Toledo (UNITAU, Taubaté, SP)

- *Genética*

Ana Cristina Gobbo César (UNITAU, Taubaté, SP)

Debora Pallos (UNITAU, Taubaté, SP)

- *Imunologia, Microbiologia e Parasitologia*

Célia Regina Gonçalves e Silva (UNITAU, Taubaté, SP)

Mariella Vieira Pereira Leão (UNITAU, Taubaté, SP)

Silvana Sóleo Ferreira dos Santos (UNITAU, Taubaté, SP)

Sonia Cursino dos Santos (UNITAU, Taubaté, SP)

- *Nutrição e Segurança Alimentar*

Fabiola Figueiredo Nejar (UNITAU, Taubaté, SP)

Mariko Ueno (UNITAU, Taubaté, SP)

- *Epidemiologia, Saúde Pública e Meio Ambiente*

Adriana Giunta Cavaglieri (UNITAU, Taubaté, SP)

Agnes Barbério (UNITAU, Taubaté, SP)

Luiz Fernando Costa Nascimento (UNITAU, Taubaté, SP)

Maria Stella Amorin da Costa Zollner (UNITAU, Taubaté, SP)

- *Zoologia*

Valter José Cobo (UNITAU, Taubaté, SP)

Itamar Alves Martins (UNITAU, Taubaté, SP)

Revisão

Gisele de Borgia Benedeti

Maria de Jesus Ferreira Aires (Grupo de Estudos em Língua Portuguesa -GELP)

Angelita dos Santos

Projeto gráfico, Editoração Eletrônica e Capa

Expedito de Campos

Imagens de capa cedidas por Simey Thury Vieira Fisch e Getúlio Teixeira Batista

Endereço para correspondência

Revista Biociências

Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação

Rua Visconde do Rio Branco, 210, Centro

CEP 12020-040 Taubaté-SP

tel/fax: (12) 3632.2947

e-mail: revbio@unitau.br, revbiounitau@gmail.com

<http://periodicos.unitau.br/ojs-2.2/index.php/biociencias>

Revista Biociências - Universidade de Taubaté - Próreitoria de Pesquisa e Pós-graduação, Número spe - Dez. 2012, Taubaté,

Edição Especial Vale do Paraíba,

SP: UNITAU, PRPPG, 2013. ISSN 1415-7411

- Periodicidade: semestral -

1. Agronomia - 2. Biologia - 3. Enfermagem - 4. Fisioterapia

- 5. Medicina - 6. Nutrição

CDD- 630 - 574 - 610.73 - 615.8 - 610 - 617.6

Indexado por: Periódica - Hemeroteca Latinoamericana.

Qualis (<http://servicos.capes.gov.br/webqualis>)

Área de Avaliação de qualidade:

B4: Biodiversidade; Enfermagem; Interdisciplinar

B5: Ciências Agrárias I; Educação Física; Geociências; Ciências

Ambientais; Odontologia

C: Biotecnologia; Ciências Biológicas I; Zootecnia/ Recursos Pesqueiros

Sumário

<i>Condições higiênico-sanitárias em setores de produtos perecíveis em supermercados no Vale do Paraíba (Hygienic-sanitary conditions in sectors of perishables in supermarkets in the Paraíba Valley)</i>	05
<i>Atividade da redutase do nitrato em mudas de açaizeiro adubadas com nitrogênio e potássio (Nitrate reductase activity in açai palm seedlings fertilized with nitrogen and potassium)</i>	13
<i>Geoprocessamento aplicado a taxas de homicídios: o caso do Vale do Paraíba (Applied geoprocessing to the homicide rates: Paraíba Valley's case)</i>	18
<i>Análise das mutações nos pêlos estaminais de Tradescantia (bioensaio Trad-SH) exposta ao ar da cidade de Guaratinguetá-SP (Assessment of the mutations in the stem hair of Tradescantia (Trad-SH bioassay) exposed to air in the city of Guaratinguetá-SP)</i>	27
<i>Método de análise para avaliação dos condicionantes climáticos, poluição atmosférica e saúde: estudo de caso para o município de São José dos Campos – SP (Analytical method for assessing climate conditions, air pollution and health: a case study for the city of São José dos Campos – SP)</i>	35
<i>Análise do escoamento superficial da micro-bacia do ribeirão Cascudo-Butã, município de São José dos Campos – SP (Runoff analysis of the ribeirão Cascudo-Butã watershed, São José dos Campos municipality – SP)</i>	44
<i>Monocitose como marcador de risco cardiovascular em pacientes com doenças crônicas degenerativas (Monocytosis as a cardiovascular risk marker in patients with chronic degenerative disease)</i>	57
<i>Qualidade físico-química do pólen apícola produzido no Vale do Paraíba-SP (Physico-chemical quality of the bee pollen produced in the Paraíba Valley-SP)</i>	64
<i>Alterações sugestivas de infecção pelo HPV em exames colpocitológicos realizados na Serra da Mantiqueira, no Vale do Paraíba e no Litoral Norte Paulista (Changes suggestive of HPV infection in cervical cytology performed in the Serra da Mantiqueira, in the Paraíba Valley and North Coast Paulista)</i>	71
<i>Utilização de palmeiras nativas da Floresta Atlântica pela comunidade do entorno do Parque Estadual da Serra do Mar, Ubatuba, SP (The use of native palms from Atlantic Forest by the surrounding community of State Park Serra do Mar, Ubatuba, São Paulo state, Brazil)</i>	77

Editorial

Ladeado pelas Serras do Mar e da Mantiqueira o vale do rio Paraíba do sul, que foi caminho de expansão do Brasil colônia pelos Bandeirantes, é reconhecido como importante trecho de ligação entre os dois principais centros econômico-urbanos brasileiros, que são as mega-cidades do Rio de Janeiro e São Paulo. A região guarda contrastes que vão desde extensas áreas preservadas do Bioma Mata Atlântica até os efeitos da urbanização e industrialização sobre seus habitantes e seus recursos naturais.

Neste contexto o número especial da Revista Biociências apresenta artigos técnico-científicos originais e diversos com enfoques que abrangem do Homem ao ambiente físico do Vale do Paraíba, tais como: câncer do colo uterino; marcador para doença cardiovascular; taxas de homicídios; efeito da poluição atmosférica em plantas bioindicadoras e na saúde pública; uso de palmeiras por comunidades tradicionais; segurança alimentar; qualidade do mel produzido na região; atividade enzimática em mudas de açaí adubadas e escoamento superficial em microbacia do rio Paraíba do Sul.

É com grande prazer que lançamos esta edição especial, contribuindo para disseminar resultados práticos de pesquisas dos diferentes ramos das Biociências e poder promover melhorias ao Homem e ao meio ambiente do Vale do Paraíba.

Boa Leitura!!

Simey Thury Vieira Fisch
Editora-chefe da Revista Biociências

Flanked by Serra do Mar and Mantiqueira, Paraíba River valley was an important way for colonial Brazil as it was used by the Bandeirantes to expand territories. It is recognized as an important connection between the two main economic urban centers in Brazil: the mega-cities of Rio de Janeiro and São Paulo. The region keeps contrasts ranging from extensive preserved areas of the Atlantic Forest biome until the effects of urbanization and industrialization on its inhabitants and on its natural resources.

In this context, this special issue of Revista Biociências presents diverse technical-scientific original papers. Some of these papers are related to the people and to the physical environment in Paraíba Valley, covering topics like: cervical cancer, a marker for cardiovascular disease, homicide rates, effect of pollution bioindicators for atmospheric and public health, use of palm trees by traditional communities, food security, quality of honey produced in the region; enzyme activity in açai's seedlings and watershed runoff in the river Paraíba do Sul

It is with great pleasure that we launch this special edition, helping to disseminate practical results of research in the various branches of Biosciences and promote improvements to people and the environment of Paraíba Valley.

Enjoy your reading!

Simey Thury Vieira Fisch
Editor-in-Chief of the Revista Biociências



Análise das mutações nos pêlos estaminais de *Tradescantia* (bioensaio Trad-SH) exposta ao ar da cidade de Guaratinguetá-SP

Assessment of the mutations in the stem hair of *Tradescantia* (Trad-SH bioassay) exposed to air in the city of Guaratinguetá-SP

Agnes Barbério^{1,2}
Eloar Vanessa Souza Lopes¹

Resumo

A qualidade do ar pode ser verificada a partir de plantas bioindicadoras que respondem ao estresse com modificações nos ciclos vitais ou pelo acúmulo de poluentes. Um bioensaio muito utilizado é a análise de mutações em pêlos estaminais de *Tradescantia* KU-20 que detecta mutação mitótica com base na mudança da coloração roxa para rosa. O objetivo foi monitorar a qualidade do ar por meio da análise da frequência de mutações nas células dos pêlos estaminais da *Tradescantia* KU-20, em duas localidades na cidade de Guaratinguetá/SP caracterizadas por baixo e intenso tráfego veicular. Foram expostos três vasos com *Tradescantia* KU-20 em cada local: Parque Ecológico Municipal Anthero dos Santos; Rodovia Presidente Dutra km 116. Após 30 dias de exposição, dez flores foram coletadas quinzenalmente de outubro de 2011 a junho de 2012. Seis estames de cada flor foram removidos e cada um foi colocado em uma lâmina com uma gota de água. Os pêlos estaminais foram observados em estereoscópio com ampliação de 50x e analisadas as frequências de mutações em 1000 pêlos. Não houve diferença na frequência de mutações nos nove meses contemplados neste estudo. A média e o erro padrão obtido no Parque Ecológico foi de $2,07 \pm 0,44$ e na área da Rodovia Presidente Dutra de $3,03 \pm 0,81$. Apesar dos resultados não indicarem mutagenicidade, a continuidade do biomonitoramento é necessária para acompanhar a qualidade do ar que é influenciada por fatores como a intensidade do tráfego veicular, dinâmica dos ventos, índice pluviométrico, umidade, entre outros.

Palavras-chave: Poluição atmosférica; *Tradescantia*; Bioensaio; Pêlos estaminais.

Abstract

The air quality may be verified from bioindicator plants that respond to stress with modifications in the life cycles or by the accumulation of pollutants. A very commonly used bioassay is the assessment of mutations in stem hair of *Tradescantia* KU-20, which detects mitotic mutation based on the color change, from purple to pink. The aim was to monitor the quality of the air through the analysis of the frequency of mutations in the stem hair cells of *Tradescantia* KU-20, in two locations in the city of Guaratinguetá/SP characterized by its low and intense vehicle traffic. Three vases with *Tradescantia* KU-20 were exposed in each location Parque Ecológico Municipal Anthero dos Santos; Rodovia Presidente Dutra km 116. After 30 days of exposure, ten flowers were collected fortnightly, from October 2011 to June 2012. Six stamens were removed from each flower and each was placed on a slide with a drop of water. The stem hair was observed in stereoscope with 50x magnification and the frequency of mutations was assessed in 1000 hair. There was no difference in the frequency of mutations in the nine months contemplated in this study. The average and standard error obtained at Parque Ecológico was 2.07 ± 0.44 and in the area of Rodovia Presidente Dutra was 3.03 ± 0.81 . Although the results do not indicate mutagenicity, the continuity of the biomonitoring is needed to follow the quality of the air, which is influenced by factors such as the intensity of vehicle traffic, wind dynamics, rain index, humidity, among others.

Keywords: Atmospheric pollution; *Tradescantia*; Bioassay; Stamen hair.

¹ Departamento de Ciências Biológicas, Instituto Básico de Biociências - Universidade de Taubaté, Taubaté, Brasil

² Autor para correspondência (*Author for correspondence*): Agnes Barbério - E-mail address: agnesbarberio@yahoo.com.br, - Universidade de Taubaté; Instituto Básico de Biociências - Av. Tiradentes, 500 - Taubaté, São Paulo - CEP: 12030-180 - Tel.: (12) 97160406



Introdução

Poluente atmosférico é qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 1990). Com as atividades antrópicas os poluentes são liberados diretamente das fontes de emissão ou são produtos de reações químicas (CETESB, 2011). Entre os poluentes liberados na atmosfera, destaca-se o material particulado que compreende as partículas totais, inaláveis e fumaça (QUINTANILHA, 2009).

A saúde humana passa a ter maior tendência a desenvolver problemas cardiovasculares, infecções respiratórias, câncer de pulmão, outros tumores e neoplasias quando convive com o alto índice de poluição nas áreas urbanas. Essa poluição é proveniente das substâncias emitidas pela atividade industrial e, principalmente, pela imensa frota veicular que contribui para o acúmulo de materiais tóxicos na atmosfera (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2010). Estudos realizados na cidade de São Paulo mostraram a relação entre níveis de poluição e a mortalidade em idosos e crianças, acometidos principalmente por problemas respiratórios (SALDIVA *et al.*, 1994, 1995; PEREIRA *et al.*, 1998; YANAGI, 2010). A poluição tem sido responsável por aproximadamente 3,1 milhões de mortes prematuras pelo mundo a cada ano (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2010). Em 2005, foi realizado um estudo que estabeleceu relações entre o número diário da mortalidade causada por câncer de pulmão e a variação diária da concentração de poluição na cidade do Rio de Janeiro, a exposição ao monóxido de carbono se mostrou associada ao aumento de óbitos por câncer de pulmão; a sazonalidade foi um fator observado, picos de mortes em épocas com extremos de temperatura (JUNGER; LEON; MENDONÇA, 2005). Um estudo, feito em 2002, mostrou que o fator de risco para aproximadamente 500.000 adultos, está associado à poluição do ar em todas as áreas metropolitanas dos Estados Unidos. Esta associação deve-se à presença de material particulado, principalmente o sulfato de

enxofre, neste caso, responsável pela carcinogênese do câncer de pulmão (CARNEIRO, 2004; OLIVEIRA, 2010). Em 1930, no Brasil, o câncer representava menos de 3% dos óbitos ocorridos, enquanto em 1989, essa porcentagem aumentou para 12%, estimando-se que para o ano de 2020 pelo menos 15 milhões de pessoas poderão ser consideradas de alto risco para o desenvolvimento de câncer, que é a segunda causa de morte no país (SILVA, 2005). Nas plantas, os efeitos deletérios dos poluentes são causados pela produção de oxigênio reativo, os quais promovem destruição peroxidativa de componentes celulares (SHIMAZAKI *et al.*, 1980).

O biomonitoramento é uma técnica que utiliza organismos vivos, como plantas bioindicadoras, que respondem ao estresse a que se encontram submetidas por modificações em níveis citológicos, citogenéticos e bioquímicos. Esse estresse metabólico é causado por poluentes que promovem efeitos genotóxicos (ALVES *et al.*, 2001; CARNEIRO, 2004; OLIVEIRA, 2010). Este método experimental indireto tem sido utilizado em vários trabalhos para analisar os efeitos de poluentes em muitos organismos como *Allium cepa*, *Vicia faba*, *Lycopersicon esculentum*, *Pisum sativum*, espécies de líquen, bromélias e várias espécies do gênero *Tradescantia*, por exemplo, (GRANT, 1994).

Os parâmetros analisados nas plantas bioindicadoras não se restringem somente aos níveis genético, fisiológico, estrutural e bioquímico, mas também macroscópico, através da queda foliar, necroses, cloroses, além da diminuição no crescimento. Além disso, as plantas bioindicadoras são de fácil manuseio, baixo custo, não necessitam de procedimentos complexos, nem de instalações especiais ou manipulação de amostras excessivas. Outra vantagem é a uniformidade genética (ALVES *et al.*, 2001). O bioensaio que analisa mutações em pêlos estaminais de plantas do gênero *Tradescantia* clones 4430 ou KU-20 tem sido muito utilizado (RODRIGUES, 1999; FERREIRA *et al.*, 2003, 2007). Os bioensaios de micronúcleos e mutações em pêlos estaminais de *Tradescantia* podem detectar poluentes na água, no ar e no solo; e tem sido amplamente utilizados na avaliação do risco ambiental por meio da análise de mutágenos no ambiente (DUAN *et al.*, 1999).

O clone KU-20 foi desenvolvido no Japão, possui origem desconhecida, porém sabe-se que apresenta características de *Tradescantia ohiensis* e outra

espécie desconhecida (ICHIKAWA, 1992), o bioensaio Trad-SH detecta mutação mitótica pontual, induzida por algum agente genotóxico com base na mudança da coloração roxa, característica dominante, para rosa, condição recessiva, sendo as células normais heterozigóticas para cor. As células que sofreram mutação dão origem a uma série de outras mutantes, gerando uma fileira de células cor-de-rosa (OLIVEIRA, 2010).

O objetivo desta pesquisa foi monitorar a qualidade do ar por meio da análise da frequência de mutações nas células dos pêlos estaminais da espécie de planta *Tradescantia* clone KU-20, em duas localidades na cidade de Guaratinguetá/SP caracterizadas por baixo e intenso tráfego veicular, no período de outubro de 2011 a junho de 2012.

Material e Métodos

Vasos com *Tradescantia* clone KU-20, obtidas por doação do Laboratório de Poluição Atmosférica da Universidade de São Paulo (USP)

foram propagadas vegetativamente no Campus da Agronomia da Universidade de Taubaté (UNITAU) e utilizadas no experimento. Seis vasos foram expostos nos pontos amostrais, sendo três no Parque Ecológico Municipal Anthero dos Santos (22°48'16.64"S 45°11'0.47"W) - uma área caracterizada por baixo índice de tráfego veicular com aproximadamente 48 veículos/hora, e os outros três, distando 4 km do Parque Ecológico, localizado na entrada da cidade, próximo ao km 116 da Rodovia Presidente Dutra (22°49'22.34"S 45°11'39.09"O) com um alto índice de tráfego veicular com aproximadamente 2820 veículos/hora (Figura 1).

As flores de *Tradescantia* clone KU-20 possuem diâmetro de aproximadamente 3,5 cm, são diclamídeas, trímeras, actinomorfas, com células de coloração roxa e pétalas com tamanho de ± 2 cm, sendo os estames de $\pm 0,9$ cm de comprimento. Após 30 dias de exposição ao ar, foram analisadas frequências de mutações nos pêlos estaminais durante os meses outubro de 2011 a junho de 2012. Em cada ponto amostral,

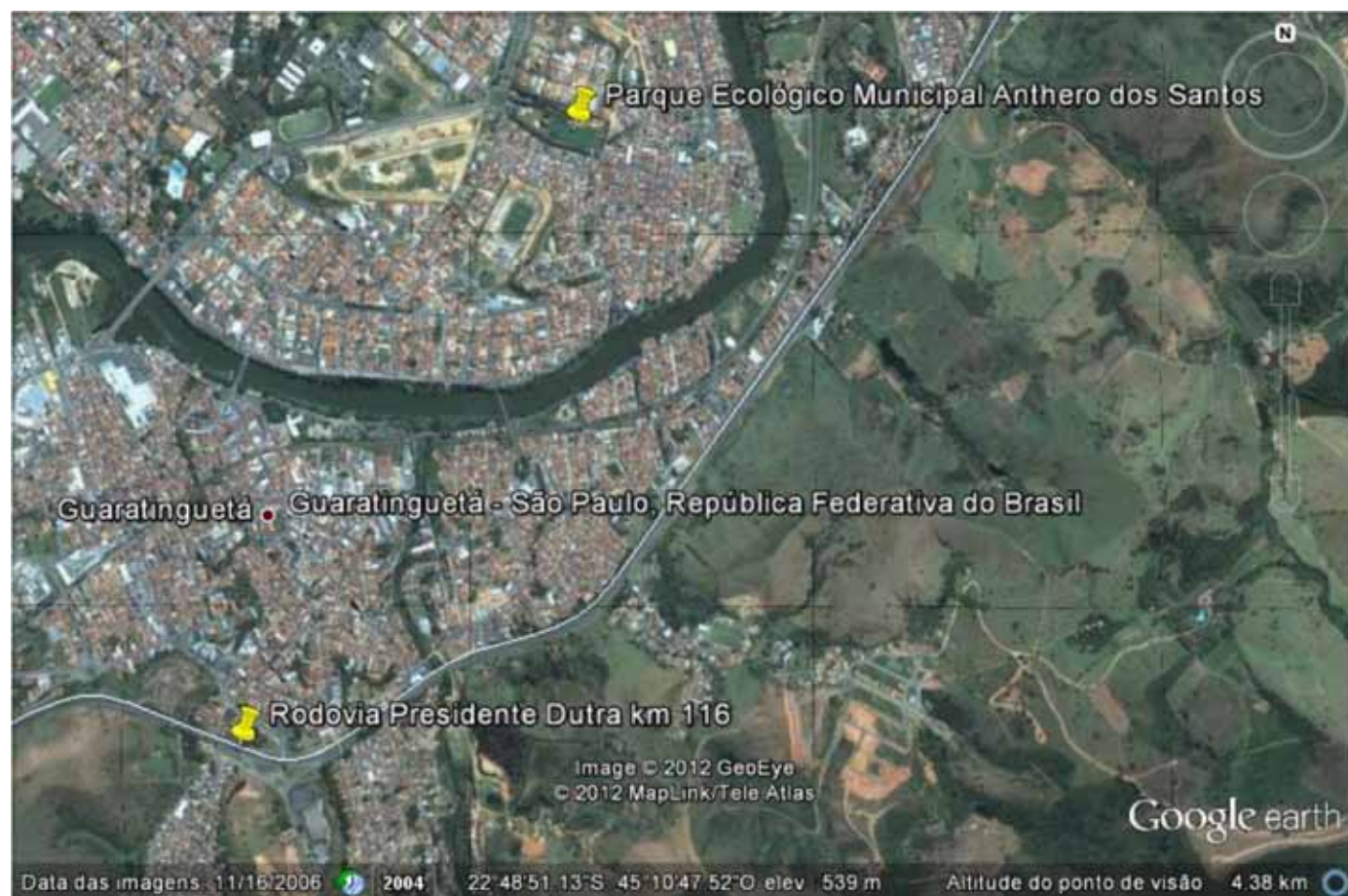


Figura 1: Pontos amostrais: Parque Ecológico Municipal Anthero dos Santos e km 116 da Rodovia Presidente Dutra.
Fonte: *Google Earth*.



dez flores foram coletadas quinzenalmente, no período da manhã quando os botões se abrem, totalizando 180 no período do estudo. A irrigação foi realizada com água de torneira duas vezes por semana. Não houve adubação, nem a necessidade de substituição dos vasos.

As flores foram colocadas em uma placa de Petri com papel filtro umedecido no fundo, visando criar uma câmara úmida para os pêlos estaminais não emaranharem; assim, foram transportadas imediatamente para o Laboratório de Biologia (IBB - UNITAU). Os seis estames que compõem cada flor foram retirados e cada um, foi colocado em uma lâmina com uma gota de água. Os pêlos foram desemaranhados com o auxílio de um pincel firme de poucas cerdas e uma pinça de ponta fina; e posteriormente observados em microscópio óptico com ampliação de 400x. O número de pêlos e mutações de cada estame foi registrado e a contagem do número dos pêlos foi feita nos dois primeiros estames das duas primeiras flores randomicamente analisadas a cada coleta, sendo 10 flores por coleta; a partir do terceiro estame das duas primeiras flores e da terceira flor, contaram-se somente as mutações das demais flores, caracterizadas por uma célula ou um grupo de células com coloração rosa, de acordo com o protocolo descrito por Ma *et al.* (1994). O resultado da média foi obtido a partir da soma e divisão do total de pêlos das duas primeiras flores por quatro extrapolando para os seis estames totais da primeira flor. Para estimar a quantidade de

pêlos por flor, multiplicou-se o valor da média encontrada por seis (quantidade de estames/flor), este valor foi utilizado para todas as flores analisadas na amostra a cada coleta e posteriormente, o número de mutações foi estipulado para 1000 pêlos. Os dados foram submetidos à ANOVA one way, com $p < 0,05$ utilizando-se o programa BioEstat versão 4.0.

Resultados

As frequências médias de mutações nas células dos pêlos estaminais das plantas coletadas na área próxima à Rodovia Presidente Dutra foram maiores do que as coletadas na área do Parque Ecológico Anthero dos Santos (Tabela 1), o que corrobora o esperado: maior frequência de mutações nas células de plantas expostas ao local com maior tráfego veicular, com exceção dos meses de janeiro, abril e junho. Registraram-se também durante o período de estudo, que contemplou 180 flores, em algumas flores provenientes dos dois locais, pequenas manchas de coloração rósea na superfície das pétalas. Na área do Parque ecológico foram encontradas cinco flores com tais manchas enquanto na área da Dutra foram encontradas sete flores.

Não houve diferença na frequência de mutações nos nove meses contemplados neste estudo. A média e o erro padrão do período estudado obtido no Parque Ecológico foram de $2,07 \pm 0,44$ e na área da Rodovia Presidente Dutra de $3,03 \pm 0,81$. As mutações foram encontradas nas células da porção mediana e terminal dos pêlos (Figura 2).

Tabela 1: Frequência média de mutações em pêlos estaminais de *Tradescantia* KU-20 expostas ao ar na cidade de Guaratinguetá de outubro de 2011 a junho de 2012.

	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
Pq. Ecol.	5.14±1.30	1.74±0.83	1.78±0.84	2.83±0.80	1.42±0.58	1.33±0.30	1.61±0.78	0.48±0.40	2.30±0.71
Dutra	6.88±2.26	7.51±1.29	2.08±0.78	1.35±0.60	2.66±1.12	1.98±0.72	0.89±0.38	2.57±0.65	1.38±0.62

Valores correspondentes à média \pm erro padrão

Apesar de o estudo ter abrangido duas estações meteorológicas – período chuvoso (outubro/novembro/dezembro) com precipitação média de 94,1 mm; e período de estiagem (abril/maio/junho) com precipitação média de 73,9 mm, não foi observada influência desse fator

meteorológico durante o período estudado sobre a frequência de mutações nos pêlos estaminais de *Tradescantia* clone KU-20 obtidos no Parque Ecológico e na Dutra. Os dados meteorológicos foram obtidos na Estação Meteorológica da Universidade de Taubaté.

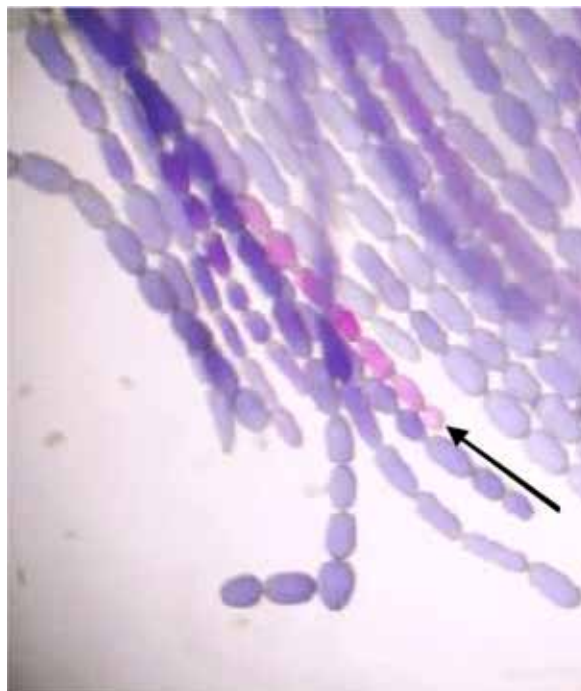


Figura 2: Células dos pêlos estaminais de *Tradescantia* clone KU-20. As células roxas representam a condição normal (dominante), e a sequência de células rosa na porção terminal do pêlo (seta), representam as mutações (recessiva).

Fonte: Eloar Vanessa Souza Lopes

Discussão

De acordo com os resultados obtidos, não houve diferenças significativas entre os dois locais estudados, porém vale ressaltar que a frequência de mutações da área de maior tráfego veicular (Dutra) foi maior do que na área de baixo tráfego veicular (Parque Ecológico), isso é justificado pelo fato das flores estarem expostas a maior quantidade de poluentes liberados pelos automóveis. Esses poluentes interferem no ciclo vital dessas plantas causando danos na sua estrutura uma vez que há maior potencial mutagênico na atmosfera em áreas como avenidas do que em locais com pouco movimento veicular. O mesmo ocorreu em outros estudos realizados na cidade de São Paulo, onde foram analisadas frequências de mutações em *Tradescantia*, em duas áreas: industrial com tráfego de aproximadamente 8.750 veículos por dia, e residencial e comercial com 46.125 veículos por dia. Como resultado, o

maior número de mutações foi encontrado na área de maior tráfego veicular, enquanto a área de tráfego menos intenso, apesar de ser também uma região industrial, apresentou valores equivalentes à área controle, a qual foi considerada não poluída (FERREIRA *et al.*, 2003). Em 2004, foi realizado outro estudo que utilizou o clone KU-20, para avaliar o nível de toxicidade a partir do índice de material particulado de diâmetro menor que 10 μ m (PM₁₀) em duas regiões da cidade de São Paulo e o mesmo resultado foi obtido. A área com maior concentração de material particulado apresentou maior índice de toxicidade do que a área de menor concentração PM₁₀ (GUIMARÃES, *et al.* 2004). A frequência de mutações está claramente associada aos níveis de material particulado no ambiente, o que indica uma relação estreita entre a circulação veicular e a mutagenicidade da *Tradescantia* sp., quando exposta a ambientes com diferentes concentrações de poluentes.

Não houve diferença entre os dois períodos ana-



lisados (estiagem e chuvoso), o que contradiz a literatura que afirma que a frequência de mutações no período de estiagem é maior do que a frequência de mutações no período chuvoso, por haver uma menor dispersão de poluentes neste período (FERREIRA *et al.*, 2003). Vale ressaltar que a estiagem no tempo amostral não foi uma estação característica, pois apresentou alto índice pluviométrico cuja média nos meses de abril/maio/junho foi de 73,9 mm, não diferindo muito da estação chuvosa cuja média pluviométrica foi de 94,1 mm para os meses de outubro/novembro/dezembro de 2011. Novembro de 2011 foi o mês com maior índice pluviométrico cuja média foi 104,6 mm, contradizendo a literatura, foi o mês com maior frequência de mutação no ponto amostral situado nas mediações da rodovia Presidente Dutra, e abril de 2012 com menor índice, 55,2 mm, foi o período com menor frequência de mutações. Nos meses de outubro a dezembro, no interior do Estado, foi observada a ocorrência de muitos dias de chuva que pode ter promovido situações de nebulosidade, diminuindo a radiação solar incidente, o que contribui para a formação do gás ozônio. A nebulosidade está associada à formação de linhas de instabilidade decorrentes de episódios da ZCAS - Zona de Convergência do Atlântico Sul - o que proporcionou a diminuição das ultrapassagens do padrão de O₃ no interior do Estado (CETESB, 2011).

A baixa frequência de mutações atestou boa qualidade do ar durante o período estudado. As frequências médias observadas neste estudo estiveram muito abaixo de 35 mutações por pêlo, valor que revela uma situação preocupante, pois prediz alto nível de poluição atmosférica cujos efeitos podem ser catastróficos, como descrito anteriormente.

As mutações nas células terminais ocorrem devido a efeitos causados após o desenvolvimento do pêlo do estame, enquanto as mutações nas células da região mediana ocorrem em uma fase anterior à formação do pêlo. Mas a causa desta diferença não é conhecida (ARUTYUNYAN *et al.*, 1999). Desconhece-se também a causa da modificação da coloração das pétalas, constatando-se apenas a presença dessas alterações macroscópicas.

De acordo com a CETESB (2011), o Estado de São Paulo apresentou uma frota circulante de 12.837.360 veículos no ano de 2010 representando o maior em frota automotiva, sendo que 772.884 são movidos a diesel, 7.455.149 movidos a gasolina. Indivíduos ex-

postos a altas concentrações de monóxido de carbono no ambiente sofrem um aumento da concentração de carboxihemoglobina e diminuição da concentração de oxigênio no sangue. O aumento da carboxihemoglobina pode causar desde uma leve cefaléia com uma taxa de aproximadamente 18% até a morte atingindo aproximadamente 77%. Portadores de doenças pulmonares crônicas como câncer de pulmão e doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) têm sua capacidade pulmonar diminuída pela doença e não são capazes de manter o equilíbrio da pressão de O₂ e CO no sangue (JUNGER; LEON; MENDONÇA, 2005; BONITA; BEAGLEHOLE; KJELLSTRÖM, 2010). O Estado, portanto, representa uma importante região que deve ser monitorada por apresentar grande alteração da qualidade do ar pelas emissões de poluentes oriundos dos veículos automotores, atividade industrial e atividades antrópicas, como as queimadas, por exemplo. Cidades como São José dos Campos e Cubatão têm sido constantemente analisadas quanto à qualidade do ar e pesquisas em Cubatão mostram efeitos indiretos da poluição atmosférica em herbívoros que alteram sua abundância, incluindo modificações no comportamento de predadores, alterações bioquímicas e anatômicas, além das mudanças climáticas (FURLAN; SALATINO; DOMINGOS, 1999; CETESB, 2011). O monitoramento também é necessário que seja contínuo em outras cidades do interior do Estado, como em Guaratinguetá, que está em franco desenvolvimento em várias áreas, principalmente o setor industrial; este cenário também é observado em outras cidades do Vale do Paraíba.

O Vale do Paraíba é caracterizado como Unidade Vocacional Industrial cujas fontes de emissão de poluentes atmosféricos predominantes são: frota veicular e variadas atividades industriais. A cidade de Guaratinguetá localizada no Vale, com um índice populacional de aproximadamente 112.091 habitantes em uma área total de 751,4 km², possui tais requisitos para a avaliação da qualidade do ar segundo a CETESB (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010; CETESB, 2011). Na cidade a CETESB mantinha monitoramento de SO₂, mas foi interrompido em 2009.

Apesar de não ter havido diferença significativa na frequência de mutações nas células dos pêlos estaminais de *Tradescantia* KU-20 nos locais e períodos analisados é importante dar sequência ao biomonitoramento iniciado na cidade de Guaratinguetá/SP



até mesmo porque não há outra fonte de informação e estudo neste sentido sendo realizada na cidade. Além disso, o resultado negativo não indica que não haja poluentes, somente que no período estudado esses não estavam em níveis nocivos. Entretanto, os poluentes atmosféricos são nocivos aos organismos vivos promovendo efeitos fisiológicos e/ou morfológicos, quando os níveis ultrapassam os limites estabelecidos pelos órgãos de controle, como a CETESB e o CONAMA. Os efeitos se estendem à vida humana quando as doenças cardiorrespiratórias e outros problemas de saúde são causados pela má qualidade do ar que se respira. Portanto, é necessário o biomonitoramento contínuo, fiscalização e controle das fontes de emissão de poluentes atmosféricos de forma a manter o bom estado das instalações públicas, mitigar os efeitos do aquecimento global, manter a saúde nos ecossistemas e principalmente, a saúde da população que vem sofrendo com os efeitos da poluição atmosférica.

Conclusão

Apesar da cidade de Guaratinguetá-SP estar em franco desenvolvimento sócio-econômico, o ar atmosférico se encontra em boa qualidade quanto à presença de poluentes ambientais. O biomonitoramento é uma técnica rápida e de baixo custo, podendo ser empregada em cidades que não apresentam outra forma de medição da poluição ambiental, ou até mesmo naquelas que possuem, de forma a complementar às medições de parâmetros físico-químicos.

Referências

- ALVES, E. S. *et al.* Estudo anatômico foliar do clone híbrido 4430 de *Tradescantia*: alterações decorrentes da poluição aérea urbana. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 24, n. 4, p. 567-576, set. 2001. Suplemento.
- ARUTYUNYAN, R. M. *et al.* *In situ* monitoring of the ambient air around the chloroprene rubber industrial plant using the *Tradescantia*-stamen-hair mutation assay. *Mutation Research*, Amsterdam, v. 426, n. 2, p. 117-120, mai. 1999.
- BONITA, R.; BEAGLEHOLE, R.; KJELLSTRÖM, T. *Epidemiologia Básica*. 2. ed. São Paulo: Santos, 2010.
- CARNEIRO, R. M. A. Bioindicadores vegetais de poluição atmosférica: uma contribuição para a saúde da comunidade. 2004. 169f. Dissertação (Mestrado em Enfermagem em Saúde Pública)- Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
- CETESB Relatório da Qualidade do Ar no Estado de São Paulo – 2010. São Paulo, 2011. 120p. (Série Relatórios/CETESB). ISSN 0103-4103, 2011.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 3 de 1990, Brasília (BR), 1990.
- DUAN, C. Q. *et al.* *Tradescantia* bioassays for the determination of genotoxicity of water in the Panlong River, Kunming, People's Republic of China. *Mutation Research*, Amsterdam, v. 426, n. 2, p. 127-131, may 1999.
- FERREIRA, M. I. *et al.* Evaluation of mutagenic potential of contaminated atmosphere at Ibirapuera Park, São Paulo e SP, Brazil, using the *Tradescantia* stamen-hair assay. *Environmental Pollution*, Barking, v. 145, n. 1, p. 219-224, jan. 2007.
- FERRREIRA, M. I. *et al.* *In situ* monitoring of mutagenicity of air pollutants in São Paulo city using *Tradescantia*-SHM bioassay. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Curitiba, v. 46, n. 2, p. 253-258, mar. 2003.
- FURLAN, C. M.; SALATINO, A.; DOMINGOS, M. Leaf contents of nitrogen and phenolic compounds and their bearing with the herbivore damage to *Tibouchina pulchra* Cogn. (Melastomataceae), under the influence of air pollutants from industries of Cubatão, São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 317-323, out. 1999. Suplemento.
- GUIMARÃES, E. T. *et al.* Evaluation of the Mutagenic Potential of Urban Air Pollution in São Paulo, Southeastern Brazil, Using the *Tradescantia* Stamen-Hair Assay. *Environmental Toxicology*, New York, v. 19, n. 6, p. 578-584, dec. 2004.
- GRANT, W. F. The present status of higher plant bioassays for the detection of environmental mutagens.



Mutation Research, Amsterdam, v. 310, n. 2, p. 175-185, oct. 1994.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/censo2010>>. Acesso: 21 mar 2011.

ICHIKAWA, S. *Tradescantia* stamen hair system as an excellent botanical tester of mutagenicity its responses to ionizing radiation and chemical mutagens, and some synergistic effects found. Mutation Research, Amsterdam, v. 270, n. 1, p. 3-22, nov. 1992.

JUNGER, W. L.; LEON, A. P.; MENDONÇA, G. A. S. Associação entre mortalidade diária por câncer de pulmão e poluição do ar no município do Rio de Janeiro: um estudo ecológico de séries temporais. Revista Brasileira de Cancerologia, Rio de Janeiro, v. 51, n. 2, p. 111-115, abr. 2005.

MA, T. H. *et al.* *Tradescantia* stamen hair mutation bioassay. Mutation Research, Amsterdam, v. 310, n. 2, p. 211-220, oct. 1994.

OLIVEIRA, D. S. Avaliação comparativa do risco mutagênico dos poluentes provenientes da combustão dos combustíveis renováveis (álcool e biodiesel) e não renováveis (gasolina e diesel) através do bioensaio Trad-SH. 2010. 89f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas), Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

PEREIRA, L. A. *et al.* Association between air pollution and intrauterine mortality in São Paulo, Brazil. Environmental Health Perspectives, United States, v. 106, n. 6, p. 325-329, jun. 1998.

QUINTANILHA, L. Emissões atmosféricas: o universo das emissões atmosféricas e a atuação do setor industrial. Revista Meio Ambiente Industrial, São Paulo, p. 27-40, jul/ago. 2009.

ROCHA, S. P. B.; SILVA, G. C. S; MEDEIROS, D. D. Análise dos impactos ambientais causados pelos postos de distribuição de combustíveis: uma visão integrada. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 24., 2004, Florianópolis.

Anais eletrônicos... Florianópolis, 2004. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENECEP2004_Enecep1002_0626.pdf>. Acesso em: 01 fev. 2011.

RODRIGUES, G. S. Bioensaios de toxicidade genética com plantas superiores: *Tradescantia* (MNC, SHM), milho e soja. Embrapa, meio ambiente. Circular técnica, Jaguariúna, n.2, p. 30, 1999.

SALDIVA, P. H. *et al.* Air pollution and mortality in elderly people: a time-series study in São Paulo, Brazil. Archives of Environmental Health, Chicago, v. 50, n. 2, p. 159-163, mar-apr. 1995.

SALDIVA, P. H. N. *et al.* Association between air pollution and mortality due to respiratory diseases in children in São Paulo: a preliminary report. Environmental Research, New York, v. 65, n. 2, p. 218-225, may. 1994.

SHIMAZAKI, K. *et al.* Active oxygen participation in chlorophyll destruction and lipid peroxidation in SO₂-fumigated leaves of spinach. Plant Cell Physiology, Oxford, v. 21, p. 1193-1204, 1980.

SILVA, J. S. Efeitos genotóxicos em tétrades de *Tradescantia pallida* (Rose) D. R. Hunt var. purpurea induzidos por poluentes atmosféricos na cidade de Salvador-BA. 2005. 49f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2005.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Preventing disease through healthy environments. Exposure to air pollution: a major public health concern. WHO Document Production Services, Geneva, Switzerland. Available in: <http://www.who.int/ipcs/features/air_pollution.pdf. 2010>. Access in: 24 ago 2011.

YANAGI, Y. Estudo da influência do material particulado na incidência e mortalidade por câncer na cidade de São Paulo. São Paulo, 2010. 138f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, 2010
mental landscape system. Landscape Ecology, Wolverhampton, v. 26, n. 6, p. 1035-1048, 2011.



Assessores da Revista Biociências em 2012, volume 18 (1, 2, n.spe)

Referees for Revista Biociências in 2012, volume 18 (1, 2, n.spe)

Agnes Barbério - Universidade de Taubaté - Taubaté, SP
Alecsandra de Almeida - Universidade de Taubaté - Taubaté, SP
Ana A.S. Almeida - Universidade de Taubaté - Taubaté, SP
Ana Cristina Gobbo - Universidade de Taubaté - Taubaté, SP
Anna Frida Modro - Universidade Federal de Rondônia - Rolim de Moura, RO
Cecilia Nahomi Kawagoe Suda - Universidade de Taubaté - Taubaté, SP
Celia Regina Gonçalves e Silva - Universidade de Taubaté - Taubaté, SP
Debora Pallos - Universidade de Taubaté - Taubaté, SP
Elisa Mitsuko Aoyama - Universidade Federal do Espírito Santo - Sao Mateus, ES
Fabiola Figueiredo Nejar - Universidade de Taubaté - Taubaté, SP
Fernanda de Vasconcellos Pegas - Griffith University - Gold Coast, Austrália
Getúlio Teixeira Batista - Universidade de Taubaté - Taubaté, SP
Gilberto Fisch - Universidade de Taubaté - Taubaté, SP
Gisela Rita Alvarenga Marques - Superintendência de Controle de Endemias - Taubaté, SP
Julio César Raposo De Almeida - Universidade de Taubaté - Taubaté, SP
Julio Cesar Voltolini - Universidade de Taubaté - Taubaté, SP
Marcelo dos Santos Targa - Universidade de Taubaté - Taubaté, SP
Maria Cecília Barbosa de Toledo - Universidade de Taubaté - Taubaté, SP
Maria Elisa Moreira - Universidade de Taubaté - Taubaté, SP
Maria Stella Amorin da Costa Zollner - Universidade de Taubaté - Taubaté, SP
Mariko Ueno - Universidade de Taubaté - Taubaté, SP
Marisa Cardoso - Universidade de Taubaté - Taubaté, SP
Oscar Pires - Universidade de Taubaté - Taubaté, SP
Paulo Fortes Neto - Universidade de Taubaté - Taubaté, SP
Valter José Cobo - Universidade de Taubaté - Taubaté, SP
Walderez Moreira Joaquim - Universidade do Vale do Paraíba - São José dos Campos, SP