

Ciliane Matilde Sollitto

**Efeitos clastogênicos em *Tradescantia* (Trad-MCN)
induzidos por campos magnéticos de frequência
extremamente baixa (ELF)**

Dissertação apresentada à Faculdade de
Medicina da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Mestre em
Ciências.

Área de concentração: Fisiopatologia
Experimental
Orientador: Prof. Dr. Luiz Alberto Amador
Pereira

São Paulo
2005

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Donato e Sidney, que nunca mediram esforços e sempre me incentivaram aos estudos com dedicação e perseverança.

Ao meu companheiro Nilton, que me apresentou ao tema e com carinho, dedicação e muita paciência me acompanhou durante todo o processo, sempre pronto a dar explicações e a me auxiliar nas pesquisas a respeito da complicada parte da engenharia elétrica estudada para o desenvolvimento do trabalho.

Ao Prof. Dr. Orlando da Silva Lobosco (*in memoriam*), que abriu as portas do Instituto de Eletrotécnica e Energia para que um grupo de engenheiros, médicos, sociedade civil e representantes governamentais, pudessem estudar e discutir sobre o tema, desta forma incentivando e apoiando a iniciativa deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Geraldo F. Burani por permitir a continuidade das reuniões e das discussões, sempre pronto a auxiliar na continuidade e desenvolvimento do estudo.

Ao Prof. Dr. Paulo Hilário do Nascimento Saldiva pela credibilidade e incentivo desde o primeiro momento e por sua dedicação incansável para auxiliar a resolver os problemas da cidade de São Paulo, como médico, como professor e como cidadão.

Ao Prof. Dr. Luiz Alberto Amador Pereira que com sua calma, paciência e total dedicação, me conduziu durante todo o processo sem nunca negar seu auxílio, sua palavra amiga e seus ensinamentos preciosos.

À Arq. Anélis N. Tisovec pelo incentivo e permissão para que este trabalho fosse iniciado.

À Dra. Rosana I. Panachão e ao Dr. Carlos F. de Aguiar Junior por permitirem que o trabalho fosse concluído.

Aos Engenheiros Jorge N. Rufca, Kleiber T. Solleto, Claudio Maltione e Guido Rodrigues Silva pela dedicação no desenvolvimento do experimento e total apoio na parte técnica do projeto.

À Dra. Eliane Tigre Guimarães pela dedicação e auxílio nas leituras técnicas e em todos os momentos, nunca negando sua amizade e carinho.

Às colegas Débora J.A. Lobo, Ana Júlia F.C. Lichtenfels e Rosa K. Pozo que com muito carinho me apresentaram às plantas e a todos os trabalhos realizados pelo laboratório e deram todas as explicações e diretrizes iniciais para que o experimento pudesse ser conduzido.

Ao Prof. Dr. Alfésio Luis Ferreira Braga, Prof. Dr. Chin An Lin e à Dra. Maria Cristina Haddad Martins, participantes da banca de qualificação pelas críticas e sugestões pertinentes e tão necessárias à conclusão do trabalho.

A todos os meus familiares, amigos e colegas, da Prefeitura de São Paulo, do Instituto de Eletrotécnica e Energia e do Laboratório de Poluição Atmosférica Experimental que direta ou indiretamente colaboraram para que este trabalho pudesse ser concluído.

SUMÁRIO

RESUMO

SUMMARY

I INTRODUÇÃO

| | |
|--|----|
| I.1 Urbanização..... | 1 |
| I.2 Poluição..... | 5 |
| I.2.1 Poluição atmosférica..... | 6 |
| I.3 Energia..... | 8 |
| I.3.1 Energia elétrica..... | 9 |
| I.3.2 Campos eletromagnéticos (CEM)..... | 13 |
| I.4 Legislação..... | 19 |
| I.5 Campos eletromagnéticos e seres vivos..... | 26 |
| I.6 Bioindicadores de poluição ambiental..... | 41 |
| I.6.1 <i>Tradescantia</i> como bioindicador de poluição..... | 43 |

II OBJETIVOS

| | |
|----------------------------------|----|
| II. 1 Objetivo geral..... | 47 |
| II. 2 Objetivos específicos..... | 47 |

III MATERIAL E MÉTODOS

| | |
|---|----|
| III. 1 <i>Tradescantia pallida</i> | 48 |
| III. 2 Bioensaio de micronúcleo com <i>Tradescantia pallida</i> (Trad - MCN)..... | 49 |
| III. 3 Aparelhagem elétrica utilizada para o experimento..... | 55 |
| III. 4 Análise estatística..... | 60 |

| | |
|--------------------|----|
| IV RESULTADOS..... | 61 |
|--------------------|----|

| | |
|------------------|----|
| V DISCUSSÃO..... | 65 |
|------------------|----|

| | |
|--------------------|----|
| VI CONCLUSÕES..... | 78 |
|--------------------|----|

| | |
|-------------------------------------|----|
| VII REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 79 |
|-------------------------------------|----|

SOLLITTO CMS. Efeitos clastogênicos em *Tradescantia* (Trad-MCN) induzidos por campos magnéticos de frequência extremamente baixa (ELF). São Paulo, 2005. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Medicina. Universidade de São Paulo.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi o de investigar os possíveis efeitos clastogênicos ocasionados pela exposição a campos magnéticos de frequência extremamente baixa (ELF), usando o bioensaio do micronúcleo com *Tradescantia pallida* (Trad-MCN). Para este propósito, hastes da planta foram submetidas a períodos de exposição de ELF, em doses cujas taxas são prescritas pela *International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection* (ICNIRP) para exposição do público em geral e exposição ocupacional. Inflorescências jovens de *Tradescantia pallida* foram expostas durante 8 horas em três diferentes doses de ELF - 416mG, 833mG, e 4160mG - definidas com base nos padrões da ICNIRP para exposição do público em geral e ocupacional. Após 24 horas de recuperação, a frequência de micronúcleos foi determinada pela inspeção de 300 tétrades das células mãe do pólen, e expressa em termos de porcentagem. A frequência dos micronúcleos aumentou no grupo que recebeu a maior dose ($10,32 \pm 7,31$, média \pm DP), quando comparado com o grupo controle ($4,25 \pm 2,17$), e as doses de 416mG ($5,10 \pm 3,75$) e 833mG ($5,38 \pm 2,67$) ($p=0,00$, teste de Kruskal-Wallis). No presente estudo foi demonstrado que uma simples exposição à ELF, a níveis próximos aos limites para exposição ocupacional, induz danos ao DNA de *Tradescantia*. Estes resultados sugerem o uso desse bioensaio para avaliar a utilidade desse monitor de efeitos de ELF em estudos de campo, podendo subsidiar estudos avaliando a exposição a ELF e possíveis danos à saúde humana.

SOLLITTO CMS. Extremely low frequency magnetic fields (ELF) induce clastogenic effects in *Tradescantia* (Trad-MCN). São Paulo, 2005. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Medicina. Universidade de São Paulo.

SUMMARY

The aim of this study was to investigate the possible clastogenic effects of Extremely Low Frequency (ELF) magnetic fields exposure using *Tradescantia pallida* micronucleus assay (Trad-MCN). For this purpose, we submitted plant cuttings to short-term exposures of ELF, in doses within the range prescribed by the *International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection* (ICNIRP) for general public and occupational exposures. Young inflorescences of *Tradescantia pallida* were exposed during 8 hours to three different doses of (ELF) - 416mG, 833mG, and 4160mG - defined on the basis of ICNIRP standards for general public and occupational exposures. After 24 hours of recovery, the frequency of micronuclei was determined by inspection of 300 tetrads of pollen mother cells, and expressed in terms of percentage. The frequency of micronuclei was increased in the group receiving the highest dose (10.32 ± 7.31 , mean \pm SD), when compared to the group control (4.25 ± 2.17), and to the doses of 416 mG (5.10 ± 3.75) and 833mG (5.38 ± 2.67) ($p= 0.00$, Kruskal-Wallis test). In the present study, we demonstrated that a single exposure to ELF, at a level close to the limit set for occupational exposure, induces DNA damage in *Tradescantia*. This result suggests the use of this bioassay, to evaluate its usefulness to monitor the effects of ELF in field studies, perhaps helping to characterize the real role of ELF in causing human health damage.