

**CARACTERIZAÇÃO DO TEOR DE METAIS EM *Camponotus rufipes*  
(FORMICIDAE: FORMICINAE) EM UMA ÁREA DE MATA ATLÂNTICA  
ISENTA DE METAIS DE ORIGEM ANTRÓPICA**

**Aline de Souza Oliveira<sup>1</sup>; Thompson Lima dos Santos<sup>2</sup>; Astréa F. de Souza Silva<sup>3</sup>;  
Maria Santina de Castro Morini<sup>4</sup>; André Fernando de Oliveira<sup>5</sup>**

Estudante do Curso de Ciências Biológicas; e-mail: aline.oliver@hotmail.com<sup>1</sup>

Estudante do Curso de Química; e-mail: thompson.santos@uol.com.br<sup>2</sup>

Professor da Universidade de Mogi das Cruzes; e-mail astrea@umc.br<sup>3</sup>

Professor da Universidade de Mogi das Cruzes; e-mail morini@umc.br<sup>4</sup>

Professor da Universidade de Mogi das Cruzes; e-mail ferqa@umc.br<sup>5</sup>

**Área do Conhecimento: Zoologia Aplicada**

**Palavras-chave: Metais; Bioacumulação; Contaminação ambiental**

## **INTRODUÇÃO**

Devido a sua abundância relativa, as formigas são importantes concentradores de energia, resultando na estabilidade dos diversos ecossistemas e na regulação da ciclagem de nutrientes. Estudos atuais indicam que esses insetos podem ser usados como bioindicadores ecológicos, ambientais e de biodiversidade; como por exemplo, no monitoramento de áreas em processo de regeneração. De um modo geral, as formigas da subfamília Formicinae, quando presentes em áreas contaminadas, apresentam altas concentrações de metais.

O nosso grupo de pesquisa tem mostrado que o perfil de distribuição de metais em operárias de *Camponotus rufipes* (Formicidae: Formicinae), originárias de regiões com diferentes níveis de atividades antrópicas é distinto (SILVA *et al.*, 2006). Silva *et al.* (2009) observaram que formigas de um mesmo ninho, fundado em uma região mais antropizada, podem ser divididas em três agrupamentos de acordo com o perfil de distribuição de metais. Por outro lado, estão sendo encontrados indícios que operárias de ninhos situados em regiões menos antropizadas apresentam apenas dois agrupamentos, o que corrobora o trabalho sobre castas morfológicas realizado por Diniz *et al.* (1994). Os resultados sugerem alteração na morfologia dos espécimes de *C. rufipes* em regiões mais antropizadas, o que possibilita o uso desse táxon como um indicador biológico de metais. Entretanto, é necessário que novas pesquisas sejam realizadas para a comprovação desses resultados.

## **OBJETIVOS**

Este projeto visa estudar o perfil de distribuição de metais em *C. rufipes*, que é uma formiga que se alimenta de substâncias açucaradas, em uma área isenta de contaminação de metais oriunda de atividades antrópicas. Especificamente, foram avaliados os diferentes perfis de metais de acordo com o tamanho da cápsula cefálica que a espécie apresenta, já que ela é polimórfica. De posse desses dados foram respondidas as seguintes perguntas: 1. existe uma variação concentração de metais de acordo com o tamanho da cápsula cefálica? 2. Qual (is) metal (is) é (são) característico (s) de cada tamanho?

## METODOLOGIA

Um ninho de *C. rufipes* foi coletado no Parque Natural Municipal Francisco Affonso de Mello, que é uma área de Mata Atlântica preservada na Serra do Itapeti (Mogi das Cruzes/SP), durante a estação chuvosa. As formigas foram separadas pelo tamanho de cápsula cefálica em classes de cerca 0,1 mm, com auxílio uma ocular micrométrica acoplada ao microscópio estereoscópio Leica MZ-12.

Para determinação de metais nas operárias por espectrofotometria de absorção atômica (Perkin Elmer 3110 e Varian AFS240), em cada classe de tamanho foi realizado um pré-tratamento das amostras. As amostras de formigas foram limpas em solução de Extran® (Merck) 5% sob sonicação em banho de ultra-som (Silva *et al.*, 2009); e a decomposição da matéria orgânica foi realizada em uma forno de microondas Ethos Plus (Milestone) em sistema fechado equipado com bandeja rotatória contendo 10 vasos fechados de PTFE com capacidade para 100 mL, na presença de ácido nítrico concentrado (purificado com destilação *subboiling*) e peróxido de hidrogênio. Os elementos Cu, Ni, Cd, Mn, Fe, Pb, Zn e Cr foram analisados empregando-se chama de ar-acetileno, enquanto que Ca, Mg e Al foram determinados empregando-se chama de acetileno-óxido nítrico.

O tratamento estatístico dos dados foi feito com auxílio dos softwares: Microsoft Excel 2003 para organização dos dados e cálculo de matriz inversa, média e desvio padrão; Microcal Origin 6.0 para construção dos gráficos e o Statistica 8.0 para o tratamento multivariado de Análise de Componentes Principais e Análise de *Clusters*.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram medidas 21.385 operárias, separadas em 25 classes de tamanho de cápsula cefálica, variando de 1,2 a 4,7 mm; com intervalos de cerca de 0,1 mm. A distribuição de frequência desse ninho apresenta duas grandes regiões que foram explicadas por meio de um ajuste de modelo não-linear gaussiano (utilizando o Microcal Origin 6.0). O modelo gaussiano é descrito matematicamente através da Equação 1:

$$y = Ae^{-\frac{2(x-x_c)^2}{w^2}} \quad (1)$$

Onde: A é um parâmetro de ajuste, associado à altura e à área;  $x_c$  é o valor central da gaussiana e w, a largura da curva a meia altura. Devido à similaridade matemática com o comportamento normal em estatística, a largura tem um comportamento similar ao desvio-padrão. A primeira gaussiana obtida apresenta o valor central em 1,36 mm, com uma largura a meia altura igual a 0,74 mm, enquanto que o parâmetro A é igual a 384,9 mm; já a segunda gaussiana tem o valor central em 3,60 mm, largura de 0,43 mm e parâmetro A igual a 443,7mm.

As duas regiões apresentam uma boa resolução entre si, como pode ser visto pelos valores centrais e suas larguras. Assim, 99% dos indivíduos pertencentes ao primeiro grupo têm o tamanho de cápsula cefálica inferior a 2,48 mm, enquanto que 99% daqueles pertencentes ao segundo grupo têm tamanho de cápsula cefálica superior a 2,94 mm.

A existência de dois grupos de tamanho de cápsula cefálica, que pode ser interpretada como sendo duas castas, também foi observada por Diniz *et al.* (1994) ao fazerem um extenso trabalho de morfometria em operárias coletadas em apenas um ninho na região de Rio Claro (SP). Entretanto, conforme apresentado por Silva *et al.* (2007 e 2009), em cada região pode existir mais de um agrupamento de acordo com o teores de metais.

A avaliação dos metais nas diferentes classes de tamanho mostra que os teores de alumínio variam entre 0,10 mg/kg a 0,40 mg/kg; os de ferro entre 0,21 e 0,48 mg/kg; os de manganês entre 0,08 a 0,16 mg/kg; os de cobre entre 0,017 a 0,039 mg/kg; os de zinco entre 0,10 a 0,21 mg/kg, enquanto que os de cádmio entre 0,000 a 0,004 mg/kg. Para o cálcio, esse intervalo foi entre 13,5 e 86,4 mg/kg; para magnésio entre 2,4 e 26,8 mg/kg e por fim, para o cromo entre 0,0000 e 0,0037 mg/kg. Entretanto, o alumínio, manganês, cálcio, magnésio, ferro e cobre tendem a apresentar um teor mais elevado para as pequenas operárias do que para as grandes; sendo que o contrário ocorre para o zinco. Já o cádmio apresenta um valor elevado nos tamanhos intermediários. O teor de zinco nas operárias, cujo tamanho de cápsula cefálica é maior, pode estar associado à função de proteção do ninho, que exige uma grande resistência da mandíbula e do exoesqueleto (SCHOFIELD *et al.*, 2002)

A análise de componentes principais e a seleção das variáveis foram realizadas com auxílio da análise de resíduos. Foram utilizadas 21 amostras e 9 variáveis. A variância total explicada pelos três primeiros componentes foi de 86%, sendo que para o primeiro 45%, e para o segundo 26%. O primeiro componente é formado por *loadings* significativos (em módulo, maiores que 0,6) para todos os metais, com exceção do cobre e cromo. Apenas o zinco apresentou um valor positivo e esse componente explica a diferença entre os teores observados para operárias grandes e pequenas. É possível observar três diferentes conjuntos de amostras baseadas em seus *scores* para o primeiro componente: valores negativos para as operárias pequenas, e valores elevados positivos (acima de 0,88) para as operárias grandes (Figura 1). A presença de um terceiro grupo (agrupamento intermediário, com cerca de 2,0 a 2,6 mm de cápsula cefálica), não aparece quando foi realizada apenas a distribuição de frequência baseada no tamanho da cápsula cefálica. Entretanto, quando se analisa o perfil de distribuição de metais, nota-se a presença desse agrupamento, indicando que, quimicamente, têm-se três grupos distintos de operárias compondo um ninho.

Assim, em um ninho são encontradas duas castas, que podem ser separadas pelas suas características morfométricas, porém, uma dessas castas, que no caso compreendem as formigas de 1,2 a 2,6 mm de cápsula cefálica podem ser divididas em dois grupos de acordo com os teores de metais.

## CONCLUSÕES

A determinação de metais em *C. rufipes* mostrou que operárias com cápsula cefálica de a mm possuem maior concentração de alumínio, manganês, cálcio, magnésio, ferro e cobre; as de a mm maior concentração de Zinco e as consideradas de tamanho intermediário (2.0 a 2,6 mm) teores mais elevados de Cádmio. Essa variação nos teores de metais de acordo com o tamanho da cápsula cefálica deve estar relacionada ao comportamento que as operárias desempenham no ninho e durante o forrageamento. Além disso, foi possível identificar pelo perfil de metais três agrupamentos de operárias, o que não é foi corroborado pela distribuição de frequência do tamanho da cápsula cefálica; esse resultado provavelmente é devido a sobreposição das duas castas morfométricas.

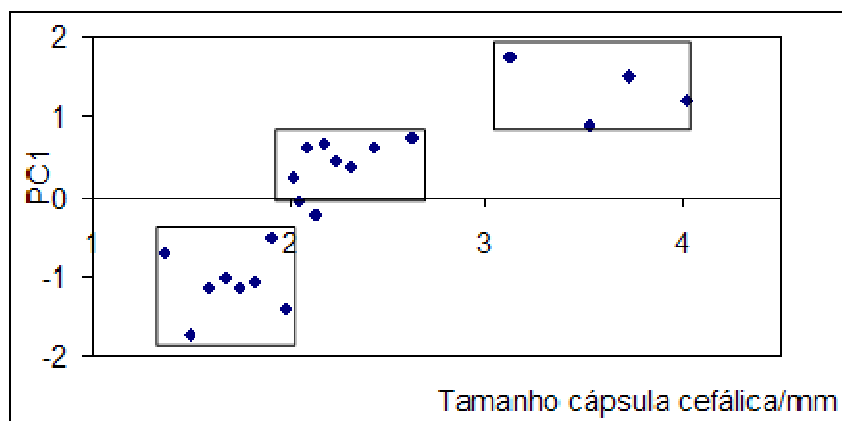


Figura 1 – Valores de *scores* para o primeiro componente principal para metais em *C. rufipes* em função do tamanho da cápsula cefálica dos indivíduos, de um ninho coletado no Parque Natural Municipal Francisco Affonso de Mello.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, H.E. (ed.), 2002 *Bioavailability of Metals in Terrestrial Ecosystems*, SETAC, Pensacola; Larcher.

DINIZ-FILHO, J. A. F., VON ZUBEN, C. J., FOWLER, H. G.; SCHLINDWEIN, M. N.; BUENO, O. C., 1994, *Insects Sociaux*, 41, 153.

SCHOFIELD, R.. M. S.; NESSON, M. H.; RICHARDSON, K. A., 2002, *Naturwissenschaften*, 89, 579.

SILVA, A.F.S.; ALVES, C.P.; MORINI, M.S.C.; OLIVEIRA, A.F; 2009, *Sociobiology* 53, 829.

SILVA, A.F.S.; MEIRELES, B.; OLIVEIRA, M.W.; ROSA, J.S. MORINI, M.S.C.; OLIVEIRA, A.F; 2006, *Sociobiology* 47, 1.

## AGRADECIMENTOS

FAPESP; CNPq; FAEP/UMC