

ISSN

# OMNIA

EXATAS

Omnia Exatas, v.2 n.2, Julho / Dezembro 2009

**FAI - FACULDADES ADAMANTINENSES INTEGRADAS**



**Fique perto**

ISSN

# OMNIA

EXATAS

Revista Científica das Faculdades Adamantinas Integradas

2009



**Fique perto**





## Fique perto

**FAI - FACULDADES ADAMANTINENSES INTEGRADAS**

**RUA 9 DE JULHO, 730 - FONE/FAX: (18) 3502-7080**

**ADAMANTINA - SP - BRASIL - 17800-000**

**site: [www.fai.com.br/portal/pesquisa](http://www.fai.com.br/portal/pesquisa)**

**e-mail: [omnia@fai.com.br](mailto:omnia@fai.com.br)**

**2009**

**OMNIA EXATAS - FAI - Faculdades Adamantinenses Integradas**

**Edições Omnia, v. 2, n.2, Julho/Dezembro 2009**

**ISSN**



Esta obra está protegida pela Lei. Não pode ser reproduzida, no todo ou em parte, qualquer que seja o modo utilizado, incluindo fotocópia e xerocópia, sem prévia autorização dos autores.

Qualquer transgressão à Lei dos Direitos de Autoria será passível de procedimento judicial.

# OMNIA EXATAS

Revista Científica das Faculdades Adamantinenses Integradas

2009

**Diretor da FAI:** Prof. Dr. Roldão Simione

**Vice-Diretor da FAI:** Prof. Dr. Jurandir Savi

**Editor:** Prof. Dr. Márcio Cardim

**Editor Assistente:** Prof. Dr. Délcio Cardim

**Editoração Eletrônica:** Fabrício Lopes

**Capa:** Fabrício Lopes

## CONSELHO EDITORIAL

### MEMBROS

Prof. Dr. Alexandre Teixeira de Souza

Prof. Dr. Délcio Cardim

Prof. Dr. Éder Antonio Giglioti

Prof. Dr. Enio Garbeline

Prof. Dr. José Carlos Cavichioli

Prof. Dr. Márcio Cardim

Prof. Dr. Wendel Cleber Soares

# Sumário

<b>TEORES FOLIARES DO ALGODOEIRO CULTIVADO SOB DIFERENTES ESPAÇAMENTOS E USO DE REGULADOR DE CRESCIMENTO</b> <i>LEAF LEVELS OF COTTON CROP UNDER DIFFERENT SPACING AND USE OF PLANT REGULATOR</i> Samuel Ferrari; Enes Furlani Junior; Fernando Takayuki Nakayama; João Vitor Ferrari; Danilo Marcelo Aires dos Santos	7
<b>O TEOREMA DE FOURIER NO ESTUDO DA EQUAÇÃO DO CALOR SUJEITA A CONDIÇÕES DE FRONTEIRA NÃO HOMOGÊNEAS</b> <i>FOURIER'S THEOREM IN THE STUDY OF THE HEAT EQUATION SUBJECT TO INHOMOGENEOUS BOUNDARY CONDITIONS</i> Balbino Nunes de Farias Junior; Suetônio de Almeida Meira; José Roberto Nogueira	13
<b>RESOLUÇÃO DO PROBLEMA DE CARREGAMENTO DE CONTAINER ATRAVÉS DE UMA HEURÍSTICA</b> <i>RESOLUTION OF THE PROBLEM BIN-PACKING CONTAINER THROUGH AN HEURISTIC</i> Eliane Vendramini de Oliveira	18
<b>“EFEITO DO ÓLEO DE NIM ASSOCIADO AO MICRONUTRIENTE SILÍCIO NO CONTROLE DE BICHO-MINERO EM MUDAS DE COFFEA ARABICA L”</b> <i>“EFFECT OF NEEM OIL ASSOCIATED WITH MICRONUTRIENT SILICON IN CONTROL OF LEAF MINER ON SEEDLINGS OF COFFEA ARABICA L”</i> Maurício Dominguez Nasser; Fernando Takayuki Nakayama; José Carlos Cavichioli; Ricardo da Fonseca; Samuel Ferrari	27
<b>EFEITO FUNGICIDA DE PRODUTOS ALTERNATIVOS NO CONTROLE DE OÍDIO EM PEPINEIRO</b> <i>FUNGICIDAL EFFECT OF ALTERNATIVE PRODUCTS IN OÍDIO CONTROL ON CUCUMBER PLANTS</i> Gustavo Haralampidou da Costa Vieira; Wagner da Paz Andrade	35
<b>DINÂMICA POPULACIONAL APLICADA À POPULAÇÃO DE ADAMANTINA</b> <i>POPULATION DYNAMICS APPLIED TO POPULATION ADAMANTINA</i> Naiara Chierici da Rocha; Vanessa Botta	39
<b>CARACTERÍSTICAS DA ARBORIZAÇÃO URBANA DE REGIÕES COMERCIAIS E RESIDENCIAIS NO MUNICÍPIO DE ADAMANTINA, SP</b> <i>CARACTERÍSTICAS DA ARBORIZAÇÃO URBANA DE REGIÕES COMERCIAIS E RESIDENCIAIS NO MUNICÍPIO DE ADAMANTINA, SP</i> Fábio C. Ferreira; Maria Eunice G. Ferreira; Aline F. T. Citeli; Caio R. Monge; Maurício Konrad	47
<b>NORMAS PARA PUBLICAÇÃO</b>	54

# Editorial

A Revista Omnia Exatas é o somatório de esforços coletivos de professores, alunos e pesquisadores da FAI e de outras Instituições colaboradoras.

A Revista pretende possibilitar o desenvolvimento da pesquisa científica, estimular trabalhos originais, principalmente voltados para a região de Adamantina. Despertar no aluno e professor/pesquisador a busca por soluções de problemas naturais, de inovação tecnológica, do meio ambiente, da modelagem matemática e estatística, das ciências agrárias e de áreas correlatas, que possam contribuir para o bem estar da população.

Seu papel social com a comunidade é divulgar conhecimento, transformar teorias em aplicações práticas, aproximar o cotidiano da ciência.

A área de agrárias apresenta três artigos interessantes. Samuel Ferrari e outros concluíram que a aplicação de regulador de crescimento na forma parcelada promoveu maior absorção de Magnésio e maiores teores de Potássio foram encontrados no maior espaçamento. Maurício Dominguez e outros utilizaram o óleo de Nim associado ao micronutriente silício no controle de bicho mineiro em mudas de Coffea Arabical. Gustavo Vieira e Wagner Andrade verificaram o efeito fungicida de produtos alternativos no controle de oídio em pepineiro. São trabalhos originais que contribuem para o desenvolvimento sustentável da agricultura. O trabalho de Fábio Ferreira e outros ressalta as diferenças existentes entre arborização comercial e residencial.

Três trabalhos de modelagem matemática enriquecem este volume, um aplica o teorema de Fourier a equação do calor sujeita a condições de fronteira não homogênea, outro analisa o problema do carregamento de container a ser resolvido por técnicas de pesquisa operacional. Por fim, utilizando-se um modelo matemático descrito por meio de equações diferenciais ordinárias estudou-se a dinâmica populacional aplicada à população de Adamantina.

Congratulamos mais esta edição com todos que com seu trabalho e dedicação contribuíram para a publicação deste número da Revista Omnia Exatas.

Prof. Dr. Márcio Cardim

# TEORES FOLIARES DO ALGODOEIRO CULTIVADO SOB DIFERENTES ESPAÇAMENTOS E USO DE REGULADOR DE CRESCIMENTO

## *LEAF LEVELS OF COTTON CROP UNDER DIFFERENT SPACING AND USE OF PLANT REGULATOR*

**Samuel Ferrari**

Pós-doutorando em Agronomia – Unesp – Ilha Solteira

**Enes Furlani Junior**

Professor Doutor – DFTASE - UNESP – Ilha Solteira

**Fernando Takayuki Nakayama**

Pesquisador Científico - Apta – PRDTA Alta Paulista

**João Vitor Ferrari**

Pós-graduação - Unesp Ilha Solteira

**Danilo Marcelo Aires dos Santos**

Doutorando em Agronomia – Unesp – Ilha Solteira

### RESUMO

O cultivo do algodoeiro passou a ser realizado em grande escala, principalmente na região central do país utilizando-se semeadura direta, diferentes arranjos de plantas e utilização de reguladores de crescimento. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes espaçamentos de cultivo e aplicação ou não de regulador de crescimento sobre o acúmulo de nutrientes nas folhas do algodoeiro cultivado em região de Cerrado. O delineamento experimental foi de blocos casualizados em esquema fatorial 3x3 com 9 tratamentos e 4 repetições, constituído por três espaçamentos: 0,45m, 0,70m e 0,90m entre linhas; Aplicação de cloreto de mepiquat na dose de 1,0 L ha<sup>-1</sup> : a- aplicação parcelada em quatro etapas, b- aplicação única aos 70 dias após a emergência e c- sem a aplicação do regulador. Foi utilizada a cultivar de algodão Deltaopal. O experimento foi instalado no município de Selvíria (MS), na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Unesp, no ano agrícola de 2005/06. De posse dos resultados verificou-se que a aplicação de regulador de crescimento na forma parcelada promoveu maior absorção de Magnésio e maiores teores de Potássio foram encontrados no maior espaçamento.

**Palavras-chave:** Regulador vegetal, Análise foliar, *Gossypium hirsutum*.

### ABSTRACT

The cotton crop began to be realized on a large scale, mainly in the central region of the country using direct seeding, different arrangements of plants and use of growth regulators. The aim of this study was to evaluate the influence of different spacing and cultivation application or not of growth regulator on the accumulation of nutrients in leaves of cotton grown in the Cerrado region. The experimental design was randomized blocks in factorial 3x3 with 9 treatments and 4 replicates, consisting of three spacing: 0.45 m, 0.70 m and 0.90 m between rows; Application mepiquat chloride at a dose of 1.0 L ha<sup>-1</sup>: a-split application in four steps b-applied only to 70 days after emergency c-and without the application of the regulator. Was used to cultivate cotton Deltaopal. The experiment was installed in Selvíria (MS) in Teaching and Research Farm of Unesp in 2005/06. With the results it was found that application of growth regulator in a piecemeal manner increased the uptake of magnesium and higher levels of potassium were found in the larger spacing.

**Key-words:** Plant regulator, Leaf analysis, *Gossypium hirsutum*

## INTRODUÇÃO

Durante as décadas de sessenta, setenta e oitenta o Brasil encontrava-se entre os maiores produtores e exportadores mundiais de algodão. Com o início dos anos noventa passou-se a avaliar como alternativa para o cultivo de algodão as áreas dos cerrados da região Centro-Oeste do país, (NEHMI et al. 2004).

A utilização de reguladores de crescimento é uma das alternativas a qual constitui-se em uma tecnologia eficaz no estabelecimento de culturas mais lucrativas (ZANQUETA, 2003). Quando cultivado em condições onde não há limitações de umidade e a disponibilidade de nutrientes é adequada, o algodoeiro produz excessiva vegetação, que interfere negativamente na produção final, sendo o uso de regulador de crescimento inevitável (REDDY et al. 1992). Segundo Meredith Júnior e Wells (1989), o ideal é que a relação entre a parte reprodutiva e a vegetativa do algodoeiro seja maior que uma unidade, nesse caso, a correlação com a produção é positiva. Embora os efeitos do cloreto de mepiquat sobre o crescimento excessivo das plantas sejam devidos à redução da extensão do caule, menor números de nós, menor comprimentos de ramos e decréscimo da área foliar (FERNANDEZ et al. 1991), as respostas sobre a produção de algodão são inconsistentes (HODGES et al. 1991). Estudos sobre a fisiologia de ação dos reguladores de crescimento evidenciam que produtos como o cloreto de mepiquat, além da inibição do crescimento vegetativo, proporcionam aumento da relação de clorofila a/clorofila b, maior absorção e assimilação de carbono, aumento da fotossíntese e da respiração e incremento no número de raízes finas (MARUR, 1998).

Levando-se em conta as peculiaridades morfofisiológicas da planta de algodão, pode-se admitir que o entendimento das interações entre o crescimento e desenvolvimento com as condições climáticas predominantes regionalmente na lavoura, em cada ano, são mais importantes que a aplicação generalizada e sem critérios de pacotes tecnológicos. A obtenção de bons resultados de produtividade depende mais do manejo adequado da cultura que do aumento da quantidade de insumos. O algodoeiro é uma planta que apresenta elevada plasticidade fenotípica (BELTRÃO et al. 1994) se adequando aos mais variados ambientes e formas de plantio, tendo evidentemente os requerimentos ideais de clima e solo para chegar a produtividades elevadas e fibra de qualidade (SOUZA e BELTRÃO, 1999).

Em face do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes espaçamentos entre linhas, submetidos ou não à aplicação de cloreto de mepiquat no desenvolvimento, acúmulo de nutrientes e produtividade do algodoeiro em região de Cerrado.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido na área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia, UNESP/Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria MS. As coordenadas geográficas da área em estudo são 20°20' de Latitude Sul e 51°24' de Longitude Oeste e com altitude média de 344m, sendo o clima da região classificado segundo Köppen como do tipo Aw, definido como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. Apresenta temperatura média anual de 24,5°C, precipitação média anual de 1.232mm e umidade relativa média anual de 64,8% (HERNANDEZ et al. 1995).

O solo da área foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico muito argiloso, conforme classificação brasileira dos solos (EMBRAPA, 2006). Em junho de 2005 foi realizada amostragem de solo para

caracterização das propriedades químicas seguindo a metodologia de análise descrita por Raij e Quaggio (1983).

**Tabela 01.** Resultados da análise química do solo na profundidade de 0 a 0,20 m. Selvíria (MS), 2005.

P <sub>resina</sub> mg/dm <sup>3</sup>	M.O. g/dm <sup>3</sup>	pH (CaCl <sub>2</sub> )	K	Ca	Mg	mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>			V (%)
						H+Al	Al	CTC	
10	24	4,9	4,6	18	10	24	0	57	57

O delineamento experimental empregado foi o de blocos ao acaso (GOMES, 2000), no esquema fatorial 3x3 num total de 9 tratamentos, com 4 repetições, perfazendo 36 parcelas. Foi composto por espaçamentos: 0,45m, 0,70m e 0,90m entre linhas; manejo de regulador de crescimento: a-com a aplicação de regulador de crescimento (cloreto de mepiquat), na dose de 1,0 L ha<sup>-1</sup>, parcelado em quatro aplicações, cada uma com a dose de 250 ml ha<sup>-1</sup> (aos 35, 45, 55, e 65 dias após a emergência (d.a.e.)), b- com a aplicação de regulador de crescimento (cloreto de mepiquat), na dose de 1,0 L ha<sup>-1</sup>, em aplicação única aos 70 d.a.e. e c- sem a aplicação do regulador.

Procedeu-se a instalação do experimento no mês de setembro de 2005 com a semeadura do milho para obtenção de palha na área, sendo esta cultura escolhida por apresentar boa produção de matéria seca (GUIDELI et al. 2000) a qual proporcionou uma matéria seca de 9 t ha<sup>-1</sup>. A planta de cobertura foi manejada em novembro, mediante a aplicação de herbicida glifosato na dose de 4 L ha<sup>-1</sup> para dessecação, sendo posteriormente manejada com auxílio do implemento Triton acoplado a um trator. A semeadura do algodão (cultivar Deltaopal) foi realizada manualmente em 21 de novembro de 2005, após abertura das linhas de semeadura com auxílio de cultivador, regulado para os diferentes espaçamentos, acoplado a um trator, tendo a emergência das plantas ocorrida em 25 novembro de 2005.

Cada parcela experimental foi composta por quatro linhas, com cinco metros de comprimento, sendo a área útil constituída pelas duas linhas centrais da parcela. Após a emergência e estabelecimento das plantas estas foram raleadas, deixando-se 8 plantas por metro em todos os tratamentos, totalizando população de aproximadamente 178000, 114300 e 88900 plantas por hectare para os espaçamentos de 0,45; 0,7 e 0,9m entre linhas respectivamente.

A adubação básica de semeadura foi de 200 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 08-28-16 aplicada com auxílio de carrola adubadora regulada para os diferentes espaçamentos a fim de manter a mesma quantidade de adubo para ambos espaçamentos. Para a adubação de cobertura foi utilizado 60 kg ha<sup>-1</sup> de N divididas em duas aplicações aos 30 e 50 d.a.e. também com o mesmo implemento e regulada para manter a mesma dose do adubo independentemente do espaçamento utilizado.

Foram coletadas ao acaso 20 folhas por parcela experimental (limbo da 5a folha da haste principal do ápice para a base), aos 80 d.a.e. de acordo com as recomendações de Silva (1999), no sentido de verificar o efeito dos tratamentos estudados na concentração de nutrientes.

Após a coleta, as folhas foram submetidas à secagem em estufa com circulação e renovação de ar, moídas, encaminhadas ao laboratório de análise foliar do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimento e Sócio-Economia e submetidas à metodologia de determinação relatada por Bataglia et al. (1983), Embrapa (1999) e Malavolta et al. (1997).

Os dados obtidos no presente trabalho foram submetidos à análise de variância através do teste F e do teste de

comparação de médias (Tukey), ao nível de significância de 5%, utilizando a metodologia descrita por Gomes (2000).

## Resultados e discussão

Através dos resultados da análise foliar do algodoeiro obtidos em função dos tratamentos em estudo verifica-se que os teores de potássio são influenciados pelos diferentes espaçamentos em estudo, por outro lado a aplicação de regulador de crescimento influenciou somente os teores de magnésio. Os demais nutrientes não apresentaram diferença quanto à utilização dos tratamentos em estudo.

**Tabela 2.** Quadrado médio (QM), F da análise de variância e coeficiente de variação (CV) referentes aos teores foliares de macronutrientes em função de espaçamentos (E), regulador de crescimento (R) e sua interação aos 80 d.a.e. Selvíria MS, Ano agrícola 2005/06.

Causas de Variação	GL	MACRONUTRIENTES (g/kg)					
		N		P		K	
		QM	F	QM	F	QM	F
Bloco (B)	3						
Espaç.(E)	2	14,74	0,58ns	0,49	1,16ns	142,78	5,05*
Regul.(R)	2	26,37	1,03ns	1,00	2,36ns	8,59	0,30ns
Interação ExR	4	13,28	0,52ns	0,25	0,60ns	14,99	0,53ns
Resíduo	24						
Total	35						
C.V. (%)			11,70		15,13		45,97

\*\* , \* Significativos aos níveis de 1% e 5% respectivamente pelo teste de F da análise da variância.

**Tabela 3.** Quadrado médio (QM), F da análise de variância e coeficiente de variação (CV) referentes aos teores foliares de macronutrientes em função de espaçamentos (E), regulador de crescimento (R) e sua interação aos 80 d.a.e. Selvíria MS, Ano agrícola 2005/06.

Causas de Variação	GL	MACRONUTRIENTES (g/kg)					
		Ca		Mg		S	
		QM	F	QM	F	QM	F
Bloco (B)	3						
Espaç.(E)	2	22,63	1,31ns	1,46	1,86ns	16,09	2,36ns
Regul.(R)	2	38,37	2,23ns	3,08	3,94*	1,64	0,24ns
Interação ExR	4	13,99	0,81ns	1,07	1,37ns	3,21	0,47ns
Resíduo	24						
Total	35						
C.V. (%)			21,64		19,20		29,84

\*\* , \* Significativos aos níveis de 1% e 5% respectivamente pelo teste de F da análise da variância.

Na Tabela 4 são apresentados os teores médios de nutrientes obtidos da análise foliar realizada aos 80 d.a.e. para espaçamento e utilização de regulador de crescimento.

Estudos de marcha de absorção realizados por Persegil (2005), no município de Selvíria MS, com três cultivares de algodão mostraram que os teores dos macronutrientes (g/kg de matéria seca) encontrados nas folhas para a cultivar Deltaopal foram 42,63; 3,75; 25,78; 29,28; 3,52 e 13,43 respectivamente para N, P, K, Ca, Mg e S. Este autor concluiu

que na média para todas as cultivares, a fase de maior exigência dos nutrientes pela planta está entre 84 e 104 d.a.e.

Com os resultados da análise foliar (Tabela 4) pode-se notar que a planta de algodão absorve quantidades maiores de K quando cultivada no espaçamento de 0,7 m em relação ao menor espaçamento. Por outro lado não se observou efeito do regulador de crescimento sobre este nutriente.

Contudo ao analisar a absorção de magnésio (Tabela 4) verificou-se que nas parcelas onde não foi aplicado o regulador, o teor foliar foi menor em relação ao tratamento com aplicação parcelada. Porém os tratamentos com diferentes espaçamentos não alteraram na absorção de Mg.

Porém ao analisar os teores foliares de fósforo, cálcio e enxofre verificou-se que os tratamentos em estudo não alteraram as quantidades absorvidas pelas plantas.

**Tabela 4.** Análise foliar realizada na cultivar Deltaopal, em função dos tratamentos, aos 80 d.a.e. Selvíria MS, Ano agrícola 2005/06.

TATAMENTOS	MACRONUTRIENTES (g/kg)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
<b>ESPAÇAMENTO</b>						
0,90	41,93	4,52	12,87 ab	18,21	4,74	8,85
0,70	43,97	4,26	14,18 a	20,76	4,87	9,85
0,45	43,70	4,13	7,66 b	18,60	4,21	7,54
<b>REGULADOR</b>						
SEM	43,15	4,59	10,65	17,38	4,10 b	9,04
DOSE ÚNICA	41,74	4,32	12,31	19,24	4,59 ab	8,87
PARCELADO	44,71	4,01	11,74	20,95	5,12 a	8,34
<b>C.V.(%)</b>	11,70	15,13	45,97	21,64	19,20	29,84
<b>D.M.S.</b>	5,16	0,66	5,42	4,23	0,90	2,66

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

## CONCLUSÕES

De posse dos resultados obtidos com os diferentes tratamentos em estudo pode-se concluir que a aplicação de regulador de crescimento na forma parcelada promoveu maior absorção de Magnésio e maiores teores de Potássio foram encontrados no maior espaçamento.

## REFERÊNCIAS

BATAGLIA, O.C., FURLANI, A.M.C., TEIXEIRA, J.P.F., FURLANI, P.R., GALLO, J.P. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas, Instituto Agrônomo, 1983, Boletim Técnico. 78, 48 p.

BELTRÃO, N.E. de M.; SOUZA, J. G.de; AZEVEDO, D. M. P.de; NÓBREGA, L. B. **Pasticidade morfofisiológica do algodoeiro herbáceo em função da queda induzida das estruturas de reprodução**. Campina Grande: EMBRAPA-CNPq, 1994. 40p. (EMBRAPA-CNPq. Documentos, 40).

EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, 370p, 1999.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Brasília, 2006. 306 p.

FERNANDEZ, C. J.; COTHREN, J. T.; McINNES, K. J. Partitioning of biomass in well-watered and water-stressed cotton plants treated with mepiquat chloride. **Crop Sci**, Madison, v.31, n.5, p. 1224 – 1228, 1991.

GOMES, P.F. **Curso de estatística experimental**. 14 ed. (Revista e ampliada). Piracicaba: Nobel. 2000. 460p.

GUIDELI, C.; FAVORETO, V.; MALHEIROS, E.B. Produção e qualidade do milho semeado em duas épocas e adubado com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.10, p.2093-2098, 2000.

HERNANDEZ, F.B.T.; LEMOS FILHO, M.A.F. & BUZZETTI, S. **Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira**. Ilha Solteira, FEIS/UNESP, 1995. 45p. (Série Irrigação, 1).

HODGES, H. F.; REDDY, V. R.; REDDY, K. R. Mepiquat chloride and temperature effects on photosynthesis and respiration of fruiting cotton. **Crop Science**, Madison, v.31, n.5, p.1302-1308, 1991.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MARUR, C.J. Fotossíntese e translocação de carboidratos em algodoeiros submetidos a déficit hídrico após aplicação de cloreto de mepiquat. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v.10, n.1, p.59-64, 1998.

MEREDITH JUNIOR, W. R.; WELLS, R. Potential for increasing cotton yields through enhanced partitioning to reproductive structures. **Crop Science**, Madison, v.29, n.3, p. 636-639, 1989.

NEHMI, I.M.D; FERAZ, J.V; NEHMI Filho, V. A; SILVA da, M.L.M. **Agrianual 2005**. São Paulo: Oeste Gráfica, 2004. 545p.

PERSEGIL, E.O. **Marcha de absorção de nutrientes para os cultivares de algodão (Gossypium hirsutum L.) IAC 24, ITA 90 e DELTAOPAL na região de Selvíria, 2005**. Monografia (Graduação em Agronomia) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2005.

RAIJ, B.V. & QUAGGIO, J.A. **Métodos de análises de solos para fins de fertilidade**. Campinas, Instituto Agrônomo, 1983, boletim técnico 81, 31 p.

REDDY, V.R.; TRENT, A.; ACOCK, B. Mepiquat chloride and irrigation versus cotton growth and development. **Agronomy Journal**, Madison, v.84, n.6, p.930-933, 1992.

SILVA, N.M., **Nutrição mineral e adubação do algodoeiro no Brasil**. In: Cultura do Algodoeiro, Piracicaba, POTAFÓS, 57-92p. , 1999.

SOUZA, J. C.de; BELTRÃO, N. E.de M. Fisiologia. In: BELTRÃO, N. E.de M. (Org.). **O agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. v.1, p.87-116.

ZANQUETA, R. **Modos de aplicação de regulador de crescimento com diferentes densidades de plantas em cultivares de algodoeiro (Gossypium hirsutum L. var. latifolium Hurtch.)**. Ilha Solteira, 2003. 74 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista.

# O TEOREMA DE FOURIER NO ESTUDO DA EQUAÇÃO DO CALOR SUJEITA A CONDIÇÕES DE FRONTEIRA NÃO HOMOGÊNEAS

## *FOURIER'S THEOREM IN THE STUDY OF THE HEAT EQUATION SUBJECT TO INHOMOGENEOUS BOUNDARY CONDITIONS*

**Balbino Nunes de Farias Junior**

Bolsista de Iniciação Científica da FAPESP

Departamento de Matemática, Estatística e Computação, FCT/UNESP, Presidente Prudente, SP

balbinojunior@yahoo.com.br

**Suetônio de Almeida Meira**

**José Roberto Nogueira**

Departamento de Matemática, Estatística e Computação, FCT/UNESP, Presidente Prudente, SP

e-mail: [smeira@fctunesp.br](mailto:smeira@fctunesp.br); [jrnog@fct.unesp.br](mailto:jrnog@fct.unesp.br)

### RESUMO

O estudo das Equações Diferenciais começa com a criação do Cálculo Diferencial e Integral no século XVII, e é guiado, inicialmente, por suas aplicações à mecânica de partículas. Nessas aplicações, o uso de leis físicas, como as três leis de Newton da Dinâmica e a lei da gravitação universal, possibilita obter equações diferenciais que representam os fenômenos em estudo. Entretanto as equações resultantes trazem sérias dificuldades matemáticas em sua resolução. Uma equação básica que já surge nos estudos dos matemáticos do século XVIII é a equação do calor. Para esse problema, a obtenção de soluções satisfazendo, além da equação diferencial, a certas condições iniciais ou condições de fronteira é uma tarefa difícil. Esse é no entanto, o objetivo central desse trabalho.

**Palavras-chave:** Equações Diferenciais Parciais, Séries de Fourier, Equação do Calor.

### ABSTRACT

The study of differential equations begins with the creation of differential and integral calculus in the seventeenth century, and is guided initially by its applications to particle mechanics. In these applications, the use of physical laws, such as Newton's three laws of dynamics and the law of universal gravitation, enables to obtain equations that represent the phenomena under study. However the resulting equations bring serious mathematical difficulties in resolution. A basic equation that has emerged in studies of the eighteenth century mathematicians is the heat equation. For this problem, obtain solutions satisfying addition to the differential equation, the initial conditions or boundary conditions is a difficult task. This is, however, the central objective of this work.

**Key-words:** Partial Differential Equations, Fourier Series, Heat Equation.

### INTRODUÇÃO

O estudo das Equações Diferenciais Parciais tem merecido uma grande atenção de vários matemáticos nas últimas décadas, principalmente em fenômenos relativos à Física, em particular à Mecânica Clássica, que serviu como motivação principal para o estudo das Equações Diferenciais.

O presente trabalho tem como foco principal estudar as técnicas de resolução analítica de equações diferenciais

parciais utilizando o método das séries de Fourier para a resolução da equação do calor que é definida por equações diferenciais parciais,

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \alpha^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \quad (1)$$

onde  $u = u(x, t)$ ,  $x, t \in \mathbb{R}$ ,  $t > 0$  e  $\alpha^2$  é uma constante. Ou ainda, representada como

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \alpha^2 \Delta u \quad (2)$$

em dimensões maiores, onde  $x = (x_1, \dots, x_n) \in \mathbb{R}^n$ ,  $t > 0$  e  $\Delta$  é o laplaciano em  $\mathbb{R}^n$  (nas variáveis espaciais  $x_1, \dots, x_n$ ).

Um estudo introdutório das equações diferenciais parciais é desenvolvido, explorando a resolução analítica da Equação do Calor, recorrendo à técnica das Séries de Fourier que são ferramentas importantíssimas, para uma possível solução escrita da equação.

## MATERIAL E MÉTODOS

O método predominantemente utilizado na busca de soluções para os problemas (I) e (II) apresentados no presente trabalho fora o Método de Fourier para solução de uma equação diferencial, o qual consiste em considerar a função  $u(x, t)$  como sendo o resultado do produto de duas funções  $F$  e  $G$  onde  $F$  é uma função real definida no intervalo  $[0, L]$  na variável  $x$  enquanto  $G$  é também uma função real definida na variável  $t$ , para todo  $t \geq 0$ .

Desta forma, o objetivo deste trabalho é apresentar soluções para os problemas (I) e (II) utilizando para isso o Método de Fourier juntamente com os principais resultados obtidos através do estudo das Séries de Fourier.

## RESULTADO

Consideremos uma barra de comprimento  $L$ , cuja secção transversal tem área  $A$ , feita de um material condutor uniforme de calor, fixada na origem dos eixos, no quadrante de coordenadas positivas do espaço  $\mathbb{R}^3$ .

O presente trabalho consiste inicialmente, no estudo do problema da condução do calor em tal barra, com suas extremidades mantidas à temperatura zero e cuja condição inicial é dada pela equação, onde  $f$  é uma função real definida  $u(x, 0) = f(x)$  no intervalo  $[0, L]$ . Ou seja, iremos determinar uma função  $u$  que satisfaça o seguinte problema misto:

$$\begin{aligned} u_t &= K u_{xx}; t > 0, \quad 0 < x < L \\ u(0, t) &= u(L, t) = 0; \quad t > 0 \\ u(x, 0) &= f(x); \quad 0 \leq x \leq L, \end{aligned} \quad (I)$$

onde a constante  $K$  e a função  $f$  são dadas.

Consideramos a seguir o problema da condução do calor numa barra submetida a temperaturas não-nulas nas extremidades. O problema matemático seria determinar  $u(x, t)$  tal que:

$$\begin{aligned}
 u_t &= Ku_{xx}; t > 0, \quad 0 < x < L \\
 u(0,t) &= h_0(t), u(L,t) = h_1(t); \quad t > 0 \\
 u(x,0) &= f(x); \quad 0 \leq x \leq L,
 \end{aligned} \quad (II)$$

onde  $f$ ,  $h_0$  e  $h_1$  são funções dadas.

Por fim, apresentamos a solução do problema proposto em (II) para dois casos diferentes. O primeiro para quando  $h_0(t) = \alpha_1$  e  $h_1(t) = \beta_1$ , e o segundo para quando  $h_0(t) = \alpha_1 + \alpha_2 t$  e  $h_1(t) = \beta_1 + \beta_2 t$ , onde  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\beta_1$  e  $\beta_2$  são constantes.

**O TEOREMA DE FOURIER:** Seja  $f$  uma função real definida nos reais, seccionalmente diferenciável e de período  $2L$ . Então a série de Fourier da função  $f$ , converge, em cada ponto  $x$  para  $[f(x+0) + f(x-0)]/2$ , isto é,

$$\frac{1}{2} a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} \left( a_n \cos \frac{n\pi x}{L} + b_n \operatorname{sen} \frac{n\pi x}{L} \right) = \frac{1}{2} [f(x+0) + f(x-0)] \quad (*)$$

onde o primeiro membro da igualdade (\*) é a série de Fourier da função  $f$  e  $a_n$  e  $b_n$  são os coeficientes de Fourier referentes a  $f$  e definidos respectivamente por:

$$a_n = \frac{1}{L} \int_{-L}^L f(x) \cos \frac{n\pi x}{L} dx, n \geq 0; \quad b_n = \frac{1}{L} \int_{-L}^L f(x) \operatorname{sen} \frac{n\pi x}{L} dx, n \geq 1$$

## DISCUSSÃO

Trabalhemoinicialmente com o problema (I).

Pelo método de separação de variáveis chegamos a uma expressão que nos parece ser um razoável candidato à solução do PVIF (I) (Problema de Valor Inicial e de Fronteira, também chamado de Problema Misto). A expressão foi a seguinte:

$$u(x,t) = \sum_{n=1}^{\infty} c_n e^{-\frac{n^2 \pi^2 K t}{L^2}} \operatorname{sen} \frac{n\pi x}{L}, \quad (2)$$

onde os coeficientes  $c_n$  devem ser escolhidos de modo que:

$$f(x) = \sum_{n=1}^{\infty} c_n \operatorname{sen} \frac{n\pi x}{L}. \quad (3)$$

Portanto, não há escolha, os  $c_n$  devem ser os coeficientes de Fourier da função  $f$ , definida em  $[0,L]$ , e estendida para o resto de  $\mathbb{R}$  de modo a ser ímpar e periódica de período  $2L$ . Assim

$$c_n = \frac{2}{L} \int_0^L f(x) \operatorname{sen} \frac{n\pi x}{L} dx. \quad (4)$$

É importante mencionar que a igualdade (3) não se verifica para uma função  $f$ , arbitrária. Portanto a distribuição inicial de temperatura deve satisfazer a certas condições especiais. Pelo Teorema de Fourier vê-se que (3) se verificará, para todo  $x$  em  $[0,L]$  caso  $f$  seja contínua,  $f(x)=f(0)=0$  e  $f'$  seja seccionalmente contínua.

A ideia da resolução para o problema (II) é procurar reduzi-lo a um outro com condições de fronteira homogênea, através de uma mudança de variável dependente  $u$ . Assim suponha que seja possível achar uma função  $v(x,t)$  de classe  $C^2$  em  $\Omega = \{(x,t) \text{ em } \mathbb{R}^2; 0 < x < L; t > 0\}$  tal que  $v(0,t)=h_0(t)$ ,  $v(L,t)=h_1(t)$ . Então, designando por  $u$  a solução do PVIF (II), segue-se que a função  $w=u-v$  satisfaz ao seguinte problema:

$$\begin{aligned} w_t &= Kw_{xx} + g(x,t); & \text{em } \Omega \\ w(0,t) &= w(L,t) = 0; & t > 0 \\ w(x,0) &= f(x) - v(x,0); & 0 \leq x \leq L \end{aligned} \tag{5}$$

onde  $g(x,t) = kv_{xx} - v_t$ . Agora é só determinar  $v$  de modo que seja solução da equação do calor em  $\Omega$ , então  $g \equiv 0$ , e  $w$  será simplesmente a solução do problema.

Fica claro desta forma que quando  $h_0(t) = \alpha_1$  e  $h_1(t) = \beta_1$  onde  $\alpha_1$  e  $\beta_1$  são constantes, basta tomar  $v(x,t) = \alpha_1 + (\beta_1 - \alpha_1)x/L$ . Logo, a solução para o PVIF (II) neste caso será dada por:

$$u(x,t) = \alpha_1 + \frac{\beta_1 - \alpha_1}{L}x + \sum_{n=1}^{\infty} c_n e^{-\frac{n^2 \pi^2 Kt}{L^2}} \text{sen} \frac{n\pi x}{L} \tag{6}$$

Por fim, considerando  $h_0(t) = \alpha_1 + \alpha_2 t$  e  $h_1(t) = \beta_1 + \beta_2 t$ , onde  $\alpha_1, \alpha_2, \beta_1$  e  $\beta_2$  são constantes. Deve-se determinar uma função  $y(x)$  tal que:

$$Ky_{xx} = \alpha_2 + (\beta_2 - \alpha_2)x/L, \tag{7}$$

com  $y(0) = y(L) = 0$ . Tal função obtém-se a partir de duas integrações em (7) o que resultará em:

$$y(x) = \frac{\alpha_2}{2K}x(x-L) + \frac{\beta_2 - \alpha_2}{6LK}x(x^2 - L^2).$$

Assim, toma-se:

$$v(x,t) = h_0(t) + \frac{x}{L}(h_1(t) - h_0(t)) + y(x) \tag{8}$$

e verifica-se facilmente que  $w = u - v$  é solução para (5) o que garante ser  $u = w + v$ , solução para o PVIF (II) neste caso.

### CONCLUSÃO

A teoria do calor de Fourier é um dos primeiros exemplos da análise aplicada à Física. A partir de premissas simples que nada mais são do que fatores experimentais generalizados, Fourier deduziu uma série de consequências, que juntas, constituem uma teoria completa e coerente. Os resultados obtidos por Fourier são certamente interessantes por si só, no entanto, o que é ainda mais interessante como conseguimos notar, é o

método que este desenvolveu e que serve de modelo para todos aqueles que possuem o desejo de desenvolver qualquer ramo da Física Matemática. Atrevemo-nos ainda dizer que tal teoria é de forma clara, mais importante para a análise pura do que para análise aplicada, uma vez que a busca de soluções para equações diferenciais parciais não é, de forma alguma, uma tarefa fácil ou trivial.

## REFERÊNCIAS

FIGUEIREDO, D. G. **Análise de Fourier e Equações Diferenciais Parciais**. 4 ed. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada, 2007, p. 1-126.

FIGUEIREDO, D. G., **Análise Real 1**. 2 ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. 1996, p. 197-235.

IÓRIO, V. M.N, **EDP Um Curso de Graduação**. 2 ed. Rio 4 ed. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada, 2007, p. 1-55, 93-135, 159-174.

# RESOLUÇÃO DO PROBLEMA DE CARREGAMENTO DE CONTAINER ATRAVÉS DE UMA HEURÍSTICA

## *RESOLUTION OF THE PROBLEM BIN-PACKING CONTAINER THROUGH AN HEURISTIC*

**Eliane Vendramini de Oliveira**

Mestre em Engenharia Elétrica – UNESP/ Ilha Solteira - Professora da FAI

### RESUMO

Este artigo analisa o problema do Carregamento de Container a ser resolvido por uma heurística. Através do emprego de uma heurística um container com carga heterogênea, tem sua carga configura tal que o volume utilizado em relação ao volume total disponível do container seja maximizado. A importância da abordagem deste problema está na prática constante do transporte internacional de mercadorias e produtos através de containers. O problema abordado no artigo é considerado NP-difícil e por isso complexo de ser resolvido matematicamente e deterministicamente, justificando o emprego de heurísticas para resolução do problema.

**Palavras-chave:** Heurística. Problema de Carregamento de Container. Problema Knapsack.

### ABSTRACT

This article analyzes the problem Bin-packing container to be solved by a heuristic.

Through the use of a heuristic with a container load heterogeneous, has set its load such that the volume used in relation to the total volume of container available is maximized.

The importance of addressing this problem is the practice of the international transport of goods and products through containers.

The problem addressed in the article is considered NP-hard and so complex to be solved mathematically and deterministically, justifying the use of heuristics to solve the problem.

**Key-words:** Heuristics. Problem Bin-Packing Container. Knapsack Problem.

### INTRODUÇÃO

O Problema de Carregamento de Container é um problema clássico em pesquisa operacional, na literatura ele é diferenciado entre aqueles problemas em que a carga completa tem que ser armazenada, podendo usar mais de um container (conhecido na literatura como Problema Bin- Packing) e aqueles que toleram que alguns itens sejam deixados para trás, utilizado somente um container (conhecido como problema Knapsack). Outro tipo de suposta diferenciação é a definição de tipos de carga que será alocada no container, a carga pode ser homogênea (um tipo de caixa somente), heterogênea fraca (poucos tipos de caixa com muitas caixas de cada tipo) e uma carga fortemente heterogênea (muitos tipos de caixa com poucas caixas de cada tipo).

O assunto do artigo é o problema Knapsack com carga heterogênea, cujo objetivo geral segundo Pisinger (2002), é determinar uma configuração de carga tal que o volume utilizado em relação ao volume total disponível do container seja maximizado. Outros objetivos que podem ser agregados ao problema são: Maximização do peso da carga, do equilíbrio (centro de gravidade) e do valor monetário associado à carga. Todos os esforços são usados para que os itens de carga sejam adequados dentro do container da melhor maneira possível, visando os objetivos já citados.

A importância da abordagem deste problema está na prática constante do transporte internacional de mercadorias

e produtos através de containers, por vias aéreas ou marítimas. Este tipo de transporte é oneroso e cobra-se pelo container alugado e não pela quantidade de produto que será carregada. Por isso a vantagem de aproveitar o volume do container ao máximo. Se o carregamento do container não for bem planejado, pode comprometer o valor final da mercadoria transportada ou até ser encarado como prejuízo para quem vendeu o produto que está sendo transportado.

O problema abordado no artigo é considerado NP-difícil e por isso complexo de ser resolvido matematicamente e deterministicamente, justificando o emprego de heurísticas para resolução do problema. O artigo aqui exposto propõe como resolução para o problema de carregamento de container uma heurística diferenciada, onde é proposta uma divisão do container e cada divisão é encarada como um problema Knapsack.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **A Heurística Proposta**

A heurística proposta neste artigo trabalha de maneira sistemática. Caixas de vários tipos estarão disponíveis para o carregamento do container. A quantidade de caixas de cada tipo será contabilizada no início da aplicação da heurística, e caixas com mesmas dimensões mas de tipos diferentes serão contabilizadas como caixas de um único tipo.

A ordem como as caixas serão carregadas no container ao final da aplicação da heurística será chamada de padrão de carregamento. Este padrão de carregamento será armazenado em um vetor onde o índice do vetor indica a ordem que a caixa será alocada no container e o conteúdo do vetor naquele índice (posição) mostra qual caixa será alocada no container naquela ordem.

O cálculo do volume ocupado pela carga carregada, além dos cálculos do peso da carga, do equilíbrio e valor da carga carregada serão realizados após o processo heurístico aplicado no problema, processo que será chamado de decomposição dos espaços do container.

A heurística proposta por este artigo possibilita através da decomposição dos espaços do container o preenchimento do mesmo dividindo-o em quatro partes.

São elas: Parte Principal ou Corpo Principal do Container, Espaço Lateral Residual, Espaço Superior Residual e Espaço Frontal Residual.

O preenchimento dos quatro espaços do container obedece a uma ordem de preenchimento partindo primeiramente da lateral esquerda para a direita, preenchendo o espaço horizontal, logo após segue o preenchimento do espaço vertical de baixo para cima e em seguida do fundo do container para frente.

A heurística procura também, alocar caixas mais pesadas abaixo e em camadas específicas, onde o risco de esmagamento da carga por outra mais pesada se anula.

### **Codificação do Padrão de Carregamento**

A representação do padrão de carregamento (P) é formada por índices de caixas  $b_i$ :  $P = \{b_1, b_2, b_3, \dots, b_n\}$ , onde  $i = 1, \dots, n$  são índices das caixas.

A seqüência  $b_1, b_2, \dots, b_n$  representa a ordem com que as caixas devem ser posicionadas no container, seguindo as regras de preenchimento previamente definidas.

A figura 1 mostra como seria um possível padrão de carregamento com quatro caixas disponíveis.

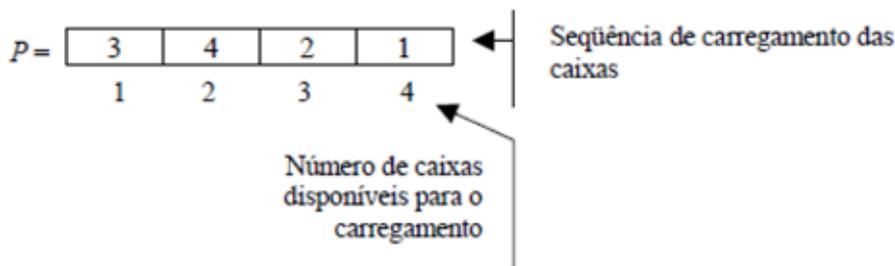


Fig 1. Exemplo de Padrão de Carregamento

Os índices das caixas também representam os tipos de caixas, pois se temos  $x$  tipos de caixas, e cada tipo de caixa tem  $m$  caixas representando-o, então as caixas com índices de 1 a  $m1$  representam as caixas do tipo 1, as caixas com índices de  $m1+1$  a  $m2$  representam as caixas do tipo 2 e assim sucessivamente, até completar os índices das caixas disponíveis para o carregamento.

A tabela 1 logo abaixo, traz de maneira simples e didática como identificar o tipo de cada caixa.

Tabela 1. Exemplo de Identificação de Tipo de caixa

Tipo	Qtde. Caixas	Intervalo de Tipos de Caixas
1	2	1 à 2
2	3	3 à 5
3	5	6 à 10

Além do vetor onde é representado o padrão de carregamento, a codificação do problema estudado necessita de um vetor auxiliar onde é sinalizado como as caixas foram rotacionadas e alocadas no container. Para tanto a variação da orientação da caixa é identificada através de índices.

Se a largura da caixa está apoiada na base, e altura e profundidade não variaram, então o índice que representa esta posição de caixa é igual a 1.

Se a altura da caixa está apoiada na base, e largura da caixa no lugar da altura, com profundidade sem variar, então o índice que representa esta posição de caixa é igual a 2.

Se a profundidade está apoiada na base, a altura sem variar e largura da caixa está no lugar da profundidade, então o índice que representa esta posição de caixa é igual a 3.

Se a largura está apoiada na base, e altura e profundidade trocaram de lugar entre si, então o índice que representa esta posição de caixa é igual a 4.

Se a altura está apoiada na base, profundidade está no lugar da altura e largura no lugar da profundidade, então o índice que representa esta posição de caixa é igual a 5.

Se a profundidade está apoiada na base, largura está no lugar da altura e altura está no lugar da profundidade, então o índice que representa esta posição de caixa é igual a 6.

Assim depois de aplicar o processo de decomposição de espaços é gerado um outro vetor complementar ao padrão de carregamento onde é identificado de que maneira a caixa foi alocada no container.

### Cálculos para a avaliação do Padrão de Carregamento

Temos duas propostas para a avaliação do padrão de carregamento. São elas: a avaliação com o objetivo de maximizar somente o volume da carga alocada no container pela heurística (avaliação mais comum na literatura) e a avaliação com o objetivo de maximizar volume, peso, centro de gravidade e valor da carga carregada, este segundo tipo de avaliação foi proposta por Rodrigues (2005) e será aplicada no trabalho para fins de comparação.

#### (1) Maximizar somente volume da carga

O cálculo mais comum no meio científico para a avaliação do padrão de carregamento é calcular apenas a porcentagem do volume ocupado pela carga alocada no container em relação ao volume do container. O objetivo é obter o valor máximo de 100% na ocupação do volume do container, mas como muitas vezes isso não é possível, procura-se o valor mais próximo.

A função usada para maximizar o volume da carga é:

$$\varpi = \frac{\sum_{i=1}^m VL_{bi}}{VL_c} \times 100$$

Onde  $VL_{bi}$  é o volume de cada caixa carregada, onde  $i$  determina o índice da caixa, e  $VL_c$  é o volume disponibilizado pelo container.

#### (2) Maximizar volume, peso, centro de gravidade e valor da carga

Os cálculos para a avaliação do padrão de carregamento após a aplicação do processo de decomposição dos espaços são realizados de maneira separada, pois serão calculados vários interesses e só depois os resultados serão reunidos para um valor final. Segundo Rodrigues (2005) avalia-se a configuração da carga carregada conforme o volume ocupado, o peso dos produtos carregados, o centro de gravidade e o valor total dos produtos. Cada sub-função possui um peso associado que prioriza os objetivos mais importantes em relação a outros objetivos.

O objetivo principal é obter o valor máximo da função geral que rege este problema. A função geral é:

$$\varpi = \frac{k_1xVL + k_2xP + k_3xG + k_4xV}{k_1 + k_2 + k_3 + k_4}$$

As sub-funções são as seguintes:

VL - Sub-função para o cálculo do volume;

P - Sub-função para o cálculo do peso;

G - Sub-função para o cálculo do centro de gravidade e

V - Sub-função para o cálculo do máximo valor dos produtos carregados.

Os pesos são determinados por  $k_1$ ,  $k_2$ ,  $k_3$  e  $k_4$ , que estão associados às sub-funções do volume (VL), do peso (P), do centro de gravidade (G) e do valor da carga (V), respectivamente.

**Sub-função do Volume (VL)**

$$VL = \frac{\sum_{i=1}^m VL_{bi}}{VL_c} \times 100$$

Na expressão,  $VL_{bi}$  é o volume de cada caixa carregada, onde  $i$  determina o índice da caixa, e  $VL_c$  é o volume disponibilizado pelo container.

**Sub-função do Peso (P)**

$$P = \begin{cases} 0 & \dots \dots \dots \sum_{i=1}^m P_{bi} > P_c \\ \frac{\sum_{i=1}^m P_{bi}}{P_c} \times 100 & \dots \dots \dots \sum_{i=1}^m P_{bi} \leq P_c \end{cases}$$

$P_c$  é o peso máximo suportado pelo container,  $P_{bi}$  é o peso da caixa de índice  $i$  e  $m$  representa o número de caixas da carga.

**Sub-função do Centro de Gravidade (G)**

$$G = \left[ \left( H_c \times 1.5 - \frac{\sum_{i=1}^m P_{bi} \times G_{bi}}{\sum_{i=1}^m P_{bi}} \right) / H_c \right] \times 100$$

$P_{bi}$  representa o peso da caixa carregada,  $G_{bi}$  representa a distância do centro de gravidade de cada caixa para com a base do container, conforme índice  $i$ , e assume-se que o valor médio da altura da caixa é o seu centro de gravidade, e  $H_c$  é a altura do container.

Considera-se como ideal um centro de gravidade no centro geométrico do container (metade da altura). Caso o centro de gravidade esteja abaixo do valor médio da altura do container, o valor de  $G$  será maior que 100 e, caso contrário,  $G$  assumirá um valor abaixo de 100.

**Sub-função do Valor (V)**

$$V = \begin{cases} 0 & \dots \dots \dots \sum_{i=1}^m V_{bi} > V_c \\ \frac{\sum_{i=1}^m V_{bi}}{V_c} \times 100 & \dots \dots \dots \sum_{i=1}^m V_{bi} \leq V_c \end{cases}$$

$V_{bi}$  é o valor associado a cada produto e  $V_c$  é o valor monetário máximo que a carga do container deve possuir.

## Decomposição dos Espaços do Container

A decomposição dos espaços do container para obtenção da seqüência de caixas que permitirá conhecer o padrão de carregamento do container é realizada de maneira sistemática.

O processo respeita as restrições que as caixas e o próprio container apresentam, como limites dimensionais. As caixas poderão ser rotacionadas (mudança de orientação) em até seis variações.

As caixas preencherão o container seguindo a ordem de preenchimento da esquerda para a direita, de baixo para cima e do fundo do container para frente.

No processo de decomposição dos espaços do container temos uma seqüência de passos a seguir e que deve ser respeitada a sua ordem.

1. Primeiramente, verifica-se qual a caixa que tem o maior número de similares, ou seja, qual a caixa que tem o maior número de caixas com dimensões idênticas a ela.
2. A caixa escolhida é alocada no ponto de partida que é a origem do container, localizada no canto inferior esquerdo do fundo do container.
3. A caixa é rotacionada para que minimize primeiramente o espaço restante na lateral direita do container, o ideal seria que não houvesse sobra. Então a dimensão que retornar a menor sobra é fixada como largura da caixa.
4. Depois, nesta ordem de prioridade, rotaciona as duas dimensões livres para que minimize o espaço restante superior. Então a dimensão que retornar a menor sobra é fixada como altura da caixa.
5. E por último, na ordem de prioridade, a única dimensão livre da caixa é atribuída ao comprimento da caixa, tendo também uma sobra no espaço frontal do container.
6. A partir desta posição fixa, outras caixas com dimensões iguais serão colocadas uma do lado da outra e uma em cima da outra até que o espaço na lateral direita e acima sejam minimizados, formando assim uma camada.
7. Camadas iguais à descrita logo acima preencherão o container até que não existam mais caixas iguais às utilizadas na camada anterior disponíveis ou que o espaço restante na parte frontal do container não consiga alocar mais uma camada.
8. A parte do container que foi preenchida pelo conjunto de camadas iguais será chamada de **Parte Principal** ou **Corpo Principal do Container**, e os espaços restantes serão chamados de **Espaço Lateral Residual**, **Espaço Superior Residual** e **Espaço Frontal Residual**.

Portanto houve uma divisão de quatro partes no container para melhor preenchê-lo.

Logo após o Corpo Principal do Container ser encontrado, é verificado se os espaços residuais são excessivos. Será considerada sobra excessiva se esta ultrapassar cerca de 4% do tamanho da dimensão do container relacionada com esta sobra. Se não for constatado sobra excessiva deve-se ignorar os passos relacionados a ela.

9. Verifica-se a largura do Espaço Lateral Residual, se esta largura for maior que 4% da largura do container é verificado também se girando a caixa em suas três dimensões, a menor sobra encontrada é maior ou igual ao tamanho da menor dimensão de caixa disponível para carregamento. Se esta condição for satisfeita não será executado o passo 10 e volta-se ao passo 4.

10. Para um resultado negativo da condição acima este passo deve ser executado, se a largura do Espaço Lateral Residual for maior que 4% da largura do container, mas o tamanho da sobra não é maior ou igual ao tamanho da menor dimensão de caixa encontrada entre as caixas disponíveis, a primeira caixa alocada na origem do container deve ser substituída pela caixa que detém o segundo maior número de caixas similares a ela, se mesmo esta não satisfizer a condição dos 4%, deve ser testada a caixa que detém o terceiro maior número de caixas similares a ela e se mesmo assim esta terceira caixa não satisfizer a condição imposta deve-se optar pela melhor entre elas, ou seja, a

caixa que resultou na menor sobra mesmo não satisfazendo a condição imposta será a escolhida. Volta-se ao passo 4.

O mesmo deve acontecer com o Espaço Superior Residual.

11. Verifica-se a largura do Espaço Superior Residual, se esta altura for maior que 4% da altura do container é verificado também se girando a caixa em suas duas dimensões livres, a menor sobra encontrada é maior ou igual ao tamanho da menor dimensão de caixa disponível para carregamento. Se esta condição for satisfeita não será executado o passo 12 e volta-se ao passo 5

12. Para um resultado negativo da condição acima este passo deve ser executado, se a altura do Espaço Superior Residual for maior que 4% da altura do container, mas o tamanho da sobra não é maior ou igual ao tamanho da menor dimensão de caixa encontrada avaliando os tipos de caixas disponíveis, deve-se retirar a última caixa colocada acima das outras e voltar ao passo 11.

Com o Corpo Principal do Container definido, os espaços residuais serão preenchidos procurando seguir as mesmas orientações que a parte principal.

A ordem de preenchimento dos espaços residuais é primeiramente o Espaço Lateral Residual, em seguida Espaço Superior Residual e por último Espaço Frontal Residual.

13. Procurando-se caixas de dimensões idênticas capazes de preencher ao máximo os espaços residuais. E a partir do momento que a caixa foi escolhida para preencher o espaço livre do container ela não poderá mais ser utilizada para preenchimentos posteriores.

Dentro do processo de decomposição, os espaços do container são analisados separadamente verificando a existência de caixas de mesmas dimensões, mas pesos diferentes e se existir, as caixas serão colocadas dentro do espaço que se encontra abaixo das outras ou em camadas específicas para não ocorrer esmagamento de carga.

A figura 2 traz o fluxograma do Processo de Decomposição dos Espaços do Container.

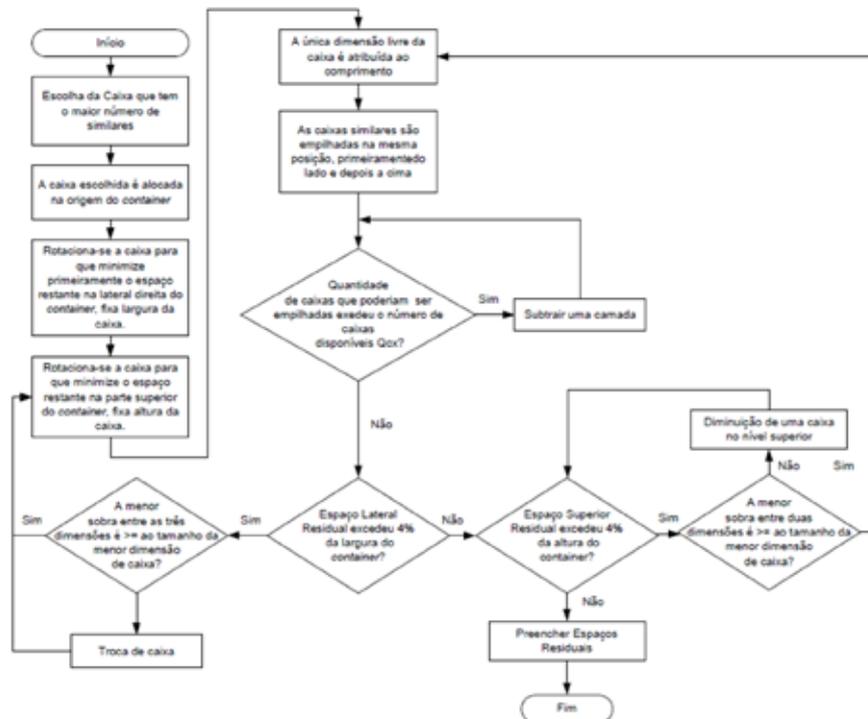


Fig 2. Fluxograma do Processo de Decomposição dos Espaços do Container

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A heurística desenvolvida foi testada com diferentes dimensões de caixas disponíveis para o carregamento e com diferentes grupos de caixas, homogêneos e heterogêneos.

A heurística foi desenvolvida em FORTRAN 4.0 e os testes foram realizados em um PC HP BRIO PentiumII Processador IntelMMX/ 256 MB de memória RAM, com sistema operacional Windows 98

Os dados que foram utilizados em nossos testes foram apresentados em Rodrigues (2005), o container tinha proporções de 1.35m de altura, 5m de comprimento e 1.08m de largura. Tinha como peso máximo de carregamento 18070 kg e o valor de 300000.

Os valores dos pesos  $k_1$ ,  $k_2$ ,  $k_3$  e  $k_4$  que foram utilizados no cálculo de uma das propostas de avaliação do padrão de carregamento são respectivamente 7, 0.5, 0.5 e 2.

A tabela 2 revela os dados dimensionais, peso, valor e quantidade de caixas disponíveis para os testes.

Tabela2 – Dados dimensionais, pesos e valores das caixas do teste com 285 caixas.

Tipo	Altura(cm)	Compr.(cm)	Largura(cm)	Volume(cm <sup>3</sup> )	Peso(kg)	Valor(R\$)	Qtd.
A	18.3	50.0	38.2	34953.00	4.2	548	55
B	15.6	50.0	38.2	29796.00	3.9	508	30
C	69.6	59.3	86.9	358660.63	53.0	1410	68
D	69.6	57.6	89.8	360004.61	82.0	3135	26
E	41.9	56.3	35.8	84451.126	9.6	626	45
F	41.9	56.3	35.8	84451.126	10.6	791	43
G	41.9	56.3	35.8	84451.126	10.6	791	18

Os testes realizados com 285 caixas com dimensões heterogêneas alcançaram o valor de 78.6% para a Função Geral, 94.5% para o volume ocupado, 23.1% do valor admitido, 4.6% do peso permitido e 139.3% de equilíbrio alcançado.

O programa foi executado em menos de 3 min, e o padrão de carregamento resultante é este:

**Corpo Principal:** 66 caixas entre os tipos E, F e G.

**Espaço Lateral Residual:** não foi possível preenchê-lo, espaço de sobra desprezível.

**Espaço Superior Residual:** 24 caixas do tipo A.

**Espaço Frontal Residual:** 16 caixas do tipo B.

Com o vetor auxiliar trazendo a posição de cada caixa com estes valores:

**Corpo Principal:** 4.

**Espaço Lateral Residual:** não foi possível preenchê-lo, espaço de sobra desprezível.

**Espaço Superior Residual:** 3.

**Espaço Frontal Residual:** 3.

## CONCLUSÕES

Como observado a heurística proposta demonstrou ser uma técnica eficiente para o problema de carregamento de container, ocupando o espaço disponível quase em seu total.

Os resultados obtidos são altamente satisfatórios, tendo em vista que na literatura encontram-se resultados inferiores

aos aqui apresentados.

A heurística proposta se mostrou flexível ao se adaptar ao problema específico estudado, trabalhando de maneira aceitável tanto com grupos de caixas homogêneas quanto heterogêneas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELOV, G.; SCHEITHAUER, G. **A cutting plane algorithm for the one-dimensional cutting stock problem with multiple stock lengths.** European Journal of Operational Research 141, pp 274-294, 2002.

BISCHOFF, E. E.; MARRIOTT, M. D. **A comparative evaluation of heuristics for container loading.** European Journal of Operational Research, North-Holland, pp 267-276, 1990.

BORTFELDT, A.; GEHRING, H. **A hybrid genetic algorithm for the container loading problem.** European Journal of Operational Research, North-Holland, pp 143-161, 2001.

DÍAZ, A.; GLOVER, F.; HASSAN M.; GHAZIRI, J. L. G.; LAGUNA, M.; MOSCATO, P.; TSENG, F. T. **Optimización Heurística y Redes Neuronales.** editora: Paraninfo, MADRID, 1996.

LAGUNA, M. **A Guide to Implementing Tabu Search.** Investigación Operativa, Vol.4, nº1 Abril 1994.

LODI, A.; MARTELLO, S.; MONACI, M. **Two-Dimensional packing problems: A survey.** European Journal of Operational Research 141, pp 241-252, 2002.

PISINGER, D. **Heuristics for the container loading problem.** European Journal of Operational Research, North-Holland, pp 382-392, 2002.

RODRIGUES, L. L. **Um Algoritmo Genético para o Problema de Carregamento de Container.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

WU, Y.; HUANG, W.; LAU, S.; WONG, C.K.; YOUNG, G. H. **An effective quasi-human based heuristic for solving the rectangle packing problem.** European Journal of Operational Research 141, pp 341-358, 2002.

# **“EFEITO DO ÓLEO DE NIM ASSOCIADO AO MICRONUTRIENTE SILÍCIO NO CONTROLE DE BICHO MINEIRO EM MUDAS DE COFFEA ARABICA L.”**

*“EFFECT OF NEEM OIL ASSOCIATED WITH MICRONUTRIENT SILICON IN CONTROL OF LEAF MINER ON SEEDLINGS OF COFFEA ARABICA L.”*

**Maurício Dominguez Nasser**

Pesquisador Científico - Apta – PRDTA Alta Paulista

**Fernando Takayuki Nakayama**

Pesquisador Científico - Apta – PRDTA Alta Paulista

**José Carlos Cavichioli**

Pesquisador Científico - Apta – PRDTA Alta Paulista

**Ricardo da Fonseca**

Professor Assistente – Unesp Dracena

**Samuel Ferrari**

Pós-doutorando – Unesp Ilha Solteira

## **RESUMO**

O bicho mineiro é considerado como a principal praga do cafeeiro no Brasil, pela sua ocorrência generalizada nos cafezais, desde a produção de mudas até a fase de produção causando diminuição da área foliar fotossintética e desfolha com reflexo imediato na produtividade principalmente em regiões de baixa altitude, quentes e com baixa umidade relativa do ar. Com o propósito de avaliar o efeito do “óleo de Nim” associado “micronutriente Silício” no controle do bicho mineiro em mudas de café, instalou-se experimento em viveiro de mudas pertencente à APTA Alta Paulista no ano agrícola de 2009. Concluiu-se que as mudas que receberam os tratamentos em todas as dosagens apresentaram maior vigor em relação às mudas que não foram aplicados nenhum dos dois produtos.

**Palavras-chave:** Coffea arábica L., Bicho-mineiro, Óleo de Nim, Silício

## **ABSTRACT**

The miner is considered the major pest of coffee in Brazil by its general occurrence in the crops, from the seedlings to the production phase decreases the photosynthetic leaf area and defoliation with immediate reflection on productivity, particularly in regions of low levels, high temperatures and low humidity. Aiming to evaluate the effect of “oil of Neem” associate “Silicon” micro-nutrient” to control the leaf miner in coffee seedlings, it was installed in the greenhouse experiment belonging to APTA Alta Paulista in the agricultural year 2009. It was concluded that the seedlings that received the treatments at all doses had greater effect in relation to seedlings that were not implemented either of the two products.

**Key-words:** Coffea arábica L., Leaf-miner, Neen oil, Silicon

## **INTRODUÇÃO**

O bicho mineiro, *Leucoptera coffeella* (Guérin - Menèville, 1842), é considerado como a principal praga do cafeeiro

no Brasil, pela sua ocorrência generalizada nos cafezais, desde a produção de mudas até a fase de produção.

O bicho mineiro das folhas do cafeeiro é uma praga exótica, que tem como região de origem o continente africano. Foi constatado no Brasil a partir de 1851, vindo provavelmente em mudas atacadas provenientes das Antilhas e Ilha de Bourbon. É considerado praga monófaga, pois ataca somente cafeeiros. O inseto é identificado como um microlepidóptero de hábito crepuscular-noturno. As mariposinhas medem 6,5mm de envergadura, têm coloração branco-prateada e asas anteriores e posteriores franjadas. Quando em repouso, as asas anteriores cobrem as posteriores. As lagartinhas vivem dentro de lesões ou minas foliares por elas mesmas construídas e, quando completamente desenvolvidas, medem cerca de 3,5mm de comprimento (REIS & SOUZA, 1998).

Quando completa seu desenvolvimento, a lagarta sai da mina por uma abertura (fenda), na parte superior da planta, e se encrisalida, normalmente na parte baixa do cafeeiro, onde chega pendurada em um pequeno fio de seda, se instalando (a crisálida) na parte inferior das folhas. Essa crisálida é branca, sendo protegida por um casulo em forma de X, tecido com fios de seda, podendo-se se formar, também, sobre folhas de outras plantas ou em ciscos sob o cafeeiro ou no próprio solo. A retirada ou a queda das folhas (desfolha) acelera a passagem da fase de larva para crisálida (MATIELLO et al. 2005).

Os prejuízos em cafeeiros causados pelas lagartas são a diminuição da área foliar fotossintética e desfolha com reflexo imediato na produtividade. Como o ciclo do inseto dura de 19 a 87 dias, em média, de acordo com a temperatura e outros fatores auxiliares, pode-se ter a infestação durante todo o ano. Dependendo da infestação os prejuízos chegam a 80%, onde a desfolha drástica até julho: não há formação de botões florais para setembro / outubro, não há frutificação; e desfolha drástica de agosto a outubro, floradas com baixo vingamento. Além da produtividade, ataques sucessivos depauperam o cafeeiro e diminuem sua longevidade, exigindo podas de recuperação, normalmente drásticas (SANTINATO & FERNANDES, 2005).

O bicho mineiro, principal praga no viveiro, também interfere na qualidade das mudas com a redução da área foliar e desfolha, atacam desde o estágio de orelha-de-onça; e constatada sua presença deve-se imediatamente controlar a praga (SANTINATO & SILVA, 2001).

As regiões mais baixas e mais quentes, com baixa umidade relativa do ar e com períodos de veranico, apresentam as melhores condições ao ataque da praga. As lavouras em plantios abertos são mais atacadas que as adensadas, visto que, nestas, cria-se um microclima desfavorável à praga pela maior umidade, menor insolação e ventilação (THOMAZIELLO et al., 2000).

O principal método de controle dessa praga tem sido a utilização de produtos químicos como pulverização de inseticidas dos grupos: organofosforados, piretróides, carbamatos, abamectina e fisiológicos e aplicação via solo através de inseticidas organofosforados, carbamatos e neonicotinóides (MATIELLO et al. 2006).

Atualmente, os inseticidas convencionais (fosforado, piretróides e carbamatos) além de serem inconstantes no controle do bicho mineiro, apresentam alta toxicidade e largo espectro de ação, favorecendo desequilíbrios biológicos e poluição ambiental após as aplicações (SOUZA et al. 2007).

Na cafeicultura brasileira são muito importantes as pulverizações com inseticidas visando o controle do bicho mineiro durante o ano. Dessa forma há a necessidade de avaliar o efeito de outros inseticidas visando controlar essa praga com eficiência e segurança.

É freqüente o uso de misturas associando micronutrientes com os inseticidas e/ou fungicidas recomendados num

programa fitossanitário preventivo para pragas e doenças em viveiro de mudas cafeeiras, Matiello et al.(2006), Santinato & Silva, 2001.

Na cafeicultura brasileira são muito importantes as pulverizações com inseticidas visando o controle do bicho mineiro durante o ano. Diante do exposto, é necessário avaliar o efeito de outros inseticidas visando controlar essa praga com eficiência e segurança.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do óleo de Nim, representado pelo produto comercial Nimigo® associado ao micronutriente Silício representado pelo produto comercial Agrisil® no controle do bicho mineiro, *Leucoptera coffeella* (Guérin- Menèville, 1842) em mudas de *Coffea arabica* L. cv Icatu Vermelho 4045 na região de Adamantina-SP.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido e instalado no viveiro da estação experimental pertencente ao PRDTA Alta Paulista da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, sediado em Adamantina (fig.1), cujas coordenadas geográficas são: latitude 21°40'07" S, longitude 51°08'39" W e altitude de 400m. A precipitação média anual é de 1.319,5mm (período entre 1965 e 2009) e temperatura média anual de 24,1°C. O período entre a semeadura até a muda pronta para o plantio foi de Maio a Novembro de 2009.



Figura 1. Foto do experimento instalado no viveiro da APTA Pólo Alta Paulista

Os tratamentos utilizados visando o controle de bicho mineiro na produção de mudas foram compostos pela associação de Óleo de Nim somado ao micronutriente Silício, neste trabalho representados pelos produtos comerciais Nimigo® e Agrisil®, respectivamente, consistiram no seguinte: tratamento 1: testemunha (sem aplicação de Nimigo® e Agrisil®), tratamento 2: 1 L de Nimigo® / ha, tratamento 3: 2 L Nimigo® / ha, tratamento 4: 1 L Nimigo® / ha +

0,5 Kg Agrisil® / ha, tratamento 5: 2 L Nimigo® + 0,5 Kg de Agrisil®/ ha, tratamento 6: 1 L Nimigo® / ha + 1 Kg Agrisil® / ha e tratamento 7: 2 L Nimigo® / ha + 1 Kg Agrisil® / ha. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados com sete tratamentos e três repetições, totalizando 21 parcelas, cada parcela composta de 16 mudas sendo avaliadas 6 mudas consideradas como parcela útil.

Em todos os tratamentos a semeadura foi de forma indireta, utilizando um germinador de areia com a aplicação do fungicida Moncerem® para controle preventivo da *Rhizoctonia solani*, fungo causador do tombamento das plântulas cafeeiras. O transplante para os tubetes foi quando as mudas atingiram o estágio de palito de fósforo. A irrigação utilizada para todos os tratamentos foi por microaspersão para evitar o escorrimento do substrato.

As mudas foram produzidas em tubetes com capacidade volumétrica de 120 ml, o substrato foi composto de 100% Plantmax com adição de NPK 18-05-09 na forma de adubo de liberação lenta (Osmocote). A mistura dos substratos foi feita de forma manual na proporção de 300 gramas de osmocote em 25 kg ou 1 saco de substrato Plantmax. As mudas foram conduzidas em viveiro de cobertura alta, e protegidas de insolação pela tela de polipropileno (sombrite) com 50% de sombreamento e quando atingiram dois pares de folhas definitivas foram submetidas à aclimação gradual até serem conduzidas a pleno sol.

Seguindo um intervalo de aproximadamente 25 dias entre uma aplicação e outra, foram feitas 3 aplicações de todos os tratamentos durante o período de produção das mudas, a primeira aplicação no dia 14 de setembro, a segunda no dia 6 de outubro e a terceira pulverização no dia 30 de outubro (fig.3). Utilizou-se uma frequência de 30 dias entre uma aplicação e outra, utilizando um pulverizador portátil manual no período de Junho a Novembro de 2009 e um protetor plástico para não haver interferência entre os tratamentos.



Figura 2. Aplicação dos tratamentos utilizando um protetor plástico e um pulverizador manual

Entre as aplicações dos tratamentos foram feitas duas pulverizações com micronutrientes misturados a fungicidas visando adubação foliar e controle de doenças foliares nas mudas de todos os tratamentos; a primeira ocorreu dia 25 de setembro e a segunda dia 22 de outubro. Essas pulverizações foram realizadas com um pulverizador portátil manual.

Em termos de adubação nitrogenada de cobertura, no dia 13 de outubro todos os tratamentos receberam uma fertirrigação de 30 gramas de MAP misturados em 10 litros de água, para essa operação foi utilizado um regador manual.

O controle de mato foi realizado conforme a necessidade, através do arranquio manual das plantas que estavam no tubete e capina manual e química nas plantas invasoras em torno do viveiro.

No dia 10 de novembro, quando as mudas estavam aclimatadas e com 4 pares de folhas definitivas, os seguintes parâmetros foram avaliados: a) a porcentagem de mudas com folha(s) minada(s): qualquer sintoma de lesão foliar (íntacta ou não) causado pelo bicho mineiro foi contabilizado e calculado sua porcentagem para quantificar a presença da praga nos tratamentos, b) altura das plantas: medida em centímetros, iniciando do colo das plantas até o último nó ortotrópico emitido. c) diâmetro do caule das mudas: medido em milímetros junto ao colo da muda utilizando paquímetro.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando o programa R.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em termos de porcentagem de mudas lesionadas pelo ataque de bicho mineiro podemos constatar pela Tabela 1 que o tratamento 4 apresentou um maior ataque em relação aos demais tratamentos, mas nenhum dos tratamentos apresentou valores médios significativos para essa medida.

O tratamento testemunha não recebeu aplicação de Nimigo® e Agrisil®, contanto não apresentou sintomas de ataque da praga, ou seja folhas minadas; Fato este, explica-se possivelmente devido ao regime de precipitação ocorrido no período, apresentando acima da média que ocorreram no período entre o mês de Agosto e Outubro de 2009 (fig.3), que contribuíram para um controle natural da praga além da própria irrigação por microaspersão utilizada no viveiro experimental (fig.4). Sabe-se que os ataques de bicho mineiro, *Leucoptera coffeella* (Guérin- Menèville, 1842), intensificam-se aumentando sua população quando há baixa umidade atmosférica e alta temperatura do ar.

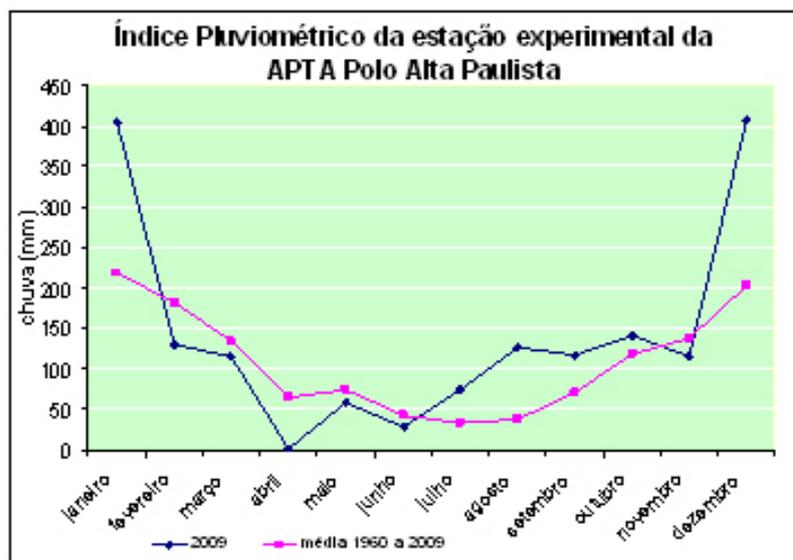


Fig.3 – Valores mensais de precipitação pluvial durante a condução do experimento.

Tabela 1 – Valores médios da porcentagem de mudas com folha(s) minada(s) (PMFM), altura de plantas e diâmetro de caule das mudas cafeeiras que receberam aplicação de Nimigo® associado ou não ao Agrisil® para controle do bicho mineiro.

Tratamentos (doses por hectare)	PMFM	Altura das Plantas (cm)	Diâmetro de Caule (mm)
1 – Testemunha	0	12,14 b	2,45
2 - 1 L Nimigo®	0	12,90 a	2,46
3 - 2 L Nimigo®	0	13,93 a	2,46
4 - 1 L Nimigo® + 0,5 Kg Agrisil®	11,11	12,81 a	2,50
5 - 2 L Nimigo® + 0,5 Kg Agrisil®	0	13,58 a	2,40
6 - 1 L Nimigo® + 1,0 Kg Agrisil®	5,56	12,78 a	2,39
7 - 2 L Nimigo® + 1,0 Kg Agrisil®	0	13,54 a	2,45
CV (%)	1,81	0,04	0,04

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Em área obrigatória ao uso de irrigação para o cultivo de café arábica, Fernandes et al. (2009) trabalharam com vários sistemas de irrigação para estudar o efeito do déficit hídrico sobre o ataque do bicho mineiro e as vespas predadoras em *Coffea arabica* L. Os resultados apresentaram maior densidade populacional da praga no tratamento sem irrigação, e a irrigação via pivô central (mais semelhante ao fenômeno da chuva) causou maior redução populacional de *L. coffeella*, diante disso, o autor concluiu que o manejo do fornecimento de água constitui uma tática de controle do bicho mineiro sem impacto sobre a cultura e o meio ambiente.



Figura 4. Aspecto vegetativo das mudas após a última aplicação dos tratamentos e aclimatadas a pleno sol.

Reis & Souza et al. (1998) comentam que a ocorrência do bicho mineiro está condicionada a diversos fatores: condições da lavoura, inimigos naturais e climáticos que são temperatura e principalmente chuva. Matiello et al. (2005) recomendam o uso de irrigações e/ou arborização nas áreas com déficits acentuados ou com excesso de calor. Matiello et al. (2006) dizem que a ação da chuva como controle natural do bicho mineiro é parcialmente eficiente causando mortalidade de ovos e larvas.

Com relação à influência da presença do silício no desenvolvimento das mudas, observamos pelos dados de altura de plantas que os valores encontrados foram significativos para os tratamentos que utilizaram Nimigo® + Agrisil® em relação a testemunha, porém não diferiram estatisticamente quando comparados com os tratamentos que usaram apenas o Nimigo®. E pelos valores médios de diâmetro de caule obtidos, não houve diferenças significativas entre os tratamentos propostos nesse experimento.

Ao trabalhar com adubos foliares a base de silício em cafeeiro, Figueiredo et al. (2006) afirmou que o mecanismo de supressão de patógenos pelo hospedeiro tratado com silício ainda não são muito bem conhecidos e determina duas propostas de ação desse elemento químico: o crescimento e penetração do fungo causador da ferrugem do cafeeiro, *Hemileia vastatrix*, é impedido pelo acúmulo do silício na parede celular e a outra é a ativação dos mecanismos naturais de defesa da planta como, por exemplo, a produção de compostos fenólicos, quitinases, peroxidases e acúmulo de lignina. Além também da interação que pode existir entre a barreira física e química.

Guerra Neto et al. (2009) trabalharam com adubo silicatado (Miex e Agrosilício) na faixa de 0 a 800 Kg por hectare em cafeeiros adultos, e concluíram que nessas doses aplicadas via solo, os fertilizantes não foram eficazes no controle da ferrugem e do bicho mineiro. E que a melhor maneira de combate a esta doença e praga deve ser o uso de fungicida e inseticida.

## CONCLUSÕES

Diante das condições climáticas, com a ocorrência de chuvas no período de agosto a novembro de 2009 que favoreceram o controle natural da população do bicho mineiro nas mudas cafeeiras, a utilização do Nimigo® associado ou não ao Agrisil® nesse experimento não demonstrou todo seu potencial de controle para essa praga. Mas as mudas que receberam aplicações de Nimigo® e Agrisil® apresentaram maior vigor em relação às mudas que não foram aplicados nenhum dos dois produtos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FERNANDES, F. L. SILVA, E. M. GALDINO, T. V. S. TOMAZ, A. C. SILVA, N. R. PICANÇO, M. C. Deficit Hidrico favorece o ataque do bicho mineiro e predação em *Coffea arabica*? In: VI SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2009, Vitória. **Resumos Expandidos...** Brasília, DF: Embrapa Café; CONSÓRCIO PESQUISA CAFÉ, 2009. CD-ROM.

FIGUEIREDO, F.C. REIS, T. H. P. BOTREL, P. P. RODRIGUES, C. R. GUIMARÃES, P. T. G. Efeito da adubação foliar com silício líquido solúvel sobre os teores foliares de Si, K, fenóis totais, lignina e infecção por ferrugem no cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 32, Lavras, 2006. **Anais...**Lavras: MAPA/PROCAFÉ, 2006. p.298-299

GUERRA NETO, E. G. LIVRAMENTO, D. E. ALVES, J. D. MESQUITA, A. C. Incidência e severidade de ferrugem e bicho mineiro em cafeeiros adubados com silício In: VI SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2009, Vitória. **Resumos Expandidos...** Brasília, DF: Embrapa Café; CONSÓRCIO PESQUISA CAFÉ, 2009. CD-ROM.

LIMA FILHO, O. F.; LIMA, M. T. G.; TSAI, S. M. **O silício na agricultura**. Piracicaba: Potafós, 1999. 12p.( Informações agronômicas - Encarte Técnico).

MATIELLO, J. B.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R. **Adubos, corretivos e defensivos para a lavoura cafeeira – indicações de uso**. Varginha, MAPA/Fundação PROCAFÉ, EMBRAPA/Café, 2006. 89p.

MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R.; FERNANDES, D. R. **Cultura de café no Brasil: novo manual de recomendações**. Rio de Janeiro e Varginha, MAPA/PROCAFÉ, 2005. 436p.

MELO, P. C.; HAFLE, O. M.; COSTA, A. C.; RAMOS, J. D.; EVANGELISTA, A. W. P. Efeito do granulado Bioclástico e do Agrosilício® no aumento da produtividade e qualidade do maracujazeiro-amarelo a campo. In: XX CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA & 54TH ANNUAL MEETING OF THE INTERAMERICAN SOCIETY FOR TROPICAL HORTICULTURE, 2008, Vitória. **Resumos Expandidos...** Vitória, ES: Sociedade Brasileira de Fruticultura, INCAPER, 2008. CD-ROM.

MERRIGHI, A. L. N.; FERNANDES, A. L. T.; SILVA, R. O.; SILVA, G. A.; BECKER, G. Avaliação da aplicação do silício líquido e sólido no controle das principais pragas e doenças do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 33, Lavras, 2007. **Anais...**Lavras: MAPA/PROCAFÉ, 2007. p.288-290.

NERI, D. K. P.; MORAES, J. C.; GAVINO, M. A. Interação silício com inseticida regulador de crescimento no manejo da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidóptera: Noctuidae) em milho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.6, p. 1167, nov./dez., 2005.

PULZ, A. L.; **Estresse hídrico e adubação silicatada em batata (*Solanum tuberosum* L.) cv. Bintje**. 2007. 56p. Dissertação (Mestrado em Agricultura) - FCA, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2007.

REIS, P. R.; SOUZA, J. C. Manejo integrado das pragas do cafeeiro em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.19, n-193, p. 17-25, 1998.

SANTINATO, R ; FERNANDES, A.L.T. **Cultivo do cafeeiro irrigado por gotejamento**. Belo Horizonte: Editora O Lutador, 2005. 358 p.

SANTINATO, R.; SILVA, V. A. **Tecnologias para produção de mudas de café**. Belo Horizonte: Editora O Lutador, 2001. 116p.

SANTOS, M. C. **Efeitos de diferentes doses de silício, nitrogênio e potássio na incidência da traça-do-tomateiro, pinta-preta e produtividade do tomate industrial**. 2008. 74p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

SOUZA, J. C.; REIS, P. R.; SILVA, R. A. Eficiência do inseticida fisiológico novaluron (Gallaxy) no controle do bicho-mineiro, *Leucoptera coffeella* (Lepdotera: Lyonetiidae), em pulverização. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 33, Lavras, 2007. **Anais...**Lavras: MAPA/PROCAFÉ, 2007. p.234-235.

THOMAZIELLO, R. A.; FAZUOLI, L. C.; PEZZOPANE, J. R. M.; FAHL, J. I.; CARELLI, M. L. C. **Café Arábica: Cultura e Técnicas de Produção**. Campinas, Instituto Agrônomo, 2000. 82p. (Boletim técnico, 187, IAC).

# **EFEITO FUNGICIDA DE PRODUTOS ALTERNATIVOS NO CONTROLE DE OÍDIO EM PEPINEIRO.**

## *FUNGICIDAL EFFECT OF ALTERNATIVE PRODUCTS IN OÍDIO CONTROL ON CUCUMBER PLANTS*

**Gustavo Haralampidou da Costa Vieira**

Doutor em Entomologia – Professor Adjunto da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul

**Wagner da Paz Andrade**

Graduando em Agronomia - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, wagnerwinver@hotmail.com

### **RESUMO**

Devido à grande demanda por alimentos isentos de agrotóxicos, os produtos naturais têm sido cada vez mais utilizados no controle de doenças de plantas. Pretendeu-se com este trabalho determinar o efeito fungicida do leite e do extrato de própolis sobre o controle do Oídio em 4 cultivares de pepino (Híbridos F1 Nikkey, Pódium, Runner e Supremo). Os tratamentos constituíram-se de água (testemunha), extrato de própolis (0,8% e 1,6%), leite de vaca (40%), e o Folicur® 200 EC (fungicida padrão). Os produtos foram aplicados 3 vezes com pulverizações semanais, ocorridas de 26/04/08 a 09/05/08. A eficiência dos produtos foi determinada através da incidência e severidade. As cultivares de pepino apresentaram diferente suscetibilidade ao Oídio. Entre os produtos alternativos, o leite não foi eficiente e a própolis na concentração de 1,6% apresentou atividade antifúngica. Os produtos nas doses testadas não proporcionaram fitotoxidez às plantas de pepino.

**Palavras-chave:** Própolis, leite, defensivos agrícolas.

### **ABSTRACT**

Due to high demand for food free of pesticides, natural products have been increasingly used in the control of plant diseases. We were asked to determine the effect this work fungicide milk and extract of propolis on the control of Oídio in 4 cultivars of cucumber (Nikkey 'F1 Hybrids, Podium, Runner and Supreme). The treatments consisted of water (control), extract of propolis (0.8% and 1.6%), cow's milk (40%), and Folicur ® 200 EC (fungicide default). The products were applied with spray 3 times a week, occurred from 26/04/08 to 09/05/08. The efficiency of the products was determined by the incidence and severity. The cultivars of cucumber showed different susceptibility to powdery mildew. Among the alternative products, milk was not efficient and propolis at a concentration of 1.6% showed antifungal activity. The products at the doses tested not provided fitotoxidez the cucumber plants.

**Key-words:** Propolis, milk, Agricultural defensives.

### **INTRODUÇÃO**

O pepino (*Cucumis sativus*) tem alcançado grande importância dentre as hortaliças comercializadas, sendo muito apreciado e consumido em todo Brasil. Seu cultivo, além do valor econômico e alimentar, também têm grande importância social, na geração de empregos diretos e indiretos, devido à necessidade de tratamentos culturais intensos (CARDOSO; SILVA, 2003, p. 171).

O Oídio, causado pelo fungo *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht. et Fr.), é uma das principais doenças foliares dessa cultura, causando maiores problemas em regiões onde predominam condições de altas temperaturas e baixa umidade, principalmente em cultivo protegido (REIS, 2007, p. 1; BETTIOL, 2004, p. 1). Embora raramente causem a morte das plantas, eles reduzem o potencial produtivo das culturas e podem afetar a qualidade do produto colhido (STADNIK; RIVERA, 2001 apud BETTIOL, 2004, p. 1).

O método de controle mais utilizado, nos sistemas convencionais de cultivo, é o emprego de fungicidas, que contaminam o alimento, o aplicador e o ambiente. Entretanto, nos sistemas de produção orgânica não é permitido o uso de fungicidas sintéticos e se dispõe de poucas alternativas de controle (BETTIOL, 2004, p.2). Produtos naturais como o leite “in natura” e o extrato de própolis são cada vez mais utilizados para o controle de doenças, visto que há uma demanda crescente por alimentos isentos de agrotóxicos.

Considerando-se as atividades antimicrobianas da própolis, este trabalho teve por objetivo avaliar o seu efeito e do leite sobre a intensidade do Oídio em 4 cultivares de pepino.

## MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi realizado em casa-de-vegetação, na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Cassilândia/MS. Foram avaliados quatro híbridos: F1 Runner, Supremo, Pódium e Nikkey. As mudas foram produzidas em bandejas de poliestireno com substrato comercial e posteriormente transferido para copos plásticos de 500 mL, com solo. A infestação ocorreu naturalmente por meio de plantas sintomáticas distribuídas próximas às mudas de pepineiro.

Os tratamentos constituíram-se de extrato de própolis (0,8% e 1,6%) e leite de vaca (40%), Folicur® 200 EC (fungicida padrão) e como testemunha a água. Os produtos foram aplicados 3 vezes com pulverizações semanais, ocorridas de 26/04/08 a 09/05/08. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial (5 produtos x 4 variedades), totalizando vinte tratamentos e oito repetições.

O efeito dos tratamentos foi avaliado pela quantificação da doença através da incidência e severidade. A severidade foliar foi determinada por uma escala diagramática proposta por Azevedo; Leite (1996) apud Zatarim et al. (2005, p. 199). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e à comparação das médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 1, observou-se que as cultivares de pepino apresentam níveis de suscetibilidade diferente quanto à intensidade de Oídio, onde as cultivares Nikkey e Pódium apresentam maior resistência. Os resultados de incidência e severidade da doença mostram que os produtos alternativos não foram eficientes no controle do oídio.

Apenas o controle químico com o fungicida Folicur® 200 EC foi eficiente, reduzindo o índice da doença em relação à testemunha. Estes resultados concordam com Silva (2003) apud Van Den Broek et al. (2003, p. 26), o qual confirmou a eficiência do controle do Oídio através do uso de fungicidas.

De acordo com a Tabela 2, verificou-se que independente do tratamento, este não proporcionou diferença na incidência de Oídio entre as cultivares de pepino. Entretanto os resultados mostram que a própolis proporcionou redução do Oídio para as cultivares Pódium e Nikkey, caracterizando seu efeito antimicrobiano. O leite não foi eficiente em todas as cultivares, discordando de Bettiol et al. (2000) apud Van Den Broek et al. (2003, p.24), os quais trabalhando com solução aquosa com leite de vaca cru, em concentrações de 5 a 50% para controle de Oídio em abobrinha (*Cucurbita*

pepo), obtiveram de 95 a 99%, respectivamente. O Folicur® 200 EC foi o tratamento que apresentou o melhor controle para todas as cultivares.

Tabela 1. Incidência e severidade de oídio (*Sphaerotheca fuliginea*) em diferentes cultivares de pepino, submetidas a métodos alternativos de controle.

Tratamentos	Incidência	Severidade
<b>Cultivares de pepino</b>		
Runner	62,73 a	2.92ab
Supremo	61,44 a	3,42 <sup>a</sup>
Pódium	53,14ab	2,34b
Nikkey	46,47b	2,71ab
<b>Métodos de controle</b>		
Água	66,18 a	3.50 a
Folicur® 200 EC	19,16 b	1,26 b
Própolis 0,8	64,03 a	3,10 a
Própolis 1,6	58,83 a	2,98 a
Leite	71,54 a	3,39 a
		<b>Valor de F</b>
Cultivares de Pepino	3.954 **	3.435*
Métodos de controle	24.223**	11.205**
Cultivar x Métodos	1.935*	1.362 <sup>ns</sup>
CV	43.28	54,20

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; \* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ns Não significativo.

Considerando-se a interação cultivares de pepino x métodos alternativos de controle, esta foi significativa apenas para incidência (Tabela 1).

Tabela 2. Incidência de oídio (*Sphaerotheca fuliginea*) em diferentes cultivares de pepino, submetidos a métodos alternativos de controle.

Tratamentos	Cultivares			
	Runner	Supremo	Pódium	Nikkey
Água	79,15 Aa	69,76 Aa	55,40 Aa	60,39 Aab
Folicur® 200 EC	14,16 Ab	13,75 Ab	21,65 Ab	27,06 Abc
Própolis 0,8	69,55 Aa	77,06 Aa	53,30 Aab	56,21Aabc
Própolis 1,6	72,05 Aa	72,49 Aa	66,64 Aa	24,15 Bc
Leite	78,73 Aa	74,15 Aa	68,71 Aa	64,55 Aa

Médias seguidas de mesma letra minúscula, em cada coluna, e, maiúscula em cada linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

## CONCLUSÕES

As cultivares Nikkey e Pódium apresentam menor suscetibilidade ao Oídio;

O extrato de própolis na concentração 1,6% apresentou atividade antifúngica;

O leite não reduziu a intensidade do Oídio, para todas as cultivares de pepino.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BETTIOL, W. **Leite de Vaca Cru para o Controle de Oídio**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. 3 p. Disponível em: < [http://www.cnpma.embrapa.br/download/comunicado\\_14.pdf](http://www.cnpma.embrapa.br/download/comunicado_14.pdf)>. Acesso em: 06 Set 2008.

CARDOSO, A. I. I.; SILVA, N. Avaliação de híbridos de pepino tipo japonês sob ambiente protegido em duas épocas de cultivo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, 2003. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010205362003000200010&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010205362003000200010&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 06 Set 2008.

REIS, A. **Oídio das cucurbitáceas**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2007. 5 p. Disponível em:<[http://www.cnph.embrapa.br/paginas/serie\\_documentos/publicacoes2007/cot\\_42.pdf](http://www.cnph.embrapa.br/paginas/serie_documentos/publicacoes2007/cot_42.pdf)>. Acesso em: 06 Set 2008.

VAN DEN BROEK, R.; IACOVINO, G. D.; PARADELA, A. L.; GALLI, M. A. Controle alternativo de oídio (*Erysiphe cichoracearum*) em quiabeiro (*Hibiscus esculentum*). **Revista Ecosistema** Vol. 27, n. 1, 2 jan.- dez. 2003. Disponível em: < <http://www.unipinhal.edu.br/ojs/ecossistema/viewarticle.php?id=54>>. Acesso em: 06 Set 2008.

ZATARIM, M.; CARDOSO, A. I. I.; FURTADO, E. L. Efeito de tipos de leite sobre oídio em abóbora plantadas a campo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, p.198-201, abr-jun 2005. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/hb/v23n2/25052.pdf>>. Acesso em: 06 Set 2008.

# DINÂMICA POPULACIONAL APLICADA À POPULAÇÃO DE ADAMANTINA

## POPULATION DYNAMICS APPLIED TO POPULATION ADAMANTINA

Naiara Chierici da Rocha

Vanessa Botta

Departamento de Matemática, Estatística e Computação, FCT/UNESP, Presidente Prudente, SP  
naiara.chierici27@hotmail.com, botta@fct.unesp.br

### RESUMO

O uso da modelagem matemática vem crescendo muito nos últimos anos, pois os modelos matemáticos são utilizados na compreensão de problemas do nosso cotidiano. Como exemplo, temos os modelos de dinâmica populacional, que representam o comportamento de uma determinada população através de equações diferenciais ordinárias. Neste trabalho, estudaremos a dinâmica populacional do município de Adamantina (SP) através dos modelos matemáticos propostos por Malthus e Verhulst, com o objetivo de comparar os dados obtidos através da modelagem matemática com os dados oficiais do SEADE (Sistema Estadual de Análise de Dados) e também fazer uma previsão do número de habitantes de Adamantina nos próximos anos através dos modelos estudados.

**Palavras-chave:** dinâmica populacional, modelos matemáticos, equações diferenciais ordinárias autônomas.

### ABSTRACT

The use of mathematical modeling has been increasing in recent years, because mathematical models are used in understanding the problems of everyday life. As an example, the population dynamics models, which represent the behavior of a given population through ordinary differential equations. In this paper, we study the dynamics of Adamantina county population (SP) through mathematical models proposed by Malthus and Verhulst, in order to compare the data obtained by mathematical modeling with the official data from SEADE (State System for Data Analysis) and also to predict the number of inhabitants of Adamantina in the coming years through the models studied.

**Key-words:** population dynamics, mathematical models, autonomous ordinary differential equations

### INTRODUÇÃO

O modelo de Malthus foi criado em 1798 e gerou uma acirrada controvérsia no começo do século XIX, pois Malthus afirmava que a população mundial crescia apenas em proporção geométrica, enquanto os meios de sobrevivência cresciam apenas em proporção aritmética. Portanto, a população seria controlada por fome, miséria e muitas outras coisas da natureza.

Já o modelo de Verhulst ou modelo logístico foi apresentado em 1837 e propõe que o crescimento da população é limitado por um fator logístico, que é a capacidade de sustentação do meio ambiente. Este modelo supõe que uma população, vivendo num determinado meio, crescerá até um limite sustentável, ou seja, ela tenderá a uma estabilidade. A equação incorpora a queda do crescimento da população que está sujeita a um fator inibidor.

A partir destes dois modelos matemáticos, será feita uma comparação com os dados do número de habitantes de Adamantina obtidos pelo SEADE nos anos de 1970, 1980, 1991, 1996, 2000 e 2007 com os dados dos dois modelos, e também será feita uma previsão do número de habitantes para os anos de 2010, 2015 e 2020.

## BREVE HISTÓRICO

Aparentemente, o economista britânico Thomas Malthus (1766-1834) foi o primeiro a observar que muitas populações biológicas crescem a uma taxa proporcional à população. Seu primeiro artigo sobre populações apareceu em 1798.

Verhulst (1804-1849) foi um matemático belga que introduziu um modelo matemático para o crescimento populacional humano em 1837. Ele se refere a esse crescimento como crescimento logístico; por isso, o modelo de Verhulst é chamado, muitas vezes, de modelo logístico. Ele não foi capaz de testar a precisão do seu modelo devido a dados inadequados do censo e não recebeu muita atenção até muitos anos depois. A concordância razoável do modelo com dados experimentais foi demonstrada por R. Pearl (1930) para populações de *Drosophila melanogaster* (mosca das frutas) e por G. F. Gause (1935) para populações de *Paramecium* e *Tribolium* (besouro da farinha).

## MODELO MALTHUSIANO

Dada uma população  $n$ , animal ou vegetal, pode-se calcular sua variação em função do tempo da seguinte forma:

$$\frac{dn}{dt} = n(t) , \quad (1)$$

onde  $n(t)$  assume somente valores inteiros. Assim,  $n(t)$  é classificado como sendo uma função discreta de  $t$ , mas, quando o número de indivíduos é suficientemente grande,  $n(t)$  é aproximado por uma função contínua.

Este modelo é baseado numa população em condições perfeitas para o seu desenvolvimento, ou seja, sem guerras, epidemias, e muitos outros desastres naturais.

Os modelos discreto e contínuo de Malthus são apresentados a seguir.

### Modelo discreto de Malthus

Seja  $k = c - m$ , onde  $c$  é o coeficiente de natalidade e  $m$  o coeficiente de mortalidade. Assim,  $k$  será a taxa de crescimento específico da população  $n(t)$ . Esta taxa que será considerada constante, isto é,

$$\frac{n(t+1) - n(t)}{n(t)} = c - m = k . \quad (2)$$

Observando a equação (2), conclui-se que a taxa de crescimento da população é proporcional à própria população em cada período de tempo.

O modelo discreto de Malthus é dado por

$$n(t+1) - n(t) = kn(t) . \quad (3)$$

Considerando que a população inicial seja  $n(0) = n_0$ , então a solução do modelo discreto de Malthus será dada na forma

$$\begin{cases} n_{t+1} = (1+k)n_t \\ n(0) = n_0 \end{cases} .$$

Ou seja,

$$n_t = (1+k)^t n_0 . \quad (4)$$

Assim, dada à população inicial, é possível fazer estimativas dessa população em qualquer tempo.

A equação (4) pode ser reescrita na forma exponencial, isto é,

$$n(t) = n_0 e^{\ln(1+k)^t} . \quad (5)$$

### Modelo Contínuo de Malthus

A solução da equação (1) é  $\frac{dn}{dt} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{n(t+\Delta t) - n(t)}{\Delta t}$ , onde  $n(t+\Delta t) - n(t) = \beta n(t)\Delta t$  será o modelo contínuo.

Sendo dada a população inicial, a solução do modelo contínuo será:

$$n(t) = n_0 e^{\beta t} . \quad (6)$$

Analisando as duas soluções, podemos concluir que os modelos com a mesma população inicial fornecem o mesmo resultado, ou seja, as soluções são a mesma, considerando  $\beta = \ln(1+k)$ . Assim, dados os dois modelos, as soluções para o cálculo de certa população de indivíduos da mesma espécie são idênticas.

Mas os modelos de Malthus são inúteis para calcular populações em espaços de tempo muito longos, pois estes modelos não levam em conta os problemas que podem ocorrer nestes períodos. Assim, o valor estimado sempre será muito acima da população real. Outro problema dos dois modelos de Malthus é considerar que as taxas de natalidade e mortalidade serão sempre constantes. Mas quando se trata de população devem-se levar em conta os indivíduos que não podem se reproduzir; assim, os modelos falham mais uma vez. Os pontos positivos desses modelos são que a partir deles é que começaram a surgir novos modelos para o cálculo de populações. Um exemplo é o modelo de Verhulst.

Os modelos populacionais são muito usados para o cálculo (estimativa) de população em curto espaço de tempo, por exemplo, o crescimento de bactérias, para que se possam fazer projeções e tomar decisões a respeito da mesma (BASSANEZI, 2002).

### MODELO DE VERHULST

A equação diferencial ordinária apresentada abaixo representa a variação da população, em relação ao tempo:

$$\frac{dN}{dt} = f(N) .$$

Temos que a taxa de variação é uma função do número  $N$  de indivíduos no instante  $t$ , mas  $f(N)$  deve ter um formato parabólico, ou seja, a taxa é positiva inicialmente e depois se torna negativa. Chegamos então ao seguinte modelo:

$$\frac{dN}{dt} = KN(1 - N).$$

Resolvendo esta equação diferencial ordinária separável, obtemos:

$$\begin{aligned} dN &= KN(1 - N)dt \\ \frac{dN}{N(1 - N)} &= Kdt \\ \frac{1}{N(1 - N)} dN &= Kdt \\ \int \frac{1}{N(1 - N)} dN &= K \int dt \end{aligned}$$

Resolvendo a integral parcial e usando a propriedade de logaritmo natural, temos

$$N(t) = \frac{c_1 e^{kt}}{1 + c_1 e^{kt}}.$$

Supondo  $N(0) = N_0$  (população inicial), obtemos

$$c_1 = \frac{N_0}{1 - N_0}.$$

Portanto,

$$N(t) = \frac{N_0 e^{kt}}{(1 - N_0) + N_0 e^{kt}}. \quad (7)$$

Neste modelo de Verhulst, diferentemente do modelo de Malthus, existe um “limiar” ou um limite para o qual a população tende quando o tempo cresce. Podemos pensar que esse limiar é um número  $L$  de indivíduos, ou seja, se a população inicial é menor que  $L$  indivíduos, ela tende crescer até o limite. Por outro lado, se a população inicial é maior que  $L$ , ela tende a decrescer até  $L$ . Este limiar  $L$  é chamado de “capacidade total do meio”, ou seja, o meio suporta esta quantidade de indivíduos.

## APLICAÇÃO DOS MODELOS DE CRESCIMENTO POPULACIONAL NA POPULAÇÃO DE ADAMANTINA

Utilizaremos os modelos de Malthus e Verhust para calcular o número de habitantes da população de Adamantina. Os dados usados para esta comparação foram adquiridos pelo SEADE (Sistema Estadual de Análise de Dados) no site [www.seade.gov.br](http://www.seade.gov.br).

Os cálculos serão feitos até o ano de 2020, com o objetivo de fazer uma previsão do número de habitantes do município. Na Tabela 1.1 são apresentados os valores da população de Adamantina segundo os dados oficiais do SEADE.

Tabela 1-População de Adamantina fornecida pelo SEADE

Ano	Adamantina
1970	31776
1980	32036
1991	32088
1996	33000
2000	33457
2007	33289

## Modelos de Malthus

### Modelo Discreto

O primeiro passo é adquirir o fator de crescimento da população, tomando dois valores distintos de  $t$ . Considerando a equação (4), do modelo discreto de Malthus, e fazendo  $n_t$  igual à população do ano de 1980 e  $n_0$  a população de 1970, podemos calcular o valor da taxa de crescimento  $k$  da população:

$$32036 = (1+k)^{10} 31776 \Leftrightarrow (1+k)^{10} = \frac{32036}{31776} \Leftrightarrow 1+k = \sqrt[10]{\frac{32036}{31776}} \Leftrightarrow k = 1,00818 - 1 \Leftrightarrow k = 0,00081.$$

Portanto, a taxa de crescimento da população de Adamantina foi de aproximadamente 0,8% ao ano entre os anos de 1970 e 1980. Com esta taxa é possível estimar o crescimento da população adamantinense de 1970 até 2020, usando o modelo discreto de Malthus. A população de 1970 é considerada como população inicial ( $n_{1970} = 31776$ ).

Logo,

$$n_{1980} = 31776e^{\ln(1+0,00081)^{10}} \Rightarrow n_{1980} = 31776 \cdot 1,0081 \Rightarrow n_{1980} = 32036$$

$$n_{1991} = 32321$$

$$n_{1996} = 32452$$

$$n_{2000} = 32557$$

$$n_{2007} = 32742$$

$$n_{2010} = 32821$$

$$n_{2015} = 32955$$

$$n_{2020} = 33098$$

### Modelo Contínuo

Os mesmos dados usados na seção anterior serão usados agora para o modelo contínuo, dado pela equação (6). Considerando também as populações de 1970 e 1980 para o cálculo da taxa de crescimento para o modelo contínuo de Malthus, obtemos o valor de  $\beta$ :

$$32036 = 31776e^{10\beta} \Leftrightarrow e^{10\beta} = \frac{32036}{31776} \Leftrightarrow e^{10\beta} = 1,0082 \Leftrightarrow 10\beta = \ln 1,0082 \Leftrightarrow 10\beta = 0,0081 \Leftrightarrow \beta = 0,00081.$$

Com este valor vamos estimar a população adamantinense para 1980, 1991, 1996, 2000, 2007, 2010, 2015 e 2020, sendo que a população inicial será a população da década de 70.

Assim,

$$n(1970) = 31776$$

$$n(1980) = 31776 \cdot e^{10 \cdot 0,00081} \Rightarrow n(1980) = 31776 \cdot e^{0,0081} \Rightarrow n(1980) = 31776 \cdot 1,0082 \Rightarrow n(1980) = 32036$$

$$n(1991) = 32321$$

$$n(1996) = 32452$$

$$n(2000) = 32558$$

$$n(2007) = 32743$$

$$n(2010) = 32822$$

$$n(2015) = 32956$$

$$n(2020) = 33090$$

Os valores obtidos pelos dois métodos de Malthus são sintetizados na Tabela 2. Para facilitar a comparação, na primeira coluna estão os dados oficiais do SEADE.

Tabela 2-População de Adamantina segundo Malthus, entre 1970 e 1980

Ano	Dados do SEADE	Malthus Contínuo	Malthus Discreto
1970	31776	31776	31776
1980	32036	32036	32036
1991	32088	32321	32321
1996	33000	32452	32452
2000	33457	32558	32557
2007	33289	32743	32742
2010		32822	32821
2015		32956	32955
2020		33099	33098

Observando a Tabela 2 verificamos que os valores obtidos pelos dois métodos de Malthus são praticamente idênticos. Porém, alguns valores são superiores aos dados oficiais do SEADE. Isto se deve ao fato de se tratar de modelos exponenciais, sendo que a tendência da população de Adamantina com estes modelos é crescer sem parar. Além disso, o intervalo entre uma observação e outra da população, 10 anos, é relativamente grande. Além disso, como a taxa de crescimento da população de Adamantina é muito pequena, a população vai crescendo devagar.

### Modelo de Verhulst

Da mesma forma que foi feito para o modelo de Malthus, primeiro é necessário calcular a taxa de crescimento da população para que possa ser feita a estimativa da população desejada.

Isolando  $e^{kt}$  na equação (7) obtemos o valor da taxa de crescimento, que é  $k = -2,5 \times 10^{-8}$ . Dessa forma, podemos estimar o valor da população de Adamantina para os anos em questão.

$$N(10) = \frac{31776e^{10(-2,5 \times 10^{-8})}}{-31775 + 31776e^{10(-2,5 \times 10^{-8})}} \Rightarrow N(10) = 32096$$

$$N(21) = 32326$$

$$N(26) = 32424$$

$$N(30) = 32425$$

$$N(37) = 32758$$

$$N(40) = 32759$$

$$N(45) = 32900$$

$$N(50) = 33000$$

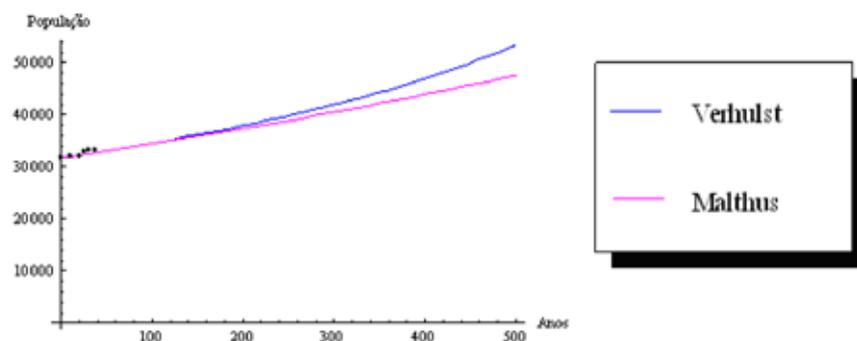
Uma comparação entre os valores oficiais do SEADE e os valores obtidos nos modelos contínuos de Malthus e Verhulst pode ser feita através da Tabela 3.

Tabela 3 – População de Adamantina, segundo Verhulst, entre 1970 e 1980

Ano	Dados do SEADE	Malthus Contínuo	Verhulst
1970	31776	31776	31776
1980	32036	32036	32096
1991	32088	32321	32326
1996	33000	32452	32424
2000	33457	32558	32425
2007	33289	32743	32758
2010		32822	32759
2015		32956	32900
2020		33099	33000

Na Tabela 3 verificamos que os valores obtidos pelo modelo de Verhulst são próximos aos valores obtidos pelo modelo de Malthus.

As curvas de crescimento da população de Adamantina segundo os dados oficiais do SEADE e os dois modelos são apresentadas na Figura 1.



## CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou uma comparação entre modelos de crescimento populacional de Malthus e Verhulst. Podemos observar que os dois modelos são parecidos em suas formulações matemáticas, porém eles se diferenciam nos valores dos cálculos obtidos. Este fato é devido às considerações que foram feitas na elaboração de cada modelo e, além disso, o modelo de Verhulst é basicamente o de Malthus com um limite para a população do ambiente determinado. O modelo de Malthus considera o crescimento populacional constante e este crescimento é ilimitado. Neste caso, o modelo de Malthus cresce bem devagar pelo fato da população de Adamantina ter uma taxa de crescimento muito pequena. No modelo de Malthus o crescimento populacional é uma razão geométrica, mas não leva em consideração o fato de que a taxa de natalidade não cresce na mesma razão da população do ambiente, enquanto que no modelo de Verhulst a taxa de crescimento é proporcional ao tamanho da população, além do fato de que a população é limitada ao ambiente em que está inserida.

Assim, com estes dados e comparações, podemos concluir que o modelo de Malthus é mais eficiente quando o intervalo de tempo é curto e com o modelo de Verhulst já ocorre o contrário, ou seja, obtemos melhores aproximações quando o intervalo de tempo é longo.

Portanto, o modelo de Malthus é eficiente para o cálculo de população que tenha um período reprodutivo curto, como as bactérias, entre outros. Já o modelo de Verhulst pode ser usado para o cálculo de população com período de reprodução longa, mas, devido a sua simplicidade, este modelo é contestado.

Os modelos de Malthus e Verhulst foram essenciais na elaboração de modelos eficientes para determinar a população de um determinado ambiente.

Estes ou outros modelos serão sempre úteis para se estimar populações, de forma que o ambiente possa ser preparado para o crescimento ou decréscimo dessas populações.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASSANEZI, R. C. FERREIRA JR. W. C. **Equações diferenciais com Aplicações**. São Paulo: Editora Harbra Ltda, 1988.

BRONSON, R. **Moderna Introdução às Equações Diferenciais**. São Paulo: Editora McGraw-Hill do Brasil, 1976.

BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática, uma nova estratégia**. São Paulo Contexto, 2002

DADOS POPULACIONAIS DE ADAMANTINA. Disponível em: <http://www.seade.gov.br>, acessado em: 15 set 2009.

FIGUEIREDO, D. G., NEVES, A. F. **Equações Diferenciais Aplicadas**. Rio de Janeiro: Editora Impa, 2002

# CARACTERÍSTICAS DA ARBORIZAÇÃO URBANA DE REGIÕES COMERCIAIS E RESIDENCIAIS NO MUNICÍPIO DE ADAMANTINA, SP

## *CARACTERÍSTICAS DA ARBORIZAÇÃO URBANA DE REGIÕES COMERCIAIS E RESIDENCIAIS NO MUNICÍPIO DE ADAMANTINA, S.*

Fábio C. Ferreira  
Maria Eunice G. Ferreira  
Aline F. T. Citeli  
Caio R. Monge  
Maurício Konrad

Faculdades Adamantinenses Integradas, Departamento de Engenharia Ambiental

### RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo ressaltar a diferença que existe entre a área comercial e residencial deste município, em relação ao comportamento da arborização. Para isto foram escolhidas vias no centro da cidade, duas comerciais, Avenida Rio Branco e Capitão José Antônio de Oliveira, e duas residenciais, Fernão Dias e Alameda dos Expedicionários. Observou-se que nas vias comerciais 42 e 48% e nas residenciais 11 e 22% dos imóveis não apresentam nenhuma árvore plantada. Consideramos que nas ruas comerciais as árvores não são expressivas porque os comerciantes estão preocupados em mostrar o visual do estabelecimento em prejuízo do conforto de seus clientes. Assim como as ruas comerciais, as residenciais também necessitam de um plano gestor, informando e auxiliando na escolha da espécie a ser plantada, a fim de diversificar as espécies existentes nas ruas, já que em todas elas a espécie predominante é a oiti (*Licania tomentosa*), que representa respectivamente 57%, 73%, 83% e 70% do total de exemplares.

**Palavras-chave:** Vias comerciais, Vias residuais, Arborização.

### ABSTRACT

This work has the objective of showing the difference between the commercial and residential areas of this city, concerning the behavior of the arborization. For that there were chosen streets that are located downtown: Rio Branco Avenue and Capitão José Antônio de Oliveira, both commercial; Fernão Dias Avenue and Alameda dos Expedicionários, both residential. It was observed that on the commercial paths, 42% and 48% respectively, and on the residential paths, 11% and 22% respectively didn't have any trees planted. We have found out that in the commercial streets the trees are not expressive because the traders are not interested in improving the looks of their shops in detriment of the comfort of their clients. As much as in the commercial streets, the residential ones need a managing plan, informing and helping in choosing the right species to be planted, that way diversifying the species existing in the streets, since in most of them the predominant species is the oiti (*Licania tormentosa*), that represents respectively 57%, 73%, 83% and 70 % of the total of trees.

**Key-words:** Commercial paths, Residential paths, Arborization.

### INTRODUÇÃO

O avanço acelerado do processo de urbanização trouxe consigo a disputa por espaço entre veículos, obras de

construção e as árvores (Meneguetti, 2003). Prevalece deste processo de urbanização, o aumento das pavimentações e construções geram um elevado índice de reflexão e radiação que provoca um diferencial térmico devido a diminuição da vegetação (Lima, 1993). Provocando mudanças no conforto ambiental e qualidade do ar, como exemplo a temperatura, umidade, pluviosidade, solo, fauna e flora. (Lombardo, 1990).

Onde existem menos vegetações, geralmente no centro das cidades, as temperaturas atingem seus valores máximos, e conseqüentemente a diminuição da umidade relativa, que no meio urbano pode chegar a 8% (Lombardo, 1990 e Paiva & Gonçalves, 2002).

As plantas também têm a capacidade de remover o material particulado gerado pelas atividades urbanas, como tráfego de veículos, queimas de combustíveis e atividades de construção, através da precipitação (Firkowski, 1990), retendo até 70% da poeira em suspensão, e podendo remover também os gases tóxicos presentes nas atmosferas, quando estão retidos no material particulado, são filtrados conjuntamente (Santos & Teixeira, 2001).

A arborização tem grande participação no ciclo hidrológico, através da evapotranspiração, que faz com que parte da água retorne ao ar, perpetuando o ciclo da água através da evaporação e transpiração das plantas, parte infiltra carregando os lençóis e umedecendo o solo, e parte escorre na superfície do solo, esta quando se intensa causa erosões, deslizamentos, enchentes e conseqüentemente empobrecimento do solo (Paiva & Gonçalves, 2002).

Através da absorção, refração e reflexão das ondas sonoras, as árvores conseguem reduzir os ruídos, porém depende de vários fatores, como: o nível e a frequência do som, a topografia, a forma e o arranjo das plantas, dentre outros (Santos & Teixeira, 2001).

Locais arborizados influenciam efeitos psicológicos e físicos das pessoas, que se traduzem em qualidade de vida (Lombardo 1990; Paiva & Gonçalves, 2002; Meneguetti 2003). Dessa forma, a presença de vegetação é indispensável nas cidades, pois acarretam benefícios comprovados na melhoria microclimática amenizando as altas temperaturas, nos benefícios econômicos resultantes da valorização de propriedades, embelezamento das cidades, até o controle das poluições atmosférica, acústica e visual, e contribuição para a melhoria física e mental do ser humano na cidade (Sanhotene, 1994; Vidal e Gonçalves, 1999 e Kirchner et al., 1990).

Fica claro que tal benefício gerado pela arborização é tão mais necessário à saúde ambiental do ecossistema urbano quanto maior se apresenta o nível de urbanização (Meneguetti, 2003).

Visto a importância que a arborização assume dentro de uma cidade, este trabalho tem por objetivo ressaltar a diferença que existe entre a área comercial e residencial do município de Adamantina, SP, em relação ao comportamento da arborização.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Localização dos locais em estudo**

O município de Adamantina está localizado na região sudeste do Brasil, a oeste do Estado de São Paulo, com as coordenadas de 51° 04' W de longitude, latitude de 21° 41' S, e altitude de 401 m acima do nível do mar. Possui 412 Km<sup>2</sup> com uma população de 34.497 habitantes (IBGE, 2005)

Com o clima subtropical úmido, Cwa, inverno seco e ameno, e verão quente e chuvoso (HERREIRA et al., 1997).

Todas as vias escolhidas para o estudo são antigas, muito movimentadas e se situam no centro da cidade, duas delas

são as principais ruas comerciais da cidade, Avenida Rio Branco e Capitão José Antônio de Oliveira, e as outras duas são ruas residenciais, Fernão Dias e Alameda dos Expedicionários.

### Método utilizado

À princípio foi realizado feito um inventario da arborização nestes locais, onde foi levantado a quantidade de árvores e suas espécies por imóvel. Assim foi possível analisar a diferença existente entre área comercial e residencial em relação a quantidade de exemplares arbóreos, e se existia a predominância de alguma espécie em algumas das ruas estudadas.

### RESULTADOS E DISCUÇÕES

A Avenida Rio Branco possui 275 imóveis, dos quais 115 não possuíam qualquer tipo de exemplar, ou seja, existe 42% de imóveis sem árvore (Figura 2), nos imóveis restantes haviam 256 exemplares arbóreos de 16 espécies diferentes, como mostra a Tabela 1, onde é possível observar que a espécie predominante é a oiti (*Licania tomentosa*) (Figura 1) com aproximadamente 57% de todas os exemplares existentes nesta via. Na Capitão José Antônio de Oliveira foram encontrados 114 imóveis, dos quais 55 não possuíam árvores, o que implica em 48% dos lotes sem exemplares arbóreos (Figura 2), no restante dos imóveis foram encontrados 88 exemplares de 10 espécies diferentes (Tabela 2), onde se predominava a oiti, com aproximadamente 73% das árvores existentes no local.



Figura 1. Oiti (*Licania tomentosa*).

Na Fernão Dias foram encontrados 167 imóveis, destes 19 não possuem árvores, o que representa 11% dos imóveis (Figura 2), nos outros imóveis foi encontrado 248 exemplares de 17 espécies (Tabela 3), onde a espécie predominante também é a oiti, com 83% dos exemplares. Na Alameda dos Expedicionários existem 198 imóveis, dos quais 44 não possuem árvores, ou seja, 22% dos imóveis não possuem exemplar arbóreo (Figura 2), nos demais imóveis foram encontrados 274 exemplares de 18 espécies diferentes (Tabela 4), que predominava a oiti, com aproximadamente 70% dos exemplares presentes neste local.

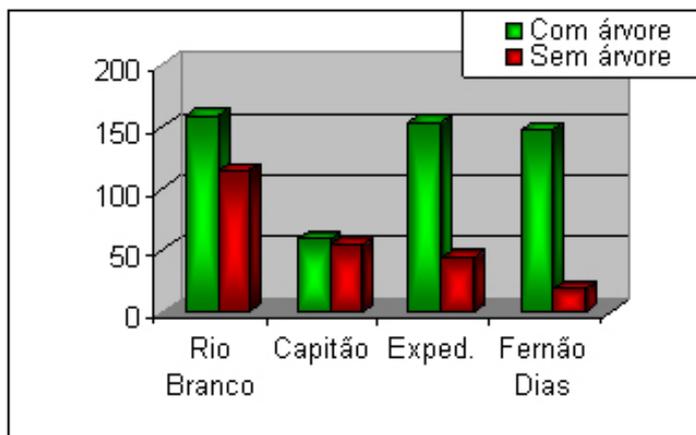


Figura 2. Relação da arborização dos imóveis nas Avenidas Rio Branco, Capitão José Antônio de Oliveira, Alameda dos Expedicionários e Fernão Dias.

Tabela 1. Distribuição quantitativa de cada espécie encontrada na arborização da Avenida Rio Branco, conforme o nome comum, nome científico, total de indivíduos e frequência.

Nome popular	Total	Frequência (%)
Oiti	146	57,03
Ficus	37	14,45
Resedá	37	14,45
Sibipurana	14	5,466
Aroeira salsa	3	1,17
Ipê	3	1,17
Quaresmeira	3	1,17
Canelinha	3	1,17
Espirradeira	2	0,78
Hibisco	2	0,78
Murta	2	0,78
Alecrim	1	0,39
Cássia imperial	1	0,39
Frutífera	1	0,39
Palmeira	1	0,39
Pingo de ouro	1	0,39

Tabela 2. Distribuição quantitativa de cada espécie encontrada na arborização da Capitão José Antônio de Oliveira, conforme o nome comum, nome científico, total de indivíduos e frequência.

Nome popular	Total	Frequência (%)
Oiti	65	73,86
Aroeira salsa	7	7,95
Ficus	3	3,41
Resedá	3	3,41
Espirradeira	2	2,27
Frutífera	2	2,27
Ipê	2	2,27
Murta	2	2,27
Quaresmeira	1	1,13
Ipê de jardim	1	1,13

Tabela 3. Distribuição quantitativa de cada espécie encontrada na arborização na Fernão Dias, conforme o nome comum, nome científico, total de indivíduos e frequência.

Nome popular	Total	Frequência (%)
Oiti	205	82,66
Espirradeira	9	3,63
Murta	9	3,63
Sibipurana	5	2,01
Monguba	4	1,61
Aroeira salsa	2	0,80
Ficus	2	0,80
Quaresmeira	2	0,80
Sete copa	2	0,80
Alamanda	1	0,40
Alfanino do Japão	1	0,40
Canelinha	1	0,40
Frutífera	1	0,40
Ipê	1	0,40
Jambolão	1	0,40
Pingo de ouro	1	0,40
Resedá	1	0,40

Tabela 4. Distribuição quantitativa de cada espécie encontrada na arborização na Alameda dos Expedicionários, conforme o nome comum, nome científico, total de indivíduos e frequência.

Nome popular	Total	Frequência
Oiti	193	70,43
Monguba	29	10,58
Frutífera	8	2,92
Murta	85	2,92
Resedá	5	1,82
Espirradeira	4	1,46
Ficus	4	1,46
Sibipurana	4	1,46
Alfanino do Japão	3	1,09
Aroeira salsa	3	1,09
Hibisco	3	1,09
Farinha seca	2	0,73
Palmeira	2	0,73
Quaresmeira	2	0,73
Astrapéia	1	0,36
Ipê	1	0,36
Pata de vaca	1	0,36
Pingo de ouro	1	0,36

Isso mostra a falta de planejamento nos locais comerciais que preferem dar ênfase em suas fachadas deixando de lado os benefícios trazidos pelas árvores.

A arborização sem planejamento permite iniciativas particulares irregulares, perdendo a eficácia da arborização em transmitir conforto físico e psíquico, o que causa, muitas vezes, sérios prejuízos (Silva Filho, 2002).

Segundo Milano e Dalcin (2000), cada espécie não deve ultrapassar 10-15% do total de indivíduos da população arbórea, para um bom planejamento da arborização urbana, e garantia de proteção contra pragas e doenças (Santamour Junior, 2002), isto mostra a falta de planejamento destas vias que em todas elas existe a predominância da espécie oiti, com respectivamente 57%, 73% 83% e 70% das espécies.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com o estudo foi possível observar a diferença da arborização nas vias comerciais e residenciais. Nas vias comerciais as árvores não são expressivas porque os comerciantes estão preocupados em mostrar suas marcas destacando o visual do estabelecimento em prejuízo do conforto de seus clientes, que pode ser proporcionado por uma bela sombra natural. Para reverter este quadro faz-se necessário um plano de arborização eficaz, que promova a conscientização ambiental e destaque os benefícios da arborização urbana, permitindo que os comerciantes, adotem o hábito de cultivar plantas, mesmo que seja de pequeno porte em vasos, aumentando significativamente a quantidade de espécies, visto a importância que representa para sociedade.

Assim como as ruas comerciais, as residenciais também necessitam de um plano gestor, informando e auxiliando na escolha da espécie a ser plantada, a fim de diversificar as espécies existentes nas ruas.

## REFERÊNCIAS

- FIRKOWSKI, C. Poluição atmosférica e a arborização urbana. In: **ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA**, 3., Curitiba, 1990. Curitiba: FUPEF, 1990. p.14-26.
- HERREIRA, O. M. et al. Agrupamento de estações climatológicas localizadas no Estado de São Paulo, utilizando-se análise multivariada. **Engenharia Agrícola**, v. 16, n. 3, p. 34-42, 1997.
- IBGE. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/universo.php?tipo=31&uf=35>>. Acesso em: 30 ag. 2006
- KIRCHNER, F.F.; DETZEL, V.A; MITISHITA, E.A. Mapeamento da vegetação urbana. In: **ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA**, 3., Curitiba, 1990. Curitiba: FUPEF, 1990. p. 72-85
- LIMA, A.M.L. **Análise da arborização viária na área central e em seu entorno**. Piracicaba, 1993. 238p. Tese (Doutorado)- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo.
- LOMBARDO, M.A. Vegetação e clima. In: **ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA**, 3., Curitiba, 1990. Curitiba: FUPEF, 1990. p.1-13.
- MENEGUETTI, G.I.P. **Estudo de dois métodos de amostragem para inventário da arborização de ruas dos bairros da orla marítima do município de Santos-SP**. Piracicaba, 2003. 100p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- MILANO, M.; DALCIN, E. **Arborização de vias públicas**. Rio de Janeiro: LIGHT, 2000. 226p.
- PAIVA, H.N. de; GONÇALVES, W. **Florestas urbanas: planejamento para melhoria da qualidade de vida**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002. 177p. (Série Arborização Urbana, 2).
- SANCHOTENE, M.C.C. Desenvolvimento e perspectivas da arborização urbana no Brasil. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA**, 2., 1994, São Luis. **Anais...São Luís: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, 1994. p.15-26

SANTAMOUR JÚNIOR, F.S. **Trees for urban planting:** diversity uniformity, and common sense, Washington: U.S> National Arboretum, Agriculture Research Service, 2002.

SANTOS, N.R.Z dos; TEIXEIRA, I.F. **Arborização de vias públicas:** ambiente x vegetação. Santa Cruz, 2001. 135p.

SILVA FILHO, D.F. da. **Cadastramento informatizado, sistematização e análise da arborização das vias públicas da área urbana do município de Jaboticabal, SP.** Jaboticabal, 2002. 81p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”

VIDAL, M.; GONÇALVES, W. **Curso de Paisagismo.** Viçosa, MG: UFV, 1999. 76p.

## NORMAS PARA PUBLICAÇÃO

Revista Omnia, das Faculdades Adamantinenses Integradas – FAI, tem por objetivo publicar artigos nas seguintes formas: Trabalhos Originais, Revisão de Literatura, Relato de Casos, Resenhas, Notas e Informações. A revista reserva-se o direito de submeter os originais à apreciação do Conselho Editorial que dispõe de autoridade para decidir sobre a conveniência de sua aceitação, podendo, inclusive rerepresentá-los aos autores com sugestões para que sejam feitas as alterações necessárias e/ou para que sejam adaptados às normas editoriais da revista. Os artigos não selecionados poderão ser novamente apreciados por ocasião das edições seguintes ou serão devolvidos aos autores. Os artigos serão avaliados por pareceristas de comprovada competência, cujos nomes permanecerão em sigilo.

Os trabalhos deverão ser enviados por meio do link: [www.fai.com.br/portal/pesquisa/envio.php](http://www.fai.com.br/portal/pesquisa/envio.php), fonte **Times New Roman 12**, em espaçamento **simples**. Alguns termos ou frases que o autor queira dar destaque, deverá fazê-lo em **negrito**.

Os trabalhos originais devem conter: Introdução, Material e Métodos, Resultado, Discussão, Conclusão e Referências. Agradecimento, quando existir, deverá situar-se precedendo as Referências.

A primeira página deve conter o título (em português e inglês, em caixa alta); nome do autor ou autores; titulação e instituição a que pertençam os autores; resumo; palavras-chave (até seis palavras); abstract; key-words.

A separação entre parágrafos deve ser feita em um espaço de linha simples e sem a utilização da tecla Tab para marcar o recuo do parágrafo.

Os títulos dos capítulos devem ser em caixa alta e os sub-títulos em caixa baixa, sem numeração.

As notas de rodapé devem ser evitadas e somente aceitas para informações adicionais ou esclarecimentos necessários.

As referências acompanham as normas 6023/02 e 10520/01 da ABNT e obedecem a ordem alfabética dos sobrenomes dos autores. As obras de responsabilidades de entidades (órgãos governamentais, empresas, associações, congressos, seminários) têm entrada, de modo geral, pelo seu próprio nome por extenso.

No texto, os autores referenciados serão indicados pelo sobrenome em letras minúsculas e a data entre parênteses. Ex. Silva (2000). Quando forem citados dois autores, estes devem ser separados por ponto e vírgula. No caso de mais de três autores, indica-se apenas o primeiro acrescentando-se a expressão et al.

Acrescentar-se-á o número da página, em caso de citação textual. Ex: (SOERENSEN, 1999, p. 45). Tratando-se de citação textual até três linhas, siga este exemplo: Segundo Teixeira (1997, p.1), "(...) novas descobertas realizadas no campo da alimentação e na nutrição dos animais". Noutras palavras, ocorrem mudanças na alimentação e na nutrição dos animais.

### Exemplo de assentamento (Referências)

#### Periódicos:

NOME DE TODOS OS AUTORES. Título do artigo. **Título abreviado do periódico**, volume (número): paginação inicial-final, ano de publicação. Exemplo: ABALOS, J.W. The ophyophagus rabbits of Pseudo boa cloecia. **Toxicon**, 1: 90-92, 1963.

#### Livros

AUTORES. **Título da publicação**. nº da edição. Local: firma editora, ano de publicação, páginas consultadas. Exemplos: PEREIRA, A.R.; MACHADO, E.C. **Análise quantitativa do crescimento de comunidades vegetais**.

Campinas: Instituto Agrônômico, 1987. (Boletim Técnico, 114). / TORTORA, G. Corpo humano, fundamentos da anatomia e fisiologia. 4 ed. São Paulo: Artes Médicas, 2001.

### Capítulos de livros

SOBRENOME, PRENOME abreviado do autor do capítulo. Título: subtítulo (se houver) do capítulo. In: AUTOR DO LIVRO (tipo de participação do autor na obra, Org(s), Ed(s) etc. se houver) **Título do livro**: subtítulo do livro (se houver). Local de publicação: Editora, data de publicação. paginação referente ao capítulo. Exemplo: BANKS-LEITE, L. As questões lingüísticas na obra de Piaget: apontamentos para uma reflexão crítica. In: \_\_\_\_\_. (Org.). **Percursos piagetianos**. São Paulo: Cortez, 1997. p. 207-223./ GRIZE, J.B. Psicologia genética e lógica. In: BANKS-LEITE, L. (Org.). Percursos piagetianos. São Paulo: Cortez, 1997. p. 63-76.

### Colaboração em obras coletivas

As obras de responsabilidade de entidades coletivas (órgão governamentais, empresas, associações, congressos, seminários, etc.) têm entrada pelo seu próprio nome, por extenso, em caixa alta, considerando a subordinação hierárquica quando houver. Exemplo: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. NBR 6023: informações e documentação: referência – elaboração. Rio de Janeiro, 2000.

### Trabalhos em Anais de Congressos, Simpósios, etc.

Título: subtítulo (se houver) do evento, número. ano. local de realização do evento. **Anais...** Local de publicação dos anais: Editora, ano. Total de página. Exemplo: REUNIÃO ANUAL DE PSICOLOGIA, 18., 1988. Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Sociedade de Psicologia de Ribeirão Preto, 1988. 765 p.

### Teses, dissertações e Monografias

AUTOR. **Título: subtítulo (se houver)**. Data de defesa. Total de folhas. Tese (Doutorado) ou Dissertação (Mestrado) – Instituição onde a Tese ou Dissertação foi defendida. Local e data de defesa. Descrição física do suporte. Exemplo: FANTUCCI, I. **Contribuição do alerta, da atenção, da intenção e da expectativa temporal para o desempenho de humanos em tarefas de tempo de reação**. 2001. 130 p. Tese (Doutorado em Psicologia) – Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2001.

### Documentos em meio eletrônico

Os elementos essenciais para referenciar os documentos em meio eletrônico são os mesmos recomendados para documentos impressos, acrescentado-se, em seguida, as informações relativas a descrição física do meio ou suporte (CD, disquete). Quando se tratar de obras consultadas on line, são essenciais as informações sobre o endereço eletrônico, apresentado entre os sinais <>, precedido da expressão Disponível em: e a data de acesso do documento, precedido da expressão Acesso em: ... . Exemplo: SALES-LIOPIS, J.; NIETO NAVARRO, J.; BOTELLA ASSUNCIÒN, A. C. **Hidrocefalia**. 2005. Disponível em: [www.neurocirurgia.com/hidrocefalia/hidrocefalia/htm](http://www.neurocirurgia.com/hidrocefalia/hidrocefalia/htm). Acesso em 03 setembro 2005.

### Trabalho publicado em CD

SOBRENOME, PRENOME abreviado do autor do trabalho. Título: subtítulo (se houver) In: NOME DO EVENTO, número., ano. Local de realização do evento. **Anais...** Local de publicação dos Anais: Editora, ano. Descrição física do suporte. Exemplo: RIBEIRO, R. Psicologia social e desenvolvimento do terceiro setor: participação da Universidade. In: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PSICOLOGIA, 2., 2001, Salvador. **Anais...** Salvador: Universidade Federal da Bahia, 2001. 1 CD.

### **Artigo publicado em período eletrônico**

SOBRENOME, PRENOME (s) abreviado. Título: subtítulo (se houver). **Nome do periódico**, local de publicação, volume, número ou fascículo, mês (s) abreviado. ano. . Data de acesso:

PAIVA, G. J. Dante Moreira Leite: um pioneiro da psicologia social no Brasil. **Psicologia USP**, São Paulo, v. 11, n. 2, jul./ago. 2000. Disponível em: . Acesso em: 12 mar. 2001.

### **Artigo de jornal**

SOBRENOME, PRENOME abreviado. Título: subtítulo (se houver). **Nome do jornal**, Local de publicação, página, data de publicação do jornal com o mês abreviado. Exemplo: ADES, C. Os animais também pensam: e têm consciência. **Jornal da Tarde**, São Paulo, p. 4D, 15 abr. 2001.

As tabelas deverão ser numeradas com algarismos arábicos, sempre providas de um título explicativo e construídas de um modo a ser inteligíveis independentemente do texto. A tabela deve ser formatada no modelo simples 1, sendo preta a cor das linhas.

Gráficos, fotos e mapas devem aparecer indistintamente como figuras; Devendo ser numerados consecutivamente, acompanhados das respectivas legendas, o mais próximo possível da citação do texto. Enviar o original e fotocópia.

Os dados, conceitos e opiniões emitidos nos trabalhos bem como a exatidão das referências bibliográficas são de responsabilidade exclusiva dos autores. Com relação à responsabilidade ideológica, os conceitos emitidos nos trabalhos publicados serão de responsabilidade exclusiva dos autores, não refletindo obrigatoriamente a opinião do Conselho Editorial.