DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO PARA PREVISÃO DE
OCORRÊNCIA DE *Ecdytolopha aurantiana* (LIMA, 1927)
(LEPIDOPTERA: TORTRICIDAE) E UM SISTEMA WEB
INTEGRADO DE APOIO AO CITRICULTOR

RONALDO REIS JÚNIOR

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutor em Ciências, Área de Concentração: Entomologia.

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Fevereiro - 2004

**DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO PARA PREVISÃO DE
OCORRÊNCIA DE *Ecdytolopha aurantiana* (LIMA, 1927)
(LEPIDOPTERA: TORTRICIDAE) E UM SISTEMA WEB
INTEGRADO DE APOIO AO CITRICULTOR**

RONALDO REIS JÚNIOR
Biólogo

Orientador: Prof. Dr. **JOSÉ ROBERTO POSTALI PARRA**

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutor em Ciências, Área de Concentração: Entomologia.

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Fevereiro - 2004

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Reis Júnior, Ronaldo

Desenvolvimento de um modelo para previsão de ocorrência de *Ecdytolopha aurantiana* (Lima, 1927) (Lepidoptera : Tortricidae) e um sistema web integrado de apoio ao citricultor / Ronaldo Reis Júnior. - - Piracicaba, 2004.

105 p. : il.

Tese (doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2004.

Bibliografia.

1. Armadilha para inseto 2. Bicho-furão 3. Feromônio sexual de inseto 4.
Frutas cítricas 5. Modelo linear generalizado 6. SIAC 7. Sistema de computador I.
Título

CDD 634.3

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

()) ()
()) @) ()
()) (/ (()) \) ()
(/ (À minha esposa))) \)
(() (@) Amanda) ())
((/ (()) (@) (()))
((((@) ((()) ((@)) -)
(() () (@) <') ~) () -)
((@ (()) @ Ao meu filho))) ()
((()) () ()) Lucas @ ()))
((()) (@ (()) ())) @)) ()
(((((@ ((@))) ()))))
((((()) (@)))) () (())
(((@) ((())) @) ((()))
(((((((\ ((| |))))) @)))
(()) () () \ \ | | | | | | | (/ / ()) \))
(()) | | | | | | | | | | (|) ()
A _ _ _ A (| | | | | | | | | | ()
/ ~ _ _ _ _ / o o \
_ _ _ _ = ' = /
(_ _ _ _) _ m _ m _) / | | | | | | | | | | \ @

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa concedida;

Ao Prof. José Roberto Postali Parra, professor titular do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola, da ESALQ/USP, pela orientação, apoio e ensinamentos;

Ao Prof. Evaldo Ferreira Vilela pela compra do livro “Statistical Computing - An introduction to data analysis using S-Plus” e pelos valiosos conselhos no decorrer do curso;

Ao Prof. José Maurício Simões Bento, pela amizade e dicas valiosas para desenvolvimento desse trabalho;

Aos professores do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da ESALQ/USP, pelos conhecimentos transmitidos;

À Fisher e ao Fundecitros pelo suporte, o qual foi imprescindível para o desenvolvimento do trabalho;

À comunidade de software livre que permitiu o uso de ferramentas de alta tecnologia a custo zero (R, L^AT_EX2e, MySQL, PHP, Debian GNU/Linux, XEmacs etc).

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	xiv
RESUMO	xvi
SUMMARY	xviii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Comportamento e biologia	3
2.2 Controle	4
2.3 Monitoramento e tomada de decisão	5
2.3.1 Amostragem de frutos danificados	5
2.3.2 Utilização de dietas	6
2.3.3 Armadilhas de feromônio	6
2.3.4 Uso de exigências térmicas	7
2.3.5 Modelos Matemáticos	7
2.4 Estações de aviso e sistemas de alerta	7
3 MATERIAL E MÉTODOS	9
3.1 Coleta de dados	9
3.2 Desenvolvimento dos modelos matemáticos	14
3.3 SIAC - Sistema Integrado de Apoio à Citricultura	18

	vi
3.3.1 Base de dados	19
3.3.2 Interface interna do sistema	19
3.3.3 Interface do usuário	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.1 Modelo desenvolvido	21
4.1.1 Análise de desvio para seleção das variáveis	21
4.1.2 Análises de contraste	25
4.1.2.1 Variedade de citros	25
4.1.2.2 Tipos de Solo	26
4.1.2.3 Aplicação de agroquímicos	26
4.1.3 Estimativas dos parâmetros do modelo simplificado	29
4.1.4 Exemplo prático para utilização do modelo	51
4.2 SIAC - Sistema Integrado de Apoio à Citricultura	55
5 CONCLUSÕES	77
ANEXO	79
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90
APÊNDICE	98

LISTA DE FIGURAS

	Página
1	Localização das fazendas onde foram feitas as coletas de machos de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> em armadilhas de feromônio sexual. A legenda indica o nome do município onde a maior parte da fazenda está localizada 10
2	Posicionamento das armadilhas de feromônio sexual no campo para coleta de machos de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> (Bento et al., 2001b) 11
3	Esquema utilizado para o cálculo da distância dos pontos de coleta de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> em relação ao oceano com base na eq. (1) (Vasconcelos & Tarifa, 1983) 12
4	Passos que foram seguidos no processo de modelagem para <i>Ecdytolopha aurantiana</i> 15
5	Rotina utilizada para acessar o modelo e simular as diversas situações de ocorrência de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> 18
6	Resíduos com envelopes de intervalos de confiança mostrando o ajuste adequado do modelo para previsão de ocorrência de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> 21
7	Viabilidade do ciclo de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> em relação a temperatura. Estimativa feita a partir de resultados de laboratório (Garcia, 1998) . . . 24

- 8 Estimativas de ocorrência de *Ecdytolopha aurantiana* para o solo GS1 (LV4, LE1 e TR1) em função da temperatura, variedades de citros, aplicação de agroquímicos e idade das plantas. A - plantas com idade de 5 anos e com aplicação de agroquímicos; B - plantas com idade de 5 anos e sem aplicação de agroquímicos; C - plantas com idade de 10 anos e com aplicação de agroquímicos; D - plantas com idade de 10 anos e sem aplicação de agroquímicos; E - plantas com idade de 15 anos e com aplicação de agroquímicos; F - plantas com idade de 15 anos e sem aplicação de agroquímicos 36
- 9 Estimativas de ocorrência de *Ecdytolopha aurantiana* para o solo GS2 (LEP2) em função da temperatura, variedades de citros, aplicação de agroquímicos e idade das plantas. A - plantas com idade de 5 anos e com aplicação de agroquímicos; B - plantas com idade de 5 anos e sem aplicação de agroquímicos; C - plantas com idade de 10 anos e com aplicação de agroquímicos; D - plantas com idade de 10 anos e sem aplicação de agroquímicos; E - plantas com idade de 15 anos e com aplicação de agroquímicos; F - plantas com idade de 15 anos e sem aplicação de agroquímicos 37
- 10 Estimativas de ocorrência de *Ecdytolopha aurantiana* para o solo GS3 (LV1 e GH) em função da temperatura, variedades de citros, aplicação de agroquímicos e idade das plantas. A - plantas com idade de 5 anos e com aplicação de agroquímicos; B - plantas com idade de 5 anos e sem aplicação de agroquímicos; C - plantas com idade de 10 anos e com aplicação de agroquímicos; D - plantas com idade de 10 anos e sem aplicação de agroquímicos; E - plantas com idade de 15 anos e com aplicação de agroquímicos; F - plantas com idade de 15 anos e sem aplicação de agroquímicos 38

- 11 Estimativas de ocorrência de *Ecdytolopha aurantiana* para o solo GS4 (PEL2, LE4 e HO) em função da temperatura, variedades de citros, aplicação de agroquímicos e idade das plantas. A - plantas com idade de 5 anos e com aplicação de agroquímicos; B - plantas com idade de 5 anos e sem aplicação de agroquímicos; C - plantas com idade de 10 anos e com aplicação de agroquímicos; D - plantas com idade de 10 anos e sem aplicação de agroquímicos; E - plantas com idade de 15 anos e com aplicação de agroquímicos; F - plantas com idade de 15 anos e sem aplicação de agroquímicos 39
- 12 Estimativas de ocorrência de *Ecdytolopha aurantiana* para o solo GS5 (PV4, LR2) em função da temperatura, variedades de citros, aplicação de agroquímicos e idade das plantas. A - plantas com idade de 5 anos e com aplicação de agroquímicos; B - plantas com idade de 5 anos e sem aplicação de agroquímicos; C - plantas com idade de 10 anos e com aplicação de agroquímicos; D - plantas com idade de 10 anos e sem aplicação de agroquímicos; E - plantas com idade de 15 anos e com aplicação de agroquímicos; F - plantas com idade de 15 anos e sem aplicação de agroquímicos 40
- 13 Estimativas de ocorrência de *Ecdytolopha aurantiana* para o solo GS6 (LEP1) em função da temperatura, variedades de citros, aplicação de agroquímicos e idade das plantas. A - plantas com idade de 5 anos e com aplicação de agroquímicos; B - plantas com idade de 5 anos e sem aplicação de agroquímicos; C - plantas com idade de 10 anos e com aplicação de agroquímicos; D - plantas com idade de 10 anos e sem aplicação de agroquímicos; E - plantas com idade de 15 anos e com aplicação de agroquímicos; F - plantas com idade de 15 anos e sem aplicação de agroquímicos 41

- 14 Estimativas de ocorrência de *Ecdytolopha aurantiana* para o solo GS7 (LE2) em função da temperatura, variedades de citros, aplicação de agroquímicos e idade das plantas. A - plantas com idade de 5 anos e com aplicação de agroquímicos; B - plantas com idade de 5 anos e sem aplicação de agroquímicos; C - plantas com idade de 10 anos e com aplicação de agroquímicos; D - plantas com idade de 10 anos e sem aplicação de agroquímicos; E - plantas com idade de 15 anos e com aplicação de agroquímicos; F - plantas com idade de 15 anos e sem aplicação de agroquímicos 42
- 15 Estimativas de ocorrência de *Ecdytolopha aurantiana* para o solo GS8 (PV3) em função da temperatura, variedades de citros, aplicação de agroquímicos e idade das plantas. A - plantas com idade de 5 anos e com aplicação de agroquímicos; B - plantas com idade de 5 anos e sem aplicação de agroquímicos; C - plantas com idade de 10 anos e com aplicação de agroquímicos; D - plantas com idade de 10 anos e sem aplicação de agroquímicos; E - plantas com idade de 15 anos e com aplicação de agroquímicos; F - plantas com idade de 15 anos e sem aplicação de agroquímicos 43
- 16 Estimativas de ocorrência de *Ecdytolopha aurantiana* para o solo GS9 (LE5) em função da temperatura, variedades de citros, aplicação de agroquímicos e idade das plantas. A - plantas com idade de 5 anos e com aplicação de agroquímicos; B - plantas com idade de 5 anos e sem aplicação de agroquímicos; C - plantas com idade de 10 anos e com aplicação de agroquímicos; D - plantas com idade de 10 anos e sem aplicação de agroquímicos; E - plantas com idade de 15 anos e com aplicação de agroquímicos; F - plantas com idade de 15 anos e sem aplicação de agroquímicos 44

- 17 Estimativas de ocorrência de *Ecdytolopha aurantiana* para o solo GS10 (LV3) em função da temperatura, variedades de citros, aplicação de agroquímicos e idade das plantas. A - plantas com idade de 5 anos e com aplicação de agroquímicos; B - plantas com idade de 5 anos e sem aplicação de agroquímicos; C - plantas com idade de 10 anos e com aplicação de agroquímicos; D - plantas com idade de 10 anos e sem aplicação de agroquímicos; E - plantas com idade de 15 anos e com aplicação de agroquímicos; F - plantas com idade de 15 anos e sem aplicação de agroquímicos 45
- 18 Estimativas de ocorrência de *Ecdytolopha aurantiana* para o solo GS11 (LE3) em função da temperatura, variedades de citros, aplicação de agroquímicos e idade das plantas. A - plantas com idade de 5 anos e com aplicação de agroquímicos; B - plantas com idade de 5 anos e sem aplicação de agroquímicos; C - plantas com idade de 10 anos e com aplicação de agroquímicos; D - plantas com idade de 10 anos e sem aplicação de agroquímicos; E - plantas com idade de 15 anos e com aplicação de agroquímicos; F - plantas com idade de 15 anos e sem aplicação de agroquímicos 46
- 19 Estimativas de ocorrência de *Ecdytolopha aurantiana* para o solo GS12 (AQ e HI) em função da temperatura, variedades de citros, aplicação de agroquímicos e idade das plantas. A - plantas com idade de 5 anos e com aplicação de agroquímicos; B - plantas com idade de 5 anos e sem aplicação de agroquímicos; C - plantas com idade de 10 anos e com aplicação de agroquímicos; D - plantas com idade de 10 anos e sem aplicação de agroquímicos; E - plantas com idade de 15 anos e com aplicação de agroquímicos; F - plantas com idade de 15 anos e sem aplicação de agroquímicos 47

20	Estimativas de ocorrência de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> para o solo GS13 (PE1, LR1 e TR2) em função da temperatura, variedades de citros, aplicação de agroquímicos e idade das plantas. A - plantas com idade de 5 anos e com aplicação de agroquímicos; B - plantas com idade de 5 anos e sem aplicação de agroquímicos; C - plantas com idade de 10 anos e com aplicação de agroquímicos; D - plantas com idade de 10 anos e sem aplicação de agroquímicos; E - plantas com idade de 15 anos e com aplicação de agroquímicos; F - plantas com idade de 15 anos e sem aplicação de agroquímicos	48
21	A - Estimativas de ocorrência de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> (número de machos por armadilha por mês) em função da temperatura. B - Estimativas de ocorrência de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> durante o ano (número de machos por armadilha por semana). A seta indica que o agricultor deve estar alerta, instalando armadilhas de feromônio na área, a partir desta data. Estimativa feita para a variedade Pera Rio, solo tipo LE2 e idade do pomar de 15 anos	54
22	Módulo do SIAC que pode ser utilizado para a simulação de ocorrência de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> utilizando-se o modelo desenvolvido	59
23	Página principal do SIAC. Esta é o ponto de partida para os usuários	60
24	Módulo de artigos do SIAC, onde poderão ser lidos artigos diversos relacionados ao setor citrícola	61
25	Módulo de “downloads” do SIAC, onde os usuários terão acesso a arquivos, como por exemplo o programa para simular o potencial de ocorrência de <i>Ecdytolopha aurantiana</i>	62
26	Módulo de enciclopédia do SIAC, neste local os usuário poderão ter acesso a informações técnicas de forma fácil de ser entendida	63
27	Módulo de FAQ (Frequently Asked Questions) do SIAC, neste local estarão um conjunto das perguntas mais freqüentes com as respectivas respostas	64

28	Módulo de fórum do SIAC, local onde os usuário poderão debater qual- quer assunto pertinente de forma pública	65
29	Módulo de usuários do SIAC, local onde os usuário poderão se cadastrar no sistema e personalizar o SIAC para suas preferências	66
30	Módulo de mensagens do SIAC, aqui os usuário poderão debater assuntos pertinentes de forma privada	67
31	Módulo de indicações do SIAC, local para indicar o SIAC a uma pessoa que ainda não conheça o sistema	68
32	Módulo de revisões do SIAC, local onde os usuário poderão ter conheci- mento de revisões, feitas por pesquisadores, de produtos e técnicas utili- zadas na citricultura	69
33	Módulo de envio de revisões do SIAC, local onde o pesquisador poderá redigir suas revisões e enviar ao sistema	70
34	Módulo de procura do SIAC, local onde os usuário poderão procurar por qualquer informação dentro do SIAC	71
35	Módulo de seções do SIAC, local onde os artigos estarão organizados por assunto de forma a facilitar a leitura	72
36	Módulo de estatística do SIAC, local onde são mostradas as estatísticas de acesso ao sistema	73
37	Módulo de notícias do SIAC, local onde os usuário terão acesso a todas as notícias publicadas no sistema	74
38	Módulo para envio de notícias do SIAC, neste local os usuários poderão disponibilizar toda e qualquer notícia pertinente ao SIAC	75
39	Módulo de enquetes do SIAC, neste local estarão os resultados das en- quetes realizadas com os usuário	76

LISTA DE TABELAS

Página

1	Tipos de solos encontrados nas áreas de amostragem de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> e suas principais características	13
2	Análise de desvio contendo somente as variáveis e interações que foram significativas para o desenvolvimento do modelo para <i>Ecdytolopha aurantiana</i> . Para a relação da variáveis não significativas, consultar o modelo completo em material e métodos	22
3	Análises de contraste das variedades de citros analisadas influenciando a ocorrência de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> em função da temperatura. O sinal + indica agrupamento formado e o sinal indica a comparação	25
4	Média ($\pm$ erro padrão), valor máximo e mínimo de captura de machos de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> em armadilhas de feromônio sexual e grupos de variedades definidos pela análise de contraste	26
5	Análises de contraste dos tipos de solos influenciando a ocorrência de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> em função da temperatura. O sinal + indica agrupamento formado e o sinal indica a comparação	27
6	Média ($\pm$ erro padrão), valor máximo e mínimo de captura de macho de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> em armadilhas de feromônio sexual e grupos de solos definidos pela análise de contraste	28

7	Análises de contraste da utilização de agroquímicos para controle de bicho-furão em função da temperatura, para coleta da espécie. O sinal indica a comparação	28
8	Média ($\pm$ erro padrão), valor máximo e mínimo de captura de macho de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> em armadilhas de feromônio sexual e grupos definidos pela análise de contraste para o uso de agroquímicos	28
9	Estimativa dos parâmetros utilizados na definição das equações que compõem o modelo para previsão de ocorrência de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> .	29

**DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO PARA PREVISÃO DE
OCORRÊNCIA DE *Ecdytolopha aurantiana* (LIMA, 1927)
(LEPIDOPTERA: TORTRICIDAE) E UM SISTEMA WEB
INTEGRADO DE APOIO AO CITRICULTOR**

Autor: RONALDO REIS JÚNIOR

Orientador: Prof. Dr. JOSÉ ROBERTO POSTALI PARRA

RESUMO

Os frutos cítricos são uma das principais fontes de exportação do Brasil, sendo que São Paulo responde por cerca de 80% da produção total. Dentre os fatores que limitam a produção citrícola brasileira, especialmente no estado de São Paulo, vem se sobressaindo nos últimos anos, a clorose variegada dos citros (CVC), a podridão floral, o minador-dos-citros e o bicho-furão-dos-citros, *Ecdytolopha aurantiana* (Lima, 1927) (Lepidoptera: Tortricidae), além dos ácaros, moscas-das-frutas, pinta preta e mais recentemente a morte súbita. O presente trabalho teve como objetivo desenvolver um modelo para previsão de ocorrência de *E. aurantiana*, baseado em dados de monitoramento através de armadilhas de feromônio sexual e desenvolver um sistema computacional que possa utilizar este modelo para gerar as previsões de

ocorrência, além de fornecer um local de troca de informações entre o citricultor e a comunidade científica. O tipo de solo, temperatura do local, variedade de citros, idade das plantas e uso de agroquímicos para controle de *E. aurantiana*, influenciaram na dinâmica populacional deste inseto. A maior influência sobre a flutuação do bicho-furão foi exercida pelo tipo de solo, seguido pela temperatura local, variedade de citros, idade das plantas e uso de agroquímicos para controle de *E. aurantiana*. A ocorrência de *E. aurantiana* em função da temperatura é diferente para cada combinação de tipo de solo, variedade de citros, idade das plantas e uso de agroquímicos. O modelo desenvolvido pode prever o potencial de ocorrência de *E. aurantiana* em função da temperatura ou dos meses do ano, levando-se em consideração o tipo de solo, variedade de citros, idade das plantas e aplicação de agroquímicos. O programa (BF) elaborado na linguagem R conta com equações para simular as diversas situações de ocorrência de *E. aurantiana*. O SIAC (Sistema Integrado de Apoio ao Citricultor) é um sistema que facilita o uso do modelo, sem a necessidade de conhecimento de R e fornece uma gama de recursos que visa facilitar o acesso do citricultor às informações e ao pesquisador aos problemas do citricultor, criando com isto uma maior interação de ambos. O modelo de previsão de ocorrência de bicho-furão pode ser aperfeiçoado com coleta de dados mais regulares e de forma contínua.

**DEVELOPMENT OF A MODEL TO PREDICT THE OCCURRENCE
OF *Ecdytolopha aurantiana* (LIMA, 1927) (LEPIDOPTERA:
TORTRICIDAE) AND AN INTEGRATED WEB SYSTEM TO
SUPPORT CITRUS PRODUCERS**

Author: RONALDO REIS JÚNIOR

Adviser: Prof. Dr. JOSÉ ROBERTO POSTALI PARRA

SUMMARY

Citrus fruits are Brazil's major exporting sources, and São Paulo is accountable for approximately 80% of the total production. Among the factors that limit the Brazilian citriculture, especially in the state of São Paulo, one points in the past few years the citrus variegated chlorosis (CVC), flower rot, citrus leaf miner and citrus fruit borer, *Ecdytolopha aurantiana* (Lima, 1927) (Lepidoptera: Tortricidae), in addition to mites, fruit flies, black spot, and more recently, sudden death. The goal of this work was to develop a model to predict the occurrence of *E. aurantiana*, based on monitoring data collected through sexual pheromone traps, and to develop a computer system capable of using such model to generate occurrence predictions and to provide a place for information exchange between citriculturists

and the scientific community. Soil type, site temperature, citrus variety, age of plants and use of chemicals to control *E. aurantiana* influenced the population dynamics of the insect. The highest influence on the citrus fruit borer dynamics was exerted by the soil type, followed by site temperature, citrus variety, age of plants and use of chemicals for *E. aurantiana* control. The occurrence of *E. aurantiana* according to temperature is different for each combination of soil type, citrus variety, age of plants and use of chemicals. The model developed can predict the occurrence potential of *E. aurantiana* according to temperature or months of the year, taking into account soil type, citrus variety, age of plants and chemicals spraying. The elaborated software (BF), designed in R language, includes equations that simulate the various situations of *E. aurantiana* occurrence. SIAC (“Sistema Integrado de Apoio ao Citricultor”) is a system that simplifies the use of the model, does not require previous knowledge on R, and provides a wide range of resources to facilitates the access of citriculturists to information and that of researchers to citriculturists’ problems, thus creating a better interaction between them. The predicting model of citrus fruit borer occurrence can be improved with more frequent and continuous data collecting.

1 INTRODUÇÃO

Os frutos cítricos são uma das principais fontes de exportação do Brasil, sendo que São Paulo responde por cerca de 80% da produção total (FNP Consultoria & Comércio, 2001). Dentre os fatores que limitam a produção citrícola brasileira, especialmente no estado de São Paulo, vem se sobressaindo nos últimos anos, a clorose variegada dos citros (CVC), a podridão floral, o minador-dos-citros e o bicho-furão-dos-citros, *Ecdytolopha aurantiana* (Lima, 1927) (Lepidoptera: Tortricidae), além dos ácaros, moscas-das-frutas, pinta preta e mais recentemente a morte súbita (Parra et al., 2003).

E. aurantiana é uma praga conhecida no Brasil há muito tempo, porém sempre foi de ocorrência esporádica, sem causar grandes danos (Prates et al., 1981). Foi na década de 80 que os ataques desta praga ficaram realmente intensos, principalmente em São Paulo, onde passaram a ser observadas perdas superiores a 50% da produção, provavelmente devido a desequilíbrios ecológicos causados pela excessiva aplicação de produtos químicos (Prates, 1992).

No estado de São Paulo o ataque desta praga tem início a partir de novembro, intensificando-se nos meses de janeiro, fevereiro e março. As variedades mais atacadas são a Pera, Natal e Valência (Prates, 1992). Levantamentos da ocorrência de bicho-furão realizados nas principais regiões citrícolas do estado de São Paulo em 1994/1995 registraram a presença do inseto em todas as regiões amostradas (Fundecitrus, 1996).

Hoje a praga é de ocorrência generalizada no estado e em vários outros pontos do Brasil. Somente para São Paulo causa perdas da ordem de 50 milhões de dólares anuais (Fundecitrus, 2000b).

Embora exista um feromônio sintético para seu monitoramento populacional (Bento et al., 2001b; Leal et al., 2001), existem áreas onde, por várias razões, tal monitoramento não é realizado.

Assim, o objetivo do presente trabalho é desenvolver um modelo para previsão de ocorrência de *E. aurantiana*, baseado em dados de monitoramento através de armadilhas de feromônio sexual e desenvolver um sistema computacional que possa utilizar este modelo para gerar as previsões de ocorrência, além de fornecer um local de troca de informações entre o citricultor e a comunidade científica.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Comportamento e biologia

Ecdytolopha aurantiana (Lima, 1927) (Lepidoptera: Tortricidae) é um microlepidóptero cujos danos podem ser verificados em diversas plantas frutíferas tais como: citros, goiaba, lichia, manga, macadâmia, fruta-do-conde, dentre outras (Zucchi et al., 1993; Nakano & Soares, 1995).

Sua ocorrência foi constatada em praticamente toda a América do Sul (Zucchi et al., 1993), sendo que sua presença já foi relatada em pelo menos nove estados (Prates & Pinto, 1991a).

E. aurantiana é de hábito crepuscular, efetuando a postura na superfície do fruto. Geralmente é colocado somente um ovo por fruto, com um total de 150-200 ovos por fêmea (Garcia & Parra, 1999); desta forma pode-se ter uma noção do potencial de prejuízos desta praga. A colocação de apenas um ovo por fruto deve estar relacionada à ação de feromônio de marcação que seria liberado por ocasião da postura (Parra J. R. P., inf. pessoal).

Em alta população, esta praga ataca tanto frutos verdes quanto maduros; embora a lagarta não consiga atingir a polpa do fruto verde, pois morre em grande porcentagem nos primeiros ínstares, o seu dano já é o suficiente para levar ao apodrecimento e à perda total do fruto (Parra et al., 2001).

Após a eclosão, a lagarta penetra no fruto, onde inicia seu desenvolvimento que durará cerca de 25 dias, sofrendo 5 ecdises antes de se transformar em pupa (Nakano & Soares, 1995; Prates & Pinto, 1991a,b, 1995; Garcia, 1998).

Com cerca de 18 mm, a lagarta já completamente desenvolvida abandona o fruto indo em direção ao solo para se transformar em pupa, permanecendo neste estágio por cerca de 15 a 20 dias (Prates & Pinto, 1991a,b; Pinto, 1994; Nakano & Soares, 1995).

Uma vez emergido, o adulto terá cerca de 17 mm de envergadura e coloração predominantemente acinzentada (Fonseca, 1934). A possibilidade de criação de *E. aurantiana* em dietas artificiais abriu perspectivas para o desenvolvimento de alternativas de controle (Garcia & Parra, 1999). As fêmeas liberam um feromônio sexual que atrai os machos para cópula sendo que no terceiro e quarto dias 80% das cópulas já aconteceram (Bento et al., 2001a).

2.2 Controle

O controle do bicho-furão é baseado principalmente na utilização de produtos químicos ou produtos biológicos à base de *Bacillus thuringiensis* (Prates et al., 1981; Nakano & Soares, 1995; Fundecitrus, 2000a). Estudos para uso de parasitóides, especialmente do gênero *Trichogramma*, vêm sendo feito com resultados animadores (Garcia, 1998; Molina, 2003), podendo este parasitóide ser mais um componente em programas de manejo da praga (Parra, 2002). Além destes métodos de controle, práticas culturais como a catação de frutos no chão e na própria planta devem ser feitas para que se tenha a eficiência desejada de controle (Pinto, 1994, 1996).

Algumas características biológicas deste inseto dificultam o seu controle. O fato de ser um inseto cuja fase imatura se desenvolve dentro do fruto é uma

destas dificuldades, pois ao penetrar o fruto, este se torna um abrigo que a protege dos produtos químicos e biológicos; além disto, uma vez no interior do fruto, o dano já foi causado. Outra característica que dificulta o seu controle é a oviposição dispersa da espécie, pois cada fêmea tende a colocar um só ovo por fruto, aumentando assim a sua capacidade de dano (Garcia, 1998; Garcia et al., 1998).

Com a globalização e crescente necessidade de uma agricultura competitiva, sustentável e “ecologicamente correta” (Lewis et al., 1997), métodos mais modernos e precisos têm sido empregados nas diversas áreas da agricultura, alguns sofisticados baseados em modelos matemáticos complexos utilizados na previsão de ocorrência de pragas.

2.3 Monitoramento e tomada de decisão

Considerando-se tais avanços e a importância da praga, torna-se necessário haver um maior conhecimento da dinâmica populacional deste inseto, para assim, poder efetuar o controle na época e locais adequados. Este conhecimento da dinâmica populacional é feito com base em um sistema de monitoramento. Este monitoramento pode ser feito de várias formas:

2.3.1 Amostragem de frutos danificados

Até há pouco tempo, o monitoramento era feito baseando-se em amostras de frutos danificados. O problema deste tipo de abordagem é que somente se detecta a praga quando parte do dano já foi causado. Uma vez detectados os danos eram feitas aplicações indiscriminadas de inseticidas, acarretando desequilíbrios do agro-ecossistema (Fundecitrus, 2000a). Um outro problema é a ocorrência da praga que apresenta características de “explosões” populacionais após a constatado o dano,

o que, na maioria dos casos, inviabiliza o controle. O controle para esta praga, portanto, deve ser feito antes da constatação do dano (Parra J. R. P., inf. pessoal).

2.3.2 Utilização de dietas

Outro método de monitoramento, que foi recentemente desenvolvido pelo laboratório de Biologia de Insetos da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), é aquele utilizando-se dietas artificiais para prever quando os adultos emergirão no campo (Garcia, 1998; Garcia et al., 1998; Fundecitrus, 2000a). Este método consiste basicamente em se colocar lagartas coletadas no campo, dentro de fruto, em tubos com dietas. Estes tubos são mantidos no pomar, em local protegido, e monitorados de tempo em tempo. O alerta para o início do controle é dado quando 60% de lagartas que se desenvolveram nos tubos de dietas se tornam adultas, indicando o momento de se aplicar o agroquímico, sempre no crepúsculo (horário de postura) e com variações da época de aplicação dependendo do tipo de produto a ser utilizado (biológico ou químico) (Gallo et al., 2002). Segundo Carvalho (2003) este método de monitoramento se mostrou eficiente, podendo ser utilizado para a adoção de medidas de controle.

2.3.3 Armadilhas de feromônio

Recentemente, com a identificação e síntese do feromônio sexual desta praga (Leal et al., 2001), este passou a ser uma forma importante no seu monitoramento (Bento et al., 2001b), sendo comercializado pela Copercitrus com o nome de Ferocitros-Furão®. O uso de feromônios sexuais como método de monitoramento já é uma realidade em várias culturas (Vilela & Della Lucia, 2001). Com o uso de armadilhas de feromônio, este monitoramento pode ser feito de forma mais rápida e segura (Carvalho, 2003).

2.3.4 Uso de exigências térmicas

O método das exigências térmicas baseia-se na contagem de graus-dia necessários para o desenvolvimento completo do inseto, ou seja, o somatório de graus-dia acima da temperatura base (T_b) (limiar térmico inferior de desenvolvimento) do inseto até que se complete a constante térmica e esse inseto se torne adulto. Desta forma, seria possível prever o momento em que a maior parte da população se transformaria em adulto, momento este ideal para início do controle (Carvalho, 2003). De acordo com este mesmo autor, este método é aplicável no verão, sendo necessárias correções para sua utilização em outras épocas do ano.

2.3.5 Modelos Matemáticos

O uso de modelos matemáticos como forma de prever picos populacionais tem grande fundamentação teórica, porém é muito pouco utilizado. Estes modelos são mais utilizados em simulações ecológicas, principalmente para se trabalhar com sistemas tróficos (Gutierrez et al., 1991a,b, 1994, 1988a,b,c, 1999; Acuña & Barchini de Giménez, 1996). Como sistema de previsão para controle de pragas, os modelos têm sido utilizados de forma restrita, como o de Focks et al. (1993). Por outro lado, os modelos de previsão de ocorrências de doenças (Butt & Xu, 1994) têm uso mais freqüente devido a uma maior simplicidade do sistema. No caso de pragas, as dificuldades são maiores, pois o número de fatores envolvidos aumenta consideravelmente. Neste caso, os fatores que dificultam a utilização prática estão relacionados à falta de dados contínuos, completos e de longo prazo.

2.4 Estações de aviso e sistemas de alerta

Estações de aviso são locais que centralizam a coleta e análise de dados provenientes de monitoramento, sendo responsáveis pela difusão destas informações

aos produtores interessados. Uma parte fundamental das estações de aviso é representada pelos sistemas de alerta. Estes são sistemas computacionais (programas), cuja função é, com base em algum sistema de monitoramento, analisar os dados coletados, prever a ocorrência da praga em determinados locais, e alertar o produtor para a tomada de decisão. Estações de aviso já são adotadas em algumas culturas de vários países (Espanha, 1991a,b; Getz et al., 1992; Butt & Xu, 1994; Kitron et al., 1994; Chow & Bernard, 1999). O sistema computacional pode ser expandido para todas as funções da estação de aviso, ou seja, coleta, armazenamento, manipulação e análise de dados, alerta dos locais de possível ocorrência e difusão desta informação.

No Brasil recentemente a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) iniciou um projeto de “Produção Integrada de Frutas” (PIF) que visa, dentre outras coisas, a redução do uso de produtos químicos para o controle de pragas através de um conjunto de normas a serem seguidas (http://www.embrapa.br/linhas_acao/alimentos/fruticultura/frutas.htm). Este programa teve início no Brasil em 1996/1997 com a implementação do “Programa de Produção Integrada de Maçã”. Hoje já existem implementações do PIF em diversas fruteiras, tais como: uva, manga, pêssago, melão, dentre outras e várias estão em processo de estudo e implementação (Fachinello, 2001a,b; Fraguas et al., 2001; Haji et al., 2001; Lopes et al., 2001; Silva et al., 2001).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Coleta de dados

O trabalho foi realizado com dados coletados em 553 áreas localizadas em 17 fazendas do estado de São Paulo no período de 08/2000 a 08/2001 (Figura 1). A coleta de dados foi feita utilizando-se armadilhas de feromônio sexual de *Ecdytolopha aurantiana* (Lima, 1927) (Lepidoptera: Tortricidae) (Bento et al., 2001a,b). Foi colocada 1 armadilha para cada 10ha da cultura em toda a área experimental (Figura 2), portanto, correspondendo a um total de 553 armadilhas. As contagens de machos de *E. aurantiana* capturados foram feitas semanalmente. Os dados foram agrupados mensalmente, computando-se o total de machos de *E. aurantiana* capturados na armadilha por mês.

Além do total de machos de *E. aurantiana* capturados (variável resposta) foram coletadas diversas variáveis para cada área, incluindo-se:

Variedade de citros cultivada. Nas diferentes áreas encontravam-se as seguintes variedades: Baianinha, Cravo, Hamlin, Murcott, Natal, Pera Rio, Rubi, Tahiti, Valência, Valência Americana, Valência Americana Precocce, Valência Argentina e Westin.

Tipo de solos. Os seguintes tipos de solos foram encontrados nas áreas amostradas: AQ, GH, HI, HO, LE1, LE2, LE3, LE4, LE5, LEP1, LEP2, LR1, LR2, LV1,

Figura 1 - Localização das fazendas onde foram feitas as coletas de machos de *Ecdytolopha aurantiana* em armadilhas de feromônio sexual. A legenda indica o nome do município onde a maior parte da fazenda está localizada

LV3, LV4, PE1, PEL2, PV3, PV4, TR1 e TR2. Detalhes sobre cada tipo de solo encontram-se na Tabela 1.

Aplicação de agroquímicos para controle de *E. aurantiana*. Os seguintes agroquímicos foram utilizados em algumas áreas: Deltametrina (Decis®25CE), na concentração de 25 g/l e *Bacillus thuringiensis* (Dipel®) na concentração de 33.60 g/l.

Idade das plantas de citros. A idade das plantas em cada área variou de 2 a 22 anos.

Latitude. Latitude de cada área. Dados coletados através de GPS.

Figura 2 - Posicionamento das armadilhas de feromônio sexual no campo para coleta de machos de *Ecdytolopha aurantiana* (Bento et al., 2001b)

Longitude. Longitude de cada área. Dados coletados através de GPS.

Altitude. Altitude de cada área. Dados estimados utilizando-se os dados de topografia georeferenciada pela NASA e disponível no site <http://edcdaac.usgs.gov/gtopo30/>.

Distância do oceano. Distância dos pontos de coleta até o oceano, medido de forma perpendicular ao litoral. Dados estimados segundo método de Vasconcelos & Tarifa (1983) através da seguinte equação (eq. (1)):

$$doceano = 1.721 \times (longlocal - longlit) \times 0.5016 \quad (1)$$

onde, *doceano* é a distância do oceano (km) estimada; *longlocal* é a longitude do local de coleta em minutos, *longlit* é a longitude do litoral em minutos

correspondente à latitude do ponto de coleta, 1.721 é uma constante para corrigir os valores de minutos para quilômetros e 0.5016 é o ângulo aproximado do litoral paulista em radianos (Figura 3).

Temperatura média. Temperatura média mensal de cada área. Estes dados foram estimados utilizando-se as equações propostas por Vasconcelos & Tarifa (1983) para cada mês do ano. Utilizaram-se quatro variáveis para sua estimativa: latitude, longitude, altitude e distância do oceano.

Figura 3 - Esquema utilizado para o cálculo da distância dos pontos de coleta de *Ecdytolopha aurantiana* em relação ao oceano com base na eq. (1) (Vasconcelos & Tarifa, 1983)

Tabela 1. Tipos de solos encontrados nas áreas de amostragem de *Ecdytolopha aurantiana* e suas principais características

Sigla	Tipo	Textura	Características				Horizonte A
			Drenagem de água	Saturação por bases	Cor		
AQ	Areia quartzosa	média	altamente drenado	distrófico	vermelho escuro	moderado	
GH	Glei húmico	média	drenado	distrófico	vermelho escuro	moderado	
LEP2	Latossolo	média	bem drenado	distrófico ou álico	vermelho escuro	moderado	
TR1	Terra roxa estruturada	muito argilosa	drenado	eutrófico	roxo	moderado	
HI	Hidromórfico	média	pouco drenado	distrófico	vermelho escuro	moderado	
LR1	Latossolo	muito argilosa	drenado	eutrófico	roxo	moderado	
TR2	Terra roxa latossólica	muito argilosa	drenado	eutrófico	roxo	moderado	
HO	Orgânico	média	drenado	distrófico	vermelho escuro	moderado	
LR2	Latossolo	muito argilosa	drenado	distrófico	roxo	moderado	
LE1	Latossolo	média	bem drenado	eutrófico	vermelho escuro	moderado	
LV1	Latossolo	média	bem drenado	eutrófico	vermelho amarelo	moderado	
LE2	Latossolo	média	bem drenado	distrófico	vermelho escuro	moderado	
LV3	Latossolo	média a arenosa	drenado	distrófico	vermelho amarelo	moderado a proeminente	
LE3	Latossolo	média a argilosa	bem drenado	distrófico	vermelho escuro	moderado	
LV4	Latossolo	argilosa	bem drenado	distrófico	vermelho amarelo	moderado	
LE4	Latossolo	média a arenosa	bem drenado	distrófico	vermelho escuro	moderado a proeminente	
PE1	Podzólico	média a argilosa	drenado	eutrófico	vermelho escuro	moderado	
LE5	Latossolo	média a arenosa	bem drenado	álico	vermelho escuro	moderado a proeminente	
PEL2	Podzólico	média	drenado	distrófico	vermelho escuro	moderado	
LEP1	Latossolo	média	bem drenado	distrófico ou álico	vermelho escuro	moderado	
PV3	Podzólico	média	drenado	distrófico	vermelho escuro	moderado	
PV4	Podzólico	média	drenado	distrófico	vermelho escuro	moderado	

Para a análise, foram consideradas as seguintes variáveis explicativas: variedade de citros, tipo de solo, idade das plantas, aplicação de agroquímicos para controle de *E. aurantiana* e temperatura. As outras variáveis (latitude, longitude, altitude e distância do oceano) foram auxiliares para a estimativa da temperatura de cada área.

3.2 Desenvolvimento dos modelos matemáticos

Para o desenvolvimento do modelo foi utilizado o sistema estatístico R (Ihaka & Gentleman, 1996) (<http://www.r-project.org/>). A modelagem foi feita utilizando-se o módulo GLM (“Generalized Linear Models”) com distribuição de erros binomial negativa (função de ligação logarítmica) para correção de sobredispersão (Crawley, 2002). Uma análise de resíduos com envelopes de intervalo de confiança foi feita para verificar o ajuste do modelo. No desenvolvimento do modelo, alguns passos foram seguidos (Figura 4). A primeira parte do processo foi a coleta dos dados. Com os dados, iniciou-se a seleção das variáveis. Esta seleção foi feita através de regressões múltiplas utilizando-se o método “backward”, onde se construiu um modelo com todas as variáveis e todas as interações e depois foi se retirando o que não era estatisticamente significativo a 5% de probabilidade, simplificando o modelo. Esta simplificação de modelo culmina em um Modelo Mínimo Adequado (MMA), onde somente variáveis importantes integram o modelo. A partir desta seleção, estas variáveis foram utilizadas para definir e compor o modelo.

Figura 4 - Passos que foram seguidos no processo de modelagem para *Ecdytolopha aurantiana*

O modelo completo foi construído como se segue (eq. (2)):

$$\begin{aligned}
 Coleta = & Temperatura + Variedade + Solo + Idade + Temperatura^2 + \\
 & Agroquímico + Temperatura : Variedade + Temperatura : Solo + \\
 & Variedade : Solo + Temperatura : Idade + Variedade : Idade + \\
 & Solo : Idade + Variedade : Temperatura^2 + Solo : Temperatura^2 + \\
 & Idade : Temperatura^2 + Temperatura : Variedade : Solo + \quad (2) \\
 & Temperatura : Variedade : Idade + Temperatura : Solo : Idade + \\
 & Variedade : Solo : Idade + Variedade : Solo : Temperatura^2 + \\
 & Variedade : Idade : Temperatura^2 + Solo : Idade : Temperatura^2 + \\
 & Temperatura : Varied : Solo : Idade + \\
 & Variedade : Solo : Idade : Temperatura^2
 \end{aligned}$$

onde, “Coleta” é o total de machos de *E. aurantiana* capturados pela armadilha de feromônio sexual; “Temperatura” é a temperatura na área e data de captura; “Variedade” é a variedade cultivada na área coletada; “Solo” é o tipo de solo predominante na área de coleta; “Idade” é a idade das plantas na área de coleta; “Temperatura²” é a temperatura na área e data de captura elevada ao quadrado; “Agroquímico” é se houve aplicação de agroquímicos para controle de *E. aurantiana* na área durante o período de coleta e as interações das variáveis indicadas pelos dois pontos (:).

O quadrado da temperatura foi adicionado ao modelo devido ao fato de que os organismos normalmente respondem a ela desta forma, ou seja, existe um ponto de máximo em relação à temperatura. Este ponto de máximo se refere à temperatura ideal para o desenvolvimento do organismo, aonde este poderá atingir seu potencial máximo.

A seguir foi feita a simplificação do modelo retirando-se interações e variáveis não significativas (MMA) e, a seguir, feito testes de contraste para amalgamar os níveis das variáveis. Amalgamar os níveis de uma variável significa testar-se, por exemplo, se a variedade Pera Rio é estatisticamente diferente da variedade Valência; caso sejam iguais, elas se tornam um grupo (Crawley, 2002). Os testes de

contraste foram feitos para as variáveis qualitativas (variedade de citros, tipo de solo e aplicação de agroquímicos). Com este teste, chegou-se ao final da simplificação do modelo, criando-se o Modelo Mínimo Adequado Amalgamado (MMAA).

Terminada a simplificação do modelo, foram obtidas as estimativas do parâmetros necessários para a construção das equações. Estas equações, associadas a um programa, é que irão simular a ocorrência de *E. aurantiana*.

Para a utilização do modelo, é necessária a criação de um programa que possa, a partir de algumas informações, simular as diversas possibilidades de ocorrência de *E. aurantiana*. Este programa foi desenvolvido utilizando-se a própria linguagem R (Ihaka & Gentleman, 1996). No entanto, para se utilizar este programa, o usuário deve possuir conhecimento básico da linguagem R e ter o programa R instalado em seu computador. No presente caso, foi desenvolvido um sistema “web” para a utilização do modelo. Este sistema “web” tem a vantagem de ser de fácil utilização e de não necessitar, por parte do usuário, a instalação de nenhum programa extra, sendo necessário somente um navegador de internet. Um esquema da rotina utilizada para acessar o modelo e simular a ocorrência de *E. aurantiana* pode ser visualizada na Figura 5.

Quando se desenvolve algum pacote tecnológico, é necessário que se desenvolva também um sistema que facilite a aprendizagem e utilização deste pacote. Com este intuito, além do sistema “web” para a utilização do modelo, foi desenvolvido/adaptado um sistema completo de apoio ao usuário (no nosso caso, o citricultor). Este sistema, doravante denominado SIAC, possui inúmeras funcionalidades além da simulação de ocorrência de *E. aurantiana* utilizando-se o modelo.

Figura 5 - Rotina utilizada para acessar o modelo e simular as diversas situações de ocorrência de *Ecdytolopha aurantiana*

3.3 SIAC - Sistema Integrado de Apoio à Citricultura

O SIAC é um sistema “web” destinado a prover ao citricultor um local onde ele possa utilizar o modelo aqui desenvolvido para simular o potencial de ocorrência de *E. aurantiana* em determinadas situações; poderá também se manter atualizado em relação ao setor, com informações veiculadas por pesquisadores de diversas áreas, além de ser possível fazer reivindicações quanto aos diversos problemas da citricultura, diminuindo com isto a distância entre os setores produtivo e científico. Este sistema é composto de:

1. uma base de dados onde será guardada toda a informação,
2. uma interface interna que consulta esta base de dados retornando ao usuário a informação solicitada,

3. uma interface responsável por apresentar os resultados das consultas ao usuário de forma apropriada.

3.3.1 Base de dados

A base de dados, responsável por guardar todas as informações, foi instalada sob linguagem SQL (“Structured Query Language”) (<http://www.sql.org/>), por se tratar de uma linguagem adequada para este tipo de implementação e promover independência de um sistema de gerenciamento de base de dados específico. Foi utilizado neste processo o programa MySQL (<http://www.mysql.com/>); esta escolha foi feita devido à alta performance e custo zero deste programa que está sob a licença GPL (<http://www.gnu.org/copyleft/gpl.html>).

3.3.2 Interface interna do sistema

A interface interna são programas responsáveis por receber um comando do usuário, analisá-lo, acessar a base de dados e retornar com um resultado para este usuário. Para fazer esta interface do sistema, foi utilizada a linguagem de programação PHP (<http://www.php.org/>) e PERL (<http://www.perl.org/>).

3.3.3 Interface do usuário

A interface do usuário é responsável pela comunicação entre o usuário e a interface interna. Esta é a interface que mostra ao usuário que informações ele precisa fornecer e que operações ele pode realizar no sistema. Esta interface do usuário foi construída utilizando-se tecnologias de linguagens voltadas para a Internet. Para tal, foi utilizada a linguagem de programação PHP, usando como base o sistema PHPNuke (<http://www.phpnuke.org/>).

Foi escolhida este tipo de interface, via navegador, pelos seguintes motivos:

1. ser independente de plataforma, ou seja, qualquer que seja o computador e o sistema operacional utilizado, haverá acesso ao sistema;
2. maior velocidade na coleta dos dados, uma vez que estes entram diretamente no servidor;
3. maior centralização dos dados, pois o programa só poderá ser rodado acessando o servidor;
4. não serem necessários treinamentos e deslocamento de pessoal para instalação de programas, uma vez que o programa já estará instalado no servidor;
5. menor tempo gasto no desenvolvimento dos programas.

Com esta interface, o usuário entrará com os dados de determinada fazenda, para simular o potencial de ocorrência de *E. aurantiana*, via navegadores de internet (Netscape®, Internet Explorer®, Konqueror® etc).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Modelo desenvolvido

4.1.1 Análise de desvio para seleção das variáveis

Após o desenvolvimento e simplificação do modelo, para o Modelo Mínimo Adequado (MMA), constatou-se que as variáveis que influenciaram na captura de machos de *Ecdytolopha aurantiana* (Lima, 1927) (Lepidoptera: Tortricidae), em armadilha de feromônio, foram: temperatura, variedade de citros, agroquímico, tipo de solo e algumas interações (Tabela 2). O modelo desta análise, foi binomial negativo com função de ligação logarítmica, sendo considerado adequado pela análise de resíduos (Figura 6).

Figura 6 - Resíduos com envelopes de intervalos de confiança mostrando o ajuste adequado do modelo para previsão de ocorrência de *Ecdytolopha aurantiana*

Tabela 2. Análise de desvio contendo somente as variáveis e interações que foram significativas para o desenvolvimento do modelo para *Ecdytolopha aurantiana*. Para a relação da variáveis não significativas, consultar o modelo completo em material e métodos

Fonte de variação	GL	Desvio	P
Modelo	182	945.626	< 0.0000
Variedade	6	104.7	< 0.0000
Solo	12	220.5	< 0.0000
Agroquímico	1	56.2	< 0.0000
Temperatura	1	19.5	< 0.0000
Temperatura ²	1	79.2	< 0.0000
Variedade:Temperatura	6	46.4	< 0.0000
Solo:Temperatura	12	63.1	< 0.0000
Variedade:Temperatura ²	6	15.5	0.0169
Solo:Temperatura ²	12	47.5	< 0.0000
Variedade:Solo:Temperatura	47	138.4	< 0.0000
Variedade:Temperatura:Idade	6	14.8	0.0216
Solo:Temperatura:Idade	12	91.6	< 0.0000
Variedade:Solo:Temperatura ²	47	167	< 0.0000
Solo:Temperatura ² :Idade	13	22.6	0.0472
Resíduo	2965	3562.4	
Total	3147	4649.5	

A variedade de citros cultivada teve influência na ocorrência de *E. aurantiana* (Tabela 2), representando cerca de 51%¹ do total explicado pelo modelo.

O tipo de solo encontrado na área, onde foram coletados os machos de *E. aurantiana*, influenciou na ocorrência deste inseto (Tabela 2). Esta variável foi que teve maior influência na ocorrência de *E. aurantiana*, representando cerca de 79%¹ dentre as diferentes variáveis.

A idade do pomar também teve uma pequena influência, na forma de interações, na presença de *E. aurantiana* (Tabela 2), com um valor de, aproximadamente, 14%¹.

¹Este valor foi calculado somando-se o desvio da variável isolada ao desvio de suas interações e dividindo-os pelo desvio total do modelo. Neste caso, a soma dos valores poderá ultrapassar 100%, uma vez que existe sobreposição de desvios nas interações.

A aplicação de agroquímicos para controle de *E. aurantiana* foi o que menos influenciou na ocorrência deste inseto (Tabela 2), sendo responsável por apenas 5%¹ da mesma.

A temperatura influenciou a captura de machos de *E. aurantiana* (Tabela 2), explicando cerca de 75%² da variação no referido modelo. Este resultado era esperado, pois é sabido que os insetos em geral respondem de forma acentuada a este parâmetro climático, ocorrendo uma grande influência deste parâmetro também para o bicho-furão Garcia (1998); a partir dos resultados obtidos por este autor elaborou-se a Figura 7, utilizando-se modelos lineares generalizados com distribuição binomial (Crawley, 2002). Pôde-se constatar a relação existente entre a temperatura e viabilidade do ciclo de *E. aurantiana*. Assim, no presente trabalho, o objetivo então não foi testar simplesmente se o inseto responde à temperatura, mas como e quanto as outras variáveis influenciam nesta resposta, levando a variações desta curva.

A interação da variedade de citros com a temperatura indica, principalmente, que o pico de ocorrência de *E. aurantiana* e a temperatura em que este pico ocorre, não são as mesmas para todas as variedades. Assim, a variedade Natal pode ter um pico de ocorrência em torno de 25°C, enquanto a variedade Pera Rio pode ter este pico em torno de 22°C (Figura 13F).

A interação do tipo de solo com a temperatura indica que, a mesma variedade de citros, plantada tipos diferentes de solo, pode levar a diferentes padrões de ocorrência de *E. aurantiana*. Esta diferença pode ser notada tanto no pico de ocorrência, quanto na temperatura onde ocorre este pico. Assim, a variedade Natal plantada em solo tipo LEP1, tem um pico de ocorrência em torno de 50 insetos e uma temperatura para este pico em torno de 25°C (Figura 13F). Esta mesma variedade

²Este valor foi calculado somando-se o desvio da variável isolada ao desvio de suas interações e dividindo-os pelo desvio total do modelo. Neste caso, a soma dos valores poderá ultrapassar 100%, uma vez que existe sobreposição de desvios nas interações.

plantada em solo tipo LE2, tem um pico de ocorrência maior, em torno de 100 insetos e uma temperatura mais elevada para este pico, em torno de 28°C (Figura 14F).

A interação da variedade com o tipo de solo e com a temperatura aumentam as diferenças já definidas pelas interações anteriores.

A interação da variedade com a idade e com a temperatura e a interação do tipo de solo com a idade e com a temperatura, fazem com que a o pico de ocorrência e a temperatura onde ocorre este pico sejam modificadas, para cada variedade em cada tipo de solo, dependendo da idade das plantas. Assim, de modo geral, com o aumento da idade das plantas, aumenta-se o pico de ocorrência (maior ocorrência de *E. aurantiana*) e aumenta-se a temperatura onde este pico populacional ocorre (Figuras de 8 a 20).

Figura 7 - Viabilidade do ciclo de *Ecdytolopha aurantiana* em relação a temperatura. Estimativa feita a partir de resultados de laboratório (Garcia, 1998)

Definidas as variáveis que fazem parte do modelo e seu papel no modelo, foram feitas análises de contraste com as variáveis qualitativas (variedade de citros, tipo de solo, aplicação de agroquímicos) para simplificar ainda mais este modelo até o nível de Modelo Mínimo Adequado Amalgamado (MMAA).

4.1.2 Análises de contraste

4.1.2.1 Variedade de citros

A partir da análise de contraste, as diversas variedades de citros foram agrupadas conforme suas similaridades estatísticas de acordo com o tipo de influência sobre a população de *E. aurantiana* (Tabela 3).

Tabela 3. Análises de contraste das variedades de citros analisadas influenciando a ocorrência de *Ecdytolopha aurantiana* em função da temperatura. O sinal + indica agrupamento formado e o sinal | indica a comparação

Contrastes	GL	χ^2	P
Cravo Murcott	1	0.0021	0.9993
Cravo + Murcott Baianinha	1	0.2234	0.6364
Cravo + Murcott + Baianinha Westin	1	1.5593	0.2117
Cravo + Murcott + Baianinha + Westin Tahiti	1	<0.0000	0.9999
Cravo + Murcott + Baianinha + Westin + Tahiti Valência Americana	1	0.6276	0.4282
Cravo + Murcott + Baianinha + Westin + Tahiti + Valência Americana Rubi	8	29.5411	0.0002
Rubi Hamlin	8	35.9080	<0.0000
Hamlin Valência	11	100.9425	<0.0000
Valência Pera Rio	12	52.2941	<0.0000
Pera Rio Valência Argentina	17	29.5193	0.0300
Valência Argentina Natal	23	83.4510	< 0.0000
Natal Valência Americana Precoce	3	6.9492	0.0735

Foram definidos sete grupos de variedades, nos quais a ocorrência de *E. aurantiana* foi semelhante (Tabela 4). Durante o trabalho, serão referidos estes grupos e não mais variedades de forma isolada.

Tabela 4. Média ($\pm$ erro padrão), valor máximo e mínimo de captura de machos de *Ecdytolopha aurantiana* em armadilhas de feromônio sexual e grupos de variedades definidos pela análise de contraste

Variedade	Média ($\pm$ erro padrão)	Máximo	Mínimo	Grupo
Cravo	1.57 ($\pm$ 0.75)	4	0	GV1
Murcott	2.50 ($\pm$ 2.50)	5	0	
Baianinha	3.00 ($\pm$ 1.22)	6	0	
Westin	3.90 ($\pm$ 0.57)	15	0	
Tahiti	4.50 ($\pm$ 4.50)	9	0	
Valência Americana	6.41 ($\pm$ 1.90)	22	0	GV2
Rubi	7.07 ($\pm$ 0.92)	48	0	
Hamlin	7.17 ($\pm$ 0.65)	61	0	GV3
Valência	10.65 ($\pm$ 0.65)	84	0	GV4
Pera Rio	10.75 ($\pm$ 0.45)	238	0	GV5
Valência Argentina	10.81 ($\pm$ 0.46)	149	0	GV6
Natal	12.83 ($\pm$ 0.70)	95	0	GV7
Valência Am. Precoce	15.08 ($\pm$ 4.52)	54	2	

4.1.2.2 Tipos de Solo

A partir da análise de contraste, os diversos tipos de solos foram agrupados conforme suas similaridades estatísticas de acordo com o tipo de influência sobre a população de *E. aurantiana* (Tabela 5).

Dos 22 tipos de solos, foram definidos 13 grupos com características semelhantes para a ocorrência de *E. aurantiana* (Tabela 6). Neste trabalho, a partir desta definição, serão referidos grupos e não mais solos de forma isolada.

4.1.2.3 Aplicação de agroquímicos

Feita a análise de contraste para se definir como a ocorrência de *E. aurantiana* se comporta em relação à utilização ou não de agroquímicos para seu controle e se existe diferença entre os agroquímicos utilizados, chegou-se ao agrupamento final (Tabela 7).

Verificaram-se dois grupos quanto à utilização de agroquímicos para controle de *E. aurantiana*: um grupo formado pela ausência do uso de agroquímicos e

Tabela 5. Análises de contraste dos tipos de solos influenciando a ocorrência de *Ecdytolopha aurantiana* em função da temperatura. O sinal + indica agrupamento formado e o sinal | indica a comparação

Contrastes	GL	χ^2	P
LV4 LE1	1	0.1942	0.6594
LV4 + LE1 TR1	1	3.5294	0.0602
LV4 + LE1 + TR1 LEP2	7	23.7569	0.0012
LEP2 LV1	7	23.0030	0.0017
LV1 GH	7	9.9797	0.1897
LV1 + GH PEL2	8	16.004	0.0423
PEL2 LE4	3	3.8323	0.2801
PEL2 + LE4 HO	3	1.5929	0.6609
PEL2 + LE4 + HO PV4	11	25.1418	0.0080
PV4 LR2	3	7.4809	0.0580
PV4 + LR2 LEP1	13	52.6575	< 0.0000
LEP1 LE2	12	40.0918	< 0.0000
LE2 PV3	15	28.3326	0.0195
PV3 LE5	11	24.3938	0.0111
LE5 LV3	9	17.5967	0.0401
LV3 LE3	9	28.4741	0.0007
LE3 AQ	9	67.6692	< 0.0000
AQ HI	3	4.2861	0.2321
AQ + HI PE1	7	36.6852	< 0.0000
PE1 LR1	5	3.7574	0.5848
PE1 + LR1 TR2	7	6.7983	0.4501

outro grupo formado pelo uso dos agroquímicos Decis25CE (25g/l) e Dipel (33.60g/l) (Tabela 8).

Terminadas todas as análises de contraste, determinou-se o modelo final, representado pelo máximo nível de simplificação (MMAA). Este é então o modelo final.

Tabela 6. Média ($\pm$ erro padrão), valor máximo e mínimo de captura de macho de *Ecdytolopha aurantiana* em armadilhas de feromônio sexual e grupos de solos definidos pela análise de contraste

Solo	Média ($\pm$ erro padrão)	Máximo	Mínimo	Grupos
LV4	3.32 ($\pm$ 0.48)	10	0	
LE1	5.22 ($\pm$ 1.47)	29	0	GS1
TR1	5.53 ($\pm$ 0.90)	19	0	
LEP2	6.45 ($\pm$ 0.43)	48	0	GS2
LV1	6.72 ($\pm$ 0.68)	77	0	
GH	6.83 ($\pm$ 0.64)	22	0	GS3
PEL2	7.56 ($\pm$ 1.18)	89	0	
LE4	7.86 ($\pm$ 0.79)	38	0	GS4
HO	8.25 ($\pm$ 4.62)	22	2	
PV4	8.46 ($\pm$ 0.78)	56	0	
LR2	8.98 ($\pm$ 1.50)	74	0	GS5
LEP1	9.93 ($\pm$ 1.62)	238	0	GS6
LE2	10.69 ($\pm$ 1.84)	87	0	GS7
PV3	11.54 ($\pm$ 0.62)	109	0	GS8
LE5	11.63 ($\pm$ 0.66)	149	0	GS9
LV3	12.38 ($\pm$ 0.92)	84	0	GS10
LE3	13.50 ($\pm$ 1.14)	88	0	GS11
AQ	13.51 ($\pm$ 0.82)	85	0	
HI	14.43 ($\pm$ 3.18)	46	0	GS12
PE1	14.50 ($\pm$ 1.46)	110	0	
LR1	15.56 ($\pm$ 4.46)	70	1	GS13
TR2	16.77 ($\pm$ 4.43)	64	0	

Tabela 7. Análises de contraste da utilização de agroquímicos para controle de bicho-furão em função da temperatura, para coleta da espécie. O sinal | indica a comparação

Contrastes	GL	χ^2	P
Sem agroquímico Decis25CE (25g/l)	1	6.2487	0.0124
Decis25CE (25g/l) Dipel (33.60g/l)	1	0.0235	0.8780

Tabela 8. Média ($\pm$ erro padrão), valor máximo e mínimo de captura de macho de *Ecdytolopha aurantiana* em armadilhas de feromônio sexual e grupos definidos pela análise de contraste para o uso de agroquímicos

Agroquímico	Média ($\pm$ erro padrão)	Máximo	Mínimo	Grupos
Nada	9.22 ($\pm$ 0.26)	109	0	Sem agroquímico
Decis25CE (25g/l)	12.40 ($\pm$ 0.47)	238	0	
Dipel (33.60g/l)	16.16 ($\pm$ 2.35)	85	0	Com agroquímico

4.1.3 Estimativas dos parâmetros do modelo simplificado

Uma vez definido o modelo de previsão de ocorrência de *E. aurantiana* é necessária a confecção de equações, que têm uma forma geral apresentada a seguir (eq. (3)):

$$Coleta = e^{\beta_0 + \beta_1 \times Temperatura + \beta_2 \times Temperatura^2 + \beta_3 \times Temperatura \times Idade + \beta_4 \times Temperatura^2 \times Idade} \quad (3)$$

nesta equação, $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$ e β_4 são parâmetros estimados (Tabela 9). Para cada combinação incluindo variedade de citros, tipo de solo e agroquímico utilizado obteve-se uma equação.

β_0 é o parâmetro que define o intercepto da curva, ou seja, o local onde a curva passa pelo eixo das ordenadas (Y), e seu valor também define o ponto máximo desta curva (pico de ocorrência). β_1 é o parâmetro que multiplica a temperatura; e este parâmetro é responsável pelo comportamento crescente ou decrescente da curva dependendo do sinal (positivo ou negativo), sendo também responsável pelo ponto máximo e sua posição no eixo X dependendo do valor. β_2 é o parâmetro que multiplica o quadrado da temperatura; este parâmetro é responsável pelo comportamento parabólico da curva; assim, valores positivos definem uma assintótica em Y e valores negativos definem a parábola; a grandeza deste valor também define o ponto máximo e a posição da curva no eixo das abscissas (X). β_3 e β_4 simplesmente modificam β_1 e β_2 , respectivamente, dependendo da idade das plantas utilizadas no modelo.

Tabela 9. Estimativa dos parâmetros utilizados na definição das equações que compõem o modelo para previsão de ocorrência de *Ecdytolopha aurantiana*

Parâmetro	Estimativa	Valor de z	Pr(> z)
Intercepto	-59.3	-2.703	0.0068
Sem agroquímico	-0.1305	-2.614	0.0089
GS1	18.8	1.221	0.2220
GS1:temperatura	-2.407	<0.0000	0.9999
GS1:temperatura ²	0.1046	2.295	0.0217
GS1:temperatura ² :Idade	-0.001861	-0.677	0.4984
GS1:temperatura:Idade	0.03874	0.62	0.5352

Tabela 9. Estimativa dos parâmetros utilizados na definição das equações que compõem o modelo para previsão de ocorrência de *Ecdytolopha aurantiana*

Parâmetro	Estimativa	Valor de z	Pr(> z)
GS2	4.362	0.363	0.7162
GS2:temperatura	2.747	1.653	0.0983
GS2:temperatura ²	-0.1192	-2.074	0.0381
GS2:temperatura ² :Idade	0.01369	2.772	0.0055
GS2:temperatura:Idade	-0.329	-2.847	0.0044
GS3	8.123	0.833	0.4050
GS3:temperatura ² :Idade	-0.0002273	-0.22	0.8258
GS3:temperatura:Idade	0.009965	0.383	0.7019
GS4	9.823	0.771	0.4404
GS4:temperatura	-0.9617	-0.794	0.4272
GS4:temperatura ²	0.02499	0.855	0.3927
GS4:temperatura ² :Idade	0.0002466	0.543	0.5869
GS4:temperatura ² :Idade	0.0005669	1.288	0.1978
GS4:temperatura:Idade	-0.0006532	-0.04	0.9677
GS5	31.2	3.027	0.0024
GS5:temperatura	-3.075	-3.018	0.0025
GS5:temperatura ²	0.06789	2.681	0.0073
GS5:temperatura ² :Idade	0.0002278	0.405	0.6856
GS5:temperatura ² :Idade	0.0005903	1.079	0.2804
GS5:temperatura:Idade	0.01264	0.736	0.4616
GS6	-24.23	-1.833	0.0667
GS6:temperatura	2.071	1.576	0.1149
GS6:temperatura ²	-0.0543	-1.482	0.1383
GS6:temperatura ² :Idade	0.0005115	0.311	0.7560
GS6:temperatura:Idade	0.01353	0.346	0.7290
GS7	-36.73	-2.038	0.0415
GS7:temperatura	3.004	0.0002	0.9997
GS7:temperatura ²	-0.04829	-1.172	0.2412
GS7:temperatura ² :Idade	0.001257	0.412	0.6807
GS7:temperatura:Idade	-0.02235	-0.302	0.7624
GS8	4.038	0.421	0.6736
GS8:temperatura	-0.3604	-0.399	0.6896
GS8:temperatura ²	0.00952	0.446	0.6552
GS8:temperatura ² :Idade	0.0003743	0.771	0.4404
GS8:temperatura ² :Idade	0.0008669	1.79	0.0734
GS8:temperatura:Idade	-0.01634	-0.998	0.3181
GS9	6.241	0.721	0.4706
GS9:temperatura	-0.7848	-0.943	0.3454
GS9:temperatura ²	0.02303	1.139	0.254
GS9:temperatura ² :Idade	-0.0004468	-1.048	0.2944
GS9:temperatura:Idade	0.0173	1.116	0.2643
GS10	1.22	0.126	0.8994

Tabela 9. Estimativa dos parâmetros utilizados na definição das equações que compõem o modelo para previsão de ocorrência de *Ecdytolopha aurantiana*

Parâmetro	Estimativa	Valor de z	Pr(> z)
GS10:temperatura	0.5063	0.519	0.6038
GS10:temperatura ²	-0.02249	-0.873	0.3825
GS10:temperatura ² :Idade	0.003687	2.935	0.0033
GS10:temperatura:Idade	-0.08073	-2.631	0.0085
GS11	-29.04	-2.914	0.0035
GS11:temperatura	3.208	<0.0000	0.9999
GS11:temperatura ²	-0.03158	-1.022	0.3067
GS11:temperatura ² :Idade	0.0004395	0.476	0.6343
GS11:temperatura:Idade	-0.004176	-0.17	0.8648
GS12:temperatura ² :Idade	0.0004364	0.853	0.3938
GS13	-30.83	-2.807	0.0049
GS13:temperatura	-7.669	<0.0000	0.9999
GS13:temperatura ²	0.4201	<0.0000	0.9999
GS13:temperatura ² :Idade	0.00053	0.57	0.5685
GS13:temperatura:Idade	-0.006404	-0.255	0.7986
GV1:temperatura	6.617	0.0002	0.9998
GV1:temperatura ²	-0.1487	-3.138	0.0017
GV1:temperatura:Idade	-0.1229	<0.0000	0.9999
GV2	46.47	1.911	0.0559
GV2:GS4:temperatura	-0.4655	-1.91	0.0560
GV2:GS4:temperatura ²	0.01861	1.703	0.0885
GV2:GS6:temperatura	-0.5968	-1.608	0.1079
GV2:GS6:temperatura ²	0.01844	1.244	0.2136
GV2:GS7:temperatura	-0.2419	<0.0000	0.9999
GV2:GS7:temperatura ²	-0.001289	-0.052	0.9581
GV2:temperatura	1.636	1.131	0.2580
GV2:temperatura ²	-0.04522	-1.341	0.1798
GV3	-45.08	-1.782	0.0747
GV3:GS1:temperatura	0.1994	<0.0000	0.9999
GV3:GS1:temperatura ²	-0.03967	-1.737	0.08246
GV3:GS2:temperatura	1.667	5.087	<0.0000
GV3:GS2:temperatura ²	-0.07011	-4.976	<0.0000
GV3:GS4:temperatura	-0.05346	-0.168	0.8668
GV3:GS4:temperatura ²	0.00006078	0.004	0.9964
GV3:GS6:temperatura	-0.2264	-0.754	0.4510
GV3:GS6:temperatura ²	0.007794	0.607	0.5436
GV3:GS7:temperatura	0.573	<0.0000	0.9999
GV3:GS7:temperatura ²	-0.03454	-1.79	0.0733
GV3:GS8:temperatura	0.7196	1.696	0.0898
GV3:GS8:temperatura ²	-0.02933	-1.635	0.1020
GV3:GS9:temperatura	1.398	6.039	<0.0000
GV3:GS9:temperatura ²	-0.06343	-6.352	<0.0000

Tabela 9. Estimativa dos parâmetros utilizados na definição das equações que compõem o modelo para previsão de ocorrência de *Ecdytolopha aurantiana*

Parâmetro	Estimativa	Valor de z	Pr(> z)
GV3:GS11:temperatura	-0.06237	<0.0000	0.9999
GV3:GS11:temperatura ²	-0.04602	-2.076	0.0379
GV3:GS13:temperatura	10.29	<0.0000	0.9999
GV3:GS13:temperatura ²	-0.4761	<0.0000	0.9999
GV3:temperatura	8.756	6.056	<0.0000
GV3:temperatura ²	-0.1858	-5.641	<0.0000
GV3:temperatura:Idade	0.00592	0.453	0.6503
GV4	42.72	1.932	0.0534
GV4:GS4:temperatura	0.0186	0.076	0.9394
GV4:GS4:temperatura ²	-0.00003906	-0.004	0.9971
GV4:GS5:temperatura	0.08321	0.899	0.3686
GV4:GS5:temperatura ²	-0.001709	-0.414	0.6791
GV4:GS6:temperatura	-0.2327	-0.965	0.3344
GV4:GS6:temperatura ²	0.01176	1.103	0.2702
GV4:GS10:temperatura	0.1298	1.278	0.2011
GV4:GS10:temperatura ²	-0.005493	-1.232	0.2177
GV4:temperatura	1.928	2.42	0.0155
GV4:temperatura ²	-0.04412	-2.27	0.0232
GV4:temperatura:Idade	-0.01655	-1.416	0.1569
GV5	35.37	1.693	0.0903
GV5:GS1:temperatura	0.2095	<0.0000	0.9999
GV5:GS1:temperatura ²	-0.0407	-2.639	0.0083
GV5:GS2:temperatura	0.4589	2.487	0.0128
GV5:GS2:temperatura ²	-0.01772	-2.213	0.0268
GV5:GS4:temperatura	-0.002212	-0.011	0.9915
GV5:GS4:temperatura ²	-0.00008543	-0.009	0.9926
GV5:GS5:temperatura	0.0297	0.154	0.8776
GV5:GS5:temperatura ²	0.0002689	0.03	0.9762
GV5:GS6:temperatura	0.008369	0.043	0.9654
GV5:GS6:temperatura ²	0.001373	0.158	0.8742
GV5:GS7:temperatura	0.5879	<0.0000	0.9999
GV5:GS7:temperatura ²	-0.03594	-2.232	0.0256
GV5:GS8:temperatura	-0.1317	-1.174	0.2404
GV5:GS8:temperatura ²	0.006871	1.461	0.1440
GV5:GS9:temperatura	-0.07278	-0.693	0.4881
GV5:GS9:temperatura ²	0.003995	0.874	0.3818
GV5:GS10:temperatura	0.2501	1.922	0.05455
GV5:GS10:temperatura ²	-0.009524	-1.689	0.0912
GV5:GS11:temperatura	-0.6175	<0.0000	0.9999
GV5:GS11:temperatura ²	-0.02252	-1.118	0.2636
GV5:GS13:temperatura	10.64	<0.0000	0.9999
GV5:GS13:temperatura ²	-0.4891	<0.0000	0.9999

Tabela 9. Estimativa dos parâmetros utilizados na definição das equações que compõem o modelo para previsão de ocorrência de *Ecdytolopha aurantiana*

Parâmetro	Estimativa	Valor de z	Pr(> z)
GV5:temperatura	2.549	3.325	0.0008
GV5:temperatura ²	-0.06263	-3.318	0.0009
GV5:temperatura:Idade	-0.005537	-0.445	0.6564
GV6	35.98	1.689	0.0911
GV6:GS1:temperatura	0.3367	<0.0000	0.9999
GV6:GS1:temperatura ²	-0.0462	-3.157	0.0015
GV6:GS7:temperatura	0.6908	<0.0000	0.9999
GV6:GS7:temperatura ²	-0.04377	-2.414	0.0157
GV6:GS11:temperatura	-0.7584	<0.0000	0.9999
GV6:GS11:temperatura ²	-0.01796	-0.961	0.3366
GV6:GS13:temperatura	10.47	<0.0000	0.9999
GV6:GS13:temperatura ²	-0.4806	<0.0000	0.9999
GV6:temperatura	2.425	3.583	0.0003
GV6:temperatura ²	-0.0574	-3.509	0.0004
GV6:temperatura:Idade	-0.006143	-0.508	0.6116
GV7	50.67	2.351	0.0187
GV7:GS2:temperatura	0.3552	1.894	0.0582
GV7:GS2:temperatura ²	-0.01252	-1.536	0.1246
GV7:GS4:temperatura	0.1001	0.413	0.6795
GV7:GS4:temperatura ²	-0.003165	-0.294	0.7689
GV7:GS5:temperatura	-0.04704	-0.214	0.8308
GV7:GS5:temperatura ²	0.01034	1.068	0.2854
GV7:GS6:temperatura	-0.3558	-1.07	0.2846
GV7:GS6:temperatura ²	0.01833	1.305	0.1917
GV7:GS7:temperatura	-0.1776	<0.0000	0.9999
GV7:GS7:temperatura ²	-0.002363	-0.122	0.9028
GV7:GS8:temperatura	-0.02322	-0.176	0.8604
GV7:GS8:temperatura ²	0.003813	0.666	0.5054
GV7:GS9:temperatura	-0.09104	-0.713	0.4756
GV7:GS9:temperatura ²	0.004759	0.852	0.3942
GV7:GS10:temperatura	-0.2691	-0.985	0.3244
GV7:GS10:temperatura ²	0.01274	1.091	0.2753
GV7:GS11:temperatura	-0.5917	<0.0000	0.9999
GV7:GS11:temperatura ²	-0.02263	-1.172	0.2413
GV7:GS13:temperatura	10.47	<0.0000	0.9999
GV7:GS13:temperatura ²	-0.4789	<0.0000	0.9999
GV7:temperatura	1.146	1.336	0.1815
GV7:temperatura ²	-0.03148	-1.49	0.1361
GV7:temperatura:Idade	-0.005798	-0.472	0.6370

Para a localização dos parâmetros e definição das equações, adota-se o seguinte procedimento: analisando-se a Tabela 9, toma-se o parâmetro junto ao intercepto e soma-se os outros valores com base na combinação desejada. Para a compreensão do modelo, um exemplo é citado a seguir. Construir a equação que defina a ocorrência de *E. aurantiana* no solo GS6 (LEP1), variedade GV5 (Pera Rio) e sem utilização de agroquímicos para controle:

1. a definição de β_0 , necessita dos seguintes valores:

- Valor junto ao intercepto (-59.3).
- Valor correspondente ao local onde não há aplicação de agroquímicos (-0.1305).
- Valores onde o solo GS6 aparece isoladamente (-24.23).
- Valores onde a variedade GV5 aparece isoladamente (35.37).

desta forma, $\beta_0 = (-59.3) + (-24.23) + (35.37) = -48.2905$

2. a definição de β_1 , necessita dos seguintes valores:

- Valor onde o solo GS6 aparece associado à temperatura (2.071).
- Valor onde a variedade GV5 aparece associada à temperatura (2.549).
- Valor onde o solo GS6 e a variedade GV5 aparecem associados à temperatura (0.008369).

desta forma, $\beta_1 = (2.071) + (2.549) + (0.008369) = 4.628369$

3. a definição de β_2 , necessita dos seguintes valores:

- Valor onde o solo GS6 aparece associado à temperatura² (-0.0543).
- Valor onde a variedade GV5 aparece associada à temperatura² (-0.06263).

- Valor onde o solo GS6 e a variedade GV5 aparecem associados à temperatura² (0.001373).

desta forma, $\beta_2 = (-0.0543) + (-0.06263) + (0.001373) = -0.115557$

4. a definição de β_3 , necessita dos seguintes valores:

- Valor onde o solo GS6 aparece associado à temperatura e idade (0.01353).
- Valor onde a variedade GV5 aparece associada à temperatura e idade (-0.005537).

desta forma, $\beta_3 = (0.01353) + (-0.005537) = 0.007993$

5. a definição de β_4 , necessita dos seguintes valores:

- Valor onde o solo GS6 aparece associado à temperatura² e idade (0.0005115).
- Valor onde a variedade GV5 aparece associada à temperatura² e idade; se o valor não existir deve ser atribuído o valor zero (0).

desta forma, $\beta_4 = (0.0005115) + (0) = 0.0005115$

Os valores obtidos poderão ser substituídos na eq. (3):

$$Coleta = e^{(-48.2905) + (4.628369) \times Temp + (-0.115557) \times Temp^2 + (0.007993) \times Temp \times Id + (0.0005115) \times Temp^2 \times Id}$$

onde, Temp = Temperatura e Id = Idade.

Visando a agilização da confecção destas equações, foi desenvolvido um programa em R que visa compor estas equações e simular situações diversas de ocorrência de *E. aurantiana*. Este programa foi utilizado para gerar os gráficos das Figuras de 8 a 20, que mostram como as diferentes variáveis influenciam a ocorrência de *E. aurantiana*.

Figura 8 - Estimativas de ocorrência de *Ecdytolopha aurantiana* para o solo GS1 (LV4, LE1 e TR1) em função da temperatura, variedades de citros, aplicação de agroquímicos e idade das plantas. A - plantas com idade de 5 anos e com aplicação de agroquímicos; B - plantas com idade de 5 anos e sem aplicação de agroquímicos; C - plantas com idade de 10 anos e com aplicação de agroquímicos; D - plantas com idade de 10 anos e sem aplicação de agroquímicos; E - plantas com idade de 15 anos e com aplicação de agroquímicos; F - plantas com idade de 15 anos e sem aplicação de agroquímicos

Figura 9 - Estimativas de ocorrência de *Ecdytolopha aurantiana* para o solo GS2 (LEP2) em função da temperatura, variedades de citros, aplicação de agroquímicos e idade das plantas. A - plantas com idade de 5 anos e com aplicação de agroquímicos; B - plantas com idade de 5 anos e sem aplicação de agroquímicos; C - plantas com idade de 10 anos e com aplicação de agroquímicos; D - plantas com idade de 10 anos e sem aplicação de agroquímicos; E - plantas com idade de 15 anos e com aplicação de agroquímicos; F - plantas com idade de 15 anos e sem aplicação de agroquímicos

Figura 10 - Estimativas de ocorrência de *Ecdytolopha aurantiana* para o solo GS3 (LV1 e GH) em função da temperatura, variedades de citros, aplicação de agroquímicos e idade das plantas. A - plantas com idade de 5 anos e com aplicação de agroquímicos; B - plantas com idade de 5 anos e sem aplicação de agroquímicos; C - plantas com idade de 10 anos e com aplicação de agroquímicos; D - plantas com idade de 10 anos e sem aplicação de agroquímicos; E - plantas com idade de 15 anos e com aplicação de agroquímicos; F - plantas com idade de 15 anos e sem aplicação de agroquímicos

Figura 11 - Estimativas de ocorrência de *Ecdytolopha aurantiana* para o solo GS4 (PEL2, LE4 e HO) em função da temperatura, variedades de citros, aplicação de agroquímicos e idade das plantas. A - plantas com idade de 5 anos e com aplicação de agroquímicos; B - plantas com idade de 5 anos e sem aplicação de agroquímicos; C - plantas com idade de 10 anos e com aplicação de agroquímicos; D - plantas com idade de 10 anos e sem aplicação de agroquímicos; E - plantas com idade de 15 anos e com aplicação de agroquímicos; F - plantas com idade de 15 anos e sem aplicação de agroquímicos

Figura 12 - Estimativas de ocorrência de *Ecdytolopha aurantiana* para o solo GS5 (PV4, LR2) em função da temperatura, variedades de citros, aplicação de agroquímicos e idade das plantas. A - plantas com idade de 5 anos e com aplicação de agroquímicos; B - plantas com idade de 5 anos e sem aplicação de agroquímicos; C - plantas com idade de 10 anos e com aplicação de agroquímicos; D - plantas com idade de 10 anos e sem aplicação de agroquímicos; E - plantas com idade de 15 anos e com aplicação de agroquímicos; F - plantas com idade de 15 anos e sem aplicação de agroquímicos

Figura 13 - Estimativas de ocorrência de *Ecdytolopha aurantiana* para o solo GS6 (LEP1) em função da temperatura, variedades de citros, aplicação de agroquímicos e idade das plantas. A - plantas com idade de 5 anos e com aplicação de agroquímicos; B - plantas com idade de 5 anos e sem aplicação de agroquímicos; C - plantas com idade de 10 anos e com aplicação de agroquímicos; D - plantas com idade de 10 anos e sem aplicação de agroquímicos; E - plantas com idade de 15 anos e com aplicação de agroquímicos; F - plantas com idade de 15 anos e sem aplicação de agroquímicos

Figura 14 - Estimativas de ocorrência de *Ecdytolopha aurantiana* para o solo GS7 (LE2) em função da temperatura, variedades de citros, aplicação de agroquímicos e idade das plantas. A - plantas com idade de 5 anos e com aplicação de agroquímicos; B - plantas com idade de 5 anos e sem aplicação de agroquímicos; C - plantas com idade de 10 anos e com aplicação de agroquímicos; D - plantas com idade de 10 anos e sem aplicação de agroquímicos; E - plantas com idade de 15 anos e com aplicação de agroquímicos; F - plantas com idade de 15 anos e sem aplicação de agroquímicos

Figura 15 - Estimativas de ocorrência de *Ecdytolopha aurantiana* para o solo GS8 (PV3) em função da temperatura, variedades de citros, aplicação de agroquímicos e idade das plantas. A - plantas com idade de 5 anos e com aplicação de agroquímicos; B - plantas com idade de 5 anos e sem aplicação de agroquímicos; C - plantas com idade de 10 anos e com aplicação de agroquímicos; D - plantas com idade de 10 anos e sem aplicação de agroquímicos; E - plantas com idade de 15 anos e com aplicação de agroquímicos; F - plantas com idade de 15 anos e sem aplicação de agroquímicos

Figura 16 - Estimativas de ocorrência de *Ecdytolopha aurantiana* para o solo GS9 (LE5) em função da temperatura, variedades de citros, aplicação de agroquímicos e idade das plantas. A - plantas com idade de 5 anos e com aplicação de agroquímicos; B - plantas com idade de 5 anos e sem aplicação de agroquímicos; C - plantas com idade de 10 anos e com aplicação de agroquímicos; D - plantas com idade de 10 anos e sem aplicação de agroquímicos; E - plantas com idade de 15 anos e com aplicação de agroquímicos; F - plantas com idade de 15 anos e sem aplicação de agroquímicos

Figura 17 - Estimativas de ocorrência de *Ecdytolopha aurantiana* para o solo GS10 (LV3) em função da temperatura, variedades de citros, aplicação de agroquímicos e idade das plantas. A - plantas com idade de 5 anos e com aplicação de agroquímicos; B - plantas com idade de 5 anos e sem aplicação de agroquímicos; C - plantas com idade de 10 anos e com aplicação de agroquímicos; D - plantas com idade de 10 anos e sem aplicação de agroquímicos; E - plantas com idade de 15 anos e com aplicação de agroquímicos; F - plantas com idade de 15 anos e sem aplicação de agroquímicos

Figura 18 - Estimativas de ocorrência de *Ecdytolopha aurantiana* para o solo GS11 (LE3) em função da temperatura, variedades de citros, aplicação de agroquímicos e idade das plantas. A - plantas com idade de 5 anos e com aplicação de agroquímicos; B - plantas com idade de 5 anos e sem aplicação de agroquímicos; C - plantas com idade de 10 anos e com aplicação de agroquímicos; D - plantas com idade de 10 anos e sem aplicação de agroquímicos; E - plantas com idade de 15 anos e com aplicação de agroquímicos; F - plantas com idade de 15 anos e sem aplicação de agroquímicos

Figura 19 - Estimativas de ocorrência de *Ecdytolopha aurantiana* para o solo GS12 (AQ e HI) em função da temperatura, variedades de citros, aplicação de agroquímicos e idade das plantas. A - plantas com idade de 5 anos e com aplicação de agroquímicos; B - plantas com idade de 5 anos e sem aplicação de agroquímicos; C - plantas com idade de 10 anos e com aplicação de agroquímicos; D - plantas com idade de 10 anos e sem aplicação de agroquímicos; E - plantas com idade de 15 anos e com aplicação de agroquímicos; F - plantas com idade de 15 anos e sem aplicação de agroquímicos

Figura 20 - Estimativas de ocorrência de *Ecdytolopha aurantiana* para o solo GS13 (PE1, LR1 e TR2) em função da temperatura, variedades de citros, aplicação de agroquímicos e idade das plantas. A - plantas com idade de 5 anos e com aplicação de agroquímicos; B - plantas com idade de 5 anos e sem aplicação de agroquímicos; C - plantas com idade de 10 anos e com aplicação de agroquímicos; D - plantas com idade de 10 anos e sem aplicação de agroquímicos; E - plantas com idade de 15 anos e com aplicação de agroquímicos; F - plantas com idade de 15 anos e sem aplicação de agroquímicos

Os resultados apresentados indicam que as variáveis: variedade de citros, tipo de solo, idade da planta e temperatura influenciam a ocorrência de *E. aurantiana* no campo, não somente isoladamente, mas também de forma conjunta, com interações das diferentes variáveis.

A influência da variedade de citros na ocorrência de *E. aurantiana* pode estar relacionada com a diferença de pH e espessura da casca, características estas que afetam diretamente a viabilidade dos estágios imaturos de *E. aurantiana* (Parra et al., 2001). Variações na temperatura para o pico de ocorrência, podem estar relacionadas com o fato de que as variedades podem ter seu período de frutificação em épocas diferentes (Gallo et al., 1977), portanto, propiciando uma época de ocorrência de *E. aurantiana* variável para cada variedade, pois embora ataque também frutos verdes em altas populações da praga, a preferência do bicho-furão é por frutos maduros (Parra et al., 2001).

A influência da idade muito provavelmente está relacionada com uma maior produção de frutos em plantas mais velhas (Tubelis et al., 1999; Tubelis & Salibe, 1992, 1989); assim, plantas mais velhas possuem maior ocorrência de *E. aurantiana* por possuírem mais recursos a serem explorados.

A ocorrência de *E. aurantiana* aparentemente independe da aplicação ou não de agroquímicos. Locais onde houve a aplicação de produtos como Dipel (33.60g/l) ou Decis25CE (25g/l) apresentaram uma maior ocorrência deste inseto, comparados com locais onde não houve nenhuma aplicação. Isto, sugere que a ocorrência da praga é mais freqüente em algumas áreas do que outras, apesar de um maior número de pulverizações nas áreas mais infestadas, com base no nível de controle de 6 ou mais machos por armadilha por semana de acordo com a metodologia de (Bento et al., 2001a,b). Entretanto, isto não indica necessariamente que os produtos utilizados foram ineficientes. Áreas com maior incidência de *E. aurantiana* e

conseqüentemente com um maior número de aplicações de agroquímicos poderiam estar associadas a diversos fatores, tais como influência de matas próximas, áreas de baixada e época de colheita, dentro outras. Por outro lado, a escolha do produto, modo e momento de aplicação (dias após a constatação do nível de controle) e dosagem, poderiam comprometer a eficiência do mesmo; ou ainda a eliminação de inimigos naturais por aplicações sucessivas na área, resultaria numa maior incidência da praga.

A variável que mais influenciou a ocorrência de *E. aurantiana* foi o tipo de solo da área. Esta maior influência, pode ser devido ao fato do tipo de solo afetar *E. aurantiana* diretamente e indiretamente. A influência direta do solo, pode estar relacionada com o comportamento que este inseto tem de se transformar em pupa no solo; assim, a viabilidade pupal estaria intimamente ligada às características físico-químicas do solo (Garcia, 1998). A influência indireta pode estar ligada ao fato do tipo de solo poder alterar as características dos frutos (Erickson, 1973), principalmente em relação ao seu pH e espessura da casca que, como comentando anteriormente, podem afetar a viabilidade dos estágios imaturos de *E. aurantiana* (Parra et al., 2001).

Apesar destas variáveis explicarem parte da ocorrência de *E. aurantiana* no campo, o modelo ainda precisa ser melhorado, especialmente a partir da formação de um banco de dados, elaborado com a coleta de dados da ocorrência de *E. aurantiana* por períodos mais longos; aumentando muito a capacidade de previsão da praga. No entanto, o simples levantamento populacional de *E. aurantiana* não é suficiente, havendo necessidade de coleta de dados do local, incluindo temperatura, umidade relativa do ar, tipo de solo, variedade, aplicação de agroquímicos, etc. Quanto maior for o número de variáveis, mais fácil será confeccionar modelos que expliquem a ocorrência de *E. aurantiana*. A percentagem de explicação de cada

variável no modelo e a sua respectiva importância poderá ser fundamental para melhorar a precisão do modelo. Por exemplo, o pH do fruto pode ser mais importante para o modelo do que a informação relacionada à variedade envolvida.

Pesquisas complementares de laboratório também são de suma importância para a otimização do modelo, incluindo susceptibilidade de variedades ao ataque da praga, efeito do tipo de solo na emergência de adultos, além de outros aspectos da biologia, comportamento e ecologia deste inseto.

4.1.4 Exemplo prático para utilização do modelo

Será, a seguir, ilustrado um exemplo para um agricultor do estado de São Paulo que esteja interessado em saber qual o potencial de ocorrência de *E. aurantiana* na sua propriedade. Sua propriedade está localizada na latitude sul ($22^{\circ}4'50''$), longitude oeste ($48^{\circ}39'33.84''$), a uma altitude de 650 metros e a 400 quilômetros de distância do oceano. Os três primeiros parâmetros (latitude, longitude e altitude) são conseguidos com o uso de um aparelho de GPS. O último parâmetro pode ser calculado com programas relacionados a mapas e coordenadas geográficas ou mesmo medindo-se em um mapa que tenha escala. Para utilizarem-se os dados de latitude e longitude, é necessário transformá-los do formato GMS (graus, minutos e segundos) para minutos. Assim:

$$latitude(minutos) = 22 \times 60 + 4 + \frac{50}{60} = 1324.83$$

$$longitude(minutos) = 48 \times 60 + 39 + \frac{33.84}{60} = 2919.56$$

Além destes parâmetros geográficos são necessárias informações sobre o tipo de solo da área, variedade de citros cultivada, idade do pomar. Se o referido agricultor tiver em sua propriedade a variedade Pera Rio (GV5), o tipo de solo seja

LE2 (GS7) (Tabela 1) e o seu pomar tenha uma idade de 15 anos e ele não usa nenhum agroquímico para controle de *E. aurantiana*.

Para simular o potencial de ocorrência de *E. aurantiana* neste local, o agricultor necessitará de um computador que tenha o programa R (<http://www.r-project.org>) instalado. A seguir ele deverá copiar o conteúdo do anexo B, para um arquivo com um editor de texto, e gravar o arquivo, no formato texto puro (ASCII, TXT), com o nome que ele achar mais conveniente (ex. BF.R). O programa R é aberto a seguir, lendo-se o arquivo que foi gravado [ex. `source("BF.R")`]; assim, o programa que simula o potencial de ocorrência de *E. aurantiana* terá sido carregado na memória.

Para utilizar o programa e simular a ocorrência de *E. aurantiana* para este agricultor, digita-se o seguinte:

```
BF(agroquimico="sem", solo="GS7", variedade="GV5", idade=15)
```

Portanto, foram utilizados GS7 e GV5 para designar o tipo de solo e a variedade respectivamente, ao invés de LE2 e Pera Rio. Para saber a qual grupo a variedade e o solo pertencem, basta consultar as Tabelas 4 e 6 respectivamente. Assim, ele terá uma curva de ocorrência de *E. aurantiana* em função da temperatura (Figura 21A).

O referido agricultor poderá, a seguir, desejar saber a dinâmica populacional de *E. aurantiana* ao longo do ano. Para tal, deverá fornecer as características geográficas da sua região, da seguinte forma:

```
BF(agroquimico="sem", solo="GS7", variedade="GV5", idade=15,
   latitude=1324.83, longitude=2919.56, altitude=650, doceano=400,
   mensal=TRUE)
```


Será então gerado um gráfico com o nível populacional de *E. aurantiana* ao longo do ano, evidenciando quais as épocas em que este inseto irá se tornar problemático (Figura 21B). Desta forma, o agricultor poderá intensificar sua amostragem com armadilhas de feromônio sexual nestas épocas críticas.

Assim, para se utilizar o modelo, é necessário que se tenha o programa R instalado no computador e que se tenha algum conhecimento da linguagem R. Como isto não é uma realidade para a maioria dos usuários potenciais do modelo, foi desenvolvido um sistema “web” que permitirá ao interessado entrar com estas informações e obter os resultados, sem a necessidade de se saber a linguagem R e sem ter o programa R instalado.

Figura 21 - A - Estimativas de ocorrência de *Ecdytolopha aurantiana* (número de machos por armadilha por mês) em função da temperatura. B - Estimativas de ocorrência de *Ecdytolopha aurantiana* durante o ano (número de machos por armadilha por semana). A seta indica que o agricultor deve estar alerta, instalando armadilhas de feromônio na área, a partir desta data. Estimativa feita para a variedade Pera Rio, solo tipo LE2 e idade do pomar de 15 anos

4.2 SIAC - Sistema Integrado de Apoio à Citricultura

Com o intuito de facilitar o uso do modelo pelos citricultores e pesquisadores, criou-se um sistema “web” que permite o uso do modelo sem a necessidade de instalação ou de aprendizagem de programas extras. Nele, o usuário poderá especificar a variação de temperatura de sua região de forma direta, ou especificar dados de latitude, longitude, altitude e distância do oceano, para estimar as temperaturas. Além da temperatura, ele deverá informar a idade das plantas, variedade cultivada, tipo de solo e se ocorre a aplicação de um dos dois produtos que foram avaliados neste trabalho. Para esta escolha aparecerá um “menu” constando as opções a serem escolhidas. Feito isto, os dados serão enviados ao sistema que retornará com um gráfico mostrando como será a ocorrência de *E. aurantiana* na região em função da temperatura. Um exemplo deste módulo pode ser visto na Figura 22.

Além desta funcionalidade de se utilizar o modelo aqui desenvolvido para simular o potencial de ocorrência de *E. aurantiana*, o SIAC conta com diversas outras funcionalidades. Estas funcionalidades extras servem de apoio ao citricultor, dando subsídio para que este, além de utilizar o modelo, saiba o significado deste e quais medidas deve tomar. Este subsídio seria fornecido pelo pesquisadores, que também seriam usuários do sistema. Então, estas funcionalidades extras seriam responsáveis por uma maior interação do setor produtivo e setor de pesquisa. A seguir, uma breve explicação de cada uma das funcionalidades extras do SIAC.

Ao se digitar o endereço eletrônico do SIAC³, o usuário entrará na página principal. Esta página será o ponto de partida para o uso do sistema. Na página principal, o usuário encontrará atalhos para os outros módulos do sistema, visualizará enquetes sobre assuntos relacionados com a citricultura, e terá acesso rápido às notícias mais recentes (Figura 23).

³endereço que só existirá caso o SIAC seja realmente implementado.

Para que o sistema possa ser utilizado em toda sua amplitude, é necessário que o usuário se cadastre. Uma vez cadastrado, ele terá acesso a todas as funções extras do SIAC, sendo elas:

1. módulo destinado a simular o potencial de ocorrência de *E. aurantiana* (Figura 22).
2. módulo destinado à publicação de artigos gerais sobre citricultura. Estes artigos poderiam ser postados por pesquisadores envolvidos na área (Figura 24).
3. módulo destinado à disponibilização de arquivos diversos para os usuários, como por exemplo o programa em R para simular o potencial de ocorrência de *E. aurantiana* (Figura 25).
4. módulo destinado a manter uma base de dados de conhecimento, tal como uma enciclopédia, onde o usuário poderá entender o significados de termos técnicos e desta forma interagir melhor com o setor de pesquisa (Figura 26).
5. módulo destinado à manutenção de uma base de dados das perguntas mais freqüentes dos usuários e respostas para estas perguntas; desta forma, pode-se adquirir conhecimento rápido e evitar o excesso de perguntas repetidas (Figura 27).
6. módulo para criação de fóruns onde os usuários poderão compartilhar suas experiências com outros usuários, agricultores ou pesquisadores. É um tipo de lista de discussão que não é utilizada via e-mail (Figura 28).
7. módulo de cadastro onde os usuário poderão se cadastrar no sistema, apesar do sistema aceitar ser visualizado por pessoas não cadastradas; entretanto, algumas funcionalidades somente serão disponibilizadas para usuários cadastrados (Figura 29).

8. módulo onde os usuários podem manter contato, de forma privada, com outros usuários, diferentemente dos fóruns em que as discussões são de domínio público (Figura 30).
9. módulo onde os usuário poderão ter acesso a revisões de produtos e técnicas utilizadas na citricultura. Esta revisões obviamente seriam realizadas pelos usuários pesquisadores. Estes usuários poderão enviar suas revisões sobre algum produto de forma autônoma, ou seja, sem a necessidade de um especialista em informática (Figura 32).
10. módulo onde estas revisões poderão ser redigidas ou simplesmente coladas de um editor de texto qualquer para envio ao sistema (Figura 33).
11. módulo para se procurar qualquer informação dentro do sistema (Figura 34).
12. módulo para se encontrar os artigos publicados classificados por assuntos (Figura 35).
13. módulo onde o usuário poderá indicar o sistema a outra pessoa que ainda não o conhece (Figura 31).
14. módulo de estatística do sistema, como todo sistema, é muito importante saber como se dá o acesso a ele (Figura 36).
15. módulo para leitura de notícias; além das notícias poderem ser acessadas pela página principal, elas pode ser acessadas também de forma direta (Figura 37).
16. módulo para envio de notícias, que poderão ser enviadas pelos usuários utilizando o próprio sistema, sem a necessidade de conhecimentos de HTML ou qualquer outra linguagem de programação (Figura 38).

17. módulo de enquetes, onde é mostrado o resultados das enquetes realizadas com os usuários (Figura 39).

Este pode ser considerado o início do SIAC e várias funcionalidades poderão ser adicionadas em forma de módulos. Uma funcionalidade importante a ser adicionada no futuro seria a coleta de dados dos agricultores. Se todo agricultor que esteja fazendo monitoramento de *E. aurantiana* entrasse com os dados no sistema, começaria a se ter uma base de dados sobre este inseto e desta forma estes dados poderiam ser utilizados para melhorar os modelos e torná-los mais confiáveis. Isto geraria um círculo virtuoso, ou seja, quanto mais dados forem disponibilizados, melhor é o modelo e conseqüentemente melhor é a aceitação do sistema e conseqüentemente mais dados seriam coletados. Já existe um sistema sendo construído para a catalogação de dados de biodiversidade, o BioMa <http://sourceforge.net/projects/bioma/>. Este sistema poderia ser integrado ao SIAC para fazer estas coletas de dados que poderiam ser utilizados no refinamento do modelo.

SIAC - Indique este site a um amigo - Konqueror
Localização: [Editar](#) [Ver](#) [Ir](#) [Favoritos](#) [Ferramentas](#) [Configurações](#) [Janela](#) [Ajuda](#)

Sistema Integrado de Apoio à Citricultura

[Home](#) * [Assuntos](#) * [Downloads](#) * [Sua Conta](#) * [Forum](#) * [As 10 mais](#)

Módulos

- * [Home](#)
- * [Alerta](#)
- * [Artigos](#)
- * [Downloads](#)
- * [Enciclopédia](#)
- * [FAQ](#)
- * [Sugestões](#)
- * [Forum](#)
- * [Usuários](#)
- * [Mensagens](#)
- * [Recomende-nos](#)
- * [Revisões](#)
- * [Procura](#)
- * [Seções](#)
- * [Estatística](#)
- * [Notícias](#)
- * [Envie Notícias](#)
- * [Enquetes](#)
- * [As 10 Mais](#)
- * [Assuntos](#)
- * [Links](#)
- * [Sua Conta](#)

Sistema para simulação de ocorrência de bicho-furão

Defina os parâmetros desejados

Digite o intervalo de temperatura Digite a idade das plantas
ou digite

Latitude em minutos
Longitude em minutos
Altitude em metros
Distância do oceano em km

Escolha o tipo de solo
Escolha a variedade de citros
Escolha o produtos utilizado

Variedade Pera Rio, Solo tipo PV3,
Sem utilização de insumos, Idade das plantas igual a 10 anos

Número de Insetos Capturados

Temperatura em Graus Celcius

Usuários Online

Estão online atualmente, 0 visitantes(s) 1 usuário(s).

Você está conectado como **ronaldo**.

Você tem 0 mensagem(s) na sua caixa de entrada.

[Sair](#)

Figura 22 - Módulo do SIAC que pode ser utilizado para a simulação de ocorrência de *Ecdytolpha aurantiana* utilizando-se o modelo desenvolvido

SIAC - Konqueror

Localização: Editar Ver Ir Favoritos Ferramentas Configurações Janela Ajuda

Sistema Integrado de Apoio à Citricultura

Home * Assuntos * Downloads * Sua Conta * Forum * As 10 mais

Módulos

- * Home
- * Alerta
- * Artigos
- * Downloads
- * Enciclopédia
- * FAQ
- * Sugestões
- * Forum
- * Usuários
- * Mensagens
- * Recomendados
- * Revisões
- * Procura
- * Seções
- * Estatística
- * Notícias
- * Envie Notícias
- * Enquetes
- * As 10 Mais
- * Assuntos
- * Links
- * Sua Conta

Usuários Online

Estão online atualmente, 0 visitantes(s) 1 usuário(s).

Você está conectado como **ronaldo.**

Você tem 0 mensagem(s) na sua caixa de entrada.

Sair

Bemvindo ao SIAC

Bemvindo ao SIAC - Sistema Integrado de Apoio à Citricultura. Neste Portal você poderá se cadastrar e acompanhar o controle de pragas de sua fazenda.

Coopercitrus e Fundecitrus lançam o Ferocitrus Furão

Ronaldo Reis Jr. escreveu: "O resultado de quatro anos de pesquisas e experimentações, desenvolvidas pela ESALQ - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - e pela Universidade Federal de Viçosa, com o apoio irrestrito da Coopercitrus e do Fundecitrus, foram apresentados sob a forma de um novo produto destinado a ajudar no combate de um dos mais graves problemas presentes na cadeia produtiva citrícola."

Enviado por Ronaldo Reis Jr. (2 leituras)

([Leia Mais...](#) | 521 bytes a mais | [comentários?](#) | | Pontos: 0)

Enquete

Qual a praga mais problemática em sua plantação?

- ☐ Bicho-Furão
- ☐ Minador
- ☐ Cigarras
- ☐ Governo

Voto

Resultados Votação

Votos: 0
Comentários: 0

Idiomas

Selecionar o Idioma da Interface:

Brazilian ▼

Suporte

Made by Chrysopa

POWERED BY
PHP
WEB PORTAL SYSTEM

POWERED BY
APACHE
SERVER SOFTWARE

ENHANCED BY
php
SCRIPTING LANGUAGE

Figura 23 - Página principal do SIAC. Esta é o ponto de partida para os usuários

Figura 24 - Módulo de artigos do SIAC, onde poderão ser lidos artigos diversos relacionados ao setor citrícola

Figura 25 - Módulo de “downloads” do SIAC, onde os usuários terão acesso a arquivos, como por exemplo o programa para simular o potencial de ocorrência de *Ecdytolopha aurantiana*

Figura 26 - Módulo de enciclopédia do SIAC, neste local os usuário poderão ter acesso a informações técnicas de forma fácil de ser entendida

Figura 27 - Módulo de FAQ (Frequently Asked Questions) do SIAC, neste local estarão um conjunto das perguntas mais freqüentes com as respectivas respostas

Figura 28 - Módulo de fórum do SIAC, local onde os usuário poderão debater qualquer assunto pertinente de forma pública

Figura 29 - Módulo de usuários do SIAC, local onde os usuário poderão se cadastrar no sistema e personalizar o SIAC para suas preferências

Figura 30 - Módulo de mensagens do SIAC, aqui os usuário poderão debater assuntos pertinentes de forma privada

Figura 31 - Módulo de indicações do SIAC, local para indicar o SIAC a uma pessoa que ainda não conhece o sistema

SIAC - Konqueror
Localização: Editar Ver Ir Favoritos Ferramentas Configurações Janela Ajuda

Sistema Integrado de Apoio à Citricultura

Home * Assuntos * Downloads * Sua Conta * Forum * As 10 mais

Módulos

- * Home
- * Alerta
- * Artigos
- * Downloads
- * Enciclopédia
- * FAQ
- * Sugestões
- * Forum
- * Usuários
- * Mensagens
- * Recomende-nos
- * Revisões
- * Procura
- * Seções
- * Estatística
- * Notícias
- * Envie Notícias
- * Enquetes
- * As 10 Mais
- * Assuntos
- * Links
- * Sua Conta

Usuários Online

Estão online atualmente, 0 visitantes(s) 1 usuário(s).

Você está conectado como **ronaldo**.

Você tem 0 mensagem(s) na sua caixa de entrada.

Sair

Bem-Vindo a Seção de Revisão

Revisão de produtos e técnicas

Nesta página estarão revisões feitas por especialistas sobre produtos e técnicas utilizadas na citricultura.

[A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S]

[T | U | V | W | X | Y | Z | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0]

[[Escreva uma Revisão](#)]

As 10 primeiras revisões	As 10 revisões mais recentes
1)	1)
2)	2)
3)	3)
4)	4)
5)	5)
6)	6)
7)	7)
8)	8)
9)	9)
10)	10)

Há 0 Revisões no Banco de Dados

Figura 32 - Módulo de revisões do SIAC, local onde os usuário poderão ter conhecimento de revisões, feitas por pesquisadores, de produtos e técnicas utilizadas na citricultura

The screenshot shows a web browser window titled "SIAC - Konqueror". The address bar shows "Localização: Editar Ver Ir Eavoritos Ferramentas Configurações Janela Ajuda". The main content area is titled "Sistema Integrado de Apoio à Citricultura". A navigation menu on the left lists various modules: Home, Alerta, Artigos, Downloads, Enciclopédia, FAQ, Sugestões, Forum, Usuários, Mensagens, Recomende-nos, Revisões, Procura, Seções, Estatística, Notícias, Envie Notícias, Enquetes, As 10 Mais, Assuntos, Links, and Sua Conta. The "Revisões" module is selected. The main content area is titled "Escreva uma Revisão para SIAC" and contains a form for submitting a review. The form includes fields for "Título do Produto:", "Revisão:", "Seu Nome:", "Seu Email:", "Pontos:", "Link Relacionado:", and "Título do Link:". The "Revisão:" field is a large text area. The "Seu Nome:" field contains "Ronaldo Reis". The "Seu Email:" field contains "crysopa@insecta.ufv.br". The "Pontos:" field is a dropdown menu set to "10". The "Link Relacionado:" field contains "http://". The "Título do Link:" field is empty. The form also includes a "Pré-Visualização" button and a "Cancela" button. At the bottom of the page, there are logos for Linux, PHP, Apache, and MySQL.

SIAC - Konqueror
Localização: Editar Ver Ir Eavoritos Ferramentas Configurações Janela Ajuda

Sistema Integrado de Apoio à Citricultura

Home * Assuntos * Downloads * Sua Conta * Forum * As 10 mais

Módulos

- * Home
- * Alerta
- * Artigos
- * Downloads
- * Enciclopédia
- * FAQ
- * Sugestões
- * Forum
- * Usuários
- * Mensagens
- * Recomende-nos
- * Revisões
- * Procura
- * Seções
- * Estatística
- * Notícias
- * Envie Notícias
- * Enquetes
- * As 10 Mais
- * Assuntos
- * Links
- * Sua Conta

Usuários Online

Estão online atualmente, 0 visitantes(s) 1 usuário(s).

Você está conectado como **ronaldo**.
Você tem 0 mensagem(s) na sua caixa de entrada.

Escreva uma Revisão para SIAC

Por favor entre com as informações de acordo com as especificações

Título do Produto:
Perocitrus Furão
Nome do Produto Revisado.

Revisão:

Sua Revisão atual. Por favor observe a gramática correta! Faça isto com pelo menos 100 palavras, OK?
Você pode usar código HTML e suas codificações se souber usar.

Seu Nome:
Ronaldo Reis
Seu Nome Completo. Obrigatório.

Seu Email:
crysopa@insecta.ufv.br
Seu Endereço de Email. Obrigatório.

Pontos:
10 Pontuação deste Produto

Link Relacionado:
http://
Website oficial do produto. Confira se o endereço começa mesmo com "http://"

Título do Link :

Requerido se você tem um site relacionado, caso contrário é opcional.

Por favor tenha certeza que a informação que você entrou é 100% correta e esta com a gramática correta. Por exemplo, por favor não exagere com seu texto ou ele será rejeitado.

Pré-Visualização Cancela

LINUX
POWERED BY
PHP
WEB PORTAL SYSTEM
POWERED BY
APACHE
SERVER SOFTWARE
ENHANCED BY
php
SCRIPTING LANGUAGE

Figura 33 - Módulo de envio de revisões do SIAC, local onde o pesquisador poderá redigir suas revisões e enviar ao sistema

Figura 34 - Módulo de procura do SIAC, local onde os usuário poderão procurar por qualquer informação dentro do SIAC

Figura 35 - Módulo de seções do SIAC, local onde os artigos estarão organizados por assunto de forma a facilitar a leitura

Figura 36 - Módulo de estatística do SIAC, local onde são mostradas as estatísticas de acesso ao sistema

Sistema Integrado de Apoio à Citricultura

Home * Assuntos * Downloads * Sua Conta * Forum * As 10 mais

Módulos

- * Home
- * Alerta
- * Artigos
- * Downloads
- * Enciclopédia
- * FAQ
- * Sugestões
- * Forum
- * Usuários
- * Mensagens
- * Recomende-nos
- * Revisões
- * Procura
- * Seções
- * Estatística
- * Notícias
- * Envie Notícias
- * Enquetes
- * As 10 Mais
- * Assuntos
- * Links
- * Sua Conta

Arquivos de notícias

SIAC: Dezembro 2002

Artigos	comentários	leituras	Pontuação	Data	Ação
* Coopercitrus e Fundecitrus lançam o Ferocitrus Furão	0	2	0	2002-12-04	

Favor seleccionar o mês que você quer ver:

- [Dezembro, 2002](#)

[[Índice de notícias](#) | [Mostre todas as notícias](#)]

Usuários Online

Estão online atualmente, 0 visitantes(s) 1 usuário(s).

Você está conectado como **ronaldo**.

Você tem 0 mensagem(s) na sua caixa de entrada.

Sair

Page loaded.

Figura 37 - Módulo de notícias do SIAC, local onde os usuário terão acesso a todas as notícias publicadas no sistema

SIAC - Enviar Notícia - Konqueror

Localização: [Editar](#) [Ver](#) [Ir](#) [Favoritos](#) [Ferramentas](#) [Configurações](#) [Janela](#) [Ajuda](#)

Sistema Integrado de Apoio à Citricultura

[Home](#) * [Assuntos](#) * [Downloads](#) * [Sua Conta](#) * [Forum](#) * [As 10 mais](#)

Módulos

- * [Home](#)
- * [Alerta](#)
- * [Artigos](#)
- * [Downloads](#)
- * [Enciclopédia](#)
- * [FAQ](#)
- * [Sugestões](#)
- * [Forum](#)
- * [Usuários](#)
- * [Mensagens](#)
- * [Recomende-nos](#)
- * [Revisões](#)
- * [Procura](#)
- * [Seções](#)
- * [Estatística](#)
- * [Notícias](#)
- * [Envie Notícias](#)
- * [Enquetes](#)
- * [As 10 Mais](#)
- * [Assuntos](#)
- * [Links](#)
- * [Sua Conta](#)

Usuários Online

Estão online atualmente, 0 visitantes(s) 1 usuário(s).

Você está conectado como **ronaldo**.

Você tem 0 mensagem(s) na sua caixa de entrada.

[Sair](#)

Enviar Notícia

Por favor escreva seu artigo/história preenchendo-o de forma correta e confira sua emissão. Você fica ciente desde já que nem todas as notícias serão publicadas. Sua emissão será conferida para ver se há erros gramaticais e talvez seja publicada no site.

Seu Nome: ronaldo [[Sair](#)]

Título (Seja Descritivo, Claro e Simples)

(títulos prejudiciais='Vejam isso!' o 'Um Artigo!')

Assunto:

Texto da História: (Você pode usar HTML, mas cheque os URLs e os comandos HTML!)

Texto Adicional:

(Está seguro que incluiu um URL? Verificou sua ortografia?)

HTML Permitido:
 <i> <a>
 <blockquote> <tt>

(Você deve fazer uma Pré-Visualização antes de poder enviar)

Figura 38 - Módulo para envio de notícias do SIAC, neste local os usuários poderão disponibilizar toda e qualquer notícia pertinente ao SIAC

Figura 39 - Módulo de enquetes do SIAC, neste local estarão os resultados das enquetes realizadas com os usuário

5 CONCLUSÕES

1. O tipo de solo, temperatura do local, variedade de citros, idade das plantas e uso de agroquímicos para controle de *Ecdytolopha aurantiana* (Lima, 1927) (Lepidoptera: Tortricidae), influenciam na dinâmica populacional deste inseto.
2. A maior influência sobre a flutuação do bicho-furão foi exercida pelo tipo de solo, seguindo-se temperatura local, variedade de citros, idade das plantas e uso de agroquímicos para controle de *E. aurantiana*.
3. A ocorrência de *E. aurantiana* em função da temperatura é diferente para cada combinação de tipo de solo, variedade de citros, idade das plantas e uso de agroquímicos.
4. O modelo desenvolvido pode prever o potencial de ocorrência de *E. aurantiana* em função da temperatura ou de meses do ano levando-se em consideração o tipo de solo, variedade de citros, idade das plantas e aplicação de agroquímicos.
5. O programa elaborado em linguagem R conta com equações para simular as diversas situações de ocorrência de *E. aurantiana*.
6. O SIAC é um sistema que facilita o uso do modelo, sem a necessidade de conhecimento de R.

7. O SIAC fornece uma gama de recursos que visa facilitar o acesso do citricultor às informações e ao pesquisador acesso aos problemas do citricultor, criando com isto uma maior interação de ambos os setores.
8. O modelo de previsão de ocorrência do bicho-furão pode ser aperfeiçoado com coleta de dados mais regulares e de forma contínua.

ANEXOS

ANEXO A - tempest: Programa utilizado para estimar as temperaturas médias utilizadas no modelo

```
#####
## tempest é um programa feito em R para estimar a temperatura média mensal para
## o Brasil
## As equações presente foram extraídas de Vasconcelos e Tarifa (1983)
## Para rodar o programa é necessário saber utilizar o R,
## ter uma tabela contendo os dados de latitude em minutos,
## longitude em minutos, altitude em metros e distancia do mar
## em quilômetros. Com isto será gerado uma coluna contendo os
## meses do ano e a temperatura estimada para cada local.
##
## Direitos Autorais Reservados
## (c) 2004 Ronaldo Reis Júnior <chrysopa@insecta.ufv.br>
##
## Este programa é software livre; você pode redistribuí-lo e/ou modificá-lo sob
## os termos da Licença Pública Geral GNU conforme publicada pela Free Software
## Foundation; tanto a versão 2 da Licença, como (a seu critério) qualquer versão
## posterior.
##
## Este programa é distribuído na expectativa de que seja útil, porém, SEM
## NENHUMA GARANTIA; nem mesmo a garantia implícita de COMERCIALIZAÇÃO OU
## ADEQUAÇÃO A UMA FINALIDADE ESPECÍFICA.
## Consulte a Licença Pública Geral do GNU para mais detalhes.
##
## Você deve ter recebido uma cópia da Licença Pública Geral do GNU junto com
## este programa; se não, escreva para a Free Software Foundation, Inc., no
## endereço 59 Temple Street, Suite 330, Boston, MA 02111-1307 USA.
#####

tempest <- function(dados=dados, altitude=NULL, distmar=NULL) {
  local <- dados$Local
  latimin <- dados$Latmin
  longmin <- dados$Longmin
  if(is.null(altitude)) {
    altitude <- dados$Altitude
  }
  else {
    altitude <- altitude
  }
}
```

```

}
if(is.null(distmar)) {
  distmar <- dados$Distlit
}
else {
  distmar <- distmar
}
temper <- NULL
mes <- dados$Mes
for(i in c(1:length(local))) {
  if(mes[i] == 1) {
    temper[i] <- 31.71185-0.00060*(latimin[i])-0.00201*(longmin[i])-0.00474*
      (altitude[i])+0.00172*(distmar[i])
  }
  if(mes[i] == 2) {
    temper[i] <- 32.87143-0.00050*(latimin[i])-0.00251*(longmin[i])-0.00481*
      (altitude[i])+0.00216*(distmar[i])
  }
  if(mes[i] == 3) {
    temper[i] <- 33.90348-0.00099*(latimin[i])-0.00294*(longmin[i])-0.00492*
      (altitude[i])+0.00267*(distmar[i])
  }
  if(mes[i] == 4) {
    temper[i] <- 37.06378-0.00261*(latimin[i])-0.00412*(longmin[i])-0.00506*
      (altitude[i])+0.00386*(distmar[i])
  }
  if(mes[i] == 5) {
    temper[i] <- 36.53080-0.00422*(latimin[i])-0.00383*(longmin[i])-0.00534*
      (altitude[i])+0.00369*(distmar[i])
  }
  if(mes[i] == 6) {
    temper[i] <- 35.19877-0.00524*(latimin[i])-0.00335*(longmin[i])-0.00530*
      (altitude[i])+0.00319*(distmar[i])
  }
  if(mes[i] == 7) {
    temper[i] <- 34.81674-0.00554*(latimin[i])-0.00332*(longmin[i])-0.00505*
      (altitude[i])+0.00336*(distmar[i])
  }
  if(mes[i] == 8) {
    temper[i] <- 35.08493-0.00486*(latimin[i])-0.00353*(longmin[i])-0.00436*

```

```

      (altitude[i])+0.00445*(distmar[i])
    }
    if(mes[i] == 9) {
      temper[i] <- 37.87511-0.00401*(latimin[i])-0.00459*(longmin[i])-0.00392*
        (altitude[i])+0.00581*(distmar[i])
    }
    if(mes[i] == 10) {
      temper[i] <- 37.86702-0.00317*(latimin[i])-0.00444*(longmin[i])-0.00390*
        (altitude[i])+0.00528*(distmar[i])
    }
    if(mes[i] == 11) {
      temper[i] <- 34.76880-0.00258*(latimin[i])-0.00308*(longmin[i])-0.00420*
        (altitude[i])+0.00352*(distmar[i])
    }
    if(mes[i] == 12) {
      temper[i] <- 31.90850-0.00161*(latimin[i])-0.00196*(longmin[i])-0.00462*
        (altitude[i])+0.00208*(distmar[i])
    }
  }
  temper <- temper
}

```

ANEXO B - BF: Programa utilizado para gerar as equações e criar os gráficos do modelo

```
#####
## BF é um programa feito em R para a montagem e execução dos modelos de
## ocorrência do bicho-furão-dos-citros
##
## Direitos Autorais Reservados
## (c) 2004 Ronaldo Reis Júnior <chrysopa@insecta.ufv.br>
##
## Este programa é software livre; você pode redistribuí-lo e/ou modificá-lo sob
## os termos da Licença Pública Geral GNU conforme publicada pela Free Software
## Foundation; tanto a versão 2 da Licença, como (a seu critério) qualquer versão
## posterior.
##
## Este programa é distribuído na expectativa de que seja útil, porém, SEM
## NENHUMA GARANTIA; nem mesmo a garantia implícita de COMERCIALIZAÇÃO OU
## ADEQUAÇÃO A UMA FINALIDADE ESPECÍFICA.
## Consulte a Licença Pública Geral do GNU para mais detalhes.
##
## Você deve ter recebido uma cópia da Licença Pública Geral do GNU junto com
## este programa; se não, escreva para a Free Software Foundation, Inc., no
## endereço 59 Temple Street, Suite 330, Boston, MA 02111-1307 USA.
#####

BF <- function(variedade, solo, idade, agroquimico, from=10,
               to=40, add=F,
               ylab="Número de machos capturados",
               xlab=expression(paste("Temperatura (", degree, "C)")),
               main=paste(agroquimico, "utilização de agroquímicos, ", "solo", solo, "\n",
                           "variedade", variedade, "e", idade, "anos de idade"),
               latitude=NULL, longitude=NULL, oceano=NULL, altitude=NULL,
               mensal=F,...) {

  ## Calculando as estimativas de temperatura para cada mês
  temper <- NULL
  mes <- c(1:12)
  for(i in mes) {
    if(mes[i] == 1) {
      temper[i] <- 31.71185-0.00060*(latitude)-0.00201*(longitude)-0.00474*
```

```

      (altitude)+0.00172*(doceano)
    }
    if(mes[i] == 2) {
      temper[i] <- 32.87143-0.00050*(latitude)-0.00251*(longitude)-0.00481*
        (altitude)+0.00216*(doceano)
    }
    if(mes[i] == 3) {
      temper[i] <- 33.90348-0.00099*(latitude)-0.00294*(longitude)-0.00492*
        (altitude)+0.00267*(doceano)
    }
    if(mes[i] == 4) {
      temper[i] <- 37.06378-0.00261*(latitude)-0.00412*(longitude)-0.00506*
        (altitude)+0.00386*(doceano)
    }
    if(mes[i] == 5) {
      temper[i] <- 36.53080-0.00422*(latitude)-0.00383*(longitude)-0.00534*
        (altitude)+0.00369*(doceano)
    }
    if(mes[i] == 6) {
      temper[i] <- 35.19877-0.00524*(latitude)-0.00335*(longitude)-0.00530*
        (altitude)+0.00319*(doceano)
    }
    if(mes[i] == 7) {
      temper[i] <- 34.81674-0.00554*(latitude)-0.00332*(longitude)-0.00505*
        (altitude)+0.00336*(doceano)
    }
    if(mes[i] == 8) {
      temper[i] <- 35.08493-0.00486*(latitude)-0.00353*(longitude)-0.00436*
        (altitude)+0.00445*(doceano)
    }
    if(mes[i] == 9) {
      temper[i] <- 37.87511-0.00401*(latitude)-0.00459*(longitude)-0.00392*
        (altitude)+0.00581*(doceano)
    }
    if(mes[i] == 10) {
      temper[i] <- 37.86702-0.00317*(latitude)-0.00444*(longitude)-0.00390*
        (altitude)+0.00528*(doceano)
    }
    if(mes[i] == 11) {
      temper[i] <- 34.76880-0.00258*(latitude)-0.00308*(longitude)-0.00420*

```



```

      (altitude)+0.00352*(doceano)
    }
    if (mes[i] == 12) {
      temper[i] <- 31.90850-0.00161*(latitude)-0.00196*(longitude)-0.00462*
        (altitude)+0.00208*(doceano)
    }
  }
}
temper <- temper

## Definindo as variáveis como valor inicial zero.
## Importante para a correta criação das equações.
produto1 <- 0
produto2 <- 0
GS1 <- 0
GS2 <- 0
GS3 <- 0
GS4 <- 0
GS5 <- 0
GS6 <- 0
GS7 <- 0
GS8 <- 0
GS9 <- 0
GS10 <- 0
GS11 <- 0
GS12 <- 0
GS13 <- 0
GV1 <- 0
GV2 <- 0
GV3 <- 0
GV4 <- 0
GV5 <- 0
GV6 <- 0
GV7 <- 0

## Definição genéricas das equações , a partir daqui todas
## serão criadas.
equacao <- function(x) {
  exp(-59.3000+produto2*-0.1305+GS12*x^2*idade*0.0004+GS7*-36.7300+
    GS7*x^2*-0.0483+GS7*x^2*idade*0.0013+GS7*x*3.0040+
    GS7*x*idade*-0.0224+GS11*-29.0400+GS11*x^2*-0.0316+

```

$$\begin{aligned}
& GS11*x^2*idade*0.0004+GS11*x*3.2080+GS11*x*idade*-0.0042+ \\
& GS9*6.2410+GS9*x^2*0.0230+GS9*x^2*idade*-0.0004+GS9*x*-0.7848+ \\
& GS9*x*idade*0.0173+GS6*-24.2300+GS6*x^2*-0.0543+ \\
& GS6*x^2*idade*0.0005+GS6*x*2.0710+GS6*x*idade*0.0135+GS2*4.3620+ \\
& GS2*x^2*-0.1192+GS2*x^2*idade*0.0137+GS2*x*2.7470+ \\
& GS2*x*idade*-0.3290+GS3*8.1230+GS3*x^2*idade*-0.0002+ \\
& GS3*x*idade*0.0100+GS10*1.2200+GS10*x^2*-0.0225+ \\
& GS10*x^2*idade*0.0037+GS10*x*0.5063+GS10*x*idade*-0.0807+ \\
& GS1*18.8000+GS1*x^2*0.1046+GS1*x^2*idade*-0.0019+ \\
& GS1*x*-2.4070+GS1*x*idade*0.0387+GS13*-30.8300+ \\
& GS13*x^2*0.4201+GS13*x^2*idade*0.0005+ \\
& GS13*x*-7.6690+GS13*x*idade*-0.0064+GS4*9.8230+ \\
& GS4*x^2*0.0250+GS4*x^2*idade*0.0006+GS4*x^2*idade*0.0002+ \\
& GS4*x*-0.9617+GS4*x*idade*-0.0007+GS8*4.0380+GS8*x^2*0.0095+ \\
& GS8*x^2*idade*0.0004+GS8*x^2*idade*0.0009+GS8*x*-0.3604+ \\
& GS8*x*idade*-0.0163+GS5*31.2000+GS5*x^2*0.0679+ \\
& GS5*x^2*idade*0.0002+GS5*x^2*idade*0.0006+GS5*x*-3.0750+ \\
& GS5*x*idade*0.0126+GV1*x^2*-0.1487+GV1*x*6.6170+ \\
& GV1*x*idade*-0.1229+GV3*-45.0800+GV3*x^2*-0.1858+ \\
& GV3*GS7*x^2*-0.0345+GV3*GS7*x*0.5730+ \\
& GV3*GS11*x^2*-0.0460+GV3*GS11*x*-0.0624+ \\
& GV3*GS9*x^2*-0.0634+GV3*GS9*x*1.3980+ \\
& GV3*GS6*x^2*0.0078+GV3*GS6*x*-0.2264+ \\
& GV3*GS2*x^2*-0.0701+GV3*GS2*x*1.6670+ \\
& GV3*GS1*x^2*-0.0397+GV3*GS1*x*0.1994+ \\
& GV3*GS13*x^2*-0.4761+GV3*GS13*x*10.2900+ \\
& GV3*GS4*x^2*0.0001+GV3*GS4*x*-0.0535+ \\
& GV3*GS8*x^2*-0.0293+GV3*GS8*x*0.7196+ \\
& GV3*x*8.7560+GV3*x*idade*0.0059+GV7*50.6700+ \\
& GV7*x^2*-0.0315+GV7*GS7*x^2*-0.0024+ \\
& GV7*GS7*x*-0.1776+GV7*GS11*x^2*-0.0226+ \\
& GV7*GS11*x*-0.5917+GV7*GS9*x^2*0.0048+ \\
& GV7*GS9*x*-0.0910+GV7*GS6*x^2*0.0183+ \\
& GV7*GS6*x*-0.3558+GV7*GS2*x^2*-0.0125+ \\
& GV7*GS2*x*0.3552+GV7*GS10*x^2*0.0127+ \\
& GV7*GS10*x*-0.2691+GV7*GS13*x^2*-0.4789+ \\
& GV7*GS13*x*10.4700+GV7*GS4*x^2*-0.0032+ \\
& GV7*GS4*x*0.1001+GV7*GS8*x^2*0.0038+ \\
& GV7*GS8*x*-0.0232+GV7*GS5*x^2*0.0103+ \\
& GV7*GS5*x*-0.0470+GV7*x*1.1460+
\end{aligned}$$

```

GV7*x*idade*-0.0058+GV5*35.3700+GV5*x^2*-0.0626+
GV5*GS7*x^2*-0.0359+GV5*GS7*x*0.5879+
GV5*GS11*x^2*-0.0225+GV5*GS11*x*-0.6175+
GV5*GS9*x^2*0.0040+GV5*GS9*x*-0.0728+
GV5*GS6*x^2*0.0014+GV5*GS6*x*0.0084+
GV5*GS2*x^2*-0.0177+GV5*GS2*x*0.4589+
GV5*GS10*x^2*-0.0095+GV5*GS10*x*0.2501+
GV5*GS1*x^2*-0.0407+GV5*GS1*x*0.2095+
GV5*GS13*x^2*-0.4891+GV5*GS13*x*10.6400+
GV5*GS4*x^2*-0.0001+GV5*GS4*x*-0.0022+
GV5*GS8*x^2*0.0069+GV5*GS8*x*-0.1317+
GV5*GS5*x^2*0.0003+GV5*GS5*x*0.0297+
GV5*x*2.5490+GV5*x*idade*-0.0055+GV2*46.4700+
GV2*x^2*-0.0452+GV2*GS7*x^2*-0.0013+
GV2*GS7*x*-0.2419+GV2*GS6*x^2*0.0184+
GV2*GS6*x*-0.5968+GV2*GS4*x^2*0.0186+
GV2*GS4*x*-0.4655+GV2*x*1.6360+GV4*42.7200+
GV4*x^2*-0.0441+GV4*GS6*x^2*0.0118+
GV4*GS6*x*-0.2327+GV4*GS10*x^2*-0.0055+
GV4*GS10*x*0.1298+GV4*GS4*x^2*-0.00003906+
GV4*GS4*x*0.0186+GV4*GS5*x^2*-0.0017+
GV4*GS5*x*0.0832+GV4*x*1.9280+GV4*x*idade*-0.0166+
GV6*35.9800+GV6*x^2*-0.0574+
GV6*GS7*x^2*-0.0438+GV6*GS7*x*0.6908+
GV6*GS11*x^2*-0.0180+GV6*GS11*x*-0.7584+
GV6*GS1*x^2*-0.0462+GV6*GS1*x*0.3367+
GV6*GS13*x^2*-0.4806+GV6*GS13*x*10.4700+
GV6*x*2.4250+GV6*x*idade*-0.0061)
}

```

```
## Definição de que combinações é necessária
```

```
## para criar o modelo correto
```

```

if(agroquimico=="com") {produto1 <- 1}
if(agroquimico=="sem") {produto2 <- 1}
if(solo=="GS1") {GS1 <- 1}
if(solo=="GS2") {GS2 <- 1}
if(solo=="GS3") {GS3 <- 1}
if(solo=="GS4") {GS4 <- 1}
if(solo=="GS5") {GS5 <- 1}
if(solo=="GS6") {GS6 <- 1}

```

```

if(solo=="GS7") {GS7 <- 1}
if(solo=="GS8") {GS8 <- 1}
if(solo=="GS9") {GS9 <- 1}
if(solo=="GS10") {GS10 <- 1}
if(solo=="GS11") {GS11 <- 1}
if(solo=="GS12") {GS12 <- 1}
if(solo=="GS13") {GS13 <- 1}
if(variedade=="GV1") {GV1 <- 1}
if(variedade=="GV2") {GV2 <- 1}
if(variedade=="GV3") {GV3 <- 1}
if(variedade=="GV4") {GV4 <- 1}
if(variedade=="GV5") {GV5 <- 1}
if(variedade=="GV6") {GV6 <- 1}
if(variedade=="GV7") {GV7 <- 1}

if(mensal==F) {
  ## criando a curva de ocorrência em função de
  ## temperatura
  curve(equacao(x),from=from,to=to,ylab=ylab,xlab=xlab,main=main,add=add,las=1,...)
}
else {
  ## Calculando a ocorrência por semana
  cor <- NULL
  ocorrencia <- NULL
  for(i in mes) {
    ocorrencia[i] <- equacao(x=temper[i])/4
    if(ocorrencia[i]<6) {
      cor[i] <- "blue"
    }
    else {
      cor[i] <- "red"
    }
  }
  ocorrencia <- ocorrencia
  cor <- cor

  ## Criando o Gráfico de ocorrencia por mês
  plot(ocorrencia~mes,col=cor,pch=16,xaxt="n",las=1,
       ylab="Captura semanal de machos do bicho-furão",
       xlab="Meses do ano",main=main)

```

```

lines(mes, ocorrencia, col="black", type="c")
axis(1, at=mes, labels = c("Jan", "Fev", "Mar", "Abr", "Mai", "Jun",
                           "Jul", "Ago", "Set", "Out", "Nov", "Dez"), srt=45)
legend(5, max(ocorrencia), legend=c("Nível de dano econômico",
                                     "Nível de controle",
                                     "Nível de equilíbrio"),
       bty="n", pch=c(16, -1, 16), lty=c(0, 2, 0), col=c("red", "red", "blue"))
segments(1, 6, 12, 6, lty=2, col="red")
}
}

```

Referências Bibliográficas

- ACUÑA, S. T.; BARCHINI DE GIMÉNEZ, G. Simulation model for integrated pest management of agricultural ecosystems. **Boletín de Sanidad Vegetal**, v.22, n.4, p.761–772, 1996.
- BENTO, J. M. S.; VILELA, E. F.; PARRA, J. R. P.; LEAL, W. S. Monitoramento do bicho-furão-dos-citros com feromônio sexual: bases comportamentais para utilização dessa nova estratégia. **Laranja**, v.22, n.2, p.351–366, 2001b.
- BENTO, J. M. S.; PARRA, J. R. P.; VILELA, E. F.; WALDER, J. M.; LEAL, W. S. Sexual behavior and diel activity of citrus fruit borer *Ecdytolopha aurantiana*. **Journal of Chemical Ecology**, v.27, n.10, p.2053–2065, 2001a.
- BUTT, D. J.; XU, X. M. Ventem™ - a computerised apple scab warning system for use on farms. **Integrated Control of Pome Fruit Diseases**, v.17, p.247–251, 1994.
- CARVALHO, D. R. Comparação de métodos de monitoramento e controle do bicho-furão, *Ecdytolopha aurantiana* (Lima, 1927) (Lepidoptera, Tortricidae), em citros. Piracicaba, 2003. 38p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- CHOW, T. L.; BERNARD, G. A versatile, fully automated, real-time potato late blight alert unit. **Computers and Electronics in Agriculture**, v.23, n.1, p.55–69, 1999.

- CRAWLEY, M. **Statistical computing:** an introduction to data analysis using S-Plus. Baffins Lane: John Wiley, 2002. 761p.
- ERICKSON, L. C. **The citrus industry:** production technology. Berkeley: University of California, 1973. p.86-126: The general physiology of citrus.
- ESPANHA. Ministério de Agricultura, Pesca y Alimentación. System of control, alert and valuation. Population levels of olive fly. 1: General description. **Agricultura**, v.707, p.524–531, 1991a.
- ESPANHA. Ministério de Agricultura, Pesca y Alimentación. System of control, alert and valuation. Population levels of olive fly. 2: Computer application. **Agricultura**, v.707, p.532–534, 1991b.
- FACHINELLO, J. C. Avanços com a produção integrada de pêssego. **Informe Agropecuário**, v.22, n.213, p.61–66, 2001a.
- FACHINELLO, J. C. Produção Integrada de frutas - um breve histórico. **Informe Agropecuário**, v.22, n.213, p.15–18, 2001b.
- FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. **Agrianual - 2001:** anuário da agricultura brasileira. São Paulo, 2001. 516p.
- FOCKS, D.; HAILE, D.; DANIELS, E.; MOUNT, G.A. Dynamic life table model for *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae) - Simulation and Validation. **Journal of Medical Entomology**, v.30, p.1018–1028, 1993.
- FONSECA, J. P. Combate à lagarta das laranjas, *Gymnandrosoma aurantianum* Costa Lima. **Chácaras e Quintais**, v.50, p.215–216, 1934.

- FRAGUAS, J. C.; FADINI, M. A. M.; SANHUEZA, R. M. V. Componentes básicos para elaboração de um programa de produção integrada de frutas. **Informe Agropecuário**, v.22, n.213, p.19–23, 2001.
- FUNDECITRUS. Citricultura sofre com o pior ataque de bicho furão dos últimos anos. **Revista do Fundecitrus**, v.12, n.4-5, 1996.
- FUNDECITRUS. **Manual de manejo do bicho furão**. Araraquara, 2000a. 10p.
- FUNDECITRUS. Tecnologia contra o bicho-furão. **Revista do Fundecitrus**, v.96, p.8–10, 2000b.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BASTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIN, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Manual de entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.
- GALLO, J. R.; RODRIGUEZ, O.; CAMARGO, A. P.; IGUE, T. Variações anuais na produção de frutas e concentração de macronutrientes em folhas de citros, relacionadas ao balanço hídrico meteorológico e adubação, no período de 1957 a 1975. **Bragantia**, v.36, n.27, p.271–289, 1977.
- GARCIA, M. S. Bioecologia e potencial de controle biológico de *Ecdytolopha aurantiana* (Lima, 1927) (Lepidoptera: Tortricidae), o bicho furão dos citros, através de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879. Piracicaba, 1998. 118p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

- GARCIA, M. S.; PARRA, J. R. P. Comparação de dietas artificiais, com fontes protéicas variáveis para a criação de *Ecdytolopha aurantiana* (Lima) (Lepidoptera: Tortricidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.28, p.219–232, 1999.
- GARCIA, M. S.; PARRA, J. R. P.; LAROSI, A. R.; KASTEN JUNIOR, P. Bioecology of the citrus fruit borer, and control perspectives. **Laranja**, v.19, p.249–260, 1998.
- GETZ, R. R.; POWELL, A. A.; SIMPSON, E. H.; WATSON, D. G.; ZAZUETA, F. S.; BOTTCHE, A. B. D. The Alabama freeze alert program In: COMPUTERS IN AGRICULTURAL EXTENSION PROGRAMS, St. Joseph, 1992. **Proceedings**. St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers, 1992. p.28–31, 141–146.
- GUTIERREZ, A. P.; YANINEK, J. S.; NEUENSCHWANDER, P.; ELLIS, C. K. A physiologically-based tritrophic metapopulation model of the african cassava food web. **Ecological Modelling**, v.123, p.225–242, 1999.
- GUTIERREZ, A. P.; YANINEK, J. S.; WERMELINGER, B.; HERREN, H. R.; ELLIS, C. K. Analysis of biological control of cassava pests in Africa. III. Cassava green mite *Mononychellus tanajoa*. **Journal of Applied Ecology**, v.25, p.941–950, 1988c.
- GUTIERREZ, A. P.; MARIOT, E. J.; CURE, J. R.; RIDDLE, C. S. W.; ELLIS, C. K.; VILLACORTA, A. M. A model of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) growth types I-III: Factors affecting yield. **Agricultural Systems**, v.44, p.35–63, 1994.

- GUTIERREZ, A. P.; SANTOS, W. J. dos; PIZZAMIGLIO, M. A.; VILLACORTA, A. M.; ELLIS, C. K.; FERNANDES, C. A. P.; TUTIDA, I. Modelling the interaction of cotton and the cotton boll weevil. II. Bollweevil (*Anthonomus grandis*) in Brazil. **Journal of Applied Ecology**, v.28, p.398–418, 1991a.
- GUTIERREZ, A. P.; SANTOS, W. J. dos; VILLACORTA, A.; PIZZAMIGLIO, M. A.; ELLIS, C. K.; CARVALHO, L. H.; STONE, N. D. Modelling the Interaction of Cotton and the Cotton Boll Weevil .1. A Comparison of Growth and Development of Cotton Varieties. **Journal of Applied Ecology**, v.28, n.2, p.371–397, 1991b.
- GUTIERREZ, A. P.; WERMELINGER, B.; SCHULTHESS, F.; BAUMGAERTNER, J. U.; HERREN, H. R.; ELLIS, C. K.; YANINEK, J. S. Analysis of biological control of cassava pests in Africa. I. Simulation of carbon, nitrogen and water dynamics in cassava. **Journal of Applied Ecology**, v.25, p.901–920, 1988b.
- GUTIERREZ, A. P.; NEUENSCHWANDER, P.; SCHULTHESS, F.; HERREN, H. R.; BAUMGAERTNER, J. U.; WERMELINGER, B.; LÖHR, B.; ELLIS, C. K. Analysis of biological control of cassava pests in Africa. II. Cassava mealybug *Phenacoccus manihoti*. **Journal of Applied Ecology**, v.25, p.921–940, 1988a.
- HAI, F. N. P.; MOREIRA, A. N.; LOPES, P. R. C.; FERREIRA, R. C. F.; LOPES, L. M. M.; FREIRE, L. C. L. Produção Integrada de uvas finas de mesa. **Informe Agropecuário**, v.22, n.213, p.57–60, 2001.
- IHAKA, R.; GENTLEMAN, R. R. a language for data analysis and graphics. **Journal of Computational and Graphical Statistics**, v.5, n.3, p.299–314, 1996.

- KITRON, U.; PENER, H.; COSTIN, C.; ORSHAN, L.; GREENBERG, Z.; SHALOM, U. Geographic Information-System in Malaria Surveillance - Mosquito Breeding and Imported Cases in Israel, 1992. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v.50, n.5, p.550–556, 1994.
- LEAL, W. S.; BENTO, J. M. S.; MURATA, Y.; ONO, M.; PARRA, J. R. P.; VILELA, E. F. Identification, synthesis, and field evaluation of the sex pheromone of the citrus fruit borer *Ecdytolopha aurantiana*. **Journal of Chemical Ecology**, v.27, n.10, p.2041–2051, 2001.
- LEWIS, W. J.; VAN LENTEREN, J. C.; PHATAK, S. C.; TUMLINSON, J. H. A total system approach to sustainable pest management. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA**, v.94, p.12243–12248, 1997.
- LOPES, P. R. C.; MOREIRA, A. N.; HAJI, F. N. P.; LOPES, L. M. M.; LEITE, E. M.; FREIRE, L. C. L. Produção integrada de manga. **Informe Agropecuário**, v.22, n.213, p.67–71, 2001.
- MOLINA, R. M. S. Bioecologia de duas espécies de *Trichogramma* para o controle de *Ecdytolopha aurantiana* (Lima, 1927) (Lepidoptera : Tortricidae) em citros. Piracicaba, 2003. 80p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- NAKANO, O.; SOARES, M. Bicho-furão: biologia, hábitos e controle. **Laranja**, v.16, p.209–221, 1995.
- PARRA, J. R. P. Controle biológico das pragas dos citros. **Boletim Citrícola**, v.21, p.37, 2002.
- PARRA, J. R. P.; OLIVEIRA, H. N.; PINTO, A. S. **Guia ilustrado de pragas e insetos benéficos dos citros**. Piracicaba: A. S. Pinto, 2003. 140p.

- PARRA, J. R. P.; KASTEN JR., P.; MOLINA, R. M. S.; HADDAD, M. L. Efeito do pH no desenvolvimento do bicho-furão. **Laranja**, v.22, n.2, p.299–320, 2001.
- PINTO, W. B. S. “Bicho-furão” considerado hoje uma das principais pragas da nossa citricultura. **Laranja**, v.38, p.4–5, 1994.
- PINTO, W. B. S. “Bicho-furão”: catação reduz infestação. **Laranja**, v.44, p.13, 1996.
- PRATES, H. S. Resultados recentes do controle do bicho-furão - lagarta da mariposa das laranjas - *Gymnandrosoma aurantianum* (Lima, 1972) em citros. **Informativo Coopercitrus**, v.8, p.20–21, 1992.
- PRATES, H. S.; PINTO, W. B. S. “Bicho-furão” - um grave problema para a citricultura paulista. **Laranja**, v.12, n.2, p.425–434, 1991a.
- PRATES, H. S.; PINTO, W. B. S. Controle do “bicho furão” na citricultura. **Informativo Coopercitrus**, v.60, p.18–24, 1991b.
- PRATES, H. S.; PINTO, W. B. S. Ocorrência do bicho-furão nas principais regiões citrícolas paulistas. **Laranja**, v.16, n.1, p.237–242, 1995.
- PRATES, H. S.; PINTO, W. B. D. S.; CAETANO, A. A. Controle da “Mariposa das laranjas” - *Gymnandrosoma aurantianum* Lima, 1927 (Lepidoptera: Olethreutidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 6, Recife, 1981. **Resumos**. Recife: SBF, 1981. p.552–557.
- SILVA, A. S.; PESSOA, M. C. P. Y.; FERRACINI, V. L.; CHAIM, A.; SILVA, C. M. S.; HERMES, L. C. Produção Integrada de frutas - o que é? **Informe Agropecuário**, v.22, n.213, p.5–14, 2001.

- TUBELIS, A.; SALIBE, A. A. Relações entre a produção de laranja Hamlin e as precipitações mensais no altiplano de Botucatu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.24, n.7, p.801–806, 1989.
- TUBELIS, A.; SALIBE, A. A. Relações entre a produção de laranja Baianinha, a idade e as precipitações mensais no altiplano de Botucatu, SP. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.27, n.5, p.703–707, 1992.
- TUBELIS, A.; SALIBE, A. A.; PESSIM, G. Relações entre a produção de laranja “Westin” e as precipitações em Botucatu, SP. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.5, p.771–779, 1999.
- VASCONCELOS, R.; TARIFA, J. R. Estimativas e representação das temperaturas no Brasil. **Revista do Departamento de Geografia da USP**, v.2, p.19–43, 1983.
- VILELA, E. F.; DELLA LUCIA, T. M. C. **Feromônios de insetos:** biologia, química e aplicação. 2. ed. Ribeirão Preto: Holos, 2001. 206p.
- ZUCCHI, R. A.; SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O. **Guia de identificação de pragas agrícolas.** Piracicaba: FEALQ, 1993. 193p.

APÊNDICES

Programa de envelopes utilizado para verificar o ajuste do modelo.

```
#####
## rdiagnostic
#####
## rdiagnostic é um programa que utiliza envelopes de confiança para
## ajudar na análise de resíduos.
#####

rdiagnostic <- function(model,nmodels=NULL) {
  if(model$family$family=="gaussian")
    main="Modelo Normal"
  else
    if(model$family$family=="poisson")
      main="Modelo Poisson"
    else
      if(model$family$family=="quasipoisson")
        main="Modelo QuasiPoisson"
      else
        if(model$family$family=="quasibinomial")
          main="Modelo QuasiBinomial"
        else
          if(model$family$family=="binomial")
            main="Modelo Binomial"
          else
            if(model$family$family=="Gamma")
              main="Modelo Gamma"
            else
              main="Modelo Binomial Negativo"
  if(is.null(nmodels))
    par()
  else
    par(mfrow=c(nmodels,2))
  par(pty="s",cex.axis=1.5,cex.lab=1.5)
# for(i in model) {
#
#Para Normal
  if(model$family$family=="gaussian") {
    X <- model.matrix(model)
    n <- nrow(X)
```

```

p <- ncol(X)
H <- X%*%solve(t(X)%*%X)%*%t(X)
h <- diag(H)
si <- lm.influence(model)$sigma
r <- resid(model)
tsi <- r/(si*sqrt(1-h))
ident <- diag(n)
epsilon <- matrix(0,n,100)
e <- matrix(0,n,100)
e1 <- numeric(n)
e2 <- numeric(n)
for(i in 1:100){
  epsilon[,i] <- rnorm(n,0,1)
  e[,i] <- (ident - H)%*%epsilon[,i]
  u <- diag(ident - H)
  e[,i] <- e[,i]/sqrt(u)
  e[,i] <- sort(e[,i]) }
for(i in 1:n){
  eo <- sort(e[i,])
  e1[i] <- eo[5]
  e2[i] <- eo[95] }
med <- apply(e,1,mean)
faixa <- range(tsi,e1,e2)
qqnorm(tsi,xlab="Theoretical Quantiles",
       ylab="Std. deviance resid.", main=main, ylim=faixa, pch=1)
par(new=T)
qqnorm(e1,axes=F,xlab="",ylab="",ylim=faixa,main="",type="l",lty=1)
par(new=T)
qqnorm(e2,axes=F,xlab="",ylab="",ylim=faixa,main="", type="l",lty=1)
par(new=T)
qqnorm(med,axes=F,xlab="",ylab="",ylim=faixa,main="",type="l",lty=2)
mtext("Normal Q-Q plot", 3, 0.25)
}
else

                                     #Para Poisson

if(model$family$family=="poisson") {
  X <- model.matrix(model)
  n <- nrow(X)
  p <- ncol(X)
  w <- model$weights

```



```

W <- diag(w)
H <- solve(t(X)%*%W%*%X)
H <- sqrt(W)%*%X%*%H%*%t(X)%*%sqrt(W)
h <- diag(H)
td <- resid(model,type="deviance")/sqrt(1-h)
e <- matrix(0,n,100)
for(i in 1:100){
  nresp <- rpois(n, fitted(model))
  fit <- glm(nresp ~ X, family=poisson,maxit=1000)
  w <- fit$weights
  W <- diag(w)
  H <- solve(t(X)%*%W%*%X)
  H <- sqrt(W)%*%X%*%H%*%t(X)%*%sqrt(W)
  h <- diag(H)
  e[,i] <- sort(resid(fit,type="deviance")/sqrt(1-h))}
e1 <- numeric(n)
e2 <- numeric(n)
for(i in 1:n){
  eo <- sort(e[i,])
  e1[i] <- eo[5]
  e2[i] <- eo[95]}
med <- apply(e,1,mean)
faixa <- range(td,e1,e2)
qqnorm(td,xlab="Theoretical Quantiles",
        ylab="Std. deviance resid.", ylim=faixa,main=main,pch=1)
par(new=T)
qqnorm(e1,axes=F,xlab="",ylab="",type="l",ylim=faixa,main="",lty=1)
par(new=T)
qqnorm(e2,axes=F,xlab="",ylab="",type="l",ylim=faixa,main="",lty=1)
par(new=T)
qqnorm(med,axes=F,xlab="",ylab="",type="l",ylim=faixa,main="",lty=2)
mtext("Normal Q-Q plot",3,0.25)
}
else

# Para QuasiPoisson

if(model$family$family=="quasipoisson") {
  print("Função ainda não implementada")
}
else

# Para QuasiBinomial

```

```

if(model$family$family=="quasibinomial") {
  print("Função ainda não implementada")
}
else

                                #Para Binomial

if(model$family$family=="binomial") {
  X <- model.matrix(model)
  n <- nrow(X)
  p <- ncol(X)
  w <- model$weights
  W <- diag(w)
  H <- solve(t(X)%*%W%*%X)
  H <- sqrt(W)%*%X%*%H%*%t(X)%*%sqrt(W)
  h <- diag(H)
  td <- resid(model,type="deviance")/sqrt(1-h)
  e <- matrix(0,n,100)
  for(i in 1:100){
    dif <- runif(n) - fitted(model)
    dif[ dif >= 0 ] <- 0
    dif[ dif < 0] <- 1
    nresp <- dif
    fit <- glm(nresp ~ X, family=binomial,maxit=1000)
    w <- fit$weights
    W <- diag(w)
    H <- solve(t(X)%*%W%*%X)
    H <- sqrt(W)%*%X%*%H%*%t(X)%*%sqrt(W)
    h <- diag(H)
    e[,i] <- sort(resid(fit,type="deviance")/sqrt(1-h))}
  e1 <- numeric(n)
  e2 <- numeric(n)
  for(i in 1:n){
    eo <- sort(e[i,])
    e1[i] <- eo[5]
    e2[i] <- eo[95]}
  med <- apply(e,1,mean)
  faixa <- range(td,e1,e2)
  qqnorm(td,xlab="Theoretical Quantiles",
          ylab="Std. deviance resid.", ylim=faixa, main=main,pch=1)
  par(new=T)
  qqnorm(e1,axes=F,xlab="",ylab="",type="l",ylim=faixa,main="",lty=1)

```

```

par(new=T)
qqnorm(e2, axes=F, xlab="", ylab="", type="l", ylim=faixa, main="", lty=1)
par(new=T)
qqnorm(med, axes=F, xlab="", ylab="", type="l", ylim=faixa, main="", lty=2)
mtext("Normal Q-Q plot", 3, 0.25)
}
else

                                # Para Gamma

if(model$family$family=="Gamma") {
  X <- model.matrix(model)
  n <- nrow(X)
  p <- ncol(X)
  w <- model$weights
  W <- diag(w)
  H <- solve(t(X)%*%W%*%X)
  H <- sqrt(W)%*%X%*%H%*%t(X)%*%sqrt(W)
  h <- diag(H)
  ro <- resid(model, type="response")
  fi <- (n-p)/sum((ro/(fitted(model)))^2)
  td <- resid(model, type="deviance")*sqrt(fi/(1-h))
  e <- matrix(0, n, 100)
  for(i in 1:100){
    resp <- rgamma(n, fi)
    resp <- (fitted(model)/fi)*resp
    fit <- glm(resp ~ X, family=Gamma(link=log), maxit=1000)
    w <- fit$weights
    W <- diag(w)
    H <- solve(t(X)%*%W%*%X)
    H <- sqrt(W)%*%X%*%H%*%t(X)%*%sqrt(W)
    h <- diag(H)
    ro <- resid(fit, type="response")
    phi <- (n-p)/sum((ro/(fitted(fit)))^2)
    e[, i] <- sort(resid(fit, type="deviance")*sqrt(phi/(1-h)))}
  e1 <- numeric(n)
  e2 <- numeric(n)
  for(i in 1:n){
    eo <- sort(e[i,])
    e1[i] <- eo[5]
    e2[i] <- eo[95]}
  med <- apply(e, 1, mean)

```

```

faixa <- range(td,e1,e2)
qqnorm(td,xlab="Theoretical Quantiles",
        ylab="Std. deviance resid.", ylim=faixa,main=main, pch=1)
par(new=T)
qqnorm(e1,axes=F,xlab="",ylab="",type="l",ylim=faixa,main="",lty=1)
par(new=T)
qqnorm(e2,axes=F,xlab="",ylab="", type="l",ylim=faixa,main="",lty=1)
par(new=T)
qqnorm(med,axes=F,xlab="", ylab="", type="l",ylim=faixa,main="",lty=2)
mtext("Normal Q-Q plot", 3, 0.25)
}
else

                                #Para Binomial Negativa
{
  library(MASS)
  X <- model.matrix(model)
  n <- nrow(X)
  p <- ncol(X)
  fi <- model$theta
  w <- fi*fitted(model)/(fi + fitted(model))
  W <- diag(w)
  H <- solve(t(X)%*%W%*%X)
  H <- sqrt(W)%*%X%*%H%*%t(X)%*%sqrt(W)
  h <- diag(H)
  td <- resid(model,type="deviance")/sqrt(1-h)
  fi <- model$theta
  e <- matrix(0,n,100)
  for(i in 1:100){
    resp <- rnegbin(n, fitted(model), fi)
    fit <- glm.nb(resp ~ X,maxit=1000)
    w <- fit$weights
    W <- diag(w)
    H <- solve(t(X)%*%W%*%X)
    H <- sqrt(W)%*%X%*%H%*%t(X)%*%sqrt(W)
    h <- diag(H)
    e[,i] <- sort(resid(fit,type="deviance")/sqrt(1-h))}
  e1 <- numeric(n)
  e2 <- numeric(n)
  for(i in 1:n){
    eo <- sort(e[i,])

```

```

      e1[i] <- eo[5]
      e2[i] <- eo[95]}
med <- apply(e,1,mean)
faixa <- range(td,e1,e2)
qqnorm(td,xlab="Theoretical Quantiles",
        ylab="Std. deviance resid.", ylim=faixa,main=main, pch=1)
par(new=T)
qqnorm(e1,axes=F,xlab="",ylab="",type="l",ylim=faixa,main="",lty=1)
par(new=T)
qqnorm(e2,axes=F,xlab="",ylab="",type="l",ylim=faixa,main="",lty=1)
par(new=T)
qqnorm(med,axes=F,xlab="",ylab="",type="l",ylim=faixa,main="",lty=2)
mtext("Normal Q-Q plot", 3, 0.25)
}
plot(model,which=1:1,main=main)
}
#}

```