

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**INFESTAÇÃO DA CIGARRINHA-DAS-RAÍZES (*Mahanarva* spp.)
(HEMIPTERA: CERCOPIDAE) EM CANA-DE-AÇÚCAR E
PLANEJAMENTO AMOSTRAL EM DIFERENTES FORMAS DA
PAISAGEM**

Thais Tanan de Oliveira Revoredo
Bióloga

Jaboticabal – São Paulo – Brasil
Dezembro - 2015

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**INFESTAÇÃO DA CIGARRINHA-DAS-RAÍZES (*Mahanarva* spp.)
(HEMIPTERA: CERCOPIDAE) EM CANA-DE-AÇÚCAR E
PLANEJAMENTO AMOSTRAL EM DIFERENTES FORMAS DA
PAISAGEM**

Thais Tanan de Oliveira Revoredo

Orientador: Prof. Dr. Odair Aparecido Fernandes

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Entomologia Agrícola).

Jaboticabal – São Paulo – Brasil

Dezembro - 2015

R454i Revoredo, Thais Tanan de Oliveira
Infestação da cigarrinha-das-raízes (*Mahanarva* spp.) (Hemiptera: Cercopidae) em cana-de-açúcar e planejamento amostral em diferentes formas da paisagem / Thais Tanan de Oliveira Revoredo. – Jaboticabal, 2015
ix, 38 p. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2015
Orientadora: Odair Aparecido Fernandes
Banca examinadora: Marta Maria Rossi, Arlindo Leal Boiça Junior
Bibliografia

1. Ecofisiologia da paisagem. 2. Relevo. 3. Umidade. 4. Amostragem. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 595.7:591.5

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: INFESTAÇÃO DA CIGARRINHA-DAS-RAÍZES (*Mahanarva* spp.) (HEMIPTERA: CERCOPIDAE) EM CANA-DE-AÇÚCAR E PLANEJAMENTO AMOSTRAL EM DIFERENTES FORMAS DA PAISAGEM

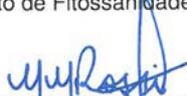
AUTORA: THAIS TANAN DE OLIVEIRA REVOREDO

ORIENTADOR: Prof. Dr. ODAIR APARECIDO FERNANDES

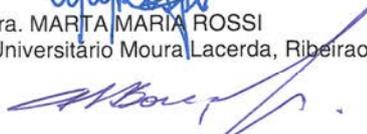
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA (ENTOMOLOGIA AGRÍCOLA), pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. ODAIR APARECIDO FERNANDES
Departamento de Fitossanidade / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal



Profa. Dra. MARTA MARIA ROSSI
Centro Universitário Moura Lacerda, Ribeirão Preto/SP



Prof. Dr. ARLINDO LEAL BOICA JUNIOR
Departamento de Fitossanidade / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Data da realização: 10 de dezembro de 2015.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

THAIS TANAN DE OLIVEIRA REVOREDO- Nasceu em 24 de março de 1986, na cidade de Pojuca, BA. Formou-se em Licenciatura em Ciências Biológicas (2007) na Faculdade de Educação São Luis em Jaboticabal/SP e Bacharel em Ciências Biológicas (2009) no Centro Universitário de Araraquara/SP. Durante o período de 2005 a 2008 trabalhou no Laboratório de Ecologia Aplicada, sob supervisão do Prof. Dr. Odair Aparecido Fernandes, atuando em projetos de ecologia dos insetos com vistas ao aprimoramento de programas de controle biológico e manejo integrado de pragas em agroecossistemas. No período de 2008 a 2009 fez estágio na empresa Dow AgroSciences sob a supervisão do Dr. Antonio Cesar dos Santos. Teve experiência profissional na Gravena Ltda. (2010 – 2011), em Jaboticabal São Paulo. Desde 2011 trabalha na empresa HERBAE – Consultoria e projetos agrícolas Ltda. Ingressou em agosto de 2013 no curso de mestrado do programa de Pós Graduação em Agronomia (Entomologia Agrícola) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal, sob orientação do Prof. Dr. Odair Aparecido Fernandes.

Todas as coisas, na Terra, passam...
Os dias de dificuldades, passarão...
Passarão também os dias de amargura e solidão...
As dores e as lágrimas passarão.
As frustrações que nos fazem chorar... um dia passarão.
A saudade do ser querido que está longe, passará.

Dias de tristeza... Dias de felicidade...
São lições necessárias que, na Terra, passam, deixando no espírito imortal as
experiências acumuladas.

Se hoje, para nós, é um desses dias repletos de amargura, paremos um instante.

Elevemos o pensamento ao Alto, e busquemos a voz suave da Mãe amorosa a nos
dizer carinhosamente: isso também passará...

E guardemos a certeza, pelas próprias dificuldades já superadas, que não há mal
que dure para sempre.

O planeta Terra, semelhante a enorme embarcação, às vezes parece que vai
soçobrar diante das turbulências de gigantescas ondas.

Mas isso também passará, porque Jesus está no leme dessa Nau, e segue com o
olhar sereno de quem guarda a certeza de que a agitação faz parte do roteiro
evolutivo da humanidade, e que um dia também passará...

Ele sabe que a Terra chegará a porto seguro, porque essa é a sua destinação.

Assim, façamos a nossa parte o melhor que pudermos, sem esmorecimento, e
confiemos em Deus, aproveitando cada segundo, cada minuto que, por certo...
também passarão..."

" Tudo passa.....exceto DEUS!"
Deus é o suficiente!

Autor: Emmanuel
Psicografia: Chico Xavier -

Aos meus pais Edivaldo “in memoriam” e Marlene, pela educação que me proporcionaram, por todo o amor, ensinamentos e serem exemplos no meu dia-a-dia. Ainda, no meu coração existe uma gratidão infinita pela minha mãezinha, por todo apoio ao longo da minha vida, principalmente, pelo auxílio nos momentos difíceis.

A Tia Nilza por todo carinho, amizade e atenção durante todos esses anos.

Ao meu marido Daniel pelo incentivo, confiança, amor, paciência, ajuda e companheirismo para a realização deste trabalho. Aos meus pimpolhos Lili e Pingo por proporcionar alegria infinita.

Ao Prof. Odair pela confiança, atenção dispensada, ensinamentos compartilhados, amizade e participação no meu desenvolvimento.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Ao grande arquiteto do Universo, pela oportunidade de amadurecimento nesta escola da vida chamada Terra.

Ao Prof. Newton Nunes e sua esposa Nina por todo o carinho e pelos ensinamentos transmitidos do Evangelho no qual estamos juntos desde janeiro de 2013. Muito grata por ter pessoas como vocês na minha vida.

Ao Diego Siqueira por toda a atenção dispensada e pela grande contribuição durante toda a elaboração do presente trabalho.

Ao Tiago P. Salgado pelo apoio proporcionado durante o mestrado.

Ao Marcos A. Kuva pelo grande incentivo no desenvolvimento do presente trabalho.

Aos eternos amigos Elis C. Vilarinho, Cherre S. B. da Silva, Adriana Generoso, Juliana Alonso, Maria A. Bernardes, Alexandre Menezes, Daniel Caixeta, Tiago R. Lohman, José Rossato Junior, Andrea Varella pela excelente convivência, trabalho em equipe, prontidão em ajudar e conversas valiosas. Saudades daquele tempo!

À Usina Bunge, em especial ao Carlos Daniel, pela disponibilização das informações para a realização do presente trabalho.

À toda família Tanan pelo carinho. Por mais que estejamos a aproximadamente 2 mil km de distância sempre procuram saber como estou.

À família Revoredo, em especial ao Sr. Donizeti, Maria Aparecida, Marcos Revoredo, Alessandra Revoredo, Paulo Henrique Revoredo e Gabriel Revoredo pelo apoio e carinho durante esta jornada.

À Éllen Rimkevicius Carbognin por todo auxílio ao longo do mestrado, além da amizade, carinho e conversas descontraídas.

Aos amigos Carlos De Toffoli, Priscila Dornellas e Devair Gonçalves pelo bom convívio, ajuda nos momentos difíceis e por dividirem momentos de alegrias.

Ao Tiago Ferreira por todo auxílio nos momentos difíceis e alegrias compartilhadas.

Aos casal de amigos Cristiane M. dos Santos Mello e Isac F. de Mello pela agradável convivência e amizade.

Às bibliotecárias Luciane Meire Ribeiro pela pronta ajuda e agilidade.

A todas as pessoas que contribuíram com este estudo de forma direta e indireta.

Meus sinceros agradecimentos!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	II
ABSTRACT.....	III
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. CIGARRINHA-DA-RAIZ, <i>MAHANARVA</i> SPP. (HEMIPTERA: CERCOPIDAE)	3
2.1.1. Bioecologia.....	3
2.1.2. Espécies de cigarrinhas das raízes	5
2.1.3. Injúrias e Prejuízos.....	6
2.1.4. Amostragem.....	7
2.2. ECOFISIOLOGIA DA PAISAGEM.....	8
2.2.1. Planalto Ocidental Paulista: relação da geologia com a forma da paisagem.....	8
2.2.2. Relação solo-paisagem: espessura do horizonte A+E em Argissolos	11
3. MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO	12
3.2. AVALIAÇÃO DA INFESTAÇÃO DA PRAGA	14
3.3. CLASSIFICAÇÃO DO RELEVO	15
3.4. ANÁLISE DOS DADOS.....	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5. CONCLUSÕES	28
6. REFERÊNCIAS.....	29
7. ANEXO 1.....	37

**INFESTAÇÃO DA CIGARRINHA-DAS-RAÍZES (*Mahanarva* spp.) (HEMIPTERA:
CERCOPIDAE) EM CANA-DE-AÇÚCAR E PLANEJAMENTO AMOSTRAL EM
DIFERENTES FORMAS DA PAISAGEM**

RESUMO – A ecofisiologia da paisagem pode indicar quais fatores abióticos podem favorecer as populações de insetos-praga. Isso já foi evidenciado na Europa. A hipótese é que a paisagem pode ser considerada no planejamento de controle da cigarrinha-da-raiz no setor sucroenergético. O objetivo do estudo foi determinar a influência de diferentes ecofisiologias da paisagem na infestação de *Mahanarva* spp. em cana-de-açúcar. Avaliações realizadas em novembro de 2011 e 2012 obtidas de 110 áreas na região norte do Estado de São Paulo e em novembro de 2010 a 2013 obtidas de 294 áreas no sudoeste do Estado de Minas Gerais foram analisadas. A forma da paisagem em que as áreas estavam inseridas foi classificada como côncava (CC) e convexa (CX). Também foi avaliada a relação entre a infestação de cigarrinha-das-raízes e o rio. Os dados de infestação em cada forma de paisagem foram submetidos à análise de variância utilizando modelos mistos. Os valores do coeficiente de variação e erro foram utilizados no cálculo do número necessário de pontos para observação das formas CC e CX. A infestação de cigarrinhas-das-raízes não é maior em áreas próximas do rio quando comparadas as áreas distante do rio. A infestação inicial de ninfas é maior na forma côncava (10,58 e 0,43 ninfas m⁻¹) do que na forma convexa (5,03 e 0,37 ninfas m⁻¹), para o norte do estado de São Paulo e sudoeste de Minas Gerais. O planejamento amostral indica que para as áreas presentes na forma côncava são necessárias 2 pontos de observação de ninfas (1 m ha⁻¹) enquanto para as áreas na forma convexa são necessárias 3 observações.

Palavras-chave: ecofisiologia da paisagem, relevo, umidade, amostragem.

INFESTATION OF FROGHOPPER (*Mahanarva* spp.) (HEMIPTERA: CERCOPIDAE) IN SUGARCANE AND SAMPLE DESIGN IN DIFFERENT LANDSCAPE FORMS

ABSTRACT – The landscape ecophysiology may indicate which abiotic factors may favor insect pest population. This was already evidenced in Europe. The hypothesis is that the landscape can be considered to plan the control of frog hopper in the sugarcane industry. The aim of this study was to determine the influence different landscape ecophysiologicals on the infestation of *Mahanarva* spp. in sugarcane. Scouting data collected in november 2011 and 2012 from 110 areas of São Paulo State Northern region and november of 2010 to 2013 from 294 areas of Minas Gerais State Southwestern region were analyzed. The landscape form in which the areas were located was classified as concave (CC) or convex (CX). It was also evaluated the relationship between levels of frog hopper infestation and proximity to the river. Data of infestation in each form of landscape were subjected to analysis of variance using mixed models. The values of the coefficient of variation and error were used to calculate the required number of points to sample for the CC and CX forms. The infestation of frog hopper was not greater in areas closer to the river when compared to more distant areas. The initial infestation of nymphs is higher in the concave shape (10.58 and 0.43 nymphs m⁻¹) than in the convex shape (5.03 and 0.37 nymph m⁻¹) for the northern region of São Paulo State and southwestern region of Minas Gerais State, respectively. The sample planning indicates that for areas within concave-shaped landscapes it is necessary 2 points for nymph evaluation (1 m h⁻¹) whereas for convex-shaped forms 3 observations are necessary.

Index Terms: landscape ecophysiology; relief; humidity; sampling.

1. INTRODUÇÃO

As cigarrinhas-das-raízes, *Mahanarva fimbriolata* (Stål), *Mahanarva spectabilis* (Distant) e uma espécie ainda não determinada, *Mahanarva* sp. (Hemiptera: Cercopidae), representam importantes pragas agrícolas da cultura da cana-de-açúcar (DINARDO-MIRANDA, 2014). *Mahanarva fimbriolata*, particularmente, foi relatada desde os Estados Unidos até o Sudeste do Brasil (PECK; MORALES; CASTRO, 2004) e pode ser responsável por perdas de até 44,8% na produtividade agrícola (DINARDO-MIRANDA; GARCIA; COELHO, 2001) e na qualidade da matéria-prima, com reduções de até 30% no teor de sacarose (DINARDO-MIRANDA et al., 2000).

A mudança do sistema de colheita da cana-de-açúcar manual com queimada da palha para o mecanizado sem queimada favorece a praga, pois o fogo elimina todas as formas biológicas desse inseto além da própria palha da cultura. A palha contribui para a manutenção da umidade do solo, e assim, contribui para a sobrevivência de ovos em diapausa no inverno e, conseqüente, para o aumento populacional desta praga (DINARDO-MIRANDA, 2003; DINARDO-MIRANDA, 2004). Assim, o aprimoramento das táticas de manejo das cigarrinhas-das-raízes é fundamental para redução das perdas e para o crescimento sustentável das matrizes sucroenergéticas e produção de energia alternativa.

Há diversas táticas para o manejo das cigarrinha-das-raízes como o controle químico, biológico e o cultural (DINARDO-MIRANDA et al., 2000; DINARDO-MIRANDA; FERREIRA, 2003, DINARDO-MIRANDA; COELHO; FERREIRA, 2004; DINARDO-MIRANDA; PIVETTA; FRACASSO, 2006; PEIXOTO et al., 2009; SURIANO; SEGATO, 2009). Entretanto, a ecofisiologia da paisagem poderia ser incluída na tomada de decisão. Por exemplo, já se verificou a influência do manejo da cultura em torno da área foco, áreas não produtivas (matas remanescente) em torno de áreas produtivas e ambientes naturais na ocorrência espacial e temporal das pragas agrícolas (KRUESS; TSCHARNTKE, 1994; THIES; STEFFAN-DEWENTER; TSCHARNTKE, 2003; RICCI et al., 2009), bem como a interação inseto-planta em ambientes naturais (SOARES, 2006). Outros elementos da ecofisiologia da paisagem que podem ser considerados, além de matas e diferentes cultivos agrícolas, são áreas próximas de rios e a forma do relevo. Com relação ao elemento rio, o solo das áreas próximas a esta fonte de água pode apresentar-se

mais úmido e favorecer a infestação das cigarrinhas, já que em condições de solo seco as ninfas de cercopídeos atrasam a eclosão (KING, 1975).

O elemento forma do relevo tem sido utilizado para identificação de áreas com diferentes potenciais de produtividade e qualidade de laranja (SIQUEIRA; MARQUES JUNIOR; PEREIRA, 2010), café (SANCHEZ et al., 2012; POLLO, 2013), cana-de-açúcar (MARQUES et al., 2014; SANCHEZ NETO, 2015) e planejamento amostral (MONTANARI et al., 2005) no Planalto Ocidental Paulista. No entanto, o efeito da forma do relevo sobre a ocorrência de pragas ainda é pouco estudado. Durante o período seco que ocorre, aproximadamente, de maio a setembro no sudeste brasileiro, os ovos das cigarrinhas permanecem no solo em estado de diapausa. Com o início do período úmido, ocorre a eclosão das ninfas (DINARDO-MIRANDA; PIVETTA; FRACASSO, 2008). Durante este período pode-se verificar até três gerações da cigarrinha-das-raízes (STINGEL, 2005; GARCIA; BOTELHO; PARRA, 2006). Portanto, áreas com maior umidade poderiam beneficiar o desenvolvimento tanto da cultura como das populações da cigarrinha-das-raízes.

Independente da estratégia de manejo das cigarrinha-das-raízes, o levantamento das informações sobre o nível populacional da praga no campo é fundamental (STINGEL, 2005; DINARDO-MIRANDA et al., 2007). Algumas propostas propõem planejamento amostral diferenciada para período seco e úmido (SILVA et al., 2014). A utilização da forma do relevo para definição de planos amostrais de pragas, especialmente as de solo ou que possuem parte do seu ciclo de vida no solo, pode auxiliar no levantamento de informações relevantes e definição de práticas de manejo mais eficazes e sustentáveis.

Assim, considerando que a umidade é um fator abiótico importante no ciclo da praga, o objetivo deste trabalho foi avaliar se a ecofisiologia da paisagem como as áreas próximas do rio (menor distância do leito) e a forma do relevo afetam a infestação inicial de ninfas e adultos das cigarrinhas-das-raízes (*Mahanarva* spp.), bem como, estabelecer planejamento amostral.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Cigarrinha-da-raiz, *Mahanarva* spp. (Hemiptera: Cercopidae)

2.1.1. Bioecologia

Até meados da década de 1990, os níveis populacionais de *M. fimbriolata* podiam ser considerados de importância secundária, principalmente devido a despalha a fogo (DINARDO-MIRANDA, 2003). O fogo usado no canavial destrói as formas biológicas do inseto, em especial os ovos em diapausa que estão em quantidade maior no período de colheita na região Centro-Sul (BALBO JR; MOSSIM, 1999; DINARDO-MIRANDA, 1999). O fogo também elimina a palha do ambiente, o que desfavorece o desenvolvimento do inseto, (NOVARETTI et al., 2001), pois, a ausência de palha diminui a umidade do solo.

Em decorrência do aumento da colheita mecânica nas áreas de cultivo de cana-de-açúcar, a quantidade de matéria seca depositada na superfície do solo pode chegar a 15,8 toneladas por hectare (CENTRO DE TECNOLOGIA COPERSUCAR, 1993). Com essa nova prática no manejo, houve alterações no perfil das pragas da cultura, principalmente no que se refere à composição das diferentes espécies e densidades populacionais (BALBO, 1991; ARRIGONI, 1999; DINARDO-MIRANDA, 2002). Dentre as pragas que se destacam está a cigarrinha-das-raízes, *M. fimbriolata* (DINARDO-MIRANDA; GARCIA; COELHO, 2001), cujas populações aumentaram consideravelmente em muitas regiões (MACEDO CAMPOS; ARAUJO, 1997). Com isso, em um curto espaço de tempo, a cigarrinha-das-raízes tornou-se praga-chave da cultura (MACEDO, 2002).

Os principais fatores que beneficiaram o inseto neste novo ambiente foram a maior quantidade de raízes superficiais e, assim, dos locais de alimentação das ninfas. Ainda, a palha, que confere maior proteção das formas imaturas contra o ressecamento, mantém a temperatura mais estável e eleva a umidade do solo, o que favorece a cigarrinha-das-raízes (DINARDO-MIRANDA, 2003).

A cigarrinha-das-raízes passa por três estágios biológicos durante o seu desenvolvimento, ou seja, apresenta o desenvolvimento hemimetabólico (TERÁN, 1987). Os ovos são pouco visíveis a campo, pois, são diminutos e são colocados pelas fêmeas das cigarrinhas em locais protegidos no solo (TERÁN, 1987). São fusiformes, de coloração amarela e medem aproximadamente 1 mm de comprimento por 0,25 mm de largura. O opérculo é presente na porção anterior que é mais afilada

e ocupa cerca de um terço do comprimento total (MOREIRA, 1925). O período de incubação quando os ovos não estão em diapausa varia de 15 a 25 dias.

As ninfas, ao eclodirem, se deslocam para as raízes e radículas da planta para sugar a seiva e permanecem assim durante todo o período de desenvolvimento que pode durar 20 a 70 dias dependendo das condições microclimáticas do ambiente do solo (STINGEL, 2005). As ninfas medem 1 mm de comprimento ao eclodirem e atingem cerca de 10 mm de comprimento, após passarem por cinco ínstaes (MOREIRA, 1925; MARICONI, 1963). De forma semelhante a outros cercopídeos, a ninfa das cigarrinhas-das-raízes fica envolta por espuma. Essa espuma é formada pelos líquidos eliminados pelo ânus e uma substância expelida pelas glândulas hipodérmicas localizadas nos 7°. e 8°. urômeros, denominadas de glândulas de “Bateli”. O aspecto adquirido ou caracterizado por espuma é devido as bolhas de ar formadas pelo canal respiratório localizado na região ventral da ninfa e são distribuídas por todo o corpo do inseto por movimentos circulares na extremidade do abdome (MOREIRA, 1921; COSTA LIMA, 1942; BORROR; DELONG, 1969; FEWKES, 1969). A espuma deixa de ser produzida pouco antes da última ecdise e forma uma cavidade no interior em função da evaporação do líquido, onde a ninfa passa para a fase adulta (COSTA LIMA, 1942). Ainda, a espuma é citada como proteção das ninfas contra dessecação (GUAGLIUMI, 1972/1973) e contra inimigos naturais (MOREIRA, 1921; GUAGLIUMI, 1972/1973).

Os adultos podem variar de 11 a 13 mm de comprimento por 5 a 6,5 mm de largura, sendo que as fêmeas são maiores que os indivíduos machos (MOREIRA, 1921; GUAGLIUMI, 1972/1973). Os adultos apresentam pernas posteriores adaptadas para saltar e utilizam esse recurso para seu deslocamento entre plantas. Aparentemente, o vôo está relacionado à dispersão (MENDONÇA, 1996) e, geralmente, é de curta distância (GUAGLIUMI, 1972/1973). Os adultos são encontrados na parte aérea das plantas e alimentam-se da seiva das folhas e das partes verdes do colmo (GUAGLIUMI, 1972/1973). O acasalamento ocorre a qualquer hora do dia ou noite (FEWKES, 1969) e, inicia-se poucas horas após a emergência dos adultos (FREIRE; SOUTO; MARQUES, 1968). Desta forma, na época úmida do ano, as fêmeas têm as touceiras das plantas, bainhas secas ou outros resíduos vegetais e até mesmo o solo próximo aos colmos como substratos para oviposição (GUAGLIUMI, 1972/1973). Moreira (1925) e Freire; Souto; Marques (1968) relataram que uma fêmea pode colocar até 120 e 147 ovos, respectivamente.

Em laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$; $70 \pm 10\%$ RH; e 14-horas fotofase), Garcia et al. (2006) observaram fecundidade média de 342 ovos por fêmea. A longevidade média dos adultos varia de 8 a 23 dias (FREIRE; SOUTO; MARQUES, 1968; MENDONÇA, 1996; GARCIA, 2002).

Em 1987, Terán observou que o ciclo biológico completo de *M. fimbriolata* pode variar de 63 a 79 dias. Por outro lado, Guagliumi (1972/1973) mencionou um período superior a 90 dias, enquanto que Zucchi; Silveira Neto; Nakano (1993) observaram um período mais curto, entre 30 e 40 dias. Em condições de laboratório, a duração média variou entre 59 e 65 dias (GARCIA, 2002).

2.1.2. Espécies de cigarrinhas das raízes

A principal espécie de cigarrinha-da-raiz relatada na região centro-sul do país é *M. fimbriolata* (DINARDO-MIRANDA, 2014) e foi assim relatada como até recentemente. Entretanto, Alves e Carvalho (2014) relataram pela primeira vez a ocorrência das espécies *M. spectabilis* e *Mahanarva litura* (Le Peletier e Serville) na região de Goianésia (GO). Ainda em 2014, Dinardo-Miranda relatou a presença de três espécies: *M. fimbriolata*, *M. spectabilis* e uma outra ainda não identificada, *Mahanarva* sp., encontradas na região Centro-Sul do Brasil. A espécie *M. fimbriolata* foi encontrada em apenas 4% das amostras, nos estados de São Paulo e Minas Gerais. Em 34% das amostras coletadas nos estados de Goiás, Mato Grosso, São Paulo e Minas Gerais, especialmente nos dois primeiros estados citados, foi encontrada a espécie *M. spectabilis*. A espécie não identificada, *Mahanarva* sp., foi a mais frequente, encontrada em 75% das amostras nos estados de São Paulo, Paraná, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso.

Diante dos resultados encontrados por Alves e Carvalho (2014) e Dinardo-Miranda (2014), verifica-se que, a espécie *M. fimbriolata* é menos comum nos canaviais brasileiros do que se supunha. Como Guagliumi (1973) havia citado *M. fimbriolata* como espécie ocorrente no país, fez-se acreditar que era a única espécie presente. Assim, muitos trabalhos científicos com cigarrinha-das-raízes citam *M. fimbriolata*, mas que muito provavelmente se trata de complexo de espécies. No entanto, no presente trabalho, não foi possível confirmar a espécie (ou espécies) predominantes, embora, conforme os autores citados, deve-se se tratar de um complexo.

2.1.3. Injúrias e Prejuízos

Garcia et al. (2004) verificaram que os adultos das cigarrinhas-das-raízes têm preferência por introduzir o estilete através dos estômatos e assim atingir o metaxilema nos feixes vasculares, ou seja, atravessando as células do parênquima clorofiliano. No momento da sucção de seiva ocorre a injeção de enzimas e aminoácidos juntamente com a saliva e, que, facilita a quebra da estrutura da seiva e conseqüentemente assimilação dos nutrientes pelo inseto (GUAGLIUMI, 1969; MENDONÇA, 1996). Estas substâncias destroem os cloroplastos, entopem vasos do xilema e causam a morte dos tecidos (GUAGLIUMI, 1972/1973). Desta forma, os sintomas são caracterizados pela necrose do local da alimentação e de formação de manchas longitudinais cloróticas, que podem provocar morte das folhas. Com isso há redução da área foliar com interrupção do fluxo de seiva levando à diminuição do armazenamento da sacarose no colmo, por exemplo (GUAGLIUMI, 1969; 1972/1973).

As ninfas se alimentam por meio da sucção de seiva dos elementos do tubo crivado do floema primário (GARCIA, 2004). Desta forma, há uma destruição dos tecidos dos vasos condutores e morte das raízes. O fluxo de água e nutrientes do solo que deveria ir para a parte aérea das plantas é bloqueado. Assim, as plantas apresentam desidratação, folhas amareladas e secas, entrenós mais curtos e os colmos finos, ocos e enrugados (MENDONÇA, 1996; EL-KADI, 1997).

Os danos causados pela cigarrinha-das-raízes podem afetar tanto na produtividade agrícola como na qualidade da matéria prima que chega na indústria. A menor produtividade é decorrente do murchamento de colmos, entrenós mais curtos, brotação de gemas laterais além da morte de perfilhos e colmos (EL-KADI, 1997). Na qualidade da matéria prima, reduzem, por exemplo, a quantidade e qualidade do açúcar recuperável além de elevar o teor de fibras e impurezas (MACEDO, 2002). DINARDO-MIRANDA et al. (1999) verificaram reduções de 23,6 a 72% na produtividade agrícola. A qualidade da matéria prima também é afetada, com reduções de até 30% da sacarose (DINARDO-MIRANDA et al., 2000).

2.1.4. Amostragem

Com o início da estação chuvosa e elevação das temperaturas, o período de diapausa se encerra e ocorre a eclosão das ninfas. Neste momento, os levantamentos da praga devem ser iniciados (MENDONÇA, 1996). Para o monitoramento de adultos das cigarrinhas podem ser utilizadas armadilhas luminosas (BOTELHO et al., 1977) e armadilhas adesivas de cor amarela (ALMEIDA, 2001). Porém, o monitoramento mais comumente adotado pelos produtores de cana-de-açúcar no Brasil é por meio da contagem das formas biológicas das cigarrinhas presentes nas folhas e solo, após a remoção da palha.

No trabalho publicado em 1972/1973, Guagliumi sugere a contagem de adultos nas folhas e ninfas na base das plantas, em cinco pontos por talhão, sendo que, cada ponto corresponde a 10 touceiras. Segundo a recomendação de Mendonça; Barbosa; Marques (1996a), a contagem de formas biológicas deve ser realizada em 4 pontos aleatórios de 2,5 metros de linha da cultura por talhão de até 5 hectares. Em cada ponto é realizada a contagem de adultos nas folhas e no cartucho das plantas e do número de colmos. A contagem de espumas e das ninfas é realizada após a remoção da palha no solo. Por outro lado, Almeida (2001) sugere a contagem de ninfas em 2 metros da linha da cultura, considerando 3 a 5 pontos por hectare.

O método de amostragem recomendado pelo Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) consiste na avaliação de 18 pontos de 1 metro linear por hectare, distribuídos de forma sistematizada no talhão. É importante que na área avaliada não existam falhas de brotação do canavial e alterações no padrão de distribuição da palha no local determinado para o levantamento. Esta recomendação foi estabelecida com base no trabalho desenvolvido por Stingel (2005). Ainda, Stingel relata no seu trabalho, que é possível estimar a população de ninfas da cigarrinha-das-raízes por meio da contagem de espumas.

Em 2007, Dinardo-Miranda et al. concluíram que seriam necessários três pontos/ha para uma estimativa confiável da população. Anjos et al. (2010) chegaram a um valor de 6 pontos/ha para estimar adequadamente a população da cigarrinha-das-raízes. Para estes dois últimos trabalhos citados, cada ponto corresponde a 2 metros de linha da cultura.

2.2. Ecofisiologia da paisagem

2.2.1. Planalto Ocidental Paulista: relação da geologia com a forma da paisagem

A área de estudo é o Planalto Ocidental Paulista, que corresponde, aproximadamente, a 13 milhões de hectares (~ 48% do Estado de São Paulo) (Figura 1). Dos 13 milhões de hectares do Planalto, aproximadamente 2 milhões de hectares são ocupados por basalto (15,5%), 7,4 milhões de hectares pela Formação Vale do Rio do Peixe (57,1%) e 3,6 milhões de hectares pelas outras formações sedimentares (27,5%) (FERNANDES, 1998; CPRM, 2006). Os compartimentos geológicos e geomorfológicos do Norte do Planalto Ocidental Paulista apresentam continuidade no sul de Minas Gerais.

A importância científica do Planalto Ocidental está relacionada com os estudos de causa efeito entre substratos geológicos e a homogeneidade dos solos, como de Lepsch; Buol; Daniels (1977) e Marques; Lepsch (2001). Os resultados destes estudos foram os primeiros no Planalto Ocidental e apontam que para cada local do estado deve-se ter uma abordagem para o tipo de modelo de paisagem a ser utilizado para caracterização da versatilidade espacial dos atributos do solo em escalas detalhadas (Figura 1). As diferentes formas do relevo e a sua diversidade geológica são de grande importância para entender as relações de causa e efeito nas diferentes linhas da pesquisa.

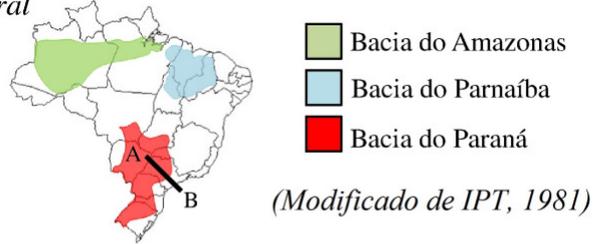
Quando comparado o corte do mapa geológico (2º. Táxon na Figura 1) com o mapa de unidade morfológica (3º. Táxon na Figura 1) verifica-se que as formas do relevo seguem um modelo em função da estrutura do material de origem. Desta forma, nota-se que estas características estão diretamente associadas a estrutura da geologia. Desta forma, a versatilidade dos atributos do solo e como consequência das culturas agrícolas, está relacionada com a interação destes compartimentos.

Para melhor entendimento da interação destes compartimentos tem sido realizado o detalhamento geológico do Planalto Ocidental Paulista. A nomenclatura Bacia Bauru está sendo utilizada devido as suas características únicas de formação. É importante compreender essa evolução para se elaborar mapas de variabilidade e de áreas mais homogêneas. A formação da Bacia Bauru aconteceu em duas fases: a primeira em condições desérticas e a segunda com maior presença de água. Ela foi formada no Cretáceo Superior (88 a 65 milhões anos) por uma supersequência

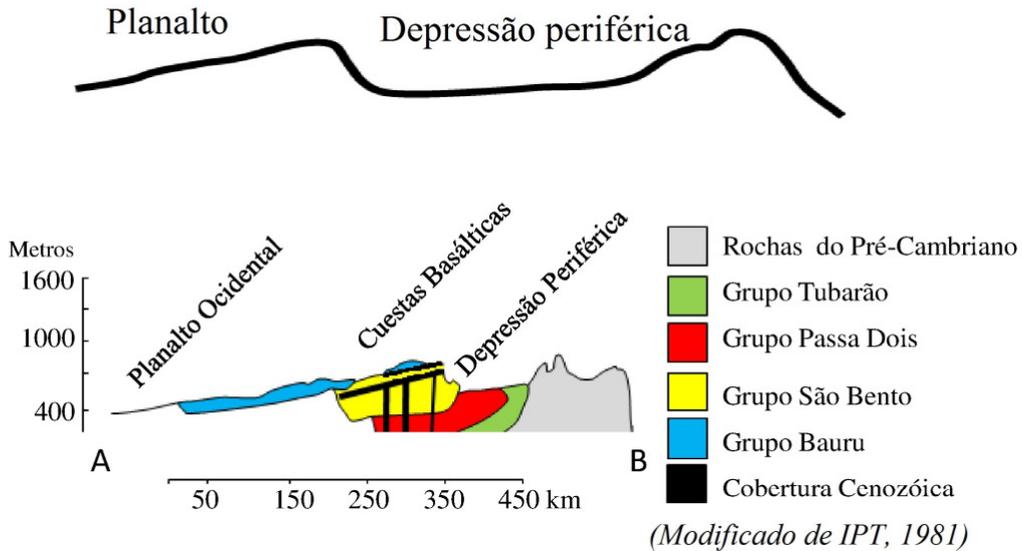
arenosa com aproximadamente 480 metros de espessura sob clima semiárido a desértico.

A avaliação morfológica da superfície terrestre é primordial ao conhecimento dos processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem na paisagem. A forma do terreno interfere no fluxo d'água, no transporte de sedimentos e poluentes, na natureza e na distribuição de plantas e animais, além de ser uma expressão dos processos geológicos e do intemperismo (Blaszczynski, 1997).

1° Táxon: *Unidade Morfoestrutural*
Preposição de Ross (1992)



2° Táxon: *Unidade Morfoescultural*
Preposição de Ross (1992)



3° Táxon: *Unidade Morfológica ou padrões de formas semelhantes*
Preposição de Ross (1992)

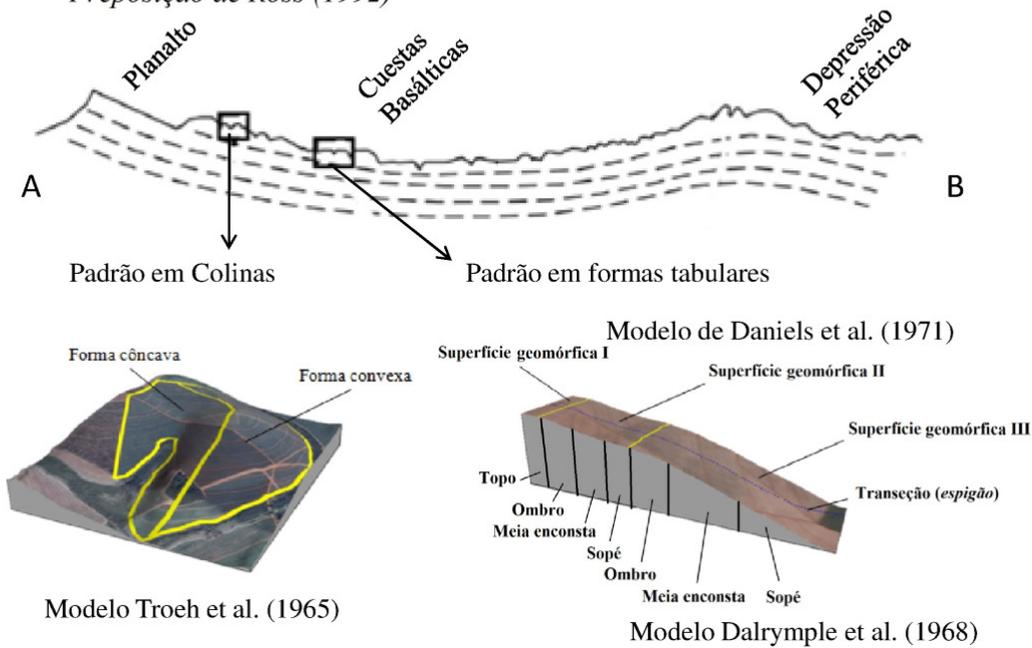


Figura 1. Comparação de diferentes modelos de paisagem que podem ser utilizados como ferramenta de campo para auxiliar no delineamento de unidades com diferentes padrões de variabilidade (Extraído de Siqueira, 2013).

2.2.2. Relação solo-paisagem: espessura do horizonte A+E em Argissolos

O relevo tem sido utilizado como chave de mapeamento para associar o solo com características semelhantes (ZINCK, 1992), como teor de argila, saturação por base e outros atributos do solo e potenciais agrícolas. Modelos de paisagens é uma técnica de levantamento de solo e ajuda compreender as relações solo-geomorfologia e, assim, torna-se uma ferramenta para identificar solos homogêneos (CAMPOS; CARDOZO; MARQUES JÚNIOR, 2006).

As formas do relevo têm sido utilizadas para identificar vegetação característica de um determinado local, ou seja, fitofisionomia (NEWBERY; PROCTOR, 1984; CLARCK, 2002), entender a evolução da paisagem (VASCONCELOS, et al., 2012) e evolução pedogeomorfológica (VASCONCELOS et al., 2013). Ainda, a forma do relevo tem sido utilizada para identificação de áreas com diferentes potenciais de produtividade e qualidade de laranja (SIQUEIRA et al., 2010), café (SANCHEZ et al., 2012; POLLO, 2013), cana-de-açúcar (MARQUES Jr. et al., 2014; SANCHEZ NETO, 2015) e planejamento amostral (MONTANARI et al., 2005) no Planalto Ocidental Paulista.

Uma característica que tem sido testada para representação do solo é a sua espessura (horizonte A+E). O horizonte A+E tem sido adotado em estudos da relação solo-paisagem em argissolos de origem de arenito (SIQUEIRA; MARQUES JUNIOR; PEREIRA, 2010; MARQUES Jr. et al., 2014;). O horizonte A+E é resultado da movimentação das partículas da fração de argila do horizonte superficial para o subperifical. A taxa de pedogênese (formação do solo) e perda (erosão) influencia a espessura do horizonte A+E. Sanchez et al. (2009) verificaram que no Planalto Ocidental Paulista, em Argissolos oriundos de Arenito, as formas do relevo côncava e convexa são responsáveis pelo padrão de perda de solo, potencial natural de erosão, enquanto Sanchez (2007) avaliou a resposta das culturas agrícolas.

Dois fatores contribuem para que os Argissolos localizados na paisagem côncava do Planalto Ocidental Paulista seja mais úmida. O primeiro está relacionado com a paisagem que proporciona maior captação e acúmulo da água das chuvas. O segundo está relacionado com as características de formação do solo, especificamente o horizonte A+E. Na forma côncava o horizonte A+E é mais espesso do que na forma convexa (SANCHEZ et al., 2009; SANCHEZ NETO, 2015). Essa diferença de textura entre o horizonte A+E (arenoso) e o horizonte Bt (argiloso) nos Argissolos está relacionada com a quebra de capilaridade entre os horizontes A

e B e pela permanência da água por mais tempo no solo (PRADO et al., 2015). Na forma convexa essa quebra de capilaridade é menos expressiva, ocorrendo maiores perdas de água por evapotranspiração.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização e caracterização das áreas de estudo

As áreas de estudo estão localizadas na região norte de São Paulo no Planalto Ocidental Paulista, nos municípios de Paulo de Faria e Orindiúva e, na região sudoeste de Minas Gerais, no município de Frutal (Figura 2).

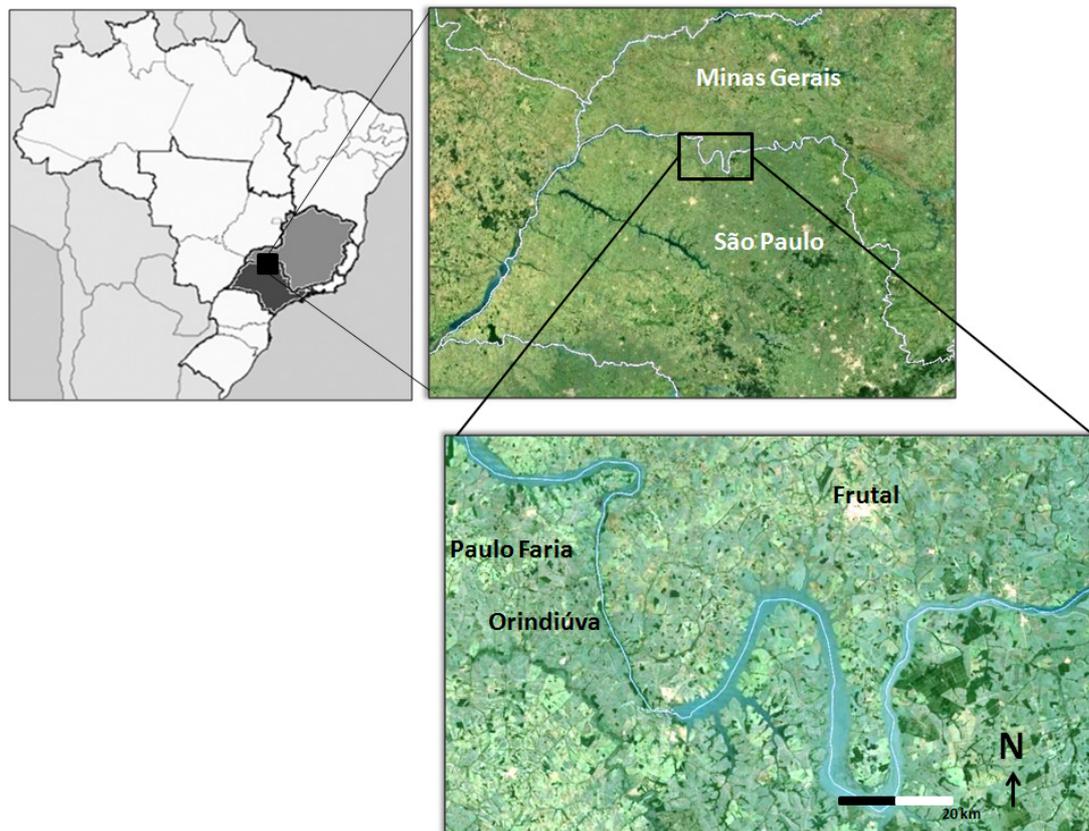


Figura 2. Regiões de estudo nas quais estão localizadas as áreas avaliadas no norte de São Paulo e sudoeste de Minas Gerais.

O clima da região norte de São Paulo foi classificado pelo método de Köppen, como tropical, quente e úmido, tipo Aw, seco no inverno, com precipitação média de 1350 mm, com chuvas concentradas no período de novembro a fevereiro (Figura 3). A vegetação primária da região foi classificada como floresta pluvial estacional e

cerrado. O material de origem dos solos foi identificado como rocha arenítica sedimentar do grupo Bauru (IPT, 1981). O solo de maior ocorrência é o Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico / Typic Hapludalf (Soil Survey Staff, 1975). Nesta região predomina o cultivo de cana-de-açúcar sob sistema de colheita mecanizada. As principais variedades presentes no período 2011-2014 foram IAC 87 3396, RB 85 5453, RB 86 7515, RB 96 6928, SP 77 5181, SP 81 3250. A maioria das áreas cultivadas apresentava a cultura nos três primeiros cortes.

Para a região localizada no sudoeste de Minas Gerais, o relevo é plano ou suavemente ondulado, com altitude entre 500 a 600 m. O clima é tropical sazonal, de inverno seco e verão chuvoso (Anexo 1). A unidade geomorfológica é o Planalto do Rio Grande no estado de Minas Gerais, que apresenta relevo residual de chapadões e morros testemunhos, da Formação Marília e Formação Adamantina, que resistiram à dissecação. São encontrados na região Latossolos e Argissolos (MACHADO; SILVA, 2010). Nesta região predomina o cultivo de cana-de-açúcar sob sistema de colheita mecanizada. As variedades presentes foram IAC 87 3396, RB 85 5453, RB 86 7515, RB 87 6030, SP 81 3250 e RB 85 5035. Na área de estudo houve predomínio de cultivos de primeiro a terceiro corte.

A variedade RB 96 6928 é tolerante a cigarrinha-das-raízes, enquanto que as variedades RB 85 5453, RB 86 7515 e SP 81 3250 são susceptíveis. Para as variedades de cana-de-açúcar IAC 87 3396, SP 77 5181 e RB 85 5035 não há informação quanto susceptibilidade a cigarrinha-das-raízes.¹

¹ Soares, A. Bayer AS, Av. Braz Olaia Acosta, 727, Sala – 1403, Ribeirão Preto-SP, Brasil (Comunicação pessoal)

3.2. Avaliação da infestação da praga

A amostragem utilizada para ambas as regiões foi realizada em quatro pontos por hectare, sendo que cada ponto foi constituído por um metro de linha de cultivo e distribuídos uniformemente na área. Em cada ponto, inicialmente o número de adultos presentes nas folhas das plantas foi registrado. Em seguida, a palha foi removida cuidadosamente da região do colo das plantas com auxílio de cabo de madeira (20 cm de comprimento x 0,5 cm de diâmetro) para a contagem das ninfas e adultos. Essas avaliações foram realizadas logo após o início das chuvas, quando as ninfas começam a emergir dos ovos diapausicos (DINARDO-MIRANDA, 2014), sendo que para as duas regiões de estudo a primeira geração da praga foi observada no mês de novembro.

Neste estudo, utilizou-se o banco de dados das Usinas Moema e Frutal responsáveis pela realização das avaliações anualmente. Foram considerados inicialmente os dados de 719 levantamentos (pontos de observação) da infestação das cigarrinhas-das-raízes realizados em áreas de cana-de-açúcar na região norte do Estado de São Paulo nos anos de 2012 e 2013, e 2658 levantamentos realizados na região sudoeste do estado de Minas Gerais entre os anos de 2010 e 2013. A partir destes levantamentos foram realizadas escolhas aleatórias das áreas no estado de São Paulo e Minas Gerais para estabelecer o banco de dados do presente estudo.

Para a região norte do estado de São Paulo das 73 áreas avaliadas em novembro de 2012 foram contabilizados 3459 pontos de contagem de ninfas por metro. No período de novembro de 2013 foram contabilizados 2190 pontos de contagem de ninfas nas 37 áreas avaliadas. Considerando os três períodos avaliados, o banco de dados possui 5649 observações de ninfas e adultos por metro de cultivo de cana-de-açúcar. Para a região sudoeste de Minas Gerais todos os levantamentos foram realizados nos anos de 2010, 2011, 2012 e 2013 e envolveram 2886, 1263, 1736 e 2439 pontos de amostragem de ninfas e adultos por metro em 45, 81, 68 e 100 áreas avaliadas, respectivamente. Considerando os quatro períodos avaliados, foram contabilizados 8324 observações de ninfas e adultos por metro.

3.3. Classificação do relevo

As áreas foram classificadas em função da forma do relevo como côncava (CC) e convexa (CX). A classificação do relevo foi baseada na curvatura de planos (SIQUEIRA et al., 2015), utilizando os conceitos geomorfológicos do modelo teórico de Troeh (1965) (Tabela 1). As informações planialtimétricas foram obtidas utilizando-se o Software Livre “Google Earth”, conforme descrito Lepsch et al. (2015) (Figura 3).

Tabela 1. Número total de áreas avaliadas em função da ecofisiologia da paisagem para a região norte do estado de São Paulo e sudoeste do estado de Minas Gerais.

Local	Período	Número de áreas avaliadas			Número total de levantamentos realizados (pontos de observação)
		Forma côncava	Forma convexa	Total	
Norte de São Paulo	Nov. 2012	11	62	73	3459
	Nov. 2013	14	23	37	2190
Sudoeste de Minas Gerais	Nov. 2010	18	27	45	2886
	Nov. 2011	34	47	81	1263
	Nov. 2012	18	50	68	1736
	Nov. 2013	47	53	100	2439

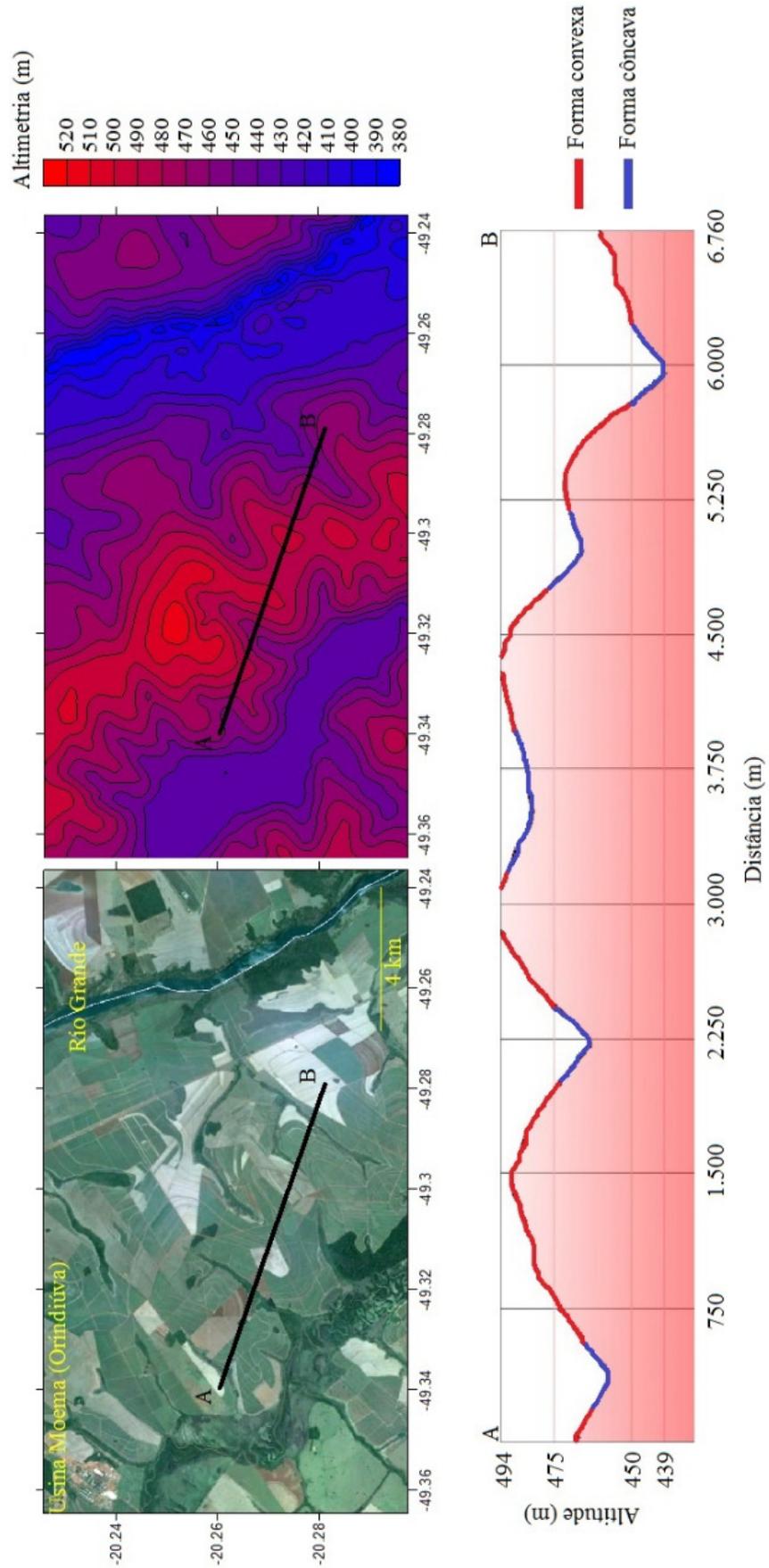


Figura 3. Corte feito na foto aérea do Google Earth (a) e análise da paisagem com base no perfil altimétrico (b).

3.4. Análise dos dados

Para avaliar eventual relação entre a infestação de cigarrinha-das-raízes e o Rio Grande, determinou-se inicialmente a distância entre o ponto central de cada área e a distância do Rio Grande tomada perpendicularmente ao seu leito. Posteriormente, realizou-se análise de regressão linear para cada um dos períodos avaliados. Os dados de infestação de ninfas e adultos por metro e distância do Rio Grande foram analisados por regressão linear utilizando o procedimento PROC REG (SAS INSTITUTE, 2004).

Os dados de infestação em cada forma da paisagem foram submetidos à análise de variância pelo Teste F utilizando modelos mistos (PROC MIXED, SAS INSTITUTE, 2004), uma vez que não houve homogeneidade das variâncias.

Ainda, foi calculado o número necessário de pontos para observação em função das diferentes formas da paisagem que foi determinado conforme Ding-Geng e Peace (2011):

$$n = [8 \times (CV^2) / \text{Erro}] \times [1 + (1 - \text{Erro})^2]$$

onde, n = número estimado de observações; CV = coeficiente de variação; Erro = Erro esperado.

A média, o coeficiente de variação e o desvio-padrão foram calculados para cada uma das formas da paisagem (CC e CX) nos diferentes períodos avaliados. Nas comparações das médias foram consideradas as formas da paisagem com dois níveis, resultando em dois tratamentos (CC e CX). Cada área representou uma repetição.

Considerando os coeficientes de variação encontrados para as diferentes formas da paisagem foram simulados diferentes erros (5% a 25%) para auxiliar no planejamento amostral em função da ecofisiologia da paisagem. Assim, aplicando-se a fórmula e simulando-se diferentes erros foram obtidos os números de observações por forma da paisagem. Sabe-se que cada forma da paisagem tem aproximadamente 100 ha (SANCHEZ, 2007; 2009; SANCHEZ NETO, 2015). Desta forma, o valor obtido para cada um dos erros foi dividido por 100 e, assim, obteve-se o número de observações necessário por hectare.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a região norte do estado de São Paulo observou-se que a infestação de ninfas e adultos nos meses de novembro de 2012 e 2013 não apresentou qualquer relação com a distância do rio (Figura 4). Observou-se que a proximidade do Rio Grande não foi um fator determinante para uma maior infestação das ninfas e adultos das cigarrinhas-das-raízes, pois não houve correlação significativa, de modo geral, entre estas duas variáveis (Figuras 4 e 5).

Para os levantamentos realizados em Minas Gerais, notou-se que a infestação média de ninfas e adultos em novembro de 2010 apresentou diferença significativa e positiva com a distância do rio (Figura 5). Com isso, as observações para aquele ano contrariam a predição de que as infestações seriam maiores nas áreas localizadas mais próximas do leito do Rio Grande. Neste caso a maior infestação das cigarrinhas ocorreu entre 10 e 13 km de distância do Rio Grande. Para novembro de 2011 e 2012 não houve qualquer relação da proximidade do rio sobre a infestação de ninfas. De forma semelhante, isto também foi observado para os adultos em novembro de 2011. No entanto, a relação foi negativa em 2012 para os adultos, sendo que, a infestação foi maior nas áreas localizadas mais próximas do rio. A relação de proximidade do Rio Grande e maior infestação das ninfas e adultos das cigarrinhas também foi observada em novembro de 2013. A relação entre infestação da praga e distância do rio não foi consistente nos períodos estudados e, portanto, indica que a infestação da praga não está diretamente relacionada com a proximidade ao rio.

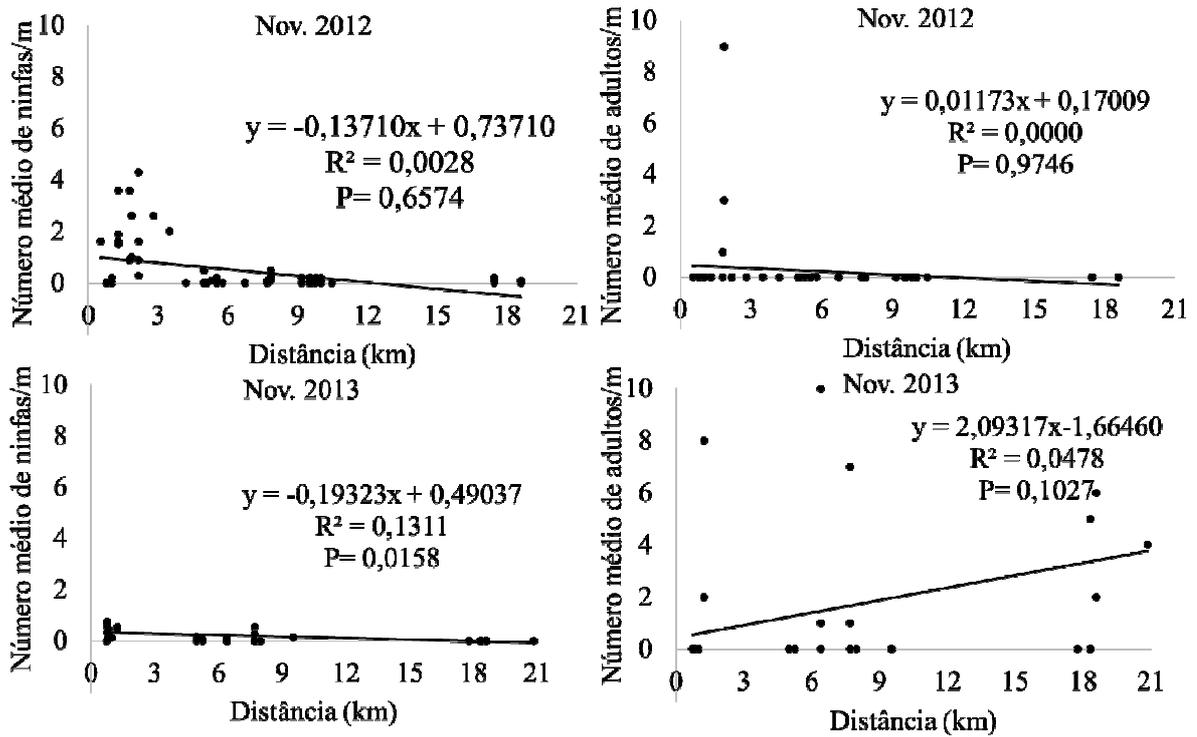


Figura 4. Relação entre número médio de ninfas e adultos das cigarrinhas-das-raízes em função da proximidade do Rio Grande na região norte do estado de São Paulo no mês de novembro de 2012 e 2013.

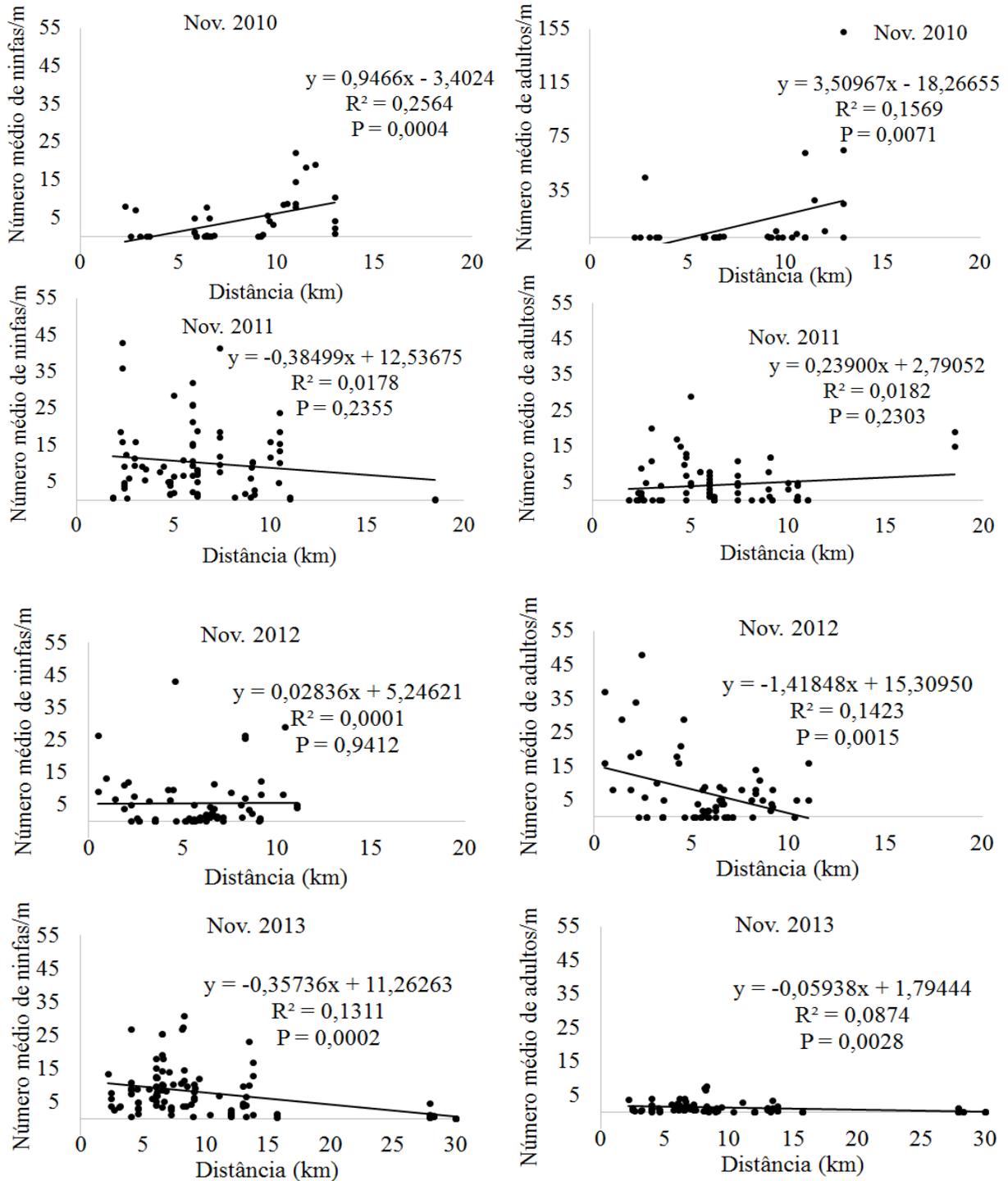


Figura 5. Relação entre número médio de ninfas e adultos das cigarrinhas-das-raízes e distância do Rio Grande na região sudoeste do estado de Minas Gerais no mês de novembro de 2010, 2011, 2012 e 2013.

A infestação de ninfas e adultos de cigarrinhas na região norte de São Paulo no mês de novembro foi menor do que para a região de Minas Gerais em diferentes anos (Figura 6). Considerando o número médio dos dois períodos de São Paulo e dos quatro períodos de Minas Gerais, a infestação foi de 0,40 e 7,80 ninfas/m e 0,57 e 4,54 adultos/m, respectivamente. É possível que a vegetação na região de Minas Gerais, composta principalmente de pastagens até 2005, tenha favorecido as populações de cigarrinhas, em comparação com as áreas do norte do estado de São Paulo nas quais há plantio de cana-de-açúcar desde a década de 1990.

Com relação às formas da paisagem, a infestação de ninfas foi maior na forma côncava do que a forma convexa para os dois períodos avaliados em São Paulo (2012 e 2013) e para os quatro períodos avaliados em Minas Gerais (2010-2013). Em São Paulo, a forma côncava e convexa apresentaram 0,60 e 0,46 ninfas/m, respectivamente, em novembro de 2012. Neste período não houve diferença significativa ($F_{1,71} = 0,15$, $P = 0,7010$) entre as formas do relevo. No entanto, para novembro de 2013 houve diferença significativa ($F_{1,35} = 5,15$; $P = 0,0295$) entre a forma côncava e convexa e, apresentaram respectivamente 1,82 e 0,85 ninfas/m (Figura 6).

Em Minas Gerais, a forma côncava (5,82 ninfas/m) não apresentou diferença estatística significativa ($F_{1,43} = 3,79$; $P = 0,0581$) em relação a forma convexa (2,62 ninfas/m), em novembro de 2010. Houve diferença significativa para os levantamentos realizados em novembro de 2011 ($F_{1,79} = 4,75$; $P = 0,0323$), 2012 ($F_{1,66} = 1,77$; $P = 0,01883$) e 2013 ($F_{1,98} = 43,67$; $P < 0,0001$), sendo que as formas côncavas apresentaram, respectivamente, 12,74; 7,81 e 11,91 ninfas/m enquanto as formas convexas apresentaram, respectivamente, 8,17; 4,54 e 3,92 ninfas/m. Considerando os quatro períodos de avaliação, a forma côncava apresentou número médio de 10,58 ninfas/m, enquanto que a forma convexa apresentou 5,03 ninfas/m e apresentaram diferença estatística significativa ($F_{1,29} = 34,21$; $P < 0,0001$) (Figura 6).

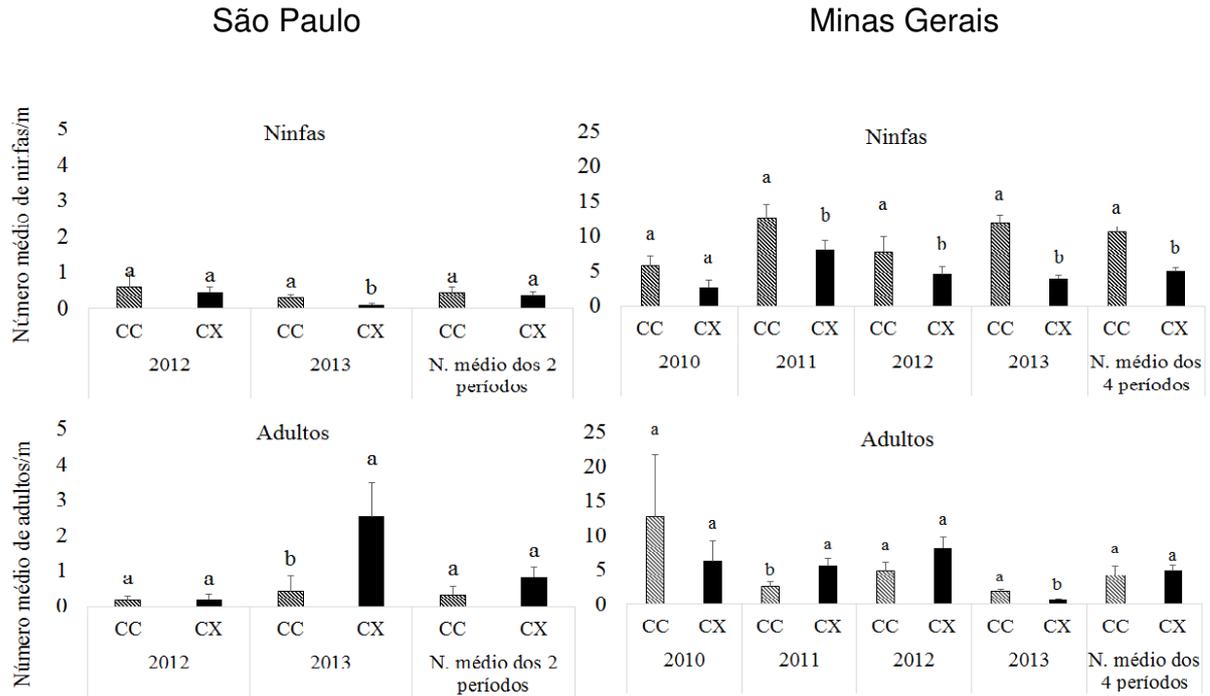


Figura 6. Número médio (+ EPM) de ninfas e adultos de cigarrinha-da-raiz, *Mahanarva* sp., por metro para a região de São Paulo e Minas Gerais e ecosiologia da paisagem: CC - forma côncava; CX - forma convexa.

As formas do relevo têm sido consideradas um dos mais importantes atributos topográficos no processo pedogenético (GALLANT & WILSON, 2000), sendo que, as curvaturas do terreno exercem função sobre a força da erosão do fluxo de água e influenciam o caminho da água no solo (HALL & OLSON, 1991; PHILLIPS et al., 2001). Assim, o acúmulo de água no solo ocorre em áreas côncavas (GALLANT & WILSON, 2000). Segundo modelo de evolução do Argissolo desenvolvido de Arenito proposto por Sanchez et al. (2009), a espessura do horizonte A+E é maior na forma côncava (0,39 m) do que na convexa (0,30 m), ou seja, variação de sua espessura está relacionada com a taxa de pedogênese (formação do solo) e perda (erosão). Ainda, resultados obtidos por Gessler et al. (2000) também indicaram que áreas côncavas, caracterizadas por processos de acumulação ou ganho de água e sedimentos, apresentavam solos mais evoluídos, enquanto nas áreas convexas ocorre principalmente processos de perda de água e sedimentos, o que leva a ter solos com horizontes fracamente desenvolvidos. De acordo com este modelo, os solos da forma côncava possuem maior umidade do que os da forma convexa. As formas foram comprovadamente importantes para aumento da produção de cana-

de-açúcar (SANCHEZ, 2007; SANCHEZ NETO, 2015). Portanto, a forma da paisagem pode ser responsável pelo maior potencial de umidade do solo e, conseqüentemente, pode estar influenciando o desenvolvimento de *Mahanarva* spp.

Melo et al. (1984) estudaram a influência de elementos climáticos sobre a população de cigarrinhas-das-pastagens (*Deois flavopicta*) que também pertence a família Cercopidae. Verificaram que a ocorrência da eclosão das ninfas das cigarrinhas é dependente da reposição de água no solo (umidade superior a 40%) e temperatura média acima de 18°C.

King (1975) observou que para *Aeneolamia varia* (Distant) (Hemiptera: Cercopidae) ocorre o atraso da eclosão das ninfas em condições de solo seco. Isso explica a menor infestação em áreas convexas e maior nas áreas côncavas, uma vez que, a forma côncava acumula mais água e favorece a eclosão das ninfas com as primeiras chuvas que se inicia em outubro-novembro (Anexo 1); pois, com as primeiras chuvas, o acúmulo de água é maior na forma côncava.

Stingel (2005) e Dinardo-Miranda et al. (2007) verificaram que a cigarrinha-das-raízes distribuiu-se de forma agregada ou contagiosa na cultura da cana-de-açúcar. Esta característica das cigarrinhas apresentarem distribuição agregada ou contagiosa deve estar relacionada ao fato delas se apresentarem com maior frequência nas formas côncavas no início da infestação. Desta forma, nota-se a importância da ecofisiologia da paisagem na infestação de cigarrinhas-das-raízes. Porém, raros são os trabalhos que abordam a importância do relevo sobre a infestação de insetos; embora o relevo e a geologia sejam fatores importantes no processo de formação do solo, responsável pela diversidade da fauna e flora em um determinado bioma (HUGGETT, 1995; SCHENK et al., 2003; SOARES, 2006).

No período seco, que ocorre aproximadamente de maio a setembro, os ovos das cigarrinhas estão em diapausa. O período das chuvas na região sudeste do país tem início em outubro/novembro. A infestação de cigarrinhas está associada com a ocorrência destas primeiras chuvas (DINARDO-MIRANDA PIVETTA; FRACASSO, 2008) e temperatura do solo a partir de 15°C. A ocorrência simultânea destes fatores por duas semanas é determinante para a eclosão das ninfas a partir dos ovos em diapausa (EL-KADI, 1997). Assim, como o acúmulo de água é maior na forma côncava, deve haver favorecimento da interrupção da dormência dos ovos e início das infestações de ninfas das cigarrinhas.

Estudo realizado no Parque Estadual do Rio Doce/MG, Soares (2006) relata que as diferentes formas do relevo exerceram influência sobre a distribuição de espécies de plantas e estrutura da floresta (altura de árvores) e, conseqüentemente, sobre a fauna de insetos herbívoros. Assim, de forma semelhante ao observado pelo autor em sistema natural, a forma do relevo, também, pode exercer influência sobre a distribuição de organismos em agroecossistemas.

Em novembro de 2012, observou-se 0,18 e 0,19 adultos/m para as formas côncava e convexa, respectivamente, em São Paulo. Não houve diferença estatística significativa ($F_{1,71} = 0,00$; $P = 0,9522$) para este período avaliado. Para novembro de 2013, houve diferença estatística significativa ($F_{1,35} = 4,15$; $P = 0,0493$) e a forma convexa apresentou maior número de adultos (2,52 adultos m^{-1}) do que a forma côncava (0,43 adultos m^{-1}). Considerando a média dos dois períodos avaliados, as formas côncava e convexa apresentaram 0,32 e 0,82 adultos m^{-1} , respectivamente (Figura 6).

De forma semelhante ao observado para o norte de São Paulo, verificou-se que a infestação dos adultos (Figura 6) não foi consistentemente maior nas áreas com forma côncava nos quatro períodos avaliados no sudoeste de Minas Gerais. No mês de novembro tanto de 2010 como de 2013 verificou-se que a forma côncava apresentou maior número de insetos, com 12,67 e 1,84 adultos m^{-1} , enquanto a forma convexa apresentou 6,22 e 0,63, respectivamente. Diferença estatística significativa ($F_{1,98} = 43,67$; $P < 0,001$) foi observada para novembro de 2013. Foi observada diferença estatística significativa para novembro de 2011 ($F_{1,79} = 4,75$; $P = 0,0323$) e 2012 ($F_{1,66} = 1,77$; $P = 0,01883$), sendo que, a forma côncava apresentou menor número de insetos com 2,50 e 4,89 adultos/m, respectivamente, e a forma convexa com 5,62 e 8,10 adultos/m, respectivamente. Considerando os quatro períodos avaliados a forma côncava e convexa apresentaram 4,17 e 4,92 adultos/m, respectivamente. Dinardo-Miranda et al. (2007) não detectaram dependência espacial entre as amostras coletadas no início do aparecimento da praga, mas encontraram dependência espacial nas amostragens realizadas a partir da segunda geração. Os autores atribuíram ao fato de que com o crescimento das populações, a praga passou a ocupar lugares anteriormente não ocupados. Portanto, os resultados do presente trabalho não só confirmam como também ampliam a compreensão das observações de Dinardo-Miranda et al. (2007).

Com relação ao levantamento de ninfas, o coeficiente de variação para a forma côncava foi de 178 e 81%, enquanto que para a forma convexa foi 218 e 137% para São Paulo e Minas Gerais, respectivamente (Figura 7). Assim, nota-se que a forma convexa apresentou 40 e 56% a mais de variação do que a forma côncava, para São Paulo e Minas Gerais, respectivamente. Ainda, isto indica que a distribuição espacial desta praga não está uniformemente distribuída, confirmando observação de Dinardo-Miranda (2007).

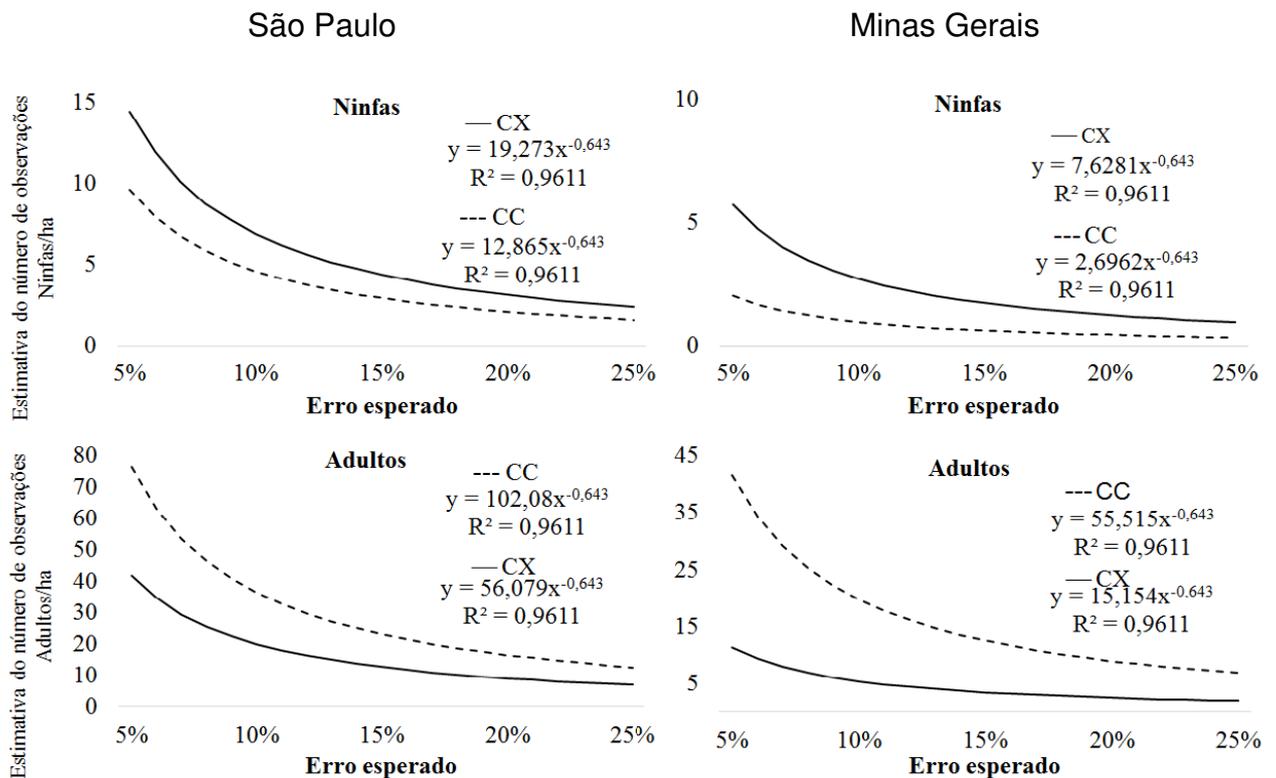


Figura 7. Estimativa do número de amostras para diferentes ecofisiologias da paisagem em função do erro esperado para São Paulo e Minas Gerais.

Considerando um erro esperado de 5%, nota-se que a forma convexa requer 15 observações por metro de ninfas, enquanto que para a forma côncava seriam necessárias 10 observações para o norte de São Paulo (Figura 7). No sudoeste de Minas Gerais, nota-se que a forma convexa requer cerca de 3 vezes mais pontos de observação (6 observações de 1 m/ha) para representação adequada da população de ninfas no solo do que a forma côncava (2 observações de 1m/ha).

O coeficiente de variação é um indicativo da variabilidade espacial no início da infestação, isto indica que é esperada maior variabilidade espacial das ninfas na

forma convexa, quando comparada a forma côncava. Desta forma, considerando os dois locais avaliados e que para tomada de decisão aceita-se erro de até 25% (Southwood, 1978), sugere-se 2 pontos de amostragem de um metro por hectare para a forma côncava enquanto para a forma convexa sugere-se 3 pontos de amostragem.

Assim, a ecofisiologia de paisagem influencia a infestação inicial da cigarrinha, sendo que as áreas côncavas apresentam maior infestação de ninfas do que as convexas. De forma semelhante, o número de amostras para avaliação da infestação deve ser maior em áreas convexas do que côncavas. Portanto, estas informações devem ser incluídas no planejamento do manejo integrado de pragas de forma a aumentar a precisão na tomada de decisão. É possível que a ecofisiologia da paisagem também exerça papel semelhante sobre outros insetos em agroecossistemas. Todavia, isto ainda precisa ser analisado.

O coeficiente de variação foi mais elevado para os adultos do que para as ninfas nas duas formas de relevo avaliadas. Ainda, para São Paulo e Minas Gerais a forma côncava apresentou o coeficiente de variação de 501 e 370%, respectivamente, enquanto que a forma convexa foi de 371 e 193%, respectivamente. Para o norte de São Paulo e sudoeste de Minas Gerais, nota-se que a forma convexa requer 42 e 11 observações, respectivamente, enquanto que a forma côncava requer 76 e 42 observações, respectivamente, considerando um erro esperado de 5%. Considerando erro de 25% para os dois locais avaliados, sugere-se 13 pontos de amostragem de um metro por hectare para a forma côncava, enquanto para a forma convexa sugere-se 7 pontos de amostragem. A utilização da forma da paisagem para definição de planos amostrais de pragas, especialmente as de solo ou que possuem parte do seu ciclo de vida no solo, pode auxiliar no levantamento de informações relevantes e definição de práticas de manejo mais eficazes e sustentáveis.

A amostragem de insetos é uma das bases do manejo integrado de pragas importante na decisão para controle de pragas. Com os resultados apresentados no presente estudo é possível planejar um levantamento mais preciso em função das diferentes formas da paisagem. Assim, com o presente trabalho é possível se estabelecer menor número de amostragens de ninfas em áreas côncavas em comparação as áreas de forma convexa e, assim, gastar menos tempo no levantamento, ou seja, reduzir o custo. Dessa forma, o planejamento da amostragem

e o controle podem ser priorizados para as áreas côncavas, com consequente aprimoramento na estratégia de manejo da praga.

Embora o estudo não tenha levado em consideração a presença de insetos mortos, principalmente por fungos entomopatogênicos, a ocorrência de agentes de controle biológico pode também ser afetada pelas formas do relêvo. Assim, sugere-se também que avanços sejam realizados na compreensão da influência das formas de relêvo sobre a ocorrência de agentes de controle biológico e/ou epizootia por fungos entomopatogênicos. Isso poderá também ser incorporado no programa de manejo de pragas da cana-de-açúcar.

5. CONCLUSÕES

- Não existe relação entre a infestação de cigarrinhas e proximidade do rio.
- A infestação inicial de ninfas de *Mahanarva* spp. é maior na forma de relevo côncava do que a forma convexa.
- O número necessário de amostras para avaliação da infestação inicial de cigarrinha-das-raízes nas áreas presentes na forma côncava é menor que para as áreas na forma convexa.
- O elemento forma do relevo pode ser utilizado como informação de campo para auxiliar no planejamento amostral de cigarrinhas e aprimorar o manejo da praga.

6. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. E. M. Controle biológico da cigarrinha da raiz da cana-de-açúcar com isolados de *Metarhizium anisopliae*. In: REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO – CANA-DE-AÇÚCAR, 5., 2001, Sertãozinho. **Anais...** Sertãozinho: Instituto Biológico, 2001. p. 35-47.
- ALVES, R. T.; CARVALHO, G. S. Primeiro registro das espécies de cigarrinhas-da-raiz da cana-de-açúcar *Mahanarva spectabilis* (Distant) e *Mahanarva liturata* (Le Peletier & Serville) atacando canaviais na região de Goianésia (GO), Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 81, n. 1, p. 83-85, 2014.
- ANJOS, I. A.; DINARDO-MIRANDA, L. L.; GARCIA, J. C.; BRAZ, A. J.; TAVARES, C. B.; GEROMEL, R. J.; FERREIRA, S. S.; SOUZA, V. A.; DUARTE, J. C. S. Spatial distribution of sugarcane spittlebug, *Mahanarva fimbriolata*, in sugarcane fields. In: INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 1., 2010, Vera Cruz – Mexico. **Proceedings...** Vera Cruz: ISSCT, 2010. 1 CD-ROM.
- ARRIGONI, E. D. B. Pragas diversas em cana crua. In: SEMANA DA CANA-DE-AÇÚCAR DE PIRACICABA, 4., 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: AFOCAPI, 1999. p. 38-39.
- BALBO JUNIOR, W.; MOSSIM, G. C. Ocorrência e tentativa de controle de pragas em cana crua na Usina Santo Antônio. In: SEMANA DA CANA-DE-AÇÚCAR DE PIRACICABA, 4., Piracicaba, 1999. **Anais...** Piracicaba: AFOCAPI, 1999. p. 40-42.
- BALBO, L. Aspectos gerais da colheita e processamento da cana-de-açúcar. In: KIRCHOFF, V. W. J. H. (Ed.). **As queimadas da cana**. São José dos Campos: INPE, 1991. p. 41-42.
- BLASZCZYNSKI, J. S. Landform characterization with Geographic Information Systems. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, Bethesda, v. 63, n. 2, p. 183-191, 1997.
- BORROR, D. J.; DELONG, D. M. **Introdução ao estudo dos insetos**. São Paulo: Edgard-Blucher, 1969. 653 p.
- BOTELHO, P. S. M.; MENDES, A. C.; MACEDO, N.; SILVEIRA NETO, S. Curva populacional de *Mahanarva fimbriolata* em Araras-SP, e sua dependência com o balanço hídrico da região. **Brasil Açucareiro**, Cidade, v. 90, n. 3, p. 11-17, 1977.
- CAMPOS, M. C. C.; CARDOZO, N. P.; MARQUES JÚNIOR, J. Modelos de paisagem e sua utilização em levantamentos pedológicos. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 6, n. 1, p. 104-114, 2006.
- CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS – CPTEC. **Evolução mensal e sazonal das chuvas**: boxplot de precipitação mensal (1981-2010): Região 2. Cachoeira Paulista, 2015. Disponível em: <<http://clima1.cptec.inpe.br/evolucao/pt>>. Acesso em: 15 set. 2015.

CENTRO DE TECNOLOGIA COPERSUCAR. **Projeto Cana Crua – Aspectos agrônômicos**: atividades e resultados. Piracicaba, 1993, 25 p. [Relatório Interno].

CLARK, D. B. Los factores edáficos y la distribución de las plantas. In: GUARIGUATA, M. R.; KATTAN, G. H. (Ed.). **Ecología y conservación de bosques neotropicales**. Cartago: Ediciones LUR, 2002. p. 193-221.

COSTA LIMA, A. **Insetos do Brasil**. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Agronomia, 1942. v. 3, p. 65-80.

CPRM/SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Mapa de domínios/ subdomínios hidrogeológicos do Brasil**: arquivos de impressão. Salvador, 2006. 1:2.500.000. 1 CD-ROM. Projeto SIG de Disponibilidade Hídrica do Brasil.

DINARDO-MIRANDA, L. L. **Cigarrinha-das-raízes em cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2003. 72 p.

DINARDO-MIRANDA, L. L. Cigarrinha-das-raízes em cana-de-açúcar. In: SALVADORI, J. R.; ÁVILA, C. J.; SILVA, M. T. B. (Ed.). **Pragas de solo no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa, 2004. p. 495-516.

DINARDO-MIRANDA, L. L. Cigarrinhas em cana crua. In: SEMANA DA CANA-DE-AÇÚCAR DE PIRACICABA, 4., 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: AFOCAPI, 1999. p. 36-37.

DINARDO-MIRANDA, L. L. **Nematoides e pragas da cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônômico, p. 101-167, 2014.

DINARDO-MIRANDA, L. L. O papel da retirada da palha no manejo da cigarrinha das raízes. **Revista STAB**, Piracicaba, v. 20, n. 5, p. 23, 2002.

DINARDO-MIRANDA, L. L. VASCONCELOS, A. C. M.; VIEIRA, S. R.; FRACASSO, J. V.; GREGO, C. R. Uso da geoestatística na avaliação da distribuição de *Mahanarva fimbriolata* em cana-de-açúcar. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 3, p. 449-455, 2007.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; COELHO, A. L. FERREIRA, J. M. G. Influência da época de aplicação de inseticidas no controle de *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae), na Qualidade e na Produtividade da Cana-de-açúcar. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 91-98, 2004.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; FERREIRA, J. M. G. Eficiência de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) no controle de *Mahanarva fimbriolata* (Stal) (Hemiptera: Cercopidae) em cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 8., 2003, São Pedro. **Resumos...** [S.l.: s.n.], 2003. p. 77.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; FERREIRA, J. M. G.; DURIGAN, A. M. P. R.; BARBOSA, V. Eficiência de inseticidas e medidas culturais no controle de *Mahanarva fimbriolata* em cana-de-açúcar. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 18, n. 3, p. 34-6, 2000.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; FIGUEIREDO, P.; LANDELL, M. G. A.; FERREIRA, J. M. G.; CARVALHO, P. A. M. Danos causados pelas cigarrinhas das raízes (*Mahanarva fimbriolata*) a diversos genótipos de cana-de-açúcar. **STAB**, Piracicaba, v. 17, n. 5, p. 48-53, 1999.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; GARCIA, V.; COELHO, A. L. Eficiência de Inseticidas no Controle da Cigarrinha das Raízes, *Mahanarva fimbriolata*, em Cana-de-Açúcar. **STAB Açúcar, Alcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 20, n. 1, p. 30-33, 2001.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; PIVETTA, J. P.; FRACASSO, J. V. Economic injury level for sugarcane caused by the spittlebug *Mahanarva fimbriolata* (Stal) (Hemiptera, Cercopidae). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 65, n. 5, p. 16-24, 2008.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; PIVETTA, J. P.; FRACASSO, J. V. Eficiência de inseticidas no controle de *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) e seus efeitos sobre a qualidade e produtividade da cana-de-açúcar. **BioAssays**, Piracicaba, v. 5, n. 1, p. 1-5, 2006.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; FERREIRA, J. M. G.; GARCIA, C. A.; COELHO, A. L.; GIL, M. A. Eficiência de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) no controle de *Mahanarva fimbriolata* (Stal) (Hemiptera: Cercopidae) em cana-de-açúcar. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 6, p. 743-749, 2004.

DING-GENG, C.; PEACE, K. E. Sample size calculation formula. In:_____. **Clinical trial data analysis using R**. [S.l.]: Chapman & Hall/CRC Biostatistics Series, Editora CRC PressINC, 366 p., 2011. v. 40.

EL-KADI, M. K. Novas perspectivas no controle de cigarrinhas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 4., 1977, Goiânia. **Resumos...** Goiânia: SEB, 1977. p. 58-67.

FERNANDES, L. A. **Estratigrafia e evolução geológica da parte oriental da Bacia Bauru (Ks, Brasil)**. 1998. 216 f. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) – Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

FEWKES, D. W. The biology of sugarcane froghoppers. In: WILLIAMS, J. R.; METCALFE, J. R.; MUNGOMERY, R. W.; MATHES, R. (Ed.). **Pests of sugarcane**. Amsterdam: Elsevier Publishing, 1969. p. 283-307.

FREIRE, A. M.; SOUTO, C. E. R.; MARQUES, E. J. Combate biológico das cigarrinhas da cana-de-açúcar. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v. 71, n. 4, p. 41-44, 1968.

GALLANT, J. C.; WILSON, J. P. Primary topographic attributes. In: WILSON, J. P.; GALLANT, J. C. (Ed.). **Terrain analysis: principles and applications**. New York: John Wiley & Sons, 2000. p. 51-85.

GARCIA, J. F. **Técnica de criação e tabela de vida de *Mahanarva fimbriolata* (Stal., 1854) (Hemiptera: cercopidae)**. 2002. 59 f. Dissertação (Mestrado em

Ciências: Entomologia) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2002.

GARCIA, J. F.; APPEZZATO-DA-GLORIA, B.; GRISOTO, E.; PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M. Sítio de alimentação da cigarrinha da raiz, *Mahanarva fimbriolata* (Stal., 1854) (Hemiptera: Cercopidae) em cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 20., Gramado, 2004. **Resumos...** Gramado: SEB, 2004. p. 216.

GARCIA, J. F.; BOTELHO, P. S. M.; PARRA, J. R. P. Biology and fertility life table of *Mahanarva fimbriolata* (Stal) (Hemiptera: Cercopidae) in sugarcane. **Scientia Agricola, Piracicaba**, v. 63, n. 4, p. 317–320, 2006.

GESSLER, P. E.; CHADWICK, O. A.; CHAMRAN, F.; ALTHOUSE, L.; HOLMES, K. Modeling Soil-Landscape and Ecosystem Properties Using Terrain Attributes. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 64, n. 6, p. 2046-2056, 2000.

GUAGLIUMI, P. Cigarrinha da raiz. In: GUAGLIUMI, P. (Ed.). **Pragas da cana-de-açúcar**. Nordeste do Brasil. Rio de Janeiro: IAA, 1972/1973. p. 69-103 (Coleção canavieira, 10).

GUAGLIUMI, P. Las “Cigarrinhas dos canaviais! Em Brasil. (III Contribución). Aspectos generales del problema, com especial referencia a *Mahanarva posticata* em los Estados de Pernambuco y Alagoas. **Turrialba**, San Jose, v. 19, n. 3, p. 321-331, 1969.

GUAGLIUMI, P. **Pragas da Cana-de-açúcar (Nordeste do Brasil)**. Rio de Janeiro: IAA, 1973. 622 p. (Coleção Canavieira, 10).

HALL, G. F.; OLSON, C. G. Predicting variability of soils from landscape models. In: MAUSBACH, M. J.; WILDING, L. P. (Ed.). **Spatial variabilities of soils and landforms**. Madison, Wisconsin: Soil Science Society of America, 1991. p. 9-24. (SSSA Special Publication, n. 28).

HUGGET, R. J. **Geocology – Na evolutionary approach**. London, Routledge: [s.n.], 1995. 320 p.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo, 1981. Escala: 1:1.000.000.

KING, A. B. S. Factors affecting the phenology of the first brood of the sugar-cane froghopper *Aeneolamia varia* saccharina (Dist.)(Homoptera, Cercopidae) in Trinidad. **Bulletin of Entomological Research**, Cambridge, v. 65, n. 3, p. 359-372, 1975.

KRUESS, A.; TSCHARNTKE, T. Habitat fragmentation, species loss, and biological control. **Science**, Washington, DC, v. 264, p. 1581-1584, 1994.

LEPSCH, I. F.; BUOL, S. W.; DANIELS, R. B. Soil-landscape relationships in the Occidental Plateau of São Paulo State, Brazil. I. Geomorphic surfaces and soil

mapping units. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 41, n. 1, p. 104-109, 1977.

LEPSCH, I. F.; ESPINDOLA, C. R.; VISCHI FILHO, O. J.; HERNANI, L. C.; SIQUEIRA, D. S. **Manual para levantamento utilitário no sistema de capacidade de uso**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 170 p., 2015.

MACEDO, N.; BOTELHO, P. S. M.; RIBEIRO, L. D.; STUPIELLO, J. J.; PETRI, J.; OLIVEIRA, P. F. M.; SOARES, R. A. B. Número e época de aplicações de inseticidas no controle de cigarrinha da raiz *Mahanarva fimbriolata* em cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 19., Manaus, 2002. **Anais eletrônicos...** Manaus: SEB, 2002. 1 CD-ROM.

MACEDO, N.; CAMPOS, M. B. S.; ARAUJO, J. R. Insetos nas raízes e colo da planta, perfilhamento e produtividade em canaviais colhidos com e sem queima. **STAB**, Piracicaba, v. 15, n. 3, p. 18-21, 1997.

MACHADO, M. F. SILVA, S. F. **Geodiversidade do estado de minas gerais. Programa geologia do Brasil levantamento da geodiversidade**. Belo Horizonte, 2010. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/Geodiversidade_MG.pdf> Acesso em: 22/09/2015.

MARICONI, F. A. M. **Inseticidas e seu emprego no combate às pragas**. 2. ed. São Paulo: Biblioteca Agrônômica Ceres, 1963. 607 p.

MARQUES JUNIOR, J.; LEPSCH, I. F. Depósitos superficiais neoceno-zóicos, superfícies geomórficas e solos Monte Alto, SP. **Geociências**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 90-106, 2001.

MARQUES JÚNIOR, J.; SIQUEIRA, D. S.; CAMARGO, L. A.; TEIXEIRA, D. B.; BARRÓN, V.; TORRENT, J. Magnetic susceptibility and diffuse reflectance spectroscopy to characterize the spatial variability of soil properties in a Brazilian Haplustalf. **Geoderma**, Amsterdam, v. 219-220, p. 63-71, 2014.

MELO, L. A. S.; SILVEIRA NETO, S.; VILLA NOVA, N. A.; REIS, P. R. Influência de elementos climáticos sobre a população de cigarrinhas-das-pastagens. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 19, n. 1, p. 9-19, jan. 1984.

MENDONÇA, A. F. BARBOSA, G. F. S.; MARQUES, J. E. As cigarrinhas da cana-de-açúcar (Hemiptera: Cercopidae) no Brasil. In: MENDONÇA, A. F. (Ed.). **Pragas da cana-de-açúcar**. Maceió: Edição do autor, 1996. p.171-192.

MENDONÇA, A. F. Introdução da cigarrinha da raiz da cana-de-açúcar *Mahanarva fimbriolata* (Stal), no Estado de Alagoas, Brasil: Importância econômica e controle. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 6., 1996, Maceió. **Anais...** Piracicaba, 1996. p. 207-217.

MONTANARI, R.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T.; SOUZA, Z. M. Forma da paisagem como critério para otimização amostral de Latossolos sob cultivo de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 40, n. 1, p. 69-77, 2005.

MOREIRA, C. A cigarrinha da canna de assucar. **Almanak Agrícola Brasileiro**, [S.l.], v. 10. p. 141-142, 1921.

MOREIRA, C. A cigarrinha vermelha da canna de assucar (*Tomaspis liturata* Lep. & Serv.). **Boletim do Instituto Biológico de Defesa Agrícola**, [S.l.], v. 4, p. 1-23, 1925.

NEWBERY, D. M.; PROCTOR, J. Ecological studies in four contrasting lowland rain forests in Gunung Mulu National Park, Sarawak. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 71, n. 1, p. 475-493, 1984.

NOVARETTI, W. R. T.; PAIVA, L. A.; BELLUCCI, E.; PIVETTA, J. P.; JORGE, E. A.; CAMPOS, R.; NEME, L. H. F. M. Efeito da aplicação dos produtos aldicarb 150 G e fipronil 800 WG isolados ou em associação, no controle da cigarrinha das raízes da cana-de-açúcar. **STAB**, Piracicabal, v. 19, n. 5, p. 42-46, 2001.

PECK, D. C.; MORALES, A.; CASTRO, U. Alternative methods for rearing grassfeeding spittlebugs (Hemipeta: Cercopidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 307-314, 2004.

PEIXOTO, M. F.; FERNANDES, P. M.; SOARES, R. A. B.; BARBOSA, R. V.; OLIVEIRA, R. R. C. Controle e perdas provocadas por *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) em cana-de-açúcar. **Global Science and Technology**, Singapore, v. 2, n. 1, p. 114-122, 2009.

PHILLIPS, D. H.; FOSS, J. E.; STILES, C. A.; TRETTIN, C. C.; LUXMOORE, R. J. Soil-landscape relationships at the lower reaches of a watershed at Bear Creek near Oak Ridge, Tennessee. **Catena**, Amsterdam, v. 44, p. 205-222, 2001.

POLLO, G. Z. **Suscetibilidade magnética, atributos do solo e da planta na discriminação de áreas de manejo específico na cultura do café**. 2013. 58 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2013.

PRADO, H.; VAN LIER, Q. J.; LANDELL, M. G. A.; VASCONCELOS, A. C. M. **Classes de disponibilidade de água para cana-de-açúcar nos principais solos da região centro-sul do Brasil**. [S.l.]: Pedologia fácil, 2015. Disponível em: <http://www.pedologiafacil.com.br/artig_4.php>. Acesso em: 10 nov. 2015.

RICCI, B.; FRANK, P.; TOUBON, J.-F.; BOUVIER, J.-C.; SAUPHANOR, B.; LAVIGNE, C.; The influence of landscape on insect pest dynamics: a case study in southeastern France. **Landscape Ecology**, v. 24, n. 3, p. 337-349, 2009.

- SANCHEZ NETO, V. **Produção e qualidade da cana-de-açúcar em diferentes formas do relevo**. 2015. 39 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Entomologia Agrícola) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2015.
- SANCHEZ, M. G. B.; MARQUES JÚNIOR, J.; SIQUEIRA, D. S.; CAMARGO, L. A.; PEREIRA, G. T. Delineation of specific management areas for coffee cultivation based on the soil relief relationship and numerical classification. **Precision Agriculture**, Dordrecht, v. 14, n. 2, p. 201-214, 2012.
- SANCHEZ, R. B. **Agricultura de precisão em argissolos com variações nas formas do relevo sob o cultivo de cana-de-açúcar**. 2007. 112 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2007.
- SANCHEZ, R. B.; MARQUES JÚNIOR, J.; SOUZA, Z. M.; PEREIRA, G. T.; MARTINS FILHO, M. V. Variabilidade espacial de atributos do solo e de fatores de erosão em diferentes pedoformas. **Bragantia**, Campinas, v. 68, p. 1095-1103, 2009.
- SAS Institute. **SAS/STAT User's Guide**. release 9.1 ed. Cary, NC, 2004.
- SCHENK, H. J.; HOLZAPFEL, C.; HAMILTON, J. G.; MAHALL, B. E. Spatial ecology of a small desert shrub on adjacent geological substrates. **Journal of Ecology**, Chichester, n. 91, p. 381-395, 2003.
- SILVA, A. G.; FARIAS, P. R. S.; SIQUEIRA, D. S.; BOICA JUNIOR, A. L. *Aleurocanthus woglumi* geostatistics analysis in agroforestry and monoculture systems in Oriental Amazon. **Revista Colombiana de Entomologia**, Bogotá, v. 40, n. 2, p. 217-228, 2014.
- SIQUEIRA, D. S. **Mapeamento detalhado e planejamento amostral para Latossolos utilizando suscetibilidade magnética e cor no contexto da relação solo-paisagem**. 2013. 109 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2013.
- SIQUEIRA, D. S.; MARQUES JUNIOR, J.; PEREIRA, G. T. The use of landforms to predict the variability of soil and orange attributes. **Geoderma**, Amsterdam, v. 155, p. 55-66, 2010.
- SIQUEIRA, D. S.; MARQUES, J.; PEREIRA, G. T.; TEIXEIRA, D. B.; VASCONCELOS, V.; CARVALHO JÚNIOR, O. A.; MARTINS, E. S. Detailed mapping unit design based on soil-landscape relation and spatial variability of magnetic susceptibility and soil color. **Catena (Cremlingen)**, Amsterdam, v. 135, p. 149-162, 2015.
- SOARES, J. P. **Estudo da relação entre as características abióticas e bióticas na compartimentação de comunidades ecológicas no Parque Estadual do Rio Doce/MG com base na geomorfologia e na interação inseto-planta**. 2006. 99 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Ambiental e Conservação de Recursos Naturais) – Universidade Federal de Ouro Preto de Minas, 2006.

SOIL SURVEY STAFF (SOIL TAXONOMY): **A basic system of soil classification of making and interpreting soil surveys**. Washington, DC: USDA-Natural Resources Conservation Service, 1975. 869 p. (USDA. Agriculture Handbook, 436).

SOUTHWOOD, T. R. E. **Ecological methods**. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1978. 525 p.

STINGEL, E. **Distribuição espacial e plano de amostragem para a cigarrinha-das-raízes, *Mahanarva fimbriolata* (Stål., 1954), em cana-de-açúcar**. 2005. 75 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Piracicaba, 2005.

SURIANO, A.; SEGATO, S. V. Controle de *Mahanarva fimbriolata* com uso do inseticida thiamethoxan em aplicação conjunta à colhedora de cana-de-açúcar. **Nucleus**, Paris, p. 105-112, 2009. Edição especial.

TÉRAN, F. O. Pragas da cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S. B. (Ed.). **Cana-de-açúcar cultivado e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v. 2, p. 601-698.

THIES, C.; STEFFAN-DEWENTER, I.; TSCHARNTKE, T. Effects of landscape context and parasitism at different spatial scales. **Oikos**, Santiago, v. 101, n. 1, p. 18-25, 2003.

TROEH, F. R. Landform equations fitted to contour maps. **American Journal of Science**, New Haven, v. 263, p. 616-627, 1965.

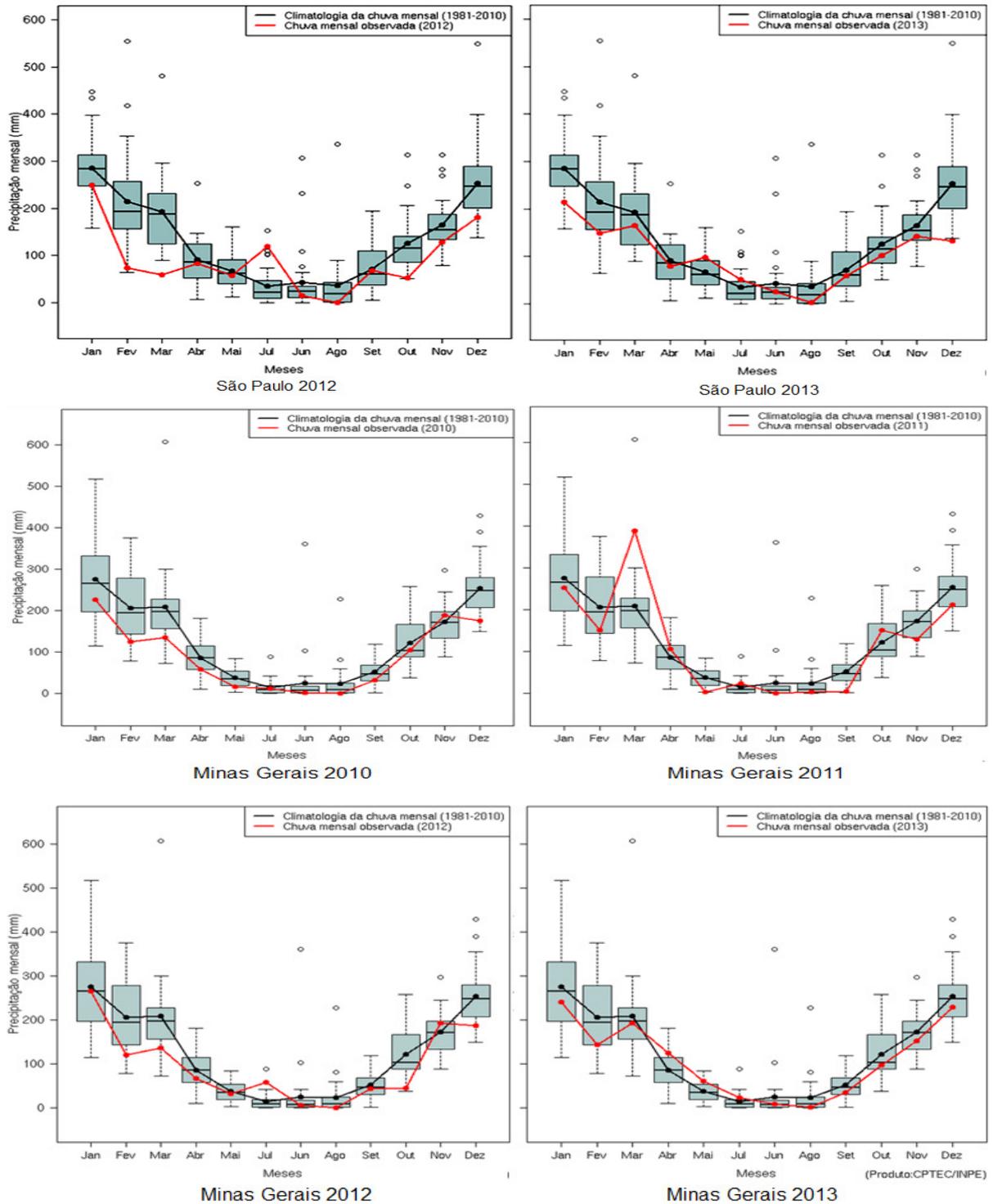
VASCONCELOS, V.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; MARTINS, E. S.; COUTO JÚNIOR, A. F.; GUIMARAES, R. F.; GOMES, R. A. Sistema de classificação geogomorfométrica baseada em uma arquitetura sequencial em duas etapas: árvore de decisão e classificador espectral, no Parque Nacional da Serra da Canastra. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 171-186, 2012.

VASCONCELOS, V.; MARTINS, E. S.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; MARQUES JÚNIOR, J.; SIQUEIRA, D. S.; COUTO JUNIOR, A. F.; GUIMARAES, R. F. GOMES, R. A. T.; REATTO, A. Modelo de evolução pedogeomorfológica da Serra da Canastra, MG. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 197-212, 2013.

ZINCK, J. A. **Soil Suvey: perspectives and Strategies for the 21st Century**. [S.l.: s.n.], 1992. Disponível em: <http://books.google.com.br/books?id=tXWm_PBOE_cC&pg=PA1&lpg=PA1&dq=ZINCK,+1992+SOIL+perspective&source=bl&ots=mRgJI9Tyd5&sig=M3qTyAq6GLRdWx4NXtkxdFm6XOs&hl=ptBR&sa=X&ved=0CCQQ6AEwAGoVChMI3L6BrpuHyQIVw8eQCh3figVw#v=onepage&q=ZINCK%2C%201992%20SOIL%20perspective&f=false>. Acesso em: 10/11/2015.

ZUCCHI, R. A.; SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O. **Guia de identificação de pragas agrícolas**. Piracicaba: FEALQ, 1993. 139 p.

7. ANEXO 1



Precipitação mensal para as localidades do estudo em São Paulo e Minas Gerais (Fonte: CPTEC/INPE).