

## IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA ECOCLIMATOLOGIA DE *ALEUROCANTHUS WOGLUMI* ASHBY, 1903 (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) NO ESTADO DO PARÁ

BERGSON CAVALCANTI DE MORAES<sup>1</sup>, EVERALDO BARREIROS DE SOUZA<sup>1,2</sup>, JOÃO BATISTA MIRANDA RIBEIRO<sup>2</sup>, DOUGLAS BATISTA DA SILVA FERREIRA<sup>1</sup>, WILSON JOSÉ DE MELLO E SILVA MAIA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico Vale (ITV), Belém, PA, Brasil

<sup>2</sup>Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, PA, Brasil

<sup>3</sup>Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Belém, PA, Brasil

bergson.moraes@itv.org, everaldo.barreiros.souza@itv.org, jbmr@ufpa.br, douglas.silva.ferreira@itv.org  
wilson.maia@ufra.edu.br

Recebido Agosto de 2012 - Aceito Junho de 2013

### RESUMO

As atividades humanas que alteram as concentrações de gases de efeito estufa terão influências diretas sobre os problemas fitossanitários. A fim de minimizar tanto a perda de produção, quanto a qualidade de safras, além de orientar a escolha de estratégias de adaptação e de gestão, novos estudos para investigar os impactos das mudanças climáticas na agricultura - nas escalas espaciais e temporais - e seus patógenos são necessários. O objetivo principal deste trabalho foi investigar o impacto da mudança climática global, na ecoclimatologia da mosca-negra-dos-citrus (*Aleurocanthus woglumi* Ashby) no Estado do Pará. Para isso, foram analisadas as exigências térmicas da *A. woglumi*, desenvolvidas em laboratório e no zoneamento ecoclimatológico, com base no número de gerações do inseto a cada ano, realizado a partir de dados de temperatura do ar de 15 estações meteorológicas ao longo do estado. Em seguida, foi simulado o aumento populacional de insetos estudados, através das projeções do modelo climático global CCSM 3.0, entre os anos de 2030 e 2090. Os resultados das simulações sugerem que o número de gerações do inseto vai aumentar 50% no Estado do Pará.

**Palavras-chave:** Efeito estufa, Amazônia, fitossanitário

### ABSTRACT: IMPACTS OF CLIMATE CHANGE IN THE ECOCLIMATOLOGY OF *ALEUROCANTHUS WOGLUMI* ASHBY, 1903 (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) IN THE STATE OF PARÁ

Human activities that alter the greenhouse gases concentrations will have a direct influence on plant health issues. In order to minimize both the production loss and the quality, and to guide the choice of adaptation strategies and management, further studies to investigate the impacts of climate change on agriculture - in the spatial and temporal scales - and their pathogens are needed. The main goal of this work was to explore the global climate impact on the ecoclimatology of the citrus blackfly (*Aleurocanthus woglumi* Ashby) in State of Pará. To do so, the thermal requirements of *Aleurocanthus woglumi* Ashby developed in laboratory and on the ecoclimatological zoning based on the annual insect population was first analyzed using air temperature data series from 15 meteorological stations. Then, the populational increase of the studied insect through the projections of global climate model CCSM 3.0, between years 2030 and 2090, was simulated and analyzed. The results of simulations suggest that the number of generations of the insect will increase 50% in Pará state.

**Keywords:** greenhouse effects, Amazon, phytosanitary

## 1. INTRODUÇÃO

A relevância dos fatores ambientais sobre as questões de fitossanidade é conhecida em escalas temporais seculares (Colhoun, 1973). Entretanto, os efeitos das mudanças do clima tomaram proporções mais importantes a partir de estudos mais recentes, que correlacionaram as mudanças climáticas como fator de elevada interveniência na instalação, desenvolvimento e disseminação de patógeno (Ghini, 2005).

Coakley (1995), Coakley e Scherm (1996) e Coakley *et al.* (1999) observaram que, nos patógenos como a doença-da-tinta (*Phytophthora cinnamomi*) e a ferrugem das folhas, causada pela *Melampsora alli-populina*, o aumento populacional está diretamente relacionado ao aumento de temperatura associado ao efeito estufa.

Estudos sobre os efeitos do clima na interação entre patógeno (Ferrugem do colmo- *Puccinia graminis*) e hospedeiro (Trigo-*Triticum vulgare* Vill), em diversas escalas espaciais, desde o microclima até a escala climática global, foram realizados por Garrett *et al.* (2009), concluindo também a elevada relação direta entre ambos. Com climas favoráveis, a infestação e a disseminação desse patógeno aumentam significativamente.

Segundo Ghini (2005) aumentos na temperatura ou incidência de secas, decorrentes das mudanças climáticas poderão estender a área de ocorrência da doença. Regiões sem ocorrências de patógenos poderão ficar mais vulneráveis a ataques de vetores. Fungos micorrízicos, microrganismos endofíticos e os fixadores de nitrogênio também poderão sofrer os efeitos das mudanças climáticas, acarretando alterações na severidade de doenças.

Evans *et al.* (2007), utilizando dados de temperatura e chuva de um modelo climático regionalizado, baseado em um

GCM (HadCM3, “Hadley Climate Model 3” do Hadley Centre for *Climate Prediction and Research*, Reino Unido), estimaram maior disseminação e aumento da severidade da *Leptosphaeria maculans* em colza (*Brassica napus*) no Reino Unido, em cenários climáticos de alta e baixa emissão de carbono para as décadas de 2020 e 2050.

Eventos internacionais também começaram a incluir o tema em suas programações, como o *7th International Congress of Plant Pathology (ICPP)* em Edinburgo, em 1998 e 2003.

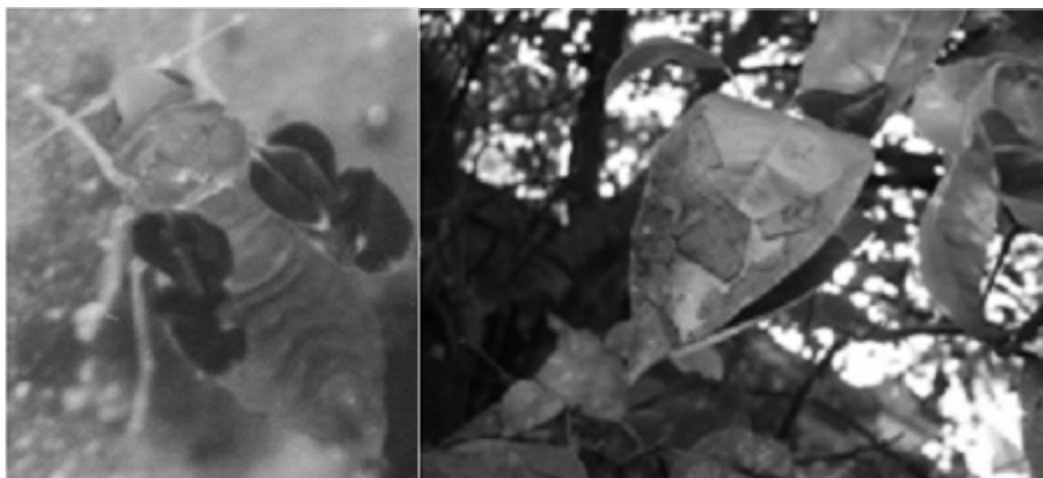
Segundo Maia *et al.* (2005), a mosca-negra-dos-citros (*Aleurocanthus woglumi* Ashby) (Figura 1) teve origem na Jamaica, em 1913, disseminando-se em seguida para Cuba, em 1916, México, em 1935, e Estados Unidos em 1976.

Os primeiros registros no Brasil foram observados no Estado do Pará, em 2001, disseminando em seguida para os estados do Maranhão, Amazonas, Roraima, Amapá, Tocantins, Paraíba, Goiás e São Paulo (Maia *et al.*, 2005).

É atualmente classificada como praga quarentenária A2 no Brasil, ou seja, não está amplamente disseminada no país e por isso está sob controle oficial.

Possui como principal inimigo natural o Crisopídeo (*Chrysoperla externa* Hagen, 1861), que é caracterizado como um voraz inseto sugador. Os adultos de *A. woglumi* medem cerca de 0,99 a 1,24 mm e são capazes de colocar até 50 ovos, em forma de espiral na superfície inferior das folhas, como forma de proteção à inimigos naturais e atenuação aos eventos extremos do clima (Gyeltshen e Hodges, 2005).

O dano direto causado nas plantas é a sucção contínua de nutrientes das folhas e conseqüentemente o enfraquecimento da planta, sendo o dano indireto a fumagina, um fungo fuliginoso, do gênero *Capnodium ascomiceto* (Figura 1), que é originado a partir da pesada carga de substância açucarada, excretada pelo inseto sobre as folhas.



**Figura 1** - *A. woglumi* na fase adulta, (esquerda) e fumagina (*Capnodium* sp.) sobre a folha (direita). Fonte: Laboratório de Bioecologia de Insetos, LABIN, Instituto de Ciências Agrárias, ICA, Universidade Federal Rural da Amazônia.

Ocorre a partir desse fungo o recobrimento parcial ou total das folhas, frutos e ramos, diminuindo a eficiência dos processos de respiração e fotossíntese (Nguyen e Hamon, 2003). O ataque dessa praga pode levar à redução da frutificação em até 80% (Barbosa *et al.*, 2004).

Portanto, é de extrema importância prognosticar áreas com maior potencial de infestação desse inseto, em relação das mudanças climáticas, subsidiando tomadas prévias de decisões e estratégias de adaptação e manejo agrícola no Estado do Pará.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Base de dados

Foram utilizados dados climatológicos, compreendidos entre os anos de 2001 a 2007, com frequência diária, de 15 estações meteorológicas, provenientes do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET/MAPA, conforme listado na Tabela 1.

### 2.2 Exigência térmica

O estudo das exigências térmicas de *A. woglumi*, foi desenvolvido no laboratório de bioecologia de insetos, LABIN, do Instituto de Ciências Agrárias, ICA, da Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA.

A infestação de *A. woglumi* foi realizada através de mudas de laranjeira (*citrus sinensis*), recém-enxertadas, com 45 dias, cultivadas em saco de plástico com 2,5l de capacidade, contendo uma mistura de terra e esterco bovino curtido, na proporção de 9:1. Gaiolas de tecido tipo “voil” envolveram cada muda, onde foram acondicionados 20 casais de mosca-negra, os quais permaneceram por 72 horas para ovipositarem nas plantas.

Os casais foram retirados e em seguida contados o número de oviposições. Foram mantidos 20 ovos/repetição (planta). Todos os demais ovos foram retirados, raspando-os por meio de bisturi.

As amostras de laranjeira infestadas de *A. woglumi*, foram inseridas em câmaras climatizadas, sendo quatro por câmara, reguladas a temperaturas constantes de 15, 20, 25, 30, 35 e 40 ± 0,8°C, 85 ± 10% UR e 12 horas de fotofase.

A partir da metodologia proposta por Silveira Neto *et al.* (1976), foi determinada a constante térmica de *A woglumi*, conforme Equação 1.

$$K = y * (T - a) \quad (1)$$

Sendo:  $K$  é a constante térmica expressa em graus dias (GD),  $y$  é o número de dias de desenvolvimento,  $T$  é a temperatura do ar (°C) e  $a$ , a temperatura do limiar do desenvolvimento (°C). A diferença entre  $t - a$  é a temperatura efetiva.

**Tabela 1** - Estações meteorológicas no Estado do Pará.

<i>N</i>	<i>Código</i>	<i>Localidade</i>	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>
1	82026	Altamira	-3,20	-51,20
2	82141	Belém	-1,45	-49,05
3	82145	Belterra	-3,42	-54,95
4	82178	Breves	-2,25	-51,27
5	82181	Conceição do Araguaia	-8,25	-50,07
6	82184	Itaituba	-4,85	-56,37
7	82188	Marabá	-5,35	-49,15
8	82191	Monte Alegre	-2,00	-54,87
9	82246	Óbidos	-2,00	-56,10
10	82353	Porto de Moz	-2,52	-53,02
11	82361	São Félix do Xingu	-7,42	-52,77
12	82445	Soure	-1,30	-49,10
13	82562	Tiriós	-3,27	-56,77
14	82668	Tracuateua	-1,87	-47,75
15	82861	Tucuruí	-4,30	-50,30

O número de ciclo e gerações a cada ano *A. woglumi*, foi determinado através das Equações 2 e 3, respectivamente (Silveira Neto *et al.*, 1976).

$$C = \frac{K}{T - Tb} \quad (2)$$

Sendo *C* o ciclo (dias), *T* a temperatura do ar (°C) e *Tb* a temperatura basal inferior (°C).

$$G = \frac{D}{C} \quad (3)$$

Sendo *G* o número de gerações a cada ano, *D* o número de dias do ano e *C* o ciclo anual.

### 2.3 Zoneamento ecoclimático

Para determinação da análise espacial dos resultados, foi então calculado o número médio de gerações de *A. woglumi*, para cada localidade, conforme Tabela 1, entre os anos de 2001 a 2007. Em seguida, esses valores foram interpolados em sistemas de informações geográficas, conforme metodologia proposta por Watson e Philip, (1985), em que o valor a ser estimado para a variável em um ponto *X* qualquer é proporcional ao valor medido em *n* estações vizinhas (*V<sub>i</sub>*) e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre o ponto *X* e cada uma dessas *n* estações (*D<sub>i</sub><sup>2</sup>*) (Equação 4).

$$V_x = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{V_i}{D_i^2}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{D_i^2}} \quad (4)$$

Sendo *V<sub>x</sub>* o valor estimado *i*; *V<sub>i</sub>* o valor medido na estação, *D<sub>i</sub>* a distância entre o ponto e a estação meteorológica analisada, *n* o número de estações usadas para estimativa de *V<sub>x</sub>* e *i*, o número da estação (variando de 1 a *n*).

### 2.4 Simulações ecoclimáticas

Utilizando um modelo global de mudanças climáticas, foram realizadas simulações futuras, em escala de décadas, do número de gerações de *A. woglumi*, com base em dois cenários de emissões de gases de efeito estufas, conforme o estabelecido pelo IPCC (2007).

Esse modelo climático, o *Community Climate System Model – CCSM*, em sua versão 3, pertence a uma série de modelos acoplados, desenvolvidos através de colaboração internacional, sobre coordenação do *National Center for Atmospheric Research – NCAR*.

Possui resolução espacial de aproximadamente 1,4° de latitude e longitude, conforme ilustrado na Figura 2.

Foram utilizados 156 pontos de simulações, compreendidos entre as latitudes de 04° N a 14° S e longitude de 45° W a 61° W, abrangendo assim, o Pará e regiões vizinhas ao Estado.

O CCSM3 possui quatro componentes que são: a atmosférica, CAM versão 3 (Collins *et al.*, 2004; Collins *et al.*, 2006); a terrestre, CLM versão 3 (Oleson *et al.*, 2004; Dickinson *et al.*, 2006), a criosfera, CSIM versão 5 (Briegleb *et al.*, 2005) e a componente oceânica, que é baseada no POP (*Parallel Ocean Model*) versão 1.4.3 (Smith e Gent, 2002).

Essas componentes físicas do modelo são ligadas através de um programa denominado Acoplador de Fluxos (AF), que é responsável pela interpolação entre as diferentes grades das componentes do modelo enquanto conserva as propriedades locais e globais (Craig *et al.*, 2005; Drake *et al.*, 2005).

O extrator de variáveis climáticas é responsável pela estimativa bilinear, de um ponto no interior de uma célula, que é dada em função da ponderação em relação da proximidade entre os pontos vizinhos e o ponto de interesse usando interpolação.

Neste trabalho foram utilizados os cenários A2 e B1 (IPCC 2007), como forma de representação das altas e das baixas emissões, respectivamente.

Na etapa de calibração do modelo, foram utilizados os mapas do número de gerações entre 2001 e 2007, elaborados a partir das séries climáticas dos dados históricos. Esses mapas

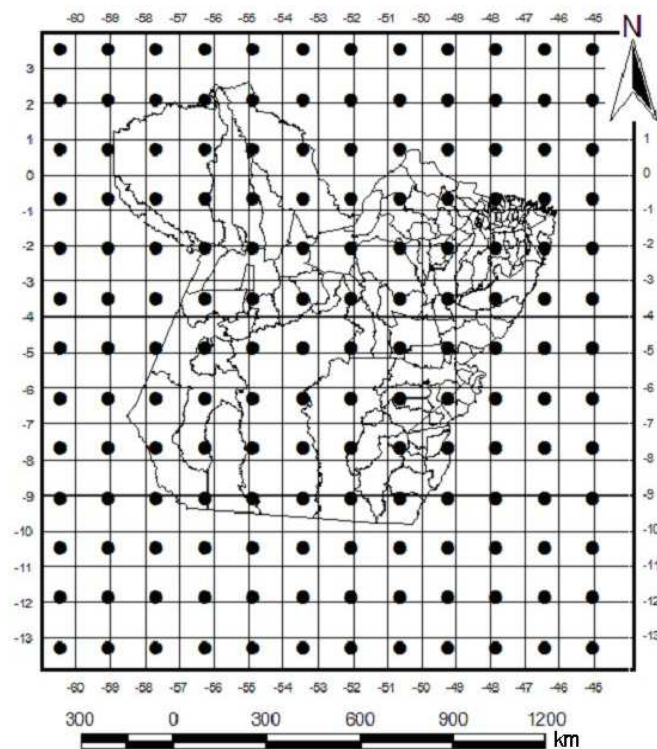


Figura 2 - Grande espacial do modelo CCSM 3.0 e respectivos pontos de simulação no Pará.

foram então confrontados com os mapas simulados pelo modelo CCSM, para o mesmo período, segundo metodologia recomendada por Isaaks *et al.* (1989), conforme a expressão:

$$[DadosGrid] - \left( \frac{[DadosGrid]}{[DadosGrid]} * [DadosGrid] * [DadosGrid] \right) \quad (5)$$

Esta expressão foi implementada na rotina de Map Calculator, contida no menu de Analysis, do programa de sistema de informação geográfica.

O resultado dessa expressão é um grid dos erros para cada grid interpolado. Pela análise dos histogramas e das tabelas associadas a cada um dos grids, avaliou-se a correlação dos valores interpolados com os dados climáticos históricos.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através dos estudos em laboratórios, foi observado que uma ótima temperatura do ar, para o desenvolvimento do inseto estudado, oscila próxima aos  $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ . Nessa faixa de temperatura do ar, o desenvolvimento torna-se mais acelerado e como consequência, ocorre um aumento populacional do inseto, devido o aumento do número de gerações.

O limite máximo, definido como temperatura basal superior ou limiar máximo, oscilou em torno da temperatura de  $40^{\circ}\text{C}$ , enquanto que próximo aos  $15^{\circ}\text{C}$  de temperatura do ar ocorreu o limiar mínimo.

Na faixa acima de  $40^{\circ}\text{C}$  os insetos entraram em estivação temporária. Observou-se também nesse estágio que, os insetos estudados voltaram a adquirir as suas atividades vitais quando a temperatura do ar retornou as temperaturas da faixa ótima, caso contrário os insetos foram levados à morte. Por outro lado, quando a temperatura do ar é reduzida abaixo dos  $15^{\circ}\text{C}$ , ocorre a hibernação temporária dos insetos.

O ajuste exponencial, representado por  $y=92,208.e^{0,1049x}$ , entre a temperatura do ar e os ciclos de vida de *A. woglumi* apresentou um coeficiente de determinação de 0,8562, determinando dessa forma a elevada influência da temperatura do ar no ciclo de vida do inseto.

#### 3.1 Ecoclimatologia de *A. woglumi*

A Figura 3 ilustra a média anual, entre os anos de 2001 a 2007, da ecoclimatologia de *A. woglumi* no Estado do Pará, representado pelo número de gerações do inseto a cada ano, conforme estabelecido por Silveira Neto *et al.* (1976).

A área potencialmente capaz de desenvolver até 17 gerações anuais ocupa mais de 1000 pontos no mapa do Estado, o que representa uma dimensão de, aproximadamente 750.891,92

$\text{km}^2$ , espacialmente distribuída desde o nordeste paraense, passando pelo sudeste e parte central do Estado, chegando até o extremo sudoeste, nos municípios de Jacareacanga e Novo Progresso. Características semelhantes a essa área, observa-se na região central dos municípios de Almeirim, Alenquer, Óbidos, Oriximiná e Faro, na região do Baixo Amazonas.

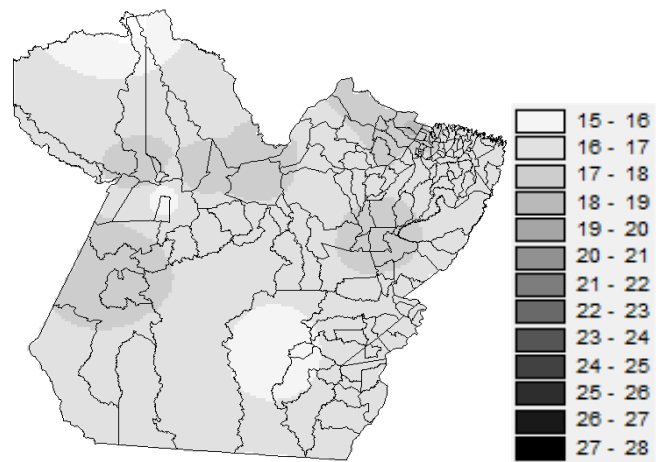
Padrões semelhantes a essa área pode ser observado ao longo da calha do Rio Amazonas, onde se localizam os municípios de Almeirim, Alenquer, Óbidos, Oriximiná e Faro.

Outra área de maior eficiência ecoclimática, satisfatoriamente capaz de produzir até 18 gerações do inseto estudado, ocupa aproximadamente  $257.397,692 \text{ km}^2$ . Essa área se divide em três regiões do Pará. A primeira no norte do Marajó, a segunda, de forma circular, no sul dos municípios de Moju, Tailândia, Tomé Açu, Paragominas, a totalidade de Goianésia do Pará, Breu Branco, Tucuruí e Baião.

A área de menor eficiência ecoclimática, apresentando potencial de produzir 15 a 16 gerações, foi observada nos extremos, das regiões Sudeste e Baixo Amazonas, com uma representatividade de  $142.598,713 \text{ km}^2$ .

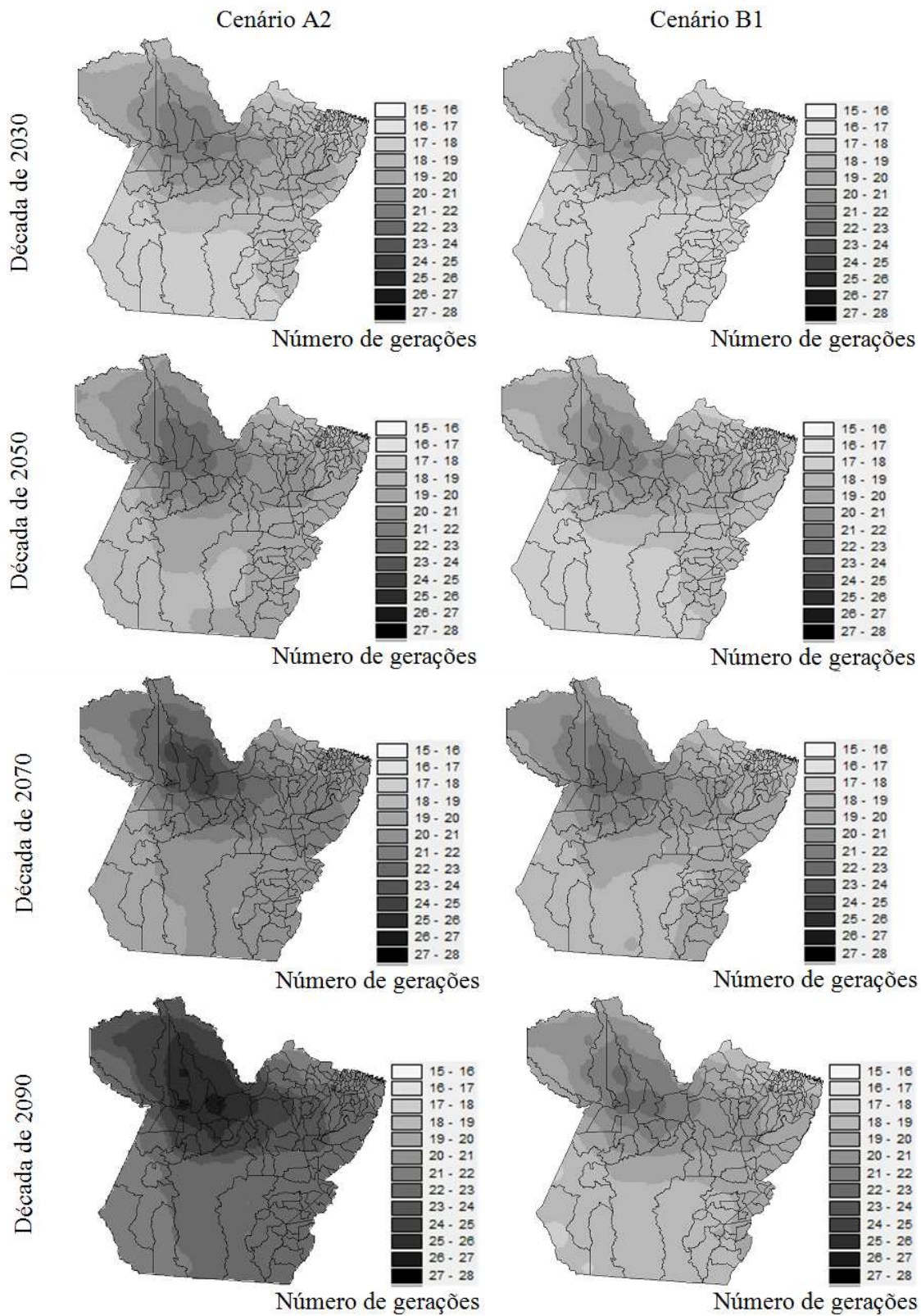
#### 3.2 Simulações dos impactos das mudanças climáticas na ecoclimatologia de *A. woglumi*

A Figura 4 apresenta os resultados da simulação da variação ecoclimática de *A. woglumi* no Estado do Pará, entre as décadas de 2030 a 2090, representado pelo número médio de gerações do inseto em cada ano, nos cenários de alta (A2) e baixa (B1) emissões de gases de efeito estufa, conforme estabelecido pelo IPCC (2007).



Número de gerações

**Figura 3** - Variação ecoclimática de *A. woglumi* no Estado do Pará, representado pelo número médio de gerações do inseto, entre os anos de 2001 a 2007, com base em dados climatológicos de temperatura do ar.



**Figura 4** - Simulação da variação ecoclimática de *A. woglumi* no Estado do Pará, entre as décadas de 2030 a 2090, representado pelo número médio de gerações do inseto em cada ano, nos cenários de alta (A2) e baixa (B1) emissões de gases de efeito estufa.

Na primeira década simulada, o cenário B1 projeta para o Estado uma grande região no centro-sul, com índices ecoclimáticos de 17 a 18 gerações anuais, valores que constituem a média do potencial do Pará, conforme comentado no capítulo anterior.

Entretanto, nos municípios de Prainha, Almeirim e Porto de Moz, esses valores chegam a 22 gerações. Para o mesmo período, no cenário A2, essa área se expande, e no seu centro surge outra área que chega a 24 gerações.

Na década de 2050, a média ecoclimática do Estado, que é de 18 gerações, fica reduzida apenas a região sudoeste, simulado pelo cenário B1. No cenário A2, na mesma década, essa média ecoclimática é inexistente, com os menores valores de 19 gerações, no extremo sudeste e maiores, ainda localizados ao sul do Baixo Amazonas. No mesmo período, a área que expressa valores de até 20 gerações é ampliada desde a ilha de Marajó, passando pelo centro do Estado, indo até o sul do município de São Félix do Xingu.

A década de 2070 será caracterizada pelo surgimento da área de 25 gerações. Essa área, representada pelo cenário A2, atingirá grande parte dos municípios de Prainha, Almeirim e Monte Alegre. No sudeste, surgirá o aumento de gerações para 22.

Na década de 2090, a média ecoclimática fica limitada a uma pequena região central de Jacareacanga, observada pela simulação do cenário B1. Entretanto, em Prainha, área crítica, surge o intervalo compreendido entre 26 e 27 gerações. A região sudeste chega as 23 gerações anuais.

#### 4. CONCLUSÕES

O Estado do Pará é considerado uma área de alto potencial, para o crescimento e desenvolvimento de *A. woglumi*. Regiões do Marajó, sudeste e centro oeste merecem maior atenção quanto às questões de fitossanidade, devido ao número elevado de prováveis gerações do inseto a cada ano e consequentemente a disseminação para demais regiões.

Quanto às simulações futuras, o modelo climático global CCSM3 apresentou-se bastante estável no recurso de processamento utilizado. Também realizou excelentes simulações para o Estado do Pará, com exceção da Região do Baixo Amazonas e norte da região Sudoeste, onde os valores de temperatura do ar superestimaram os valores observados, entre os anos de 2001 e 2007. Contudo, esses valores superestimados, quando transformados para números de gerações de *A. woglumi*, não ultrapassaram os 10% de erro.

Tais valores foram calibrados no modelo para uma maior exatidão, e por fim corrigidos para a realização das simulações finais, contida no presente trabalho.

Os resultados apontam para um aumento médio de até 50% no número de gerações, até o final de 2090. Essa projeção

poderá causar sérios prejuízos às safras, com abruptas quedas na produtividade e qualidade dos frutos de citros, com destaque para a agricultura familiar, que não dispõe de grandes recursos de manejo e defesa agrícola.

Regiões como o Baixo Amazonas e áreas de fronteiras com o Maranhão, poderão ser consideradas como áreas de altos riscos de disseminação de insetos pragas, por apresentarem condições altamente favoráveis a instalação, manutenção, desenvolvimento e disseminação desses insetos.

Dessa forma, também pode-se concluir que o uso de defensivos agrícolas também será mais frequente, principalmente nas agriculturas industriais, situação que provavelmente impactará ainda mais o meio ambiente, especialmente o solo, atmosfera e os recursos hídricos.

É importante que estudos de ecoclimatologia de insetos, que servem como inimigos naturais de *A. woglumi*, sejam avaliados para o controle biológico, pois ainda não são conhecidas as respostas ecoclimáticas desses insetos quanto às mudanças climáticas.

#### 5. REFERÊNCIAS

- BARBOSA, RR., SANTANA, SILVA, C.S.B., PARANHAS, BJ. *Aleurocanthus woglumi* (Hemiptera: Aleyrodidae): uma ameaça à fruticultura do Vale do São Francisco. In: Anais do XX Congresso Brasileiro de Entomologia. Gramado/RS. 2004.
- BRIEGLEB, B., BLITZ, C., LIPSCOMB, W., HOLLAND, M., SCHRAMM, J., MORITZ, R. Scientific Description of the sea ice component in the Community Climate System Model, Version three. **NCAR Technical Note**, 2005. n. 463, 78 p.
- COAKLEY, S. M. Biospheric change: will it matter in plant pathology? **Canadian Journal of Plant Pathology**, v. 17, p. 147-153, 1995.
- COAKLEY, S. M.; SCHERM, H. Plant disease in a changing global environment. **Aspects of Applied Biology**, v. 45, p. 227-238, 1996.
- COAKLEY, S. M.; SCHERM, H.; CHAKRABORTY, S. Climate change and plant disease management. **Annual Review of Phytopathology**, v. 37, p. 399-426, 1999.
- COLHOUN, J. Effects of environmental factor on plant disease. **Annual Review of Phytopathology**, v. 11, p. 343-364, 1973.
- COLLINS, W., BITZ, C., BLACKMON, M., BONAN, G., BRETHERTON, C., CARTON, J., CHANG, P., DONEY, S., HACK, J., HENDERSON, T., KIEHL, J., LARGE, W., MCKENNA, D., SANTER, B., SMITH, R. The Community Climate System Model Version 3 (CCSM3). **Journal of Climate**, v. 19, p. 2122-2143. 2006.

- COLLINS, W., RASCH, P., BOVILLE, B., HACK, J., MCCA, J., WILLIAMSON, D., KIEHL, J., BRIEGLEB, B., BITZ, C., LIN, S., ZHANG, M., DAI, Y. Description of the NCAR Community Atmosphere Model (CAM3). **NCAR Technical Note**, v. 464, 226 p. 2004.
- CRAIG, A., JACOB, R., KAUFFAMAN, B., BETTGE, T., LARSON, J., ONG, E., DING, C., HU, Y. The new extensible high-performance parallel coupler for the Community Climate System Model. **International Journal of High Performance Computing Applications**, v. 19, p. 309–328. 2005.
- DICKINSON, R., OLESON, K., BONAN, G., HOFFMAN, F., VERTENSTEIN, M., YANG, Z.-L., ZENG, X. The Community Land Model and its climate statistics as a component of the Community Climate System Model. **Journal of Climate**, v. 19, p. 2302–2324. 2006.
- DRAKE, J., JONES, P., CARR, G. Overview of the software design of the CCSM. **International Journal of High Performance Computing Applications**, v19, p. 177–186, 2005.
- EVANS, N., BAIERL, A., SEMENOV, M. A., GLADDERS, P.; FITT, B. D. L. Range and severity of plant disease increased by global warming. **Journal of The Royal Society**, v. 5, p. 1-7, 2007.
- GARRETT, K. A., NITA, M.; WOLF, E. D. D., GOMEZ, L.; SPARKS, A. H. Plant pathogens as indicators of climate change. In: LETCHER, T. (Ed.). *Climate change: observed impacts on planet Earth*. Amsterdam: Elsevier, cap. 25, p. 425-437. 2009.
- GHINI, R. *Mudanças climáticas globais e doenças de plantas*. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 104p. il. 2005. E-Book.
- GYELTSHEN, J.; HODGES, A. Orange spiny whitefly, *Aleurocanthus spiniferus* Quaintance (Insecta: Hemiptera: Aleyrodidae). *Featured Creatures (EENY-341)*. University of Florida, 2005. [Disponível online em [http://creatures.ifas.ufl.edu/citrus/orange\\_spiny\\_whitefly.htm](http://creatures.ifas.ufl.edu/citrus/orange_spiny_whitefly.htm) e <http://edis.ifas.ufl.edu/IN618>.]
- NGUYEN, R., HAMON, AB. Citrus blackfly, *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Homoptera: Aleyrodidae). University of Florida. **CIR 360**. 2003.
- IPCC. Summary for Policymakers. *Climate Change 2007*, published for the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: **Cambridge University Press**. p. 2–18. In. 2007.
- ISAAKS, E.H.; SRIVASTAVA, R.M. **Applied Geostatistics**. Oxford University Press, New York, 1989. 561 p.
- MAIA, SOUZA, J.C., MARQUES, L.C., SILVA, L.M.S., BENADUCE, GENTIL, R.M. Infestação em citros por *Aleurocanthus woglumi* (Ashby) e perspectivas de Controle biológico aplicado no Pará. *Anais do 9º Simpósio de Controle Biológico*. Recife. 13.183. 2005.
- OLESON, K., DAI, Y., BONAN, G., DICKINSON, R., DIRMEYER, P., HO\_MAN, F., HOUSER, P., LEVIS, S., NIU, G.-Y., THORNTON, P., VERTENSTEIN, M., YANG, Z.-L., ZENG, X, Technical Description of the Community Land Model (CLM). **NCAR Technical Note**, v. 461, 174 p. 2004.
- SILVEIRA NETO, S., O. NAKANO, D. BARBIN, N. A. V. NOVA, **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo, Ed. Agrônômica Ceres, 419 p. 1976.
- SMITH, R.D.; P. GENT. **Reference manual for the Parallel Ocean Program (POP)**. Los Alamos Unclassified Report LA-UR. 2002. 02-2484.
- WATSON, D.F.; PHILIP, G.M. A refinement of inverse distance weighted interpolation. **Geo-Processing**, v. 2, p. 315-327. 1985.