

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA - UFRA  
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

MILTON LEITE ALVES DA CUNHA

**Delimitação, dispersão e genética de  
*Conotrachelus humeropictus* Fiedler, 1940  
(Coleoptera:Curculionidae) e ações em Defesa  
Sanitária Vegetal.**

Belém

2014



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA - UFRA

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

MILTON LEITE ALVES DA CUNHA

**Delimitação, dispersão e genética de *Conotrachelus humeropictus* Fiedler, 1940 (Coleoptera:Curculionidae) e ações em Defesa Sanitária Vegetal.**

Tese apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Doutorado em Ciências Agrárias: área de concentração Agroecossistemas da Amazônia, para a obtenção do título de Doutor.

Belém

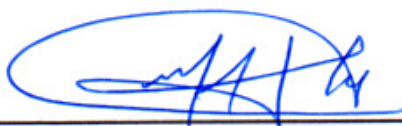
2014

MILTON LEITE ALVES DA CUNHA

**Delimitação, dispersão e genética de *Conotrachelus humeropictus* Fiedler, 1940 (Coleoptera:Curculionidae) e ações em Defesa Sanitária Vegetal.**

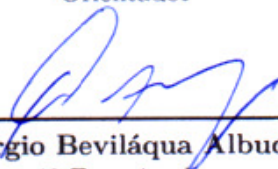
Tese apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Doutorado em Ciências Agrárias: área de concentração Agroecossistemas da Amazônia, para a obtenção do título de Doutor.

Trabalho aprovado. Belém, 10 de junho de 2014:



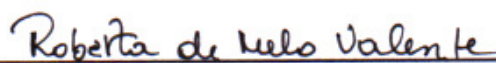
---

Wilson José Mello e Silva Maia  
Orientador



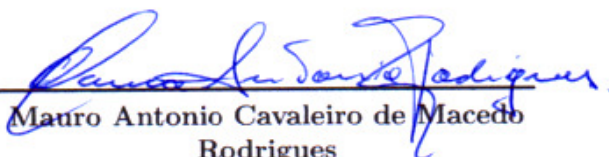
---

Paulo Sérgio Beviláqua Albuquerque  
1º Examinador



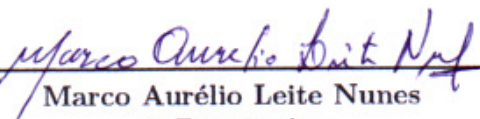
---

Roberta de Melo Valente  
2º Examinador



---

Mauro Antonio Cavaleiro de Macedo  
Rodrigues  
3º Examinador



---

Marco Aurélio Leite Nunes  
4º Examinador

Cunha, Milton Leite Alves da

Delimitação, dispersão e genética de *Conotrachelus humeropictus* Fiedler, 1940 (Coleoptera:Curculionidae) e ações em Defesa Sanitária Vegetal / por Milton Leite Alves da Cunha.- Belém, PA : Universidade Federal Rural da Amazônia ; Embrapa Amazônia Oriental, 2014.

129 f. il.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2014.

Orientador: Wilson José Mello e Silva.

1. Cacao – Praga. 2. Cupuaçu – Praga. 3. *Conotrachelus humeropictus* Fiedler. 4. Coleoptera Curculionidae. 5. Cacao- Defesa sanitária. 6. Defesa sanitária Vegetal. 7. *Theobroma cacao*. 8. *Theobroma grandiflorum*. I. Título.



*Aos meus pais (in memoriam), pelo amor, ensinamentos e valores que até hoje falam ao meu coração.*

*A minha esposa e meus filhos, que me aceitam como sou e ainda assim são minha grande motivação na busca contínua de me tornar alguém melhor.*

## Agradecimentos

A Deus, a fonte da vida.

Aos meus pais, a quem devo o que sou.

À minha esposa Elcy e aos meus filhos Marília e Victor, pela paciência, compreensão e apoio durante as longas horas de trabalho.

Aos meus irmãos, na genética ou no coração.

Agradeço aos meus amigos, professores e dirigentes da SFA-PA, CEPLAC, UFRA, EMBRAPA, UFPA, SIPAM, ADEPARÁ e Emílio Goeldi pelo inestimável apoio durante a realização deste trabalho.

Ao Dr. Wilson Maia da UFRA, mais que orientador, um grande amigo.

Aos Doutores Paulo Albuquerque e Mauro C. de Macedo da CEPLAC.

À Prof<sup>a</sup>. Dra. Roberta Valente da UFPA.

Ao Eng<sup>o</sup>. Agrônomo e Fiscal Federal Agropecuário Otávio César Durans de Oliveira que foi meu braço esquerdo (meu melhor braço, já que sou canhoto) na Divisão de Defesa Agropecuária da SFA-PA durante as fases mais críticas deste trabalho.

À Eng<sup>a</sup>. Agrônoma e Fiscal Estadual Agropecuária Karen Belford coordenadora na Adepará do Programa de Controle de *Conotrachelus humeropictus*, por todo o suporte e informações fornecidas.

Aos colegas responsáveis pelas áreas de geoprocessamento da Adepará e SIPAM, o Eng<sup>o</sup>. Agrônomo Rogério F. Lourenço e o MSc. Flávio Altieri, pelas aulas, arquivos, informações e dicas no uso de Sistemas de Informação Geográfica.

## Resumo Geral

A cultura do cacauzeiro (*Theobroma cacao* L.) e do cupuaçuzeiro (*T. grandiflorum* Schum.) tem cada vez mais, pelas sua rentabilidade e baixo impacto ambiental, assumido uma posição de grande relevância no agronegócio do estado do Pará. O inseto *Conotrachelus humeropictus* Fiedler (1940) (coleoptera:curculionidae) é uma das mais importantes pragas daquelas culturas. As suspeitas de ocorrência deste inseto no oeste do estado do Pará pos as classes produtora e técnica em alerta para importantes riscos para aquelas culturas. Este trabalho teve por objetivos apresentar um registro oficial de presença e determinar a extensão real e potencial do estabelecimento de *C. humeropictus* no Pará. Realiza um estudo genético comparativo de populações de Rondônia e do Pará ao mesmo tempo que analisa criticamente as medidas fitossanitárias adotadas e fornece propostas de melhoria para o sistema.

**Palavras-chaves:** *Conotrachelus humeropictus*. defesa sanitária vegetal. medidas fitossanitárias. cacau. cupuaçu.

## General Abstract

The cultivation of cocoa (*Theobroma cacao* L.) and cupuaçu (*T. grandiflorum* Schum.) has great importance in the State of Pará, Brazil, for its profitability and low environmental impact. The insect *Conotrachelus humeropictus* Fiedler (1940) (Coleoptera: Curculionidae) is one of the most important pests of those crops. The suspected outbreak of this insect in western Pará put the producer and technical classes on alert for major risks for those crops. This study aimed to provide an official record of the presence and determine the real and potential distribution of *C. humeropictus* in Pará State. It performs a comparative genetic study of populations from Rondônia and Pará while critically analyzes the phytosanitary measures taken and provides suggestions for to the system improvements.

**key-words:** plant health protection. phytosanitary measures. cocoa. cupuaçu.

## Lista de ilustrações

Figura 1 – <i>Conotrachelus nenuphar</i> . . . . .	19
Figura 2 – <i>C. humeropictus</i> , vista superior . . . . .	20
Figura 3 – <i>C. humeropictus</i> , vista lateral . . . . .	20
Figura 4 – <i>Diferenciação sexual através do número aparente de segmentos abdominais. O macho aparenta ter um segmento a mais que a fêmea em razão da forma diferenciada de seu último tergito.</i> . . . . .	20
Figura 5 – Fêmea ligeiramente maior que o macho . . . . .	21
Figura 6 – Larvas de <i>C. humeropictus</i> - Fonte: Lopes . . . . .	21
Figura 7 – Pupa de <i>C. humeropictus</i> , Fonte: Trevisan . . . . .	21
Figura 8 – Danos de <i>Conotrachelus humeropictus</i> em fruto de cupuaçu . . . . .	22
Figura 9 – Danos de <i>Conotrachelus humeropictus</i> em fruto de fruto de cacau . . . . .	23
Figura 10 – Danos de <i>Conotrachelus humeropictus</i> em amêndoas de cupuaçu . . . . .	23
Figura 11 – Coleta de adultos com a utilização da Técnica do sacolejo. . . . .	24
Figura 12 – Região geográfica do Levantamento de Detecção de <i>C. humeropictus</i> na região de Santarém - Pará. . . . .	30
Figura 13 – Formulário de entrevista utilizado para coleta de informação das propriedades inspecionadas. Adaptado de formulários-padrão da Agencia de Defesa Agropecuária - ADEPARÁ . . . . .	31
Figura 14 – Municípios produtores de cacau e cupuaçu no estado do Pará . . . . .	33
Figura 15 – Coordenadas geográficas do levantamento de ocorrência de <i>C. humeropictus</i> no Estado do Para . . . . .	34
Figura 16 – Mapa ampliado da localização dos pontos de ocorrência de <i>C. humeropictus</i> . . . . .	35
Figura 17 – Amplificação de DNA - primers específicos ITS1-18S e ITS4. Amplificação de DNA de <i>Conotrachelus humeropictus</i> utilizando primers específicos ITS1-18S e ITS4, amplificando as regiões ITS1 + 5.8S + ITS2 do rDNA. 1. Padrão de peso molecular (100 pb); 2-6 = <i>C. humeropictus</i> (hospedeiro <i>T. grandiflorum</i> ); 7-20 = <i>C. humeropictus</i> (hospedeiro <i>T. cacao</i> ). Populações: 2,3 = Nova Califórnia (RO) [larvas]; 4,7,8,11,13,15,18 = Ouro Preto (RO) [larvas]; 5 = Santarém (PA) [adulto]; 6 = Santarém (PA) [larva]; 9,14,16,17,19 = Cacoal (RO) [larvas]; 10,12 = Jaru (RO) [larvas]; 20 = Rondônia (RO) [adulto]. . . . .	44

Figura 18 – Digestão de fragmento amplificado do rDNA - enzima de restrição EcoR V. 1. Digestão do fragmento amplificado do gene do rDNA (regiões ITS1 + 5.8S + ITS2) de <i>Conotrachelus humeropictus</i> utilizando a enzima de restrição EcoR V. 1. Padrão de peso molecular (100 pb). 2-5 = <i>C. humeropictus</i> (hospedeiro <i>T. grandiflorum</i> ); 6 14 = <i>C. humeropictus</i> (hospedeiro <i>T. cacao</i> ). Populações: 2, 3 = Nova Califórnia (RO); 4, 6, 11 = Ouro Preto (RO); 5 = Santarém (PA); 7, 10, 12, 13, 14 = Cacoal (RO); 8, 9 = Jaru (RO). . . . .	45
Figura 19 – Digestão de fragmento amplificado do rDNA - enzima de restrição Rsa I. 1. Digestão do fragmento amplificado do gene do rDNA (regiões ITS1 + 5.8S + ITS2) de <i>Conotrachelus humeropictus</i> utilizando a enzima de restrição Rsa I. 1. Padrão de peso molecular (100 pb). 2-5 = <i>C. humeropictus</i> (hospedeiro <i>T. grandiflorum</i> ); 6 14 = <i>C. humeropictus</i> (hospedeiro <i>T. cacao</i> ). Populações: 2, 3 = Nova Califórnia (RO); 4, 6, 11 = Ouro Preto (RO); 5 = Santarém (PA); 7, 10, 12, 13, 14 = Cacoal (RO); 8, 9 = Jaru (RO) . . . . .	46
Figura 20 – Digestão de fragmento amplificado do rDNA - enzima de restrição Hinf I. 1. Digestão do fragmento amplificado do gene do rDNA (regiões ITS1 + 5.8S + ITS2) de <i>Conotrachelus humeropictus</i> utilizando a enzima de restrição Hinf I. 1. Padrão de peso molecular (100 pb). 2-5 = <i>C. humeropictus</i> (hospedeiro <i>T. grandiflorum</i> ); 6 14 = <i>C. humeropictus</i> (hospedeiro <i>T. cacao</i> ). Populações: 2, 3 = Nova Califórnia (RO); 4, 6, 11 = Ouro Preto (RO); 5 = Santarém (PA); 7, 10, 12, 13, 14 = Cacoal (RO); 8, 9 = Jaru (RO). . . . .	47
Figura 21 – Verificação das variáveis com maior contribuição para o modelo e provavelmente para a dispersão de <i>C. humeropictus</i> - Jackknife Test . . . .	61
Figura 22 – Verificação das variáveis com maior contribuição para o modelo e provavelmente para a dispersão de <i>C. humeropictus</i> - Jackknife AUC test . . . .	61
Figura 23 – Gráfico demonstrativo da influência da Precipitação anual (BIO12) no modelo . . . . .	62
Figura 24 – Gráfico demonstrativo da influência da Sazonalidade de Temperatura (BIO4) no modelo . . . . .	62
Figura 25 – Gráfico demonstrativo da influência da Precipitação do quadrimestre mais úmido (BIO16) no modelo . . . . .	62
Figura 26 – Gráfico demonstrativo da influência da Precipitação do quadrimestre mais frio (BIO19) no modelo . . . . .	62
Figura 27 – Gráfico da Curva ROC . . . . .	63
Figura 28 – Gráfico da Curva ROC - Omissão . . . . .	63

Figura 29 – Mapa de susceptibilidade à introdução e estabelecimento de <i>C. humero-</i> <i>pictus</i> - Brasil . . . . .	65
Figura 30 – Mapa de susceptibilidade à introdução e estabelecimento de <i>C. humero-</i> <i>pictus</i> - Estado do Pará . . . . .	66
Figura 31 – Representação esquemática dos processos e das principais barreiras que limitam a dispersão das espécies. Adaptado de HOBBS e HUMPHRIES (1995). . . . .	71
Figura 32 – Principais etapas do processo de invasão biológica. Fonte: Oliveira (2010).	72

## Lista de tabelas

Tabela 1 – Levantamento de Detecção da Broca do Cacau e cupuaçu realizado nos municípios da região de Santarém, Pará em 2012 . . . . .	32
Tabela 2 – Resultados das inspeções realizadas em todos o período dos levantamentos (detecção e delimitação) - Totais por Municípios. . . . .	32
Tabela 3 – Variáveis bioclimáticas. . . . .	53
Tabela 4 – Matriz de Confusão para duas classes, $C_1$ e $C_2$ . . . . .	55
Tabela 5 – Matriz de confusão para problemas de modelagem de distribuição de espécies. . . . .	55
Tabela 6 – Matriz de Correlação das Variáveis Climáticas. As variáveis com * foram mantidas no modelo. . . . .	59
Tabela 7 – Variáveis com maior importância relativa no modelo. . . . .	62
Tabela 8 – Coordenadas das Inspeções - Município de Alenquer. . . . .	99
Tabela 9 – Coordenadas das Inspeções - Município de Belterra - parte a. . . . .	100
Tabela 10 – Coordenadas das Inspeções - Município de Belterra - parte b. . . . .	101
Tabela 11 – Coordenadas das Inspeções - Município de Belterra - parte c. . . . .	102
Tabela 12 – Coordenadas das Inspeções - Município de Belterra - parte d. . . . .	103
Tabela 13 – Coordenadas das Inspeções - Município de Mojui dos Campos. . . . .	104
Tabela 14 – Coordenadas das Inspeções - Município de Placas - parte a. . . . .	104
Tabela 15 – Coordenadas das Inspeções - Município de Placas - parte b. . . . .	105
Tabela 16 – Coordenadas das Inspeções - Município de Santarém. . . . .	106
Tabela 17 – Coordenadas das Inspeções - Município de Juruti. . . . .	107
Tabela 18 – Coordenadas das Inspeções - Município de Óbidos. . . . .	107
Tabela 19 – Coordenadas das Inspeções - Município de Oriximiná. . . . .	108
Tabela 20 – Coordenadas das Inspeções - Município de Anapu. . . . .	109
Tabela 21 – Coordenadas das Inspeções - Município de Medicilândia. . . . .	110
Tabela 22 – Coordenadas das Inspeções - Município de Uruará - parte a. . . . .	111
Tabela 23 – Coordenadas das Inspeções - Município de Uruará - parte b. . . . .	112
Tabela 24 – Coordenadas das Inspeções - Município de Uruará - parte c. . . . .	113
Tabela 25 – Coordenadas das Inspeções - Município de Uruará - parte d. . . . .	114
Tabela 26 – Coordenadas das Inspeções - Município de Uruará - parte e. . . . .	115
Tabela 27 – Coordenadas das Inspeções - Município de Uruará - parte f. . . . .	116
Tabela 28 – Coordenadas das Inspeções - Município de Aveiro - parte a . . . . .	117
Tabela 29 – Coordenadas das Inspeções - Município de Aveiro - parte b. . . . .	118
Tabela 30 – Coordenadas das Inspeções - Município de Itaituba . . . . .	118
Tabela 31 – Coordenadas das Inspeções - Município de Rurópolis . . . . .	119
Tabela 32 – Coordenadas das Inspeções - Município de Trairão - parte a. . . . .	120



Tabela 33 – Coordenadas das Inspeções - Município de Trairão - parte b. . . . .	121
Tabela 34 – Coordenadas das Inspeções - Município de Santa Bárbara do Pará. . .	122
Tabela 35 – Coordenadas das Inspeções - Município de Abaetetuba - parte a. . . .	123
Tabela 36 – Coordenadas das Inspeções - Município de Abaetetuba - parte b. . . .	124
Tabela 37 – Coordenadas das Inspeções - Município Cametá. . . . .	125
Tabela 38 – Coordenadas das Inspeções - Igarapé-Miri. . . . .	125
Tabela 39 – Coordenadas das Inspeções - Limoeiro do Ajuru. . . . .	126
Tabela 40 – Coordenadas das Inspeções - Oeiras do Pará. . . . .	126
Tabela 41 – Coordenadas das Inspeções - São Caetano de Odivelas. . . . .	127
Tabela 42 – Coordenadas das Inspeções - Concórdia do Pará. . . . .	128
Tabela 43 – Coordenadas das Inspeções - Breu Branco. . . . .	129
Tabela 44 – Coordenadas das Inspeções - Tucuruí. . . . .	129

## Lista de abreviaturas e siglas

ADEPARÁ	Agência de Defesa Agropecuária do estado do Pará
CEPLAC	Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira
CIPV	Convenção Internacional de Proteção dos Vegetais
DSV	Departamento de Sanidade Vegetal do MAPA.
EMATER-PA	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do estado do Pará.
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations.
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBGE/SIDRA	Sistema IBGE de Recuperação Automática
IPPC	International Plant Protection Convention.
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
NIMF	Norma Internacional de Medidas Fitossanitárias.
OEDSV	Órgão Estadual de Defesa Sanitária Vegetal.
OMC	Organização Mundial do Comércio.
ONPF	Organização Nacional de Proteção Fitossanitária.
SAGRI-PA	Secretaria de Agricultura do estado do Pará
SFA-PA	Superintendência Federal de Agricultura, Pecuária e Abastecimento no Pará.
WTO	World Trade Organization

## Sumário

<b>Resumo</b> . . . . .	<b>6</b>
<b>Abstract</b> . . . . .	<b>7</b>
<b>1</b> <b>CONTEXTUALIZAÇÃO</b> . . . . .	<b>18</b>
<b>1.1</b> <b>O gênero <i>Conotrachelus</i></b> . . . . .	<b>19</b>
1.1.1 <i>Conotrachelus humeropictus</i> Fiedler, 1940 (Coleoptera:Curculionidae). . . . .	19
1.1.1.1 Bioecologia e Danos . . . . .	20
1.1.1.2 Detecção . . . . .	24
1.1.1.3 Controle e manejo . . . . .	24
1.1.2    Distribuição geográfica . . . . .	25
<b>2</b> <b>REGISTRO DE OCORRÊNCIA E DELIMITAÇÃO DA DISPERSÃO GEOGRÁFICA DE <i>CONOTRACHELUS HUMEROPICTUS</i> FIEDLER,1940 (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) NO ESTADO DO PARA.</b> . . . . .	<b>27</b>
<b>Resumo</b> . . . . .	<b>27</b>
<b>Abstract</b> . . . . .	<b>28</b>
<b>2.1</b> <b>Introdução</b> . . . . .	<b>29</b>
<b>2.2</b> <b>Objetivos</b> . . . . .	<b>29</b>
<b>2.3</b> <b>Material e Métodos</b> . . . . .	<b>29</b>
<b>2.4</b> <b>Resultados e Discussão</b> . . . . .	<b>31</b>
<b>2.5</b> <b>Conclusão</b> . . . . .	<b>37</b>
<b>3</b> <b>DIVERSIDADE GENÉTICA EM POPULAÇÕES DA BROCA DO CACAU E DO CUPUAÇU <i>CONOTRACHELUS HUMEROPICTUS</i> FIEDLER NA AMAZÔNIA.</b> . . . . .	<b>38</b>
<b>Resumo</b> . . . . .	<b>38</b>
<b>Abstract</b> . . . . .	<b>39</b>
<b>3.1</b> <b>Introdução</b> . . . . .	<b>40</b>
<b>3.2</b> <b>Objetivos</b> . . . . .	<b>41</b>
3.2.1    Geral . . . . .	41
3.2.2    Específicos . . . . .	41
<b>3.3</b> <b>Material e Métodos</b> . . . . .	<b>41</b>
3.3.1    Material biológico . . . . .	41
3.3.1.1 Extração de DNA . . . . .	42
3.3.2    Amplificação de regiões do Gene do Ribossomo . . . . .	42

3.3.3	PCR-RFLP (PCR - Polymerase chain reactions; RFLP - Restriction fragment length polymorphism) . . . . .	43
<b>3.4</b>	<b>Resultados e Discussão</b> . . . . .	<b>43</b>
3.4.1	Extração de DNA . . . . .	43
3.4.2	Amplificação de regiões do Gene do Ribossomo . . . . .	43
3.4.3	PCR-RFLP . . . . .	43
<b>3.5</b>	<b>Considerações finais</b> . . . . .	<b>48</b>
<b>3.6</b>	<b>Conclusão</b> . . . . .	<b>48</b>
<b>4</b>	<b>MODELAGEM DE DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA POTENCIAL DE <i>CONOTRACHELUS HUMEROPICTUS</i> FIEDLER, 1940 (COLEOPTERA:CURCULIONIDAE) NO BRASIL</b> . . . . .	<b>49</b>
	<b>Resumo</b> . . . . .	<b>49</b>
	<b>Abstract</b> . . . . .	<b>50</b>
<b>4.1</b>	<b>Introdução</b> . . . . .	<b>51</b>
4.1.1	O algoritmo MAXENT . . . . .	52
4.1.2	Variáveis ambientais . . . . .	52
4.1.3	Pré-tratamento dos dados . . . . .	53
4.1.3.1	O teste jackknife . . . . .	54
4.1.4	Avaliação do modelo . . . . .	54
4.1.4.1	Matriz de Confusão . . . . .	54
4.1.4.2	Medidas derivadas da matriz de confusão . . . . .	55
4.1.4.3	A análise ROC (Receiver Operating Characteristic) . . . . .	56
4.1.4.4	Area Under the Curve - AUC . . . . .	56
4.1.5	A utilidade e viabilidade prática da Modelagem de Dispersão Potencial de Espécies - MDP . . . . .	57
<b>4.2</b>	<b>Objetivos</b> . . . . .	<b>58</b>
<b>4.3</b>	<b>Materiais e Métodos</b> . . . . .	<b>58</b>
4.3.1	Dados de ocorrência da espécie . . . . .	58
4.3.2	Pré-tratamento dos dados . . . . .	58
4.3.3	Algoritmo utilizado . . . . .	60
4.3.4	Avaliação do modelo . . . . .	60
<b>4.4</b>	<b>Resultados e discussão</b> . . . . .	<b>60</b>
<b>4.5</b>	<b>Conclusão</b> . . . . .	<b>67</b>
<b>5</b>	<b>A DEFESA SANITÁRIA VEGETAL E AS IMPLICAÇÕES DO MODELO VIGENTE NO BRASIL EM RELAÇÃO AO CONTROLE DE PRAGAS NÃO REGULAMENTADAS: UM ESTUDO DE CASO ENVOLVENDO A PRAGA <i>CONOTRACHELUS HUMEROPICTUS</i>.</b> . . . . .	<b>68</b>
	<b>Resumo</b> . . . . .	<b>68</b>

<b>Abstract</b> . . . . .	<b>68</b>
<b>5.1 Introdução</b> . . . . .	<b>69</b>
<b>5.2 Invasões Biológicas</b> . . . . .	<b>69</b>
5.2.1 Invasões biológicas: Abordagem usada em Defesa Sanitária Vegetal . . . . .	70
5.2.2 Terminologia utilizada . . . . .	72
5.2.3 Estrutura e funcionamento da Defesa Sanitária Vegetal no Brasil . . . . .	72
5.2.4 Principais desafios . . . . .	74
5.2.4.1 Custeio das ações . . . . .	74
5.2.4.2 Legislação . . . . .	74
5.2.4.3 Formação acadêmica dos profissionais . . . . .	76
<b>5.3 O controle de pragas regionais: o exemplo da praga <i>Conotrachelus humeripictus</i> no Estado do Pará</b> . . . . .	<b>77</b>
5.3.1 Histórico de ocorrência . . . . .	77
5.3.2 Perspectivas . . . . .	78
5.3.2.1 Linhas de pesquisa . . . . .	81
<b>5.4 Conclusão</b> . . . . .	<b>82</b>
<b>Considerações Gerais Finais</b> . . . . .	<b>83</b>
<b>Referências</b> . . . . .	<b>85</b>
<b>APÊNDICES</b> . . . . .	<b>98</b>
<b>APÊNDICE A – INSPEÇÕES - MESORREGIÃO DO BAIXO AMAZONAS: MICRORREGIÃO DE SANTARÉM</b> . . . . .	<b>99</b>
<b>APÊNDICE B – INSPEÇÕES - MESORREGIÃO DO BAIXO AMAZONAS: MICRORREGIÃO DE ÓBIDOS</b> . . . . .	<b>107</b>
<b>APÊNDICE C – INSPEÇÕES - MESORREGIÃO DO SUDOESTE DO PARÁ: MICRORREGIÃO DE ALTAMIRA</b> . . . . .	<b>109</b>
<b>APÊNDICE D – INSPEÇÕES - MESORREGIÃO DO SUDOESTE DO PARÁ: MICRORREGIÃO DE ITAITUBA</b> . . . . .	<b>117</b>
<b>APÊNDICE E – INSPEÇÕES - MESORREGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM</b> . . . . .	<b>122</b>
<b>APÊNDICE F – INSPEÇÕES - MESORREGIÃO NORDESTE PARAENSE: MICRORREGIÃO DE CAMETÁ</b> . . . . .	<b>123</b>

<b>APÊNDICE G – INSPEÇÕES - MESORREGIÃO NORDESTE PA- RAENSE: MICRORREGIÃO DO SALGADO . . .</b>	<b>127</b>
<b>APÊNDICE H – INSPEÇÕES - MESORREGIÃO NORDESTE PA- RAENSE: MICRORREGIÃO DE TOMÉ-AÇU. . .</b>	<b>128</b>
<b>APÊNDICE I – INSPEÇÕES - MESORREGIÃO SUDESTE PA- RAENSE: MICRORREGIÃO DE TUCURUI. . . .</b>	<b>129</b>

# 1 Contextualização

O agronegócio do cacau é um dos mais importantes para o Brasil por envolver cerca de 50.300 famílias, responsáveis pela geração de 500.000 empregos, diretos e indiretos e o país ser um dos maiores consumidores de chocolate do mundo. A cacauicultura é uma das atividades que mais emprega mão-de-obra. Para cada 1.000 ha de cacauzeiros plantados são criados 250 novos postos de trabalhos diretos e 1.000 indiretos (BRASIL, 2014; DSV/MAPA, 2008).

A cacauicultura brasileira está distribuída nas regiões nordeste (Bahia), sudeste (Espírito Santo), Centro-Oeste (Mato Grosso) e Norte (Pará, Rondônia e Amazonas) (MENDES, 2010). A estimativa de safra em 2014 é de 250.798 toneladas, assim distribuída: Bahia 158.109t (63,04%), Pará 68.994t (27,51%); Rondônia 13.843 t (5,52%), Espírito Santo 4.740 t (1,89%); Amazonas 4.549 (1,81%) e Mato Grosso 563 t (0,22%) (IBGE/SIDRA, 2014).

No Estado do Pará, a área plantada prevista para 2014, é de aproximadamente 126.000 ha de cacauzeiros, cultivados por mais de 15.000 produtores. A produção paraense de cacau assegurou em anos recentes arrecadações anuais de Imposto de Circulação de Mercadoria e Serviços (ICMS) da ordem de R\$ 30 milhões, e o valor da produção ultrapassou os R\$ 300 milhões/ano (IBGE/SIDRA, 2014). Do total plantado, quase 90 mil ha estão em produção. A atividade é explorada basicamente por pequenos produtores predominantemente em solos de média a alta fertilidade, no território da Transamazônica, zona que concentra 77% da produção, com produtividade média de 850 kg/ha, baixo custo de produção da lavoura (US\$ 800,00/t) e plantas que em geral possuem uma maior resistência ao fungo da vassoura de bruxa, patógeno nativo da região (MENDES, 2010). Na Amazônia as propriedades rurais que cultivam cacau preservam em média mais de 68% da sua mata nativa e recuperam áreas alteradas por meio de cultivos perenes e consorciáveis com essências florestais (DSV/MAPA, 2008).

O Estado do Pará também se destaca como principal produtor brasileiro de cupuaçu, a fruta do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Schum.), árvore de tamanho médio, nativa da Amazônia, que alcança até 8 m de altura no habitat e 4,0 a 6,0 metros quando cultivada. Possui tronco é reto com ramificações tricotômicas que surgem a partir de 50 cm da base da planta. Típica de terra firme, é frequente sob o dossel da floresta ou em clareiras (THOMAZINI, 2002b; VENTURIERI; ALVES; NOGUEIRA, 1985). Estima-se a produção anual atinja 41 mil toneladas do fruto (SAGRI-PA, 2013), valor estimado de 38 milhões de reais e área plantada cerca de 12 mil hectares. O cupuaçuzeiro é uma das mais importantes fruteiras comerciais nos sistemas agroflorestais da Amazônia Brasileira, sendo muito apreciado no mercado nacional e internacional em função das características de sua

polpa e das sementes. (THOMAZINI, 2002b).

## 1.1 O gênero *Conotrachelus*

Um dos maiores gêneros da ordem Coleoptera, o gênero ***Conotrachelus*** Dejean, 1821 possui cerca de 1.100 espécies, distribuídas nas Américas. Aproximadamente 900 delas foram descritas por Fiedler (1940). Seus representantes são importantes pragas de frutas e outras culturas. (O'BRIEN; COUTURIER, 2005).

Silva et al. (1968) relatam o ataque de insetos deste gênero em sementes, frutos, cascas de frutos, folhas, hastes, vagens, botões florais, pétalas e raízes de 16 plantas distribuídas numa ampla faixa entre os Estados do Amazonas à Santa Catarina, incluindo São Paulo, Mato Grosso, Goiás, Espírito Santo e alguns estados do nordeste. A espécie mais conhecida deste gênero é *Conotrachelus nenuphar* importante praga de fruteiras temperadas nos Estados Unidos, especialmente a ameixeira ( Figura 1). *Conotrachelus spp.* ocorre no Brasil, tanto em plantas silvestres como cultivadas, sendo registradas 57 espécies de plantas hospedeiras (BONDAR, 1937) .



Figura 1 – *Conotrachelus nenuphar*

Fonte: [www.delange.org](http://www.delange.org)

### 1.1.1 *Conotrachelus humeripictus* Fiedler, 1940 (Coleoptera:Curculionidae).

Trata-se de um coleóptero, que em sua forma adulta possui cerca 8 a 10 mm de comprimento por cerca de 5 mm de largura, com élitros estriados. É de coloração marrom-clara, quando recém-emergido, e marrom-escuro após alguns dias de desenvolvimento (FERREIRA; BARBOSA; LIMA, 2010).

Apresentam dimorfismo sexual. As fêmeas são ligeiramente maiores e mais largas que os machos (Figura 5). Ambos os sexos apresentam 5 esternitos visíveis em posição





Figura 2 – *C. humeropictus*, vista superior



Figura 3 – *C. humeropictus*, vista lateral

ventral. Nos machos o último esternito apresenta uma depressão central e nas fêmeas duas depressões laterais. (THOMAZINI, 2002b). O macho apresenta modificação do último tergito, característica comum em curculionídeos, que torna este visível em posição ventral sendo por vezes confundido com um 6º esternito (Figura 4), além de um aparelho estridulatório na margem interna dos élitros (THOMPSON, 1992).

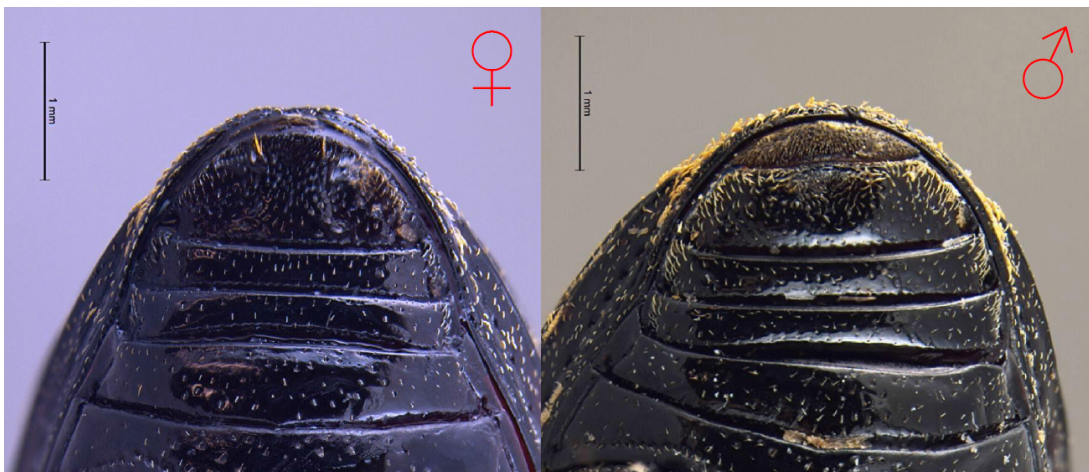


Figura 4 – *Diferenciação sexual através do número aparente de segmentos abdominais. O macho aparenta ter um segmento a mais que a fêmea em razão da forma diferenciada de seu último tergito.*

#### 1.1.1.1 Bioecologia e Danos

Espécie holometábola, apresenta hábito noturno e tanatose. As fêmeas realizam postura endofítica na casca dos frutos (AGUILAR; GASPAROTTO, 1999; OLIVEIRA,



Figura 5 – Fêmea ligeiramente maior que o macho

Fonte: [Silva e Alfaia \(2004\)](#)

2003). A oviposição ocorre em frutos a partir de dois meses de idade ([TREVISAN et al., 2010](#); [TREVISAN; PEREIRA; CUSTODIO, 2011](#); [THOMAZINI, 2002b](#)).



Figura 6 – Larvas de *C. humeropicus* - Fonte: [Lopes](#)



Figura 7 – Pupa de *C. humeropicus*, Fonte: [Trevisan](#)

As posturas são efetuadas, após várias perfurações para alimentação, sendo que as perfurações para alimentação e oviposição são geralmente próximas, em grupos de 2 a 4, podendo também ser encontrados conjuntos com muitos furos de diâmetro de 0,50-2,00mm ([MENDES; MAGALHÃES; OHASHI, 1997](#); [TREVISAN; PEREIRA; CUSTODIO,](#)

2011). As larvas se alimentam diretamente das amêndoas, provocam o apodrecimento da mucilagem que as reveste, alterando as suas propriedades e desclassificando-as para comercialização (LOPES; SILVA, 1998; LOPES, 2000; THOMAZINI, 2000). Estudos demonstram que o inseto prefere ovipositar nos frutos localizados nas partes mais altas da copa das árvores, sendo que as áreas preferidas dos frutos para oviposição são a parte mediana de frutos de cupuaçu e a parte inferior dos frutos de cacau (LOPES; SILVA, 1998; THOMAZINI, 2000; TREVISAN; PEREIRA; CUSTODIO, 2011).



Figura 8 – Danos de *Conotrachelus humeropictus* em fruto de cupuaçu

As formas imaturas apresentam três diferentes estádios do ciclo de vida sob o solo: pré-pupa, pupa e pré-adulto (CAMPOS; TAVARES; MARTINS, 2004). As larvas de último instar constroem na casca do fruto um orifício para saída e ao caírem, enterram-se rapidamente no solo até a uma profundidade de 5 cm a 10 cm (NERY, 2010). Em laboratório a duração média da fase larval (Figura 6) foi de 26,6 dias e da fase pupal (Figura 7) 16,3 dias (FERREIRA; BARBOSA; LIMA, 2010). Os autores citados observaram que as fêmeas vivem em média 105 dias enquanto que os machos 63,6 dias. Aguilar e Gasparotto (1999), obtiveram em laboratório larvas de último instar com viabilidade de 81,62% e razão sexual de 1:1. No habitat natural, porém, a disponibilidade e qualidade do alimento, bem como fatores abióticos, influenciam o número de gerações por ano (MENDES; MAGALHÃES; OHASHI, 1997). As cópulas ocorrem no mesmo dia da emergência, sendo que os machos podem acasalar com mais de uma fêmea, que após fertilizada, apresenta um período médio de pré-oviposição de 16 dias, depositando em média 108 ovos durante toda a sua vida reprodutiva (MENDES; MAGALHÃES; OHASHI, 1997). *C. humeropictus* é considerada uma praga importante na cultura do cupuaçuzeiro e cacaueiro nos estados de Rondônia, Acre e Amazonas onde já tem presença registrada desde 1981 (LOPES; SILVA, 1998). Em





Figura 9 – Danos de *Conotrachelus humeropictus* em fruto de fruto de cacau



Figura 10 – Danos de *Conotrachelus humeropictus* em amêndoas de cupuaçu

áreas de cupuaçuzeiro infestadas, ocorre a queda de produção de aproximadamente 20% no primeiro ano, 60% no segundo e no terceiro há a perda total da produção levando ao abandono da atividade (TAVARES; AGUILAR, 1999). Trevisan (1989) avaliou a incidência de *C. humeropictus* em frutos de cacau em Rondônia e observou níveis de infestação de até 52%.

### 1.1.1.2 Detecção

Usa-se a técnica conhecida como *sacolejo* (TREVISAN; NETO, 1989). Após a colocação de uma lona branca de 4 x 4m estendida sob a copa, deve-se balançar vigorosamente o tronco das árvores (Figura 11). Após o sacolejo das árvores verifica-se a presença de insetos na lona (THOMAZINI; COSTA, 2000). Para detecção de larvas deve-se quebrar os frutos (Figura 8), tanto os caídos no chão, como os colhidos das árvores (TREVISAN; NETO, 1989). As larvas e adultos coletados devem ser encaminhados para análise laboratorial confirmatória da espécie (FAO, 1997).



Figura 11 – Coleta de adultos com a utilização da Técnica do sacolejo.

### 1.1.1.3 Controle e manejo

Nenhuma técnica isolada de controle para esta praga se encontra disponível (THOMAZINI, 2000). Pulverizações com inseticidas tem-se mostrado ineficientes e até o momento não existem produtos registrados para *C. humeropictus*. (TREVISAN, 2011). Alguns autores levantam questões sobre os potenciais danos ambientais associados ao controle químico (THOMAZINI, 1998b).

Tem-se recomendado as seguintes medidas para redução dos níveis de infestação de *C. humeropictus* em pomares de cacauzeiros:

a) **Monitoramento da cultura:** Deve-se proceder a retirada e destruição de frutos brocados, cuidando-se de que durante a manipulação do fruto, as cascas e restos de frutos devem ser postos sobre lona plástica, de modo a evitar que as larvas oriundas destes penetrem no solo, podendo se construir para coleta e descarte dos frutos atacados valas com 2 m de profundidade, para que a fermentação possa matar as larvas. (TREVISAN et al., 2010);

b) **Ensacamento dos frutos:** O ensacamento de frutos de cupuaçu com sacos de plástico de dimensão de 49cm de comprimento x 28cm de largura, perfurados por agulha, permite proteção à oviposição da broca-do-fruto, reduzindo fortemente a população deste inseto (TAVARES; SOUZA; NUNES, 2002);

b) **Sacolejo:** Deve-se realizar periodicamente o sacolejo das plantas infestadas a fim de derrubar os adultos presentes, sobre uma lona plástica previamente disposta sob as árvores que devem ser imediatamente coletados e destruídos (TREVISAN et al., 2010);

e) **Outras medidas:** Redução no sombreamento definitivo da área, aumento da intensidade de colheita, quebra dos frutos fora da área de cultivo, desbrotas e podas de formação/condução, deixando a copa das plantas menos densa (TREVISAN, 1989).

### 1.1.2 Distribuição geográfica

Fiedler, descreveu a espécie *C. humeropictus* com base em dois exemplares procedentes da Amazônia: um de Aga, (atualmente Tefé), no Amazonas; e outro, do Vale Demerara, na Guiana, sem registro das plantas hospedeiras (TREVISAN; MENDES, 1991). Depois do trabalho de descrição *C. humeropictus* a espécie foi novamente registrada no Brasil em 1981, atacando cacauzeiros (*Theobroma cacao* L.) em Rondônia, mais especificamente no município de Cacoal (MENDES; S.; TREVISAN, 1982). Posteriormente trabalhos relataram a espécie ocorrendo em jaboricabeira (*Eugenia cauliflora*) e outras espécies silvestres como o cacauí (*Theobroma speciosum* Spreng.) e cacaarana (*Theobroma microcarpum* Bern). (ALMEIDA; ALMEIDA, 1987). A situação mudou em meados de 2011, quando surgiram relatos da ocorrência do inseto na região de Santarém, município localizado no oeste do Estado do Pará.

Este trabalho, analisa os dados e a repercussão gerados a dos levantamentos realizados. Aborda o assunto sob quatro diferentes aspectos:

- O capítulo 2 apresenta registro da ocorrência do inseto no estado do Pará;
- O capítulo 3 trata de aspectos relativos a genética das populações da praga que podem ser fundamentais à definição das estratégias;
- O capítulo 4 descreve a avalia o uso de estratégias e tecnologias que permitam subsidiar a tomada de decisões nos programas de controle fitossanitário, e;

- O capítulo 5 avalia de forma crítica o arcabouço normativo em vigor, do ponto de vista de um plano de controle de uma praga não regulamentada apresentando como estudo de caso a elaboração de um plano de controle de *C. humeropictus*.

## 2 Registro de ocorrência e delimitação da dispersão geográfica de *Conotrachelus humeropictus* Fiedler, 1940 (Coleoptera: Curculionidae) no Estado do Pará.

### Resumo

O Pará é o segundo maior produtor nacional de cacau (*Theobroma cacao* L.) e primeiro de cupuaçu (*T. grandiflorum* Schum.). Com aproximadamente 126 mil hectares plantados e 80 mil toneladas de amêndoas produzidas anualmente. A lavoura de cupuaçu do estado é a maior do país e apresenta perspectivas favoráveis com o crescimento do consumo nacional da fruta. Contudo estas lavouras estão ameaçadas devido à ocorrência da broca dos frutos, *Conotrachelus humeropictus*, no Pará. Os objetivos deste trabalho foram o registro de ocorrência e a delimitação geográfica do inseto no estado. Durante os anos de 2011 a 2013 foram realizadas inspeções em lavouras de cacau e cupuaçu de diversos municípios do Pará. Em cada lavoura inspecionada a densidade da amostragem foi determinada pelo tamanho da área. 16 árvores amostradas para lavouras de até 2 ha, 32 plantas para áreas entre 2 e 5 ha e 50 plantas para áreas acima de 5 ha. Em cada planta foram realizadas tentativas de coletas de adultos através do sacolejo da árvore para coleta em lona branca de 4 x 4m estendida sob a projeção da copa no solo. Para a detecção de larvas, foram coletados frutos maduros das plantas selecionadas que foram abertos e inspecionados. Nos plantios selecionados foram tomadas as coordenadas geográficas para a confecção de mapas de delimitação e ocorrência do inseto. Ao todo foram inspecionadas 717 propriedades rurais e detectados 65 focos do inseto. Todos os focos ocorreram exclusivamente em plantios de cupuaçu. Este é o primeiro registro de ocorrência de *C. humeropictus* no Pará. A delimitação geográfica da ocorrência do inseto no estado demonstrou a praga está dispersa uma área de aproximadamente 21.000 km<sup>2</sup> (1,75% da área do estado) localizada no entorno da Floresta Nacional do Tapajós. As características do ataque são principalmente a perfuração dos frutos para saída das larvas de último instar para empupamento no solo, o que provoca a entrada de microorganismos saprófitos no seu interior, desqualificando-os para aproveitamento comercial. No estado do Pará *C. humeropictus* infesta somente cupuaçuzeiros (*T. grandiflorum*). No entanto, em outros estados da Amazônia brasileira, o inseto ataca concomitantemente o cacaueiro (*T. cacao*). Esta é uma das preocupações relacionadas a presença do inseto na região.

**Palavras-chaves:** *Conotrachelus humeropictus*. registro de praga . delimitação. cacau. cupuaçu.



## Abstract

Pará is the second largest national producer of cocoa (*Theobroma cacao* L.) and first of cupuaçu (*T. grandiflorum* Schum.), with approximately 126 000 hectares planted and 80 tons of beans produced annually. The cupuaçu crop has strong growth prospects leveraging the increase in domestic demand. However, these crops are threatened due to the occurrence of fruit borer, *Conotrachelus humeropictus*. The objectives of this work were the record pest and to know the geographic limits of the dispersion of the insect in the state. During the years 2011 to 2013 inspections in cocoa and cupuaçu plantations were performed in several Pará state municipalities. In each field inspected the density of the sample was determined by the size of the area. For areas up to 2 hectares, 16 trees were selected. For areas between 2 and 5 hectares, 32 trees. For areas over 5 hectares were selected 50 plants. Individual trees have been subjected to jolt, so that adult insects would fall from the tree in white canvas of 4 x 4m extended under the plant canopy projection on the ground. For the larvae detection, mature fruits were collected, opened and inspected. The geographic coordinates of the selected plantations were taken in order to produce maps of the insect occurrence. Altogether 717 farms were inspected and detected 65 outbreaks of the insect. All outbreaks occurred exclusively in *T. grandiflorum* plantations. This is the first occurrence record of *C. humeropictus* in Para. The study of its geographical occurrence boundaries showed that the plague is spread an area of approximately 21,000 km<sup>2</sup> (1.75% of the state's area) located in the vicinity of the Tapajós National Forest. The characteristics of the infestation of *C. humeropictus* are mainly perforations in the skin of fruit, made by the last instar larvae. Then, after larvae leaves fruits through the holes, occurs the entry of saprophytic microorganisms inside the fruits, disqualifying them for commercial purposes. In the state of Pará *C. humeropictus* infests only cupuaçu trees (*T. grandiflorum*). However, in other states of the Brazilian Amazon, the insect attacks the cocoa concomitantly (*T.cacao*). This is one of the concerns related to the presence of the insect in the region.

**Keywords:** *Conotrachelus humeropictus*. pest record. geographical limits. cocoa. cupuaçu.

## 2.1 Introdução

O Pará é o segundo maior produtor nacional de cacau (*Theobroma cacao* L.) e primeiro de cupuaçu (*T. grandiflorum* Schum.), com aproximadamente 126 mil hectares plantados e 80 mil toneladas de amêndoas produzidas anualmente (IBGE/SIDRA, 2014). A lavoura de cupuaçu do estado é a maior do país e apresenta perspectivas favoráveis com o crescimento do consumo nacional da fruta (SAGRI-PA, 2013). Contudo estas lavouras estão ameaçadas devido à ocorrência da broca dos frutos, *Conotrachelus humeropictus*, no Pará.

Nativa do Brasil, a espécie *C. humeropictus*, é um coleóptero que pertence à família Curculionidae Latreille, subfamília Molytinae Schönherr e tribo Conotrachelini, e se destaca como uma das principais pragas do cupuaçuzeiro e do cacauzeiro (TREVISAN; MENDES, 1991; FIEDLER, 1940). As características do ataque são principalmente a perfuração dos frutos para saída das larvas de último instar para empupamento no solo, o que provoca a entrada de micro organismos saprófitos no seu interior, desqualificando-os para aproveitamento comercial ((AGUILAR; GASPAROTTO, 1999; THOMAZINI, 2002a; TAVARES; SOUZA; NUNES, 2002; LOPES, 2000)).

Em razão do ovo e a larva ficarem abrigados no interior do fruto, a espécie torna-se praticamente imune aos defensivos químicos durante toda a fase juvenil. Relatam-se perdas de produção de aproximadamente 20% no primeiro ano de infestação, 50% no segundo e perda total nos anos seguintes ((LAKER; TREVISAN, 1992); (OLIVEIRA, 1998);(THOMAZINI, 2000); (THOMAZINI, 2002a)).

Os registros de presença de *C. humeropictus* apresentavam-na como restrita aos estados de Rondônia e Amazonas e Acre (TREVISAN, 2011). Porém, em meados de 2011 a Superintendência Federal de Agricultura, Pecuária e Abastecimento no Estado do Pará recebeu comunicação de suspeita foco da praga nas imediações do município de Santarém, localizado no oeste do estado.

## 2.2 Objetivos

Os objetivos deste trabalho foram o registro de ocorrência e a delimitação geográfica do inseto no estado.

## 2.3 Material e Métodos

Durante os anos de 2011 a 2013 foram realizadas inspeções em lavouras de cacau e cupuaçu de diversos municípios do Pará. O trabalho, feito em duas etapas: na primeira o escopo do trabalho se restringiu às áreas onde suspeitas de foco haviam sido relatadas

(Figura 12) e na segunda o trabalho foi ampliado de modo a alcançar as principais regiões produtoras de cacau e cupuaçu do Estado do Pará (Figura 14).

Em cada lavoura inspecionada a densidade da amostragem foi determinada pelo tamanho da área, metodologia adaptada de Trevisan e Neto (1989). 16 árvores amostradas para lavouras de até 2 ha, 32 plantas para áreas entre 2 e 5 ha e 50 plantas para áreas acima de 5 ha. Em cada planta foram realizadas tentativas de coletas de adultos através do sacolejo da árvore para coleta em lona branca de 4 x 4m estendida sob a projeção da copa no solo.

Para a detecção de larvas, foram coletados frutos maduros das plantas selecionadas que foram abertos e inspecionados. Nos plantios selecionados foram tomadas as coordenadas geográficas para a confecção de mapas de delimitação e ocorrência do inseto.

Nas propriedades visitadas foram aplicados questionários básicos com o fim de determinar o grau de conhecimento dos produtores sobre a praga. Um formulário com os dados do levantamento foi preenchido para cada propriedade visitada, com as coordenadas geográficas, e outras informações relacionadas ao levantamento (Figura 13).

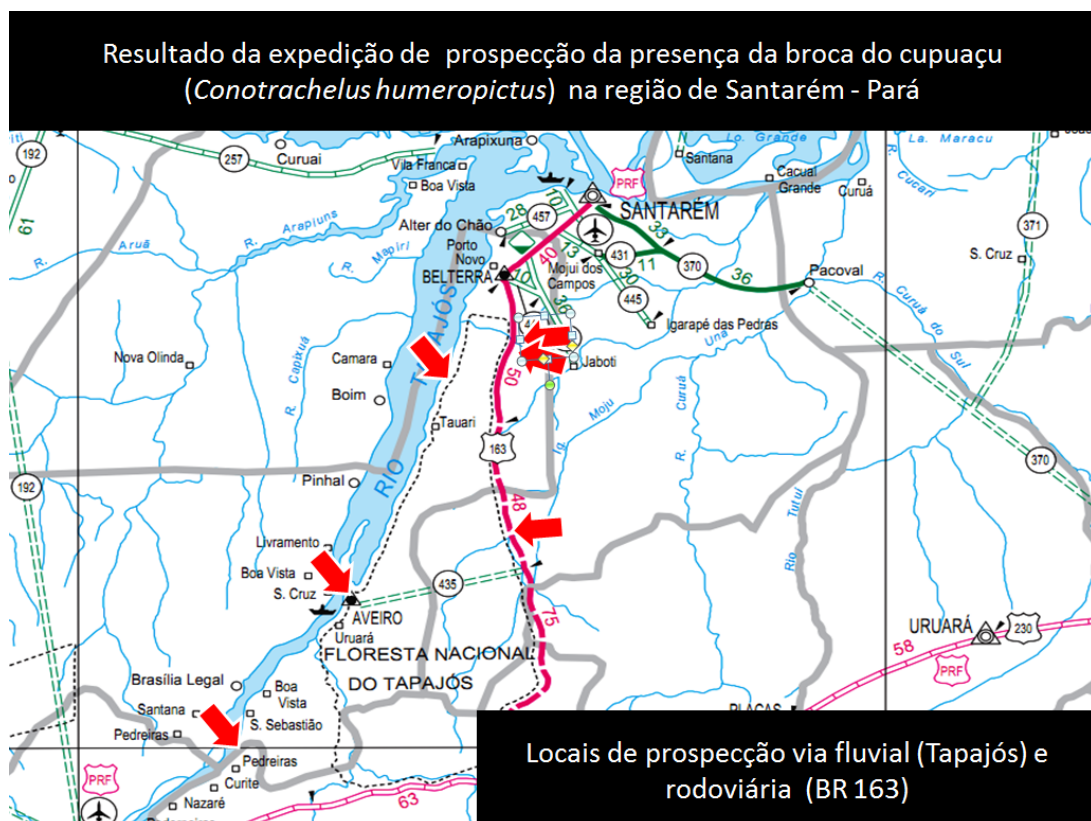


Figura 12 – Região geográfica do Levantamento de Detecção de *C. humeropictus* na região de Santarém - Pará.

<b>INSTITUIÇÃO</b>							
Nome do Produtor:				CPF:			
Localidade:							
Nome da Propriedade:			Município:			UF:	
Cultura:							
Cupuaçu ( ) Cacaú ( )				Área total cultivada (ha):			
Área total da propriedade (ha):				Código da propriedade (ha):			
Idade do Plantio	Origem da semente	Nº de plantas inspecionadas	Nº de frutos inspecionados	Presença de larvas/adultos da broca	Suspeita de Monília	Coordenadas geográficas	
						S	W
<b>ENTREVISTA ESTRUTURADA</b>							
1) Tratos culturais realizados (poda fitossanitária, roçagem, etc) _____							
2) Quais os principais fatores (insetos e doenças) de perda de produção _____							
3) Recebe assistência técnica? De que órgão? _____							
4) Presença de frutos com larva? _____							
5) Qual o destino da produção (quem compra e o município de destino) _____							
(Município) _____		(dia) / (mês) / (ano)		Assinatura do entrevistado _____		Assinatura e carimbo do técnico responsável _____	

Figura 13 – Formulário de entrevista utilizado para coleta de informação das propriedades inspecionadas. Adaptado de formulários-padrão da Agencia de Defesa Agropecuária - ADEPARÁ

## 2.4 Resultados e Discussão

Os resultados da primeira etapa, realizada na região de Santarém (figura 12) confirmaram a presença do inseto com a detecção de 6 focos (tabela 1). Iniciou-se então a segunda etapa, para delimitar geograficamente a ocorrência. Ao todo foram inspecionados 717 plantios e detectados 65 focos do inseto, todos eles exclusivamente em plantios de cupuaçu mesmo em propriedades com presença de cacau.

Apesar de ser este o primeiro registro do inseto neste tipo de hospedeiro no Pará, as observações e relatos colhidos com os proprietários das áreas infestadas indicam que não se trata de introdução recente, sugerindo uma espécie ecologicamente estabelecida.

A delimitação geográfica da ocorrência do inseto no estado demonstrou que todos os focos estão em torno da Floresta Nacional do Tapajós. A poligonal dos pontos externos de ocorrência demarca uma área de aproximadamente 21.000 km<sup>2</sup> (1,75% da área do estado). Contrário às expectativas iniciais não foram encontrados focos da praga em outras áreas inspecionadas.

Os mapas com a plotagem coordenadas dos locais de detecção demonstram que as áreas de ocorrência de *C. humeropictus* distam menos de 300 km dos principais centros de

Tabela 1 – Levantamento de Detecção da Broca do Cacau e cupuaçu realizado nos municípios da região de Santarém, Pará em 2012

<b>Resultados - Região de Santarém - PA (2011).</b>		
Município	Propriedades	Focos
Santarém	15	-
Belterra	14	4
Mojú dos Campos	4	-
Aveiro	16	2
<b>Total</b>	<b>49</b>	<b>6</b>

Tabela 2 – Resultados das inspeções realizadas em todos o período dos levantamentos (detecção e delimitação) - Totais por Municípios.

<b>Levantamentos por Municípios.</b>		
Municípios	Propriedades	Focos
Anapú	17	0
Medicilândia	16	0
Uruará	177	0
Santa Bárbara do Pará	22	0
Abaetetuba	51	0
Cametá	17	0
Igarapé Miri	9	0
Limoeiro do Ajuru	10	0
Oeiras do Pará	6	0
Aveiro	15	1
Itaituba	4	2
Rurópolis	30	2
Trairão	46	1
Juruti	14	0
Óbidos	8	0
Oriximiná	8	0
São Caetano de Odivelas	9	0
Alenquer	19	0
Belterra	140	45
Mojui dos Campos	4	0
Placas	54	6
Santarém	29	8
Concórdia do Pará	6	0
Breu Branco	3	0
Tucuruí	3	0
<b>25 municípios</b>	<b>717</b>	<b>65</b>

### *Municípios produtores de Cacau e Cupuaçu*

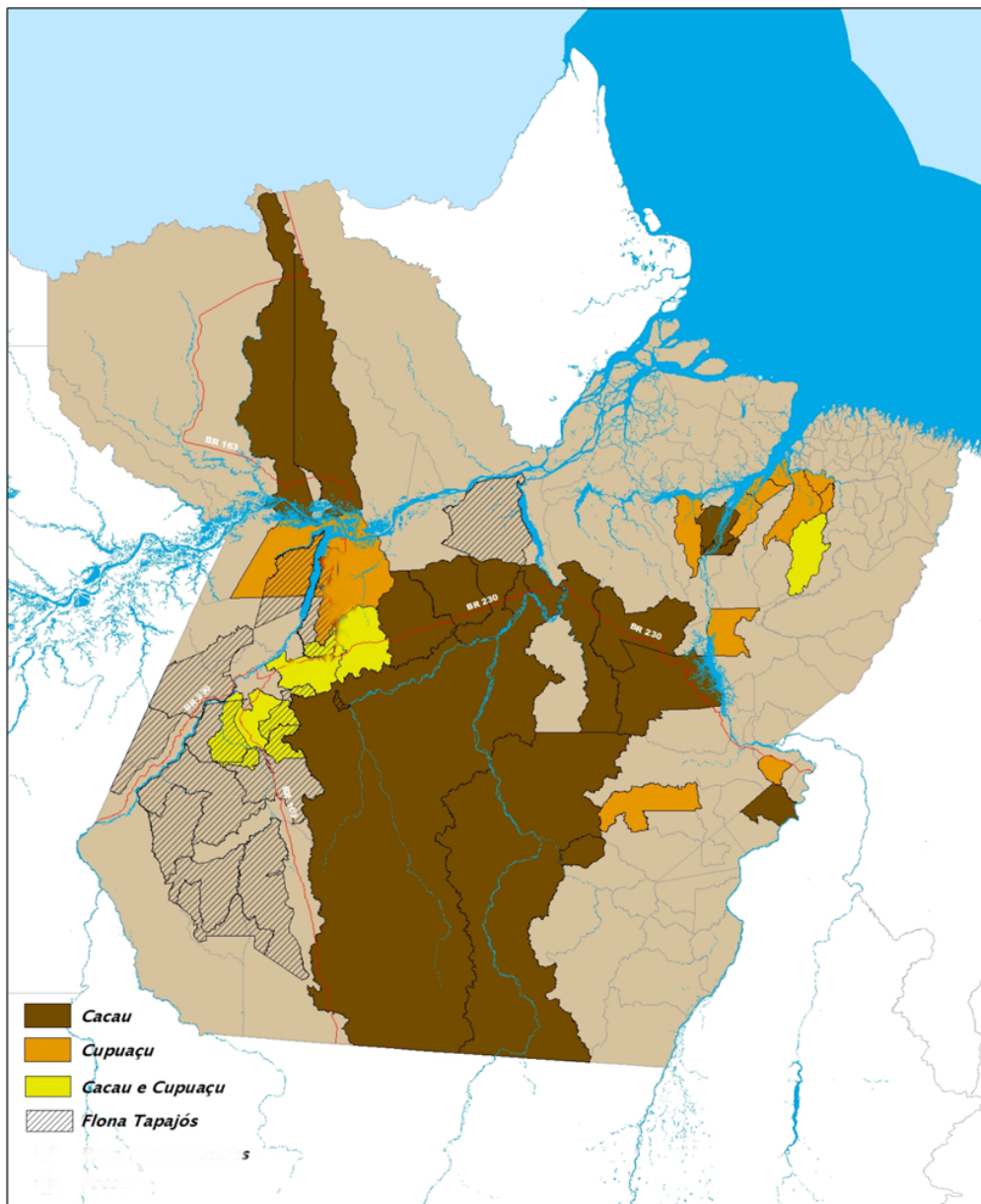


Figura 14 – Municípios produtores de cacau e cupuaçu no estado do Pará  
produção de cacau do Estado (Figuras 15 e 16).

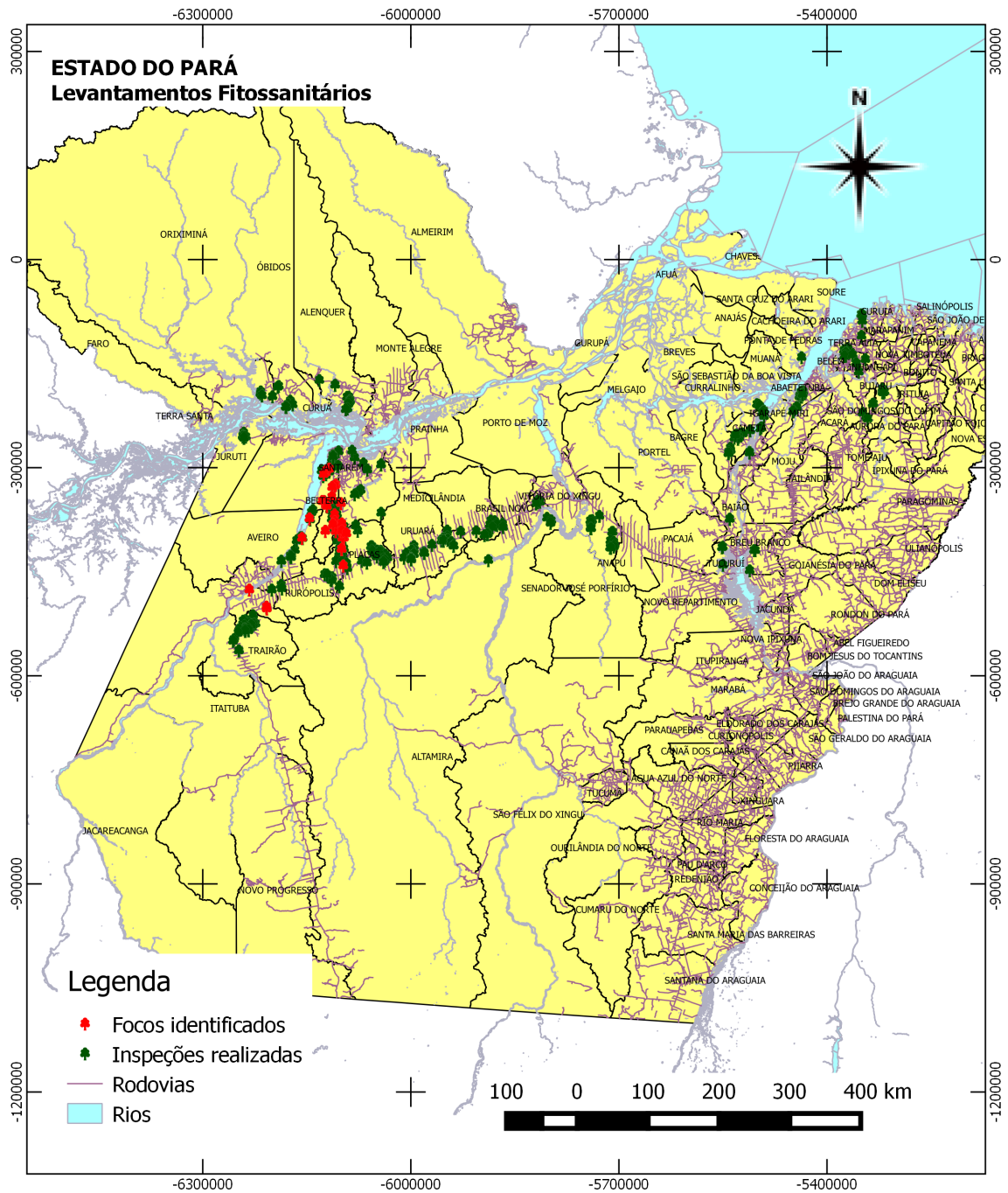


Figura 15 – Coordenadas geográficas do levantamento de ocorrência de *C. humeopictus* no Estado do Pará



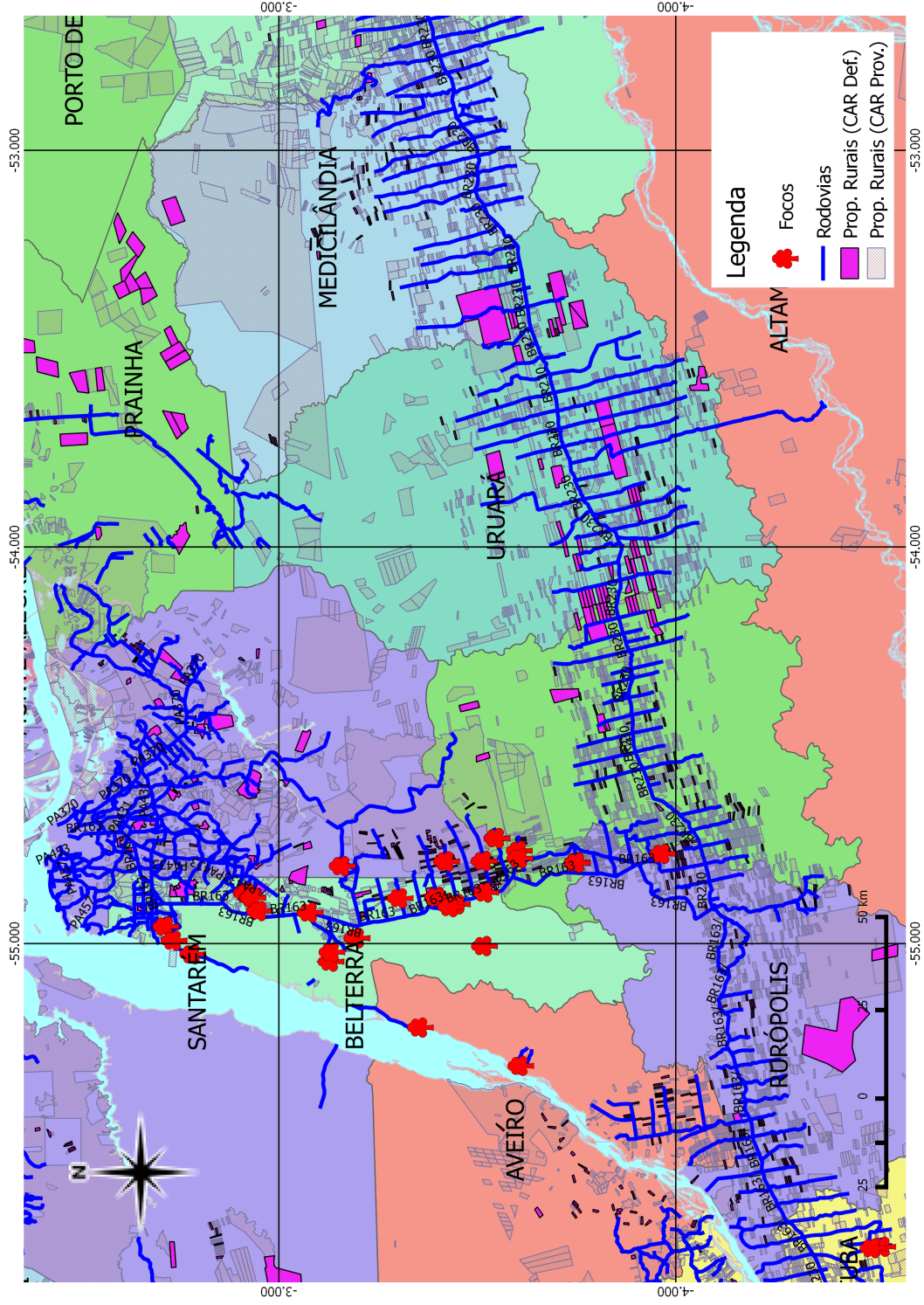


Figura 16 – Mapa ampliado da localização dos pontos de ocorrência de *C. hammeropictus* na região de Santarém, Estado do Pará.



Relata-se na região de Santarém o histórico de plantios de cupuaçu incentivados pelo Governo Federal nas áreas próximas da Floresta Nacional do Tapajós, que hoje se encontram completamente abandonados, embora ainda apresentem todos os anos uma farta safra de frutos, que conforme observado, ficam quase a totalidade de seus frutos infestados de brocas.

Possivelmente, as alterações ecológicas produzidas pelo aumento artificial da densidade dos cupuaçuzais da região de Santarém têm servido para atrair estes insetos de dentro de seu *habitat* florestal, comportamento já observado em outros insetos dessa família (OLIVEIRA, 2003). Mesmo nos casos em que há condução dos plantios de cupuaçu esta é feita quase sempre de forma semi-extrativista o que também pode estar contribuindo para os altos níveis de infestação encontrados.

Os autores tem descrito a espécie como praga tanto de cacauzeiros como de cupuaçuzeiros. Além disso, a literatura descreve coletas de adultos com o método do sacolejo podendo ser feita em plantios de cacau ao longo do ano (TREVISAN et al., 2010; TREVISAN; MENDES, 1991; OLIVEIRA, 1998). No entanto, na região de Santarém, tem-se muita dificuldade na coleta de adultos, exceto nos meses de novembro e dezembro. Assim, os fatores que determinam infestações exclusivamente em cupuaçuzeiros bem como seus aspectos biológicos diferenciados devem ser melhor elucidados, podendo se dever a fatores genéticos, ecológicos ou a ambos.

De fato, sabe-se muito pouco acerca dos hospedeiros, preferenciais e secundários e da bioecologia da espécie, inclusive suas fontes de alimentação, inimigos naturais, aptidão climática e hábitos reprodutivos e dinâmica populacional em condições naturais. Desta forma o conjunto de fatores que determinam o sucesso de *C. humeropictus* na região do entorno da Floresta Nacional do Tapajós e sua ausência nas outras regiões do estado, (muitas das quais bastante próximas às regiões de floresta e com abundância de cupuaçuzeiros e/ou cacauzeiros), são essencialmente desconhecidos.

Uma vez que não se pode prever com razoável certeza a taxa de sucesso do inseto em colonizar novas áreas com uma composição florística diferente da região de santarém, tampouco o dano a ser causado nos plantios comerciais, não se pode descartar a necessidade da adoção de medidas de contenção do avanço da praga em território paraense. Estas necessariamente precisam contemplar o controle do transporte de frutos in natura, incluir projetos pesquisa que, por exemplo, aumentem a eficácia das técnicas de detecção e monitoramento e conduzam ao desenvolvimento de estratégias de controle e manejo, que permita por uma lado a erradicação de eventuais focos iniciais e por outro a redução dos níveis populacionais de áreas onde a espécie encontra-se estabelecida.

## 2.5 Conclusão

- O inseto *Conotrachelus humeropictus* Fiedler (1940) é praga presente no Estado do Pará, em uma área de aproximadamente 21.000 km<sup>2</sup> (1,75% da área do estado).
- Os municípios com presença da praga são: Belterra, Santarém, Placas, Itaituba, Rurópolis, Aveiro e Trairão.
- Belterra concentra aproximadamente 70% dos focos encontrados, seguida por Santarém com 12%.
- A poligonal que representa os limites extremos da área de ocorrência detectada, fica a cerca de 230 km de distância do maior polo cacauzeiro do Estado (Medicilândia)
- Todos os focos encontrados estão no entorno da Floresta Nacional do Tapajós.
- Todos os focos ocorreram em plantas de cupuaçuzeiro (*T.grandiflorum*).

### 3 Diversidade genética em populações da broca do cacau e do cupuaçu *Conotrachelus humeropictus* Fiedler na Amazônia.

#### Resumo

As cultura do cacau (*Theobroma cacao*) e cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) são de grande importância na Região Amazônica. Entre as principais pragas destas culturas está o coleóptero *Conotrachelus humeropictus* Fiedler (1940). Anteriormente restrito aos estados do Amazonas, Rondônia e Acre, a ocorrência da espécie foi recentemente registrada na região de Santarém no oeste do estado do Pará, Brasil. Diferentemente do que ocorre em Rondônia, na região de Santarém observaram-se infestações somente cupuaçuzeiros (*T. grandiflorum*). Estudos conduzidos no estado do Amazonas apontam a existência de diferenças na biologia de *C. humeropictus* oriundos de cacauzeiros e cupuaçuzeiros, sugerindo a existência de espécies distintas com morfologia similar. O objetivo deste estudo foi o de comparar a diversidade genética de amostras oriundas de populações de *C. humeropictus* associadas a cacauzeiros *T. cacao* e cupuaçuzeiros *T. grandiflorum* dos estados de Rondônia e Pará. Foram coletadas larvas e adultos de *C. humeropictus* de 19 localidades da Amazônia brasileira, sendo 17 no estado de Rondônia e duas no Pará (município de Santarém). Larvas e insetos adultos de *C. humeropictus* foram triturados em nitrogênio líquido, e o DNA extraído. Foram realizadas amplificações de regiões ITS do gene do ribossomo, visando Identificar polimorfismos na sequência do amplicon de regiões ITS1+5.8S+ITS2 do gene do ribossomo, utilizando a técnica de RFLP (Restriction fragment length polymorphism; polimorfismo de comprimento de fragmentos de restrição) baseada em PCR (Polymerase chain reactions; reação em cadeia da polimerase). Uma vez que os fragmentos amplificados do gene do ribossomo não apresentaram polimorfismo entre as populações estudadas o produto da amplificação das regiões ITS1 + 5.8S + ITS2 foram então digeridos separadamente com as enzimas EcoR V, Hinf I, e Rsa I. O fragmento amplificado do gene do rDNA de *C. humeropictus* não apresentou sítios de restrição para a enzima EcoR V. A digestão utilizando a enzima de restrição Hinf I apresentou o mesmo padrão de digestão entre as populações de *C. humeropictus* hospedeiros de cacauzeiros (*T. cacao*) e cupuaçuzeiros (*T. grandiflorum*) e a digestão com a enzima Rsa I do amplicon apresentou um padrão de digestão incompleto similar entre as populações estudadas. Assim, os ensaios moleculares, até o momento, não corroboram a hipótese da existência de duas espécies de *Conotrachelus*, restritos a cacauzeiros e cupuaçuzeiros.

**Palavras-chaves:** *Conotrachelus humeropictus*. diversidade genética. cacau. cupuaçu.

## Abstract

The cacao (*Theobroma cacao*) and cupuaçu (*T. grandiflorum*) crops are very important in the Amazon region. Among the major pests of those crops is the beetle *Conotrachelus humeropictus* Fiedler (1940). Previously with record restricted to the states of Amazonas, Rondônia and Acre, its first Pará state occurrence was recorded in 2012, at the Santarém region, western of Pará, Brazil. Unlike what occurs in the Rondônia state, Santarém region infestations were observed only in cupuaçu trees (*T. grandiflorum*). Studies conducted in the state of Amazonas indicate the existence of differences in the biology of *C. humeropictus* coming from cocoa and cupuaçu trees, suggesting the existence of distinct species with similar morphology. The objective of this study was to compare the genetic diversity in samples of *C. humeropictus* populations associated with *T. cacao* and *T. grandiflorum* plants coming from the states of Rondônia and Pará in order to determine if they belong to different species. Were collected *C. humeropictus* larvae and adults in 19 localities of the Brazilian Amazon region, 17 in the state of Rondônia and two in Pará (Santarém). Larvae and adults of *C. humeropictus* were crushed in liquid nitrogen, and its DNA was extracted. Amplifications of ITS regions of the ribosomal gene were performed, aiming to identify polymorphisms in the sequence of the amplicon + ITS1 regions of the ITS2 + 5.8S ribosomal gene using the RFLP (Restriction fragment length polymorphism) based on PCR (polymerase chain reactions). Since the amplified fragments of ribosomal gene did not show polymorphism between populations studied the amplification product of the ITS1 regions + 5.8S + ITS2 were then separately digested with the EcoR V, Hinf I and Rsa I enzymes. The amplified fragment of rDNA gene from *C. humeropictus* showed no restriction sites for the enzyme EcoR V. The digestion using the restriction enzyme Hinf I showed the same digestion pattern among populations of *C. humeropictus* hosts cacao (*T. Cacao*) and cupuaçu (*T. Grandiflorum*) and digestion with the enzyme Rsa I amplicon showed a similar pattern of incomplete digestion between the study populations. Thus, molecular assays, until the moment, do not support the hypothesis of the existence of two species of *Conotrachelus*, restricted to cocoa and cupuaçu hosts.

**key-words:** *Conotrachelus humeropictus* . genetic diversity . cocoa . cupuaçu .

### 3.1 Introdução

As lavouras de cacau (*Theobroma cacao*) e cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) são importantes culturas agrícolas da região Amazônica, somente a atividade cacauceira abrange uma área plantada de aproximadamente 100 mil hectares e corresponde a 35% da produção nacional de amêndoas, matéria-prima para o chocolate. Contudo, estas atividades são ameaçadas por um complexo de insetos-pragas bastante diversificado, incluindo broqueadores, sugadores e desfolhadores, que atacam as plantas em todos os seus estágios de desenvolvimento, da fase vegetativa até a frutificação (MENDES, 2001; TREVISAN; PEREIRA; CUSTODIO, 2011).

Entre as principais pragas do cupuaçuzeiro e do cacauceiro destaca-se o *Conotrachelus humeropictus*, um coleóptero que pertence à família Curculionidae Latreille, subfamília Molytinae Schönherr e tribo Conotrachelini, que se desenvolve no fruto do cacauceiro e do cupuaçuzeiro durante quase toda a fase juvenil, de ovo a larva, excluindo-se a fase de pupa que ocorre enterrada no solo (MENDES et al., 1996; TREVISAN; PEREIRA; CUSTODIO, 2011).

Segundo Thomazini (2000) a broca dos frutos é a mais importante praga do cupuaçuzeiro atualmente, devido aos danos causados pelas larvas que se alimentam das amêndoas e provocam o apodrecimento da polpa em decorrência da entrada de microorganismos saprófitos através das perfurações realizadas na casca.

Mendes, Magalhães e Ohashi (1997) destacam que a forma de vida do inseto em cacauceiros, onde as larvas se alimentam diretamente da amêndoa e indiretamente provocam o apodrecimento da mucilagem que as reveste, causa sérios prejuízos econômicos ao agricultor, porque altera as características comerciais das amêndoa, culminando na sua desclassificação para comercialização. Thomazini (2002b) destaca que a praga é de difícil controle, visto que o ovo e a larva ficam abrigados no interior do fruto, praticamente imunes aos defensivos químicos. O que contribui para perdas de produção de aproximadamente 20% no primeiro ano de infestação, 50% em média no segundo e perda total nos anos seguintes (LAKER; TREVISAN, 1992; OLIVEIRA, 1997; AGUILAR; GASPAROTTO, 1999).

A presença de *C. humeropictus* estava restrita aos estados de Rondônia e Amazonas, porém, um novo foco do inseto foi confirmado, em 2012, na região de Santarém (Pará) e, diferentemente do que ocorre em Rondônia, até o presente infesta exclusivamente o cupuaçuzeiro (*T. grandiflorum*). Estudos conduzidos em populações do Estado do Amazonas (geograficamente mais próximo de Santarém) observaram diferenças na biologia dos *C. humeropictus* oriundos de cupuaçuzeiros e cacauceiros, sugerindo que pode se tratar de espécies distintas (AGUILAR; GASPAROTTO, 1999; LOPES, 2000).

Situação semelhante a que ocorre com *C. humeropictus* na Amazônia foi vivenciada

pelos pesquisadores estadunidenses em relação espécie *C. nenuphar*, uma importante praga de fruteiras de clima temperado, ameixeira e cerejeira, nos Estados Unidos. Algumas populações de *C. nenuphar* apresentavam uma biologia univoltina, uma geração ou um ciclo biológico por ano, enquanto outras eram multivoltinas, portanto, apresentavam morfologia idêntica e biologia diferente. A solução somente foi alcançada através da genotipagem destas populações. No estudo molecular foram constatadas diferenças significativas entre as populações, sendo considerados como raças distintas (ZHANG, 2006).

## 3.2 Objetivos

### 3.2.1 Geral

Estudar a diversidade genética de populações de *Conotrachelus* associadas à cupuaçuzeiros e cacaueiros na Amazônia.

### 3.2.2 Específicos

- Estudo da diversidade genética de populações de *C. humeropictus*, associadas à infestação de cupuaçuzeiros e cacaueiros dos estados de Rondônia e Pará, utilizando ampliações de regiões ITS do gene do ribossomo;
- Identificar polimorfismos na sequência do amplicon de regiões ITS1+5.8S+ITS2 do gene do ribossomo, utilizando a técnica de RFLP (Restriction fragment length polymorphism; polimorfismo de comprimento de fragmentos de restrição) baseada em PCR (Polymerase chain reactions; reação em cadeia da polimerase).

## 3.3 Material e Métodos

### 3.3.1 Material biológico

Foram coletadas larvas e adultos de *C. humeropictus* de 19 localidades da Amazônia brasileira, sendo 17 no estado de Rondônia e duas no Pará (município de Santarém). Em cada localidade foram coletados frutos de cacaueiros e cupuaçuzeiros com sintomas de ataque, sendo 14 larvas coletadas em frutos de cacaueiros, e três larvas e dois adultos em frutos e plantas de cupuaçuzeiros, respectivamente. Estes foram transferidos para uma bandeja onde foram partidos para remoção mecânica das larvas presentes no seu interior. As larvas oriundas de um mesmo fruto foram colocadas individualizadas em microtúbulos de 2ml e congeladas em freezer (-20 °C). As amostras das larvas, mortas e congeladas, foram transportadas até o laboratório de biologia molecular da Estação de Recursos Genéticos do Cacau “José Haroldo” - ERJOH, localizada no Município de

Marituba (PA), onde realizou-se a extração dos DNAs, e a análise molecular do gene do ribossomo das respectivas populações.

### 3.3.1.1 Extração de DNA

Larvas e insetos adultos de *C. humeropictus* foram triturados em nitrogênio líquido, e o DNA extraído de acordo com protocolo desenvolvido por [Doyle e Doyle \(1990\)](#). Em seguida as amostras foram individualizadas em microtubos, aos quais foram adicionados 700  $\mu$ l de tampão de extração (1,4 M NaCl; 20 mM EDTA pH 8,0; 100 mM Tris-HCl pH 8,0; 1% Polivinilpirrolidona MW 10.000; 2% CTAB; 0,2%  $\beta$ -mercaptoetanol; 0,1mg ml<sup>-1</sup> proteinase K). Os conteúdos dos microtubos foram homogeneizados com auxílio de agitador tipo vortex, e mantidos a 55 C em banho-maria por 50 minutos. A seguir, foram adicionados aos microtubos 650  $\mu$ l de solução CIA (24 partes de clorofórmio:1 álcool isoamílico; v/v). O conteúdo dos microtubos foram lentamente agitados até a formação de uma emulsão, e posteriormente centrifugados a 10.000 g por 5 minutos. O sobrenadante foi transferido para novos microtubos, aos quais foram adicionados 200  $\mu$ l de tampão de extração sem proteinase K, emulsificados e centrifugados a 10.000 g por 5 minutos. Após três extrações com CIA, o DNA foi precipitado utilizando-se igual volume de isopropanol gelado. O DNA precipitado foi centrifugado a 10.000 g, lavado com 500  $\mu$ l de Etanol 70% para remoção de sais, seco a temperatura ambiente, e ressolubilizado em 50  $\mu$ l de tampão TE (Tris-EDTA) contendo RNase (10  $\mu$ g.ml<sup>-1</sup>). A Concentração final de DNA foi determinada espectrofluorometricamente.

### 3.3.2 Amplificação de regiões do Gene do Ribossomo

Para a amplificação das regiões de ITS foram utilizados os iniciadores: ITS1-18S: CGTAACAAGGTTTCCGTAGG e ITS4: TCCTCCGCTTATTGATATGC de acordo com ([WHITE et al., 1990](#)), amplificando as 19 amostras de DNA de larvas e/ou adultos de *C. humeropictus*. As reações de amplificação foram realizadas em um volume de 25  $\mu$ L, contendo 25 ng de DNA; 1X Tampão da Taq com KCl [100 mM Tris-HCl (pH 8,8); 500 mM KCl; 0,8% Nonidet P40]; 100  $\mu$ M de cada dNTP, 1,5 mM de MgCl<sub>2</sub>, 0,2  $\mu$ M de cada iniciador (ITS1 e ITS4) e 1 U de Taq polymerase (Fermentas Life Science). As amplificações foram conduzidas no termociclador GeneAmp 9600 com desnaturação inicial a 94°C por 3 min, seguido de 35 ciclos de 30 s a 94°C, 1 min a 58°C, 1 min a 72°C e finalmente uma etapa de extensão final a 72°C por 7 min. Os produtos de PCR da amplificação das regiões de ITS foram separados por meio de eletroforese em gel 1,5% agarose em tampão Tris-Borato-EDTA (10X TBE: 0,89 M de Tris-base; 0,86 M de Ácido Bórico, 0,02 M de EDTA [pH 8,0]) a 6 V.cm<sup>-1</sup>, e corados com brometo de etídeo.

### 3.3.3 PCR-RFLP (PCR - Polymerase chain reactions; RFLP - Restriction fragment length polymorphism)

O produto da amplificação das regiões ITS1 + 5.8S + ITS2 foi digerido separadamente com as enzimas EcoR V, Hinf I, e Rsa I. Cada reação de restrição continha 20  $\mu\text{L}$  do produto de amplificação de ITS, 2 U de cada enzima, 2,5  $\mu\text{L}$  de tampão específico da enzima, num volume total de 25  $\mu\text{L}$ , sendo incubadas a 37°C por 3 h. A digestão do produto da amplificação das regiões de ITS foram separados por meio de eletroforese em gel 1,5% agarose, em tampão Tris-Borato-EDTA (10X TBE: 0,89 M de Tris-base; 0,86 M de Ácido Bórico, 0,02 M de EDTA, pH 8,0) a 6 V.cm<sup>-1</sup>, e corados com brometo de etídeo.

## 3.4 Resultados e Discussão

### 3.4.1 Extração de DNA

O protocolo de extração de DNA adaptado de Doyle & Doyle (1990) foi apropriado para a espécie *Conotrachelus humeropictus*, produzindo DNA amplificável (Figura 17) e digerível por enzimas de restrição (Figuras 18 a 20).

### 3.4.2 Amplificação de regiões do Gene do Ribossomo

A amplificação das regiões ITS1 + 5.8S + ITS2 do gene do rDNA foi conduzida, amplificando fragmentos de aproximadamente 1600 pb (pares de base), entretanto apresentou formação de bandas não específicas em algumas amostras [ Figura 17]. A utilização de sequência de DNA como fonte básica de variação tem sido muito utilizada na resolução de questões taxonômicas e filogenéticas (MORITZ; HILLIS, 1990; NEI, 1987). Conforme o nível taxonômico em questão, várias sequências de genes específicos tem sido comumente utilizadas de acordo com o grau de conservadorismo da sequência. Estudos comparativos de sequências do gene do RNA ribossomal permitem avaliar as relações filogenéticas de vários níveis taxonômicos e descrever a estrutura genética de populações (WHITE et al., 1990; KING; SCHAAL, 1989). Os fragmentos amplificados do gene do ribossomo não apresentaram polimorfismo entre as populações de *Conotrachelus humeropictus* hospedeiros de cacauzeiros (*T. cacao*) e cupuaçuzeiros (*T. grandiflorum*) [Figura 17].

### 3.4.3 PCR-RFLP

Devido as regiões do gene do ribossomo de *C. humeropictus* não apresentarem polimorfismo no comprimento do fragmento amplificado [Figura 17], procedeu-se à digestão destes fragmentos com as enzimas de restrição [ Figura 18 a Figura 20 ].



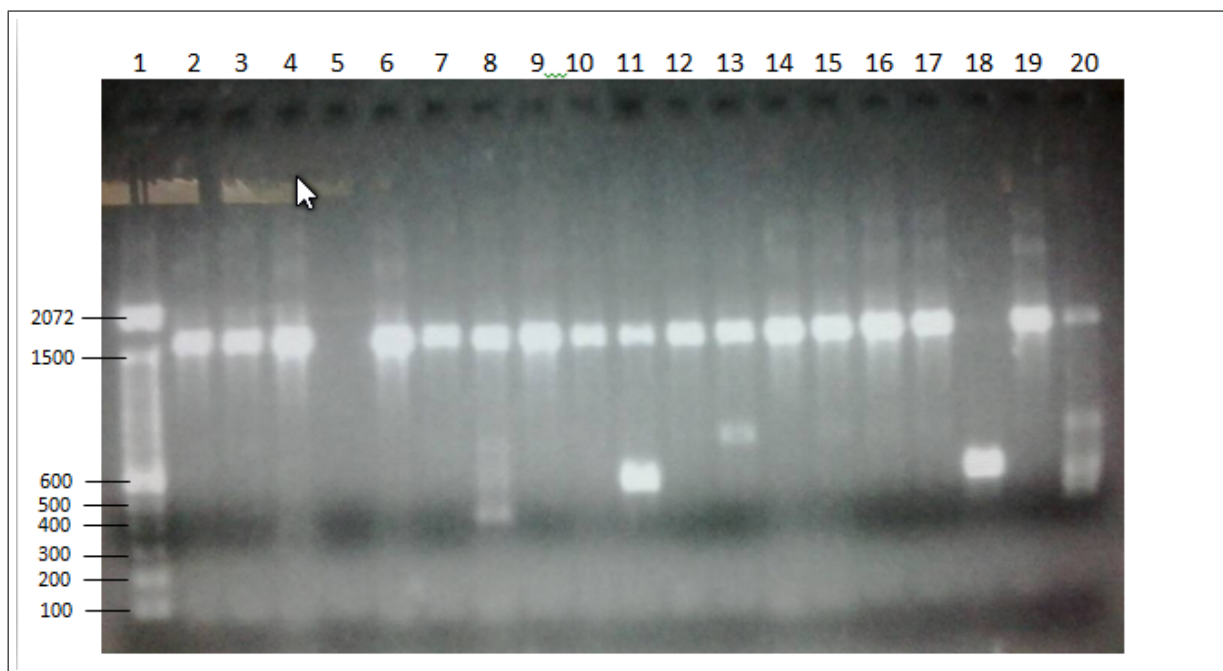


Figura 17 – Amplificação de DNA - primers específicos ITS1-18S e ITS4. Amplificação de DNA de *Conotrachelus humeropictus* utilizando primers específicos ITS1-18S e ITS4, amplificando as regiões ITS1 + 5.8S + ITS2 do rDNA. 1. Padrão de peso molecular (100 pb); 2-6 = *C. humeropictus* (hospedeiro *T. grandiflorum*); 7-20 = *C. humeropictus* (hospedeiro *T. cacao*). Populações: 2,3 = Nova Califórnia (RO) [larvas]; 4,7,8,11,13,15,18 = Ouro Preto (RO) [larvas]; 5 = Santarém (PA) [adulto]; 6 = Santarém (PA) [larva]; 9,14,16,17,19 = Cacoal (RO) [larvas]; 10,12 = Jaru (RO) [larvas]; 20 = Rondônia (RO) [adulto].

O fragmento amplificado do gene do rDNA de *C. humeropictus* não apresentou sítios de restrição para a enzima *EcoR V*, portanto não informativo em nível de polimorfismo [Figura 18].

A digestão do fragmento amplificado do gene do ribossomo, utilizando a enzima de restrição *Hinf I*, gerou cinco fragmentos (100, 200, 350, 400, e 550 pb, aproximadamente), entretanto apresentou o mesmo padrão de digestão entre as populações de *C. humeropictus* hospedeiros de cacauzeiros (*T. cacao*) e cupuaçuzeiros (*T. grandiflorum*) [Figura 19].

A digestão com a enzima *Rsa I* do amplicon das regiões do gene do RNA ribossomal apresentou um padrão de digestão incompleto, verificado pela presença do fragmento de tamanho original (1600 pb) e por fragmento de tamanho intermediário (1400 e 500 pb), provavelmente devido a grande quantidade de DNA inicial utilizado e/ou a necessidade da utilização de uma maior quantidade de enzima de restrição, e um maior período de tempo de digestão (Figura 4). Entretanto, apresentou o mesmo padrão de digestão (fragmentos de 1100, 300 e 200 pb) entre as populações de *C. humeropictus* hospedeiros de cacauzeiros (*T. cacao*) e cupuaçuzeiros (*T. grandiflorum*) [Figura 20].

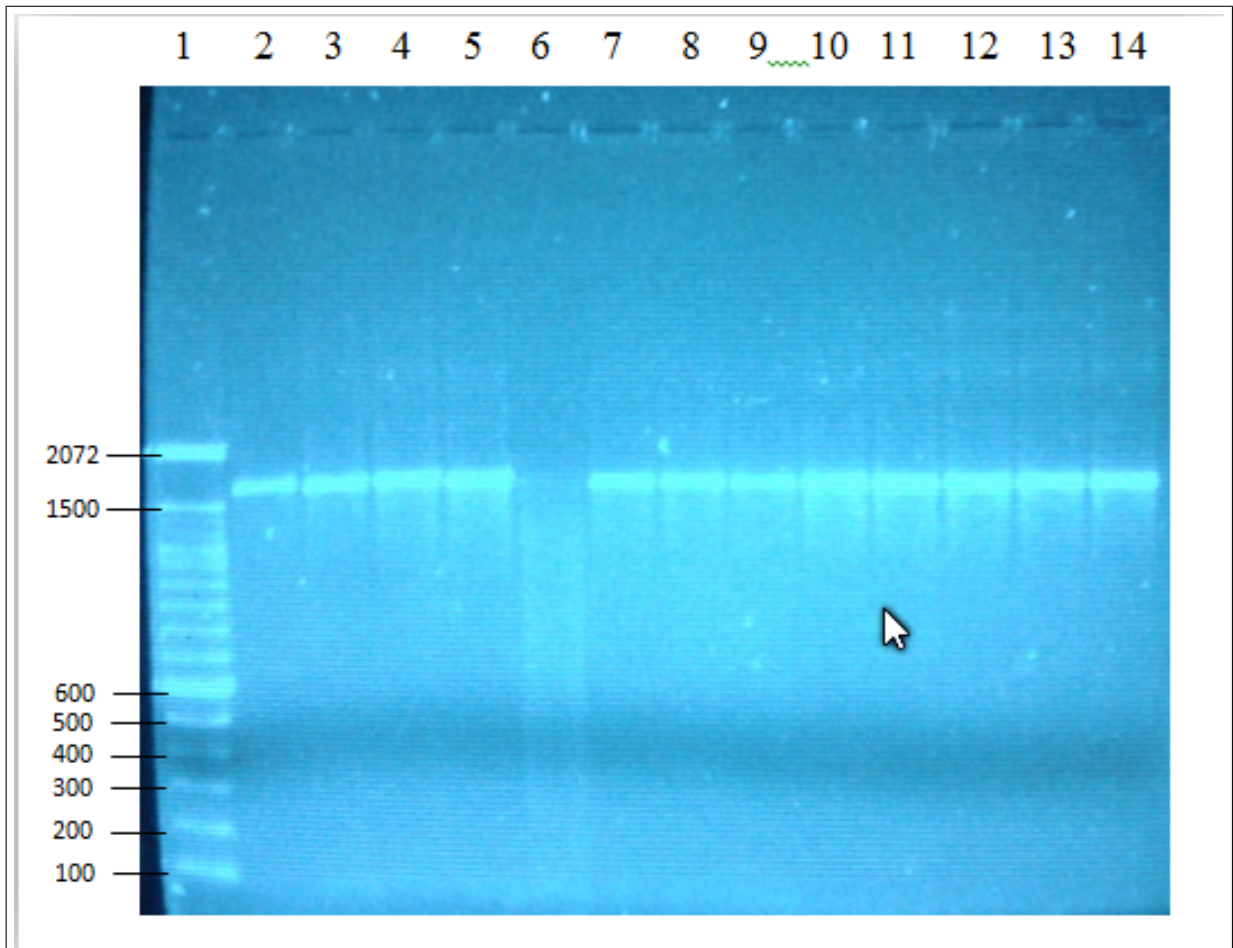


Figura 18 – Digestão de fragmento amplificado do rDNA - enzima de restrição EcoR V. 1. Digestão do fragmento amplificado do gene do rDNA (regiões ITS1 + 5.8S + ITS2) de *Conotrachelus humeropictus* utilizando a enzima de restrição EcoR V. 1. Padrão de peso molecular (100 pb). 2-5 = *C. humeropictus* (hospedeiro *T. grandiflorum*); 6-14 = *C. humeropictus* (hospedeiro *T. cacao*). Populações: 2, 3 = Nova Califórnia (RO); 4, 6, 11 = Ouro Preto (RO); 5 = Santarém (PA); 7, 10, 12, 13, 14 = Cacoal (RO); 8, 9 = Jarú (RO).

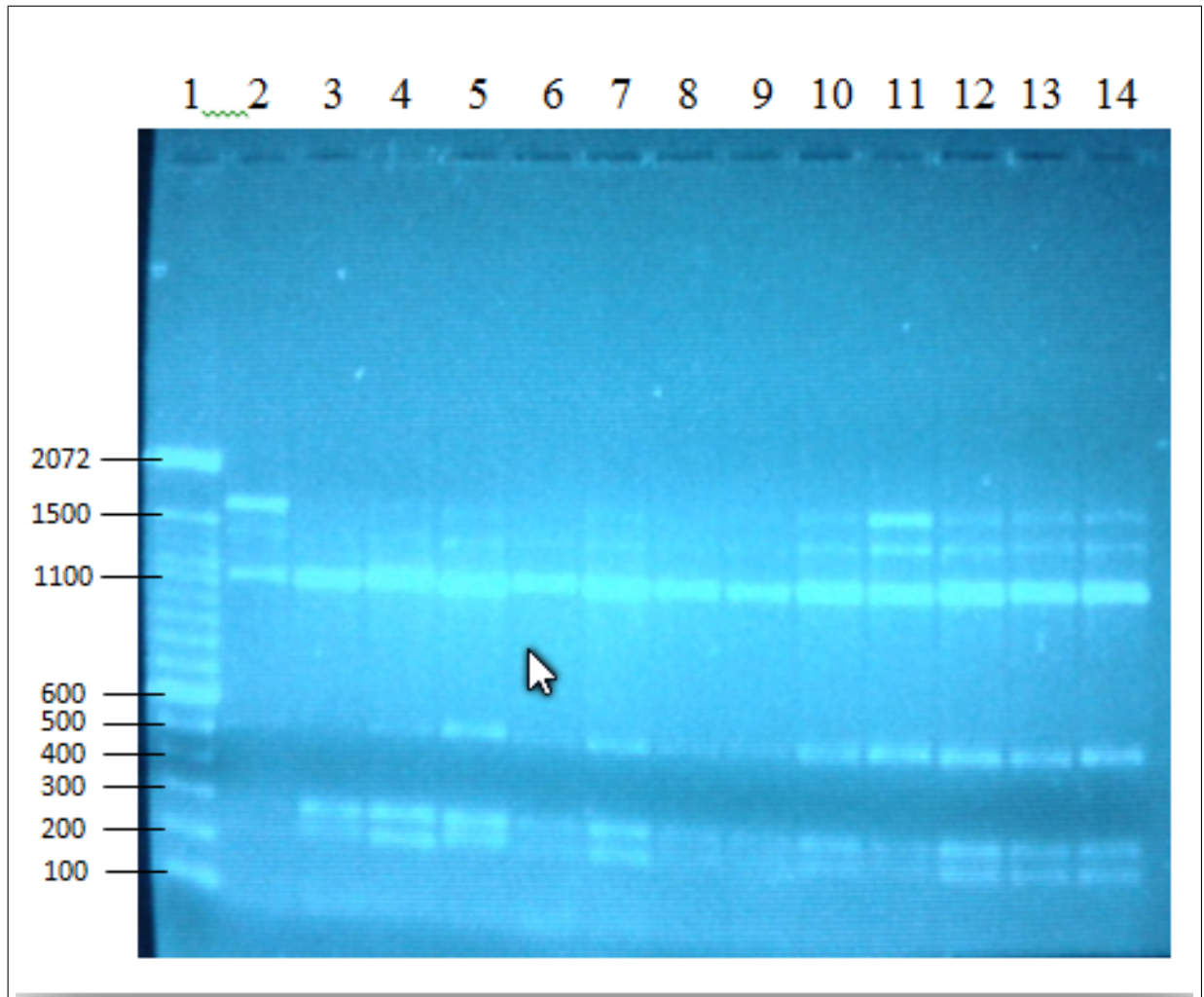


Figura 19 – Digestão de fragmento amplificado do rDNA - enzima de restrição Rsa I. 1. Digestão do fragmento amplificado do gene do rDNA (regiões ITS1 + 5.8S + ITS2) de *Conotrachelus humeropictus* utilizando a enzima de restrição Rsa I. 1. Padrão de peso molecular (100 pb). 2-5 = *C. humeropictus* (hospedeiro *T. grandiflorum*); 6-14 = *C. humeropictus* (hospedeiro *T. cacao*). Populações: 2, 3 = Nova Califórnia (RO); 4, 6, 11 = Ouro Preto (RO); 5 = Santarém (PA); 7, 10, 12, 13, 14 = Cacoal (RO); 8, 9 = Jaru (RO)

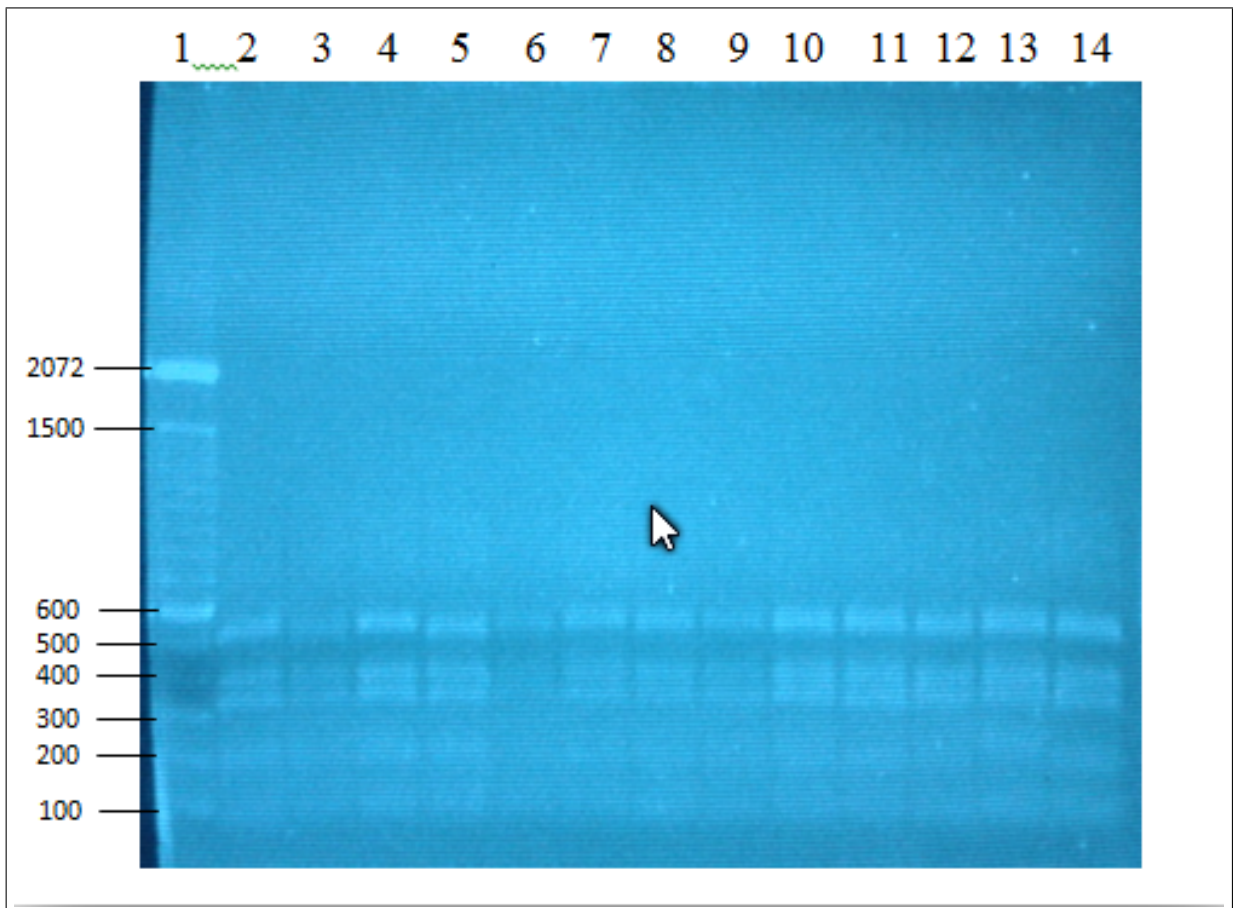


Figura 20 – Digestão de fragmento amplificado do rDNA - enzima de restrição Hinf I. 1. Digestão do fragmento amplificado do gene do rDNA (regiões ITS1 + 5.8S + ITS2) de *Conotrachelus humeropictus* utilizando a enzima de restrição Hinf I. 1. Padrão de peso molecular (100 pb). 2-5 = *C. humeropictus* (hospedeiro *T. grandiflorum*); 6-14 = *C. humeropictus* (hospedeiro *T. cacao*). Populações: 2, 3 = Nova Califórnia (RO); 4, 6, 11 = Ouro Preto (RO); 5 = Santarém (PA); 7, 10, 12, 13, 14 = Cacoal (RO); 8, 9 = Jarú (RO).

### 3.5 Considerações finais

As amostras analisadas neste estudo são oriundas de populações de *C. humeropictus* infestantes de cacauzeiros e cupuaçuzeiros do Estado de Rondônia, onde só teve ocorrência registrada a partir de 1981 (MENDES et al., 2001) e do estado do Pará, registrada em 2012 (Capítulo 2). Deste modo, ambas as populações do estudo são, aparentemente, resultantes de processos de invasão biológica (migração ou translocação da floresta para às áreas de plantio).

Os dados indicam *C. humeropictus* e *T. grandiflorum* compartilham o mesmo centro de origem. Em ecossistemas de floresta, porém, devido a maior biodiversidade, existe maior variedade de fontes de alimento e abrigo, locais para oviposição, bem como inimigos naturais, como predadores, patógenos e parasitóides resultando equilíbrio populacional (HASTINGS et al., 2005) o que por sua vez implica em menor pressão sobre os cupuaçuzeiros nativos, considerando-se que também possam existir populações de *T. grandiflorum* tolerantes ou resistentes ao inseto.

No entanto todas as áreas de ocorrência de *C. humeropictus* identificadas no Estado do Pará são ecossistemas alterados. Essas modificações de origem antrópica da densidade populacional e da diversidade genética de algumas espécies não raro provêm os pré-requisitos para a introdução de uma espécie outrora ausente, sem que esta necessite de alterações importantes de ordem genética. Neste caso, as modificações observadas na biologia poderiam ser creditadas à plasticidade fenotípica. (SILVA, 2011; VENTURIERI; ALVES; NOGUEIRA, 1985; TURNBULL; HADLEY, 2014; JOSHI et al., 2001).

O estudo das espécies invasoras e do próprio ambiente invadido abre caminho para amplas comparações entre populações da mesma espécie, mas com histórico de dispersão diferente. Estudos adicionais, com outros marcadores moleculares e diferentes abordagens na obtenção de amostras devem ser realizados para permitir um aumento na compreensão dos processos relacionados à colonização de novas áreas pela espécie *C. humeropictus*, principalmente no que se refere a como ocorre o processo de adaptação, como isso se reflete na estrutura genética das populações, na biologia, dinâmica populacional e nas taxas de dispersão da espécie.

### 3.6 Conclusão

Os ensaios moleculares, até o momento, não corroboram a hipótese da existência de duas espécies de *Conotrachelus*, hospedeiros restritos de cacauzeiros e cupuaçuzeiros.



## 4 Modelagem de Distribuição Geográfica Potencial de *Conotrachelus humeropictus* Fiedler, 1940 (Coleoptera:Curculionidae) no Brasil

### Resumo

Os modelos climáticos e os mapas de distribuição potencial determinam a favorabilidade de novas regiões ao estabelecimento de espécies invasoras e tem sido utilizados para subsidiar a tomada de decisão nos programas oficiais de prevenção de sua dispersão. Este estudo utilizou o algoritmo MaxEnt para a geração de um modelo preliminar da dispersão de *C. humeropictus* no Estado do Pará e no Brasil, que identifica os principais fatores bioclimáticos associados ao inseto, avaliando a utilidade da técnica nos programas oficiais de controle de pragas. O modelo necessita de coordenadas de ocorrência da espécie e de dados ambientais relativos a essas coordenadas. As Coordenadas geográficas de ocorrência (latitude e longitude) foram obtidos a partir de informações da literatura publicada e de dados primários de campo. As camadas ambientais utilizadas na indução dos modelos foram obtidas da base de dados WorldClim, disponíveis no site AMBDATA do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, com recortes para a Amazônia Legal Brasileira e para o Brasil, na resolução 10 arc-minuto (aproximadamente 18,5 km). Foram eliminadas as variáveis com problemas de autocorrelação. O teste JackKnife demonstrou que as variáveis com maior contribuição para o modelo foram Precipitação anual (BIO12), Sazonalidade de Temperatura (desvio padrão \* 100) (BIO4), Precipitação do quadrimestre mais úmido (BIO16) e Precipitação do quadrimestre mais frio (BIO19), respondendo por 80.4 % da contribuição para o modelo, e representam os parâmetros climáticos que mais se relacionam com a presença de *C. humeropictus* em uma área. O modelo apontou altos níveis de favorabilidade ao estabelecimento de *C. humeropictus* para os estados com presença registrada da praga (Amazonas, Rondônia, Acre, Mato Grosso e Pará) e níveis de baixo a médio para os estados do Maranhão, Tocantins e Goiás. Os dados não apontaram áreas propícias ao estabelecimento de *C. humeropictus* no Estado da Bahia. No Pará, altos níveis de susceptibilidade foram observados nas zonas com registro de ocorrência de *C. humeropictus*: Aveiro, Itaituba, Rurópolis, Trairão, Belterra, Placas e Santarém, bem como na margem superior do Rio Amazonas, nos municípios de Almeirim, Porto de Moz, Monte alegre, Alenquer, Óbidos e uma pequena parte ao oeste de Oriximiná. Áreas de risco intermediário foram identificadas na região da Rodovia BR-230, a partir de Medicilândia em direção oeste-leste. A região de Tomé-Açu apresentou baixos níveis de susceptibilidade.

**Palavras-chaves:** *Conotrachelus humeropictus*, defesa sanitária vegetal, modelagem de dispersão potencial, cacau, cupuaçu.

## Abstract

Climate models and maps of potential distribution has been used to determine the favorability of new regions to the establishment of invasive species and to support decision making in public programs to prevent its spread. The model requires the coordinated species occurrence and environmental data on these coordinates. The geographical coordinates of occurrence (latitude and longitude) were obtained from information in the published literature as well as primary data field. Environmental layers used in the induction of the models were obtained from the data base Worldclim available in AMBDATA site of the National Institute for Space Research - INPE, with cutouts for the Brazilian Legal Amazon and Brazil, in resolution 10 arc-minutes (approximately 18 , 5 km). Variables with autocorrelation problems were eliminated. The JackKnife test showed that the variables with the greatest contribution to the model were annual rainfall (BIO12), Temperature Seasonality (standard deviation \* 100) (BIO4) Precipitation of wettest quarter (BIO16) and Precipitation of the coldest quarter (BIO19 ), accounting for 80.4 % of the contribution, and represent the climatic parameters that are more related to the presence of *C. humeropictus* in area. The model showed high levels of favorability to the establishment of textit *C. humeropictus* to states with recorded presence pest (Amazonas, Rondônia, Acre, Mato Grosso and Pará) and low to medium levels for the states of Maranhão, Tocantins and Goias. The data did not suggest the existence of susceptible áreas to the establishment of *C. humeropictus* in the state of Bahia. In Pará state, high levels of susceptibility were observed in areas with occurrence of *C. humeropictus*: Aveiro, Itaituba, Rurópolis, Trairão, Belterra, Santarém and Placas, as well as in the upper bank of the Amazonas River, in the municipalities of Almeirim, Porto de Moz, Monte alegre, Alenquer, Óbidos and a small portion in the west of Oriximiná. Intermediate risk areas were identified in the BR-230 region, including Medicilândia in west-east direction. The region of Tome-Açu showed low levels of susceptibility.

**Keywords** : *Conotrachelus humeropictus* , plant health protection , potential distribution models , cacao, cupuaçu .



## 4.1 Introdução

Uma variedade de fatores pode contribuir para delimitar a distribuição de espécies. Embora se saiba que as inter-relações entre eles possam ser complexas devido a cada fator atuar em uma escala espacial diferente (VICENTE et al., 2011; PEARSON et al., 2007), diversos trabalhos tem corroborado a afirmação de que os fatores abióticos como a precipitação e temperatura podem influenciar a taxa de sobrevivência de diversas espécies, inclusive insetos fitófagos (TRNKAA et al., 2007; PEARSON; DAWSON, 2003).

A modelagem de distribuição potencial (MDP) das espécies, utiliza uma gama de ferramentas que vão desde climatogramas, até complexos algoritmos computacionais, além de um banco de dados de ocorrência e dados ambientais que permitam a geração de mapas a ser analisados com um sistema de informações geográficas (STOCKWELL; PETERS, 1999).

Os dados de ocorrência são pontos, ou coordenadas georreferenciadas (latitude e longitude), que representam a existência ou inexistência da espécie. No entanto, pontos de ausência raramente estão disponíveis, pois são difíceis de determinar. Quando levantamentos de campo não indicam a presença da espécie, isso pode resultar, por exemplo, de uma ocorrência sazonal (RODRIGUES, 2012).

Há uma grande variedade de algoritmos de modelagem aplicada ao problema de prever a distribuição de uma espécie. Alguns dos mais conhecidos são Bioclim (BEAUMONT; HUGHES; POULSEN, 2005), Envelope Score (PIÑEIRO et al., 2007), Climate Space Model - CMS (HAYKIN, 2001), Ecological-Niche Factor Analysis - ENFA (HIRZEL; ARLETTAZ, 2002), GARP - Genetic Algorithm for Rule-set Production (HOLLAND, 1975), Environmental Distance (CARPENTER; GILLISON; WINTER, 1993), Maximum Entropy - MAXENT (HAYKIN, 2001) e Support Vector Machines - SVM (VAPNIK, 1995).

A base teórica da Modelagem de Dispersão Geográfica Potencial está na definição de nicho ecológico. Esta, apresentada por Sóberon (2007), resgata o trabalho de HUTCHINSON (1981), onde o nicho se divide em duas partes: o sub-espço de condições (ou cenopoético) e o sub-espço de recursos. Nesta, os dados ambientais disponíveis devem representar o sub-espço de condições, ou nicho fundamental, e não o nicho completo da espécie, uma vez que é quase certo que os pontos de ocorrência tomados não representam toda a área ambientalmente apta para a espécie, que pode ainda não estar lá por conta de outros fatores e interações específicas. Hutchinson denominou este conceito de nicho *pós-interativo*, ou *nicho realizado*.

A junção dos dados de ocorrência com os dados ambientais produz pontos de nicho, ou seja, pontos no espço ambiental. Estes representam os valores que as variáveis ambientais assumem em cada coordenada georreferenciada e são organizados em vetores

de características, utilizados como dados de entrada para os algoritmos de modelagem (RODRIGUES, 2012).

A função dos algoritmos é processar informações das condições ambientais dos locais de ocorrência conhecidos, buscando encontrar “relações não aleatórias entre os dados de ocorrência da espécie e os dados ambientais relevantes”, de modo a tentar determinar a favorabilidade de novas regiões ao estabelecimento e ajuda na identificação de fatores limitantes à dispersão (PEREIRA; PETERSON, 2001; KEEN; MORTON, 1978; CORSI; DUPRÈ; BOITANI, 1999; PETERSON; SHAW, 2003; GIANNINI; SARAIVA; SANTOS, 2010; SIQUEIRA, 2005). Esse modelo de nicho é, então, projetado sobre uma dada região geográfica, produzindo assim um mapa georreferenciado que contém, em cada coordenada, a probabilidade de ocorrência da espécie (PHILLIPS; ANDERSON; SCHAPIRE, 2006).

#### 4.1.1 O algoritmo MAXENT

O princípio da Entropia Máxima é um método de propósito geral, que pode ser utilizado para fazer previsões ou inferências a partir de informações incompletas. A entropia está inversamente relacionada com a probabilidade de ocorrência de um dado evento (HAYKIN, 2001). Em outras palavras, podemos dizer que se um evento tem alta probabilidade de ocorrer e ele ocorre, a entropia associada a esse evento é baixa. Por outro lado, se um evento tem baixa probabilidade de ocorrer e ele ocorre, a entropia associada a esse evento é alta. A definição formal da entropia,  $H(p)$ , é apresentada na Equação 4.1 (RODRIGUES, 2012).

$$H(p) = - \sum_{k=1}^N p_k \log(p_k), \quad (4.1)$$

onde  $p$  é a distribuição de probabilidade sobre o conjunto de possíveis estados de um evento,  $N$  é o número total de possíveis estados do evento e  $p_k$  é a probabilidade de ocorrência do  $k$ -ésimo estado. O espaço de busca é formado por todas as distribuições de probabilidade que satisfazem as restrições, que são utilizadas para limitar esse espaço. As restrições são impostas a partir das variáveis ambientais.

#### 4.1.2 Variáveis ambientais

Na MDP os dados ambientais são geralmente formados por camadas *raster*<sup>1</sup> georreferenciadas, também chamadas de camadas ou variáveis ambientais e estão associadas às condições ambientais que influenciam a distribuição da espécie (LORENA, 2011). Também se utilizam funções das variáveis originais, por exemplo, a escala diurna média, cujo valor em

<sup>1</sup> Formato compatível com dados oriundos de scanners e sensores remotos, no qual uma superfície é representada por uma matriz  $M(i, j)$  composta por  $i$  colunas e  $j$  linhas, que definem células denominadas pixels (picture element) às quais se atribuem valores (MARINO, 2012)

cada coordenada representa a média mensal da diferença entre a temperatura máxima e a temperatura mínima naquele ponto (HIJMANS et al., 2005). Todas as variáveis ambientais devem pertencer à mesma região de estudo e alguns exemplos de variáveis ambientais frequentemente utilizadas na modelagem são temperatura, precipitação e altitude.

As camadas ambientais utilizados na indução dos modelos podem ser obtidas por meio de download de dados da base WorldClim, disponíveis no site AMBDATA do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, com recortes para a Amazônia Legal Brasileira e para o Brasil, na resolução 10 arc-minuto (aproximadamente 18,5 km). O banco de dados WorldClim consiste em 47.554 estações de medição da precipitação e 14.835 para a temperatura mínima e máxima. As superfícies climáticas são calculadas por meio da média de um período de aproximadamente 50 anos (1950/2000), de acordo com a disponibilidade dos dados das estações. A base é composta por 11 variáveis derivadas da temperatura (BIO1 a BIO11) e 8 derivadas da pluviosidade (BIO12 a BIO19) (INPE, 2014).

<b>Temperatura e Pluviosidade</b>	
<b>Variável</b>	<b>Descrição</b>
BIO1	Temperatura média anual
BIO2	Intervalo médio diurno (média mensal(max temp - min temp))
BIO3	Isotermalidade
BIO4	Sazonalidade de Temperatura (desvio padrão * 100)
BIO5	Temperatura máxima do mês mais quente
BIO6	Temperatura mínima do mês mais frio
BIO7	Intervalo da temperatura anual
BIO8	Média do quarto de ano mais úmido
BIO9	Média do quarto de ano mais seco
BIO10	Média do quarto de ano mais quente
BIO11	Média do quarto de ano mais frio
BIO12	Precipitação anual
BIO13	Precipitação do mês mais frio
BIO14	Precipitação do mês mais seco
BIO15	Sazonalidade
BIO16	Precipitação do quadrimestre mais úmido
BIO17	Precipitação do quadrimestre mais seco
BIO18	Precipitação do quadrimestre mais quente
BIO19	Precipitação do quadrimestre mais frio

Tabela 3 – Variáveis bioclimáticas.

#### 4.1.3 Pré-tratamento dos dados

Na Amazônia Brasileira, as estações climáticas que compõem a base do WorldClim ficam distantes umas das outras, localizadas em cidades, margens de rodovias e rios. A

interpolação dos dados destas estações, pode produzir redundância dos dados das variáveis climáticas (XIMENES et al., 2009).

Para lidar com este problema, alguns autores recomendam o corte de variáveis cujos valores de correlação ( $R^2$ ) sejam maiores que 0.6 (HOLT et al., 2009), 0.75 (RÖDDER; LÖTTERS, 2010) ou acima de 0.8 (LOZIER; ANIELLO; HICKERSON, 2009). Neste estudo, efetuou-se o corte de variáveis quando  $R^2 > 0.75$ .

#### 4.1.3.1 O teste jacknife

Este teste permite avaliar a importância relativa de cada variável no modelo, entre outras coisas auxiliando as variáveis a serem cortadas em caso de correlação elevada. A barra azul demonstra a capacidade preditiva da variável quando usada isoladamente, ou seja é a que contém mais informação útil para o modelo. A barra verde demonstra a perda que ocorrerá no modelo caso seja retirada. É um indicativo de quanto de sua informação não está presente em outras variáveis.

#### 4.1.4 Avaliação do modelo

Existem dois tipos possíveis de erros nos modelos preditivos de dispersão de espécies: falsos negativos (omissões ou subpredição) e falsos positivos (comissão ou sobrepredição). As principais medidas utilizadas para avaliar o desempenho dos modelos são calculadas a partir de uma matriz, denominada matriz de confusão (MONARD; BARANAUSKAS, 2003), e de um método gráfico de avaliação denominado análise ROC (Receiver Operating Characteristic) (FIELDING; BELL, 1997).

##### 4.1.4.1 Matriz de Confusão

Conceito utilizado em problemas de classificação. Compara o número de classificações corretas com as preditas, para todas as classes do estudo. Uma matriz de confusão para duas classes  $C_1$  e  $C_2$  é demonstrada na tabela Tabela 4. A equação 4.2 permite o cálculo dos valores  $M(C_i, C_j)$ , onde  $\|h(x) = C_j\|$  é uma expressão booleana que assume valor 1 se for verdadeira e 0 se for falsa e o par  $(x, y)$  é um elemento do conjunto de elementos T, com  $y$  representando o valor da classe do vetor de entrada  $x$  e  $h(x)$  é o valor de saída calculado pelo modelo  $h$  (MONARD; BARANAUSKAS, 2003).

Tornado mais clara a utilização da matriz de confusão em problemas de modelagem de distribuição de espécies Rodrigues (2012) associa em sua explicação a classe  $C_1$  com a classe **Presença (P)** e a classe  $C_2$  com a classe **ausência (A)**. Na Tabela 5 os valores de Presenças Verdadeiras ( $P_V$ ) e Ausências Verdadeiras ( $A_V$ ) estão localizados na diagonal principal da matriz, e correspondem aos acertos na classificação. Localizados na diagonal

Classe	Predição Negativa $C_1$	Predição Positiva $C_2$
Verdadeira $C_1$	$M(C_1, C_1)$	$M(C_1, C_2)$
Verdadeira $C_2$	$M(C_2, C_1)$	$M(C_2, C_2)$

Tabela 4 – Matriz de Confusão para duas classes,  $C_1$  e  $C_2$ .. Fonte: [MONARD e BARANAUSKAS \(2003\)](#).

$$M(C_i, C_j) = \sum_{\{x,y\} \in T: y=C_i} \|h(x) = C_j\| \quad (4.2)$$

secundária estão Ausências Falsas ( $A_F$ ), e as Presenças Falsas ( $P_F$ ) os quais correspondem aos erros de classificação.

Classe	Predita P	Predita A
Observada P	Presenças Verdadeiras $P_V$	Ausências Falsas $A_F$
Observada A	Presenças Falsas $P_F$	Ausências Verdadeiras $A_V$

Tabela 5 – Matriz de confusão para problemas de modelagem de distribuição de espécies.

. Fonte: [Rodrigues \(2012\)](#).

#### 4.1.4.2 Medidas derivadas da matriz de confusão

- Taxa de erro da classe Presença, chamada de taxa de erros de omissão ([Equação 4.3](#)).
- Taxa de erro da classe Ausência, chamada de taxa de erros de sobreprevisão ([Equação 4.4](#)).
- Sensitividade, taxa de acerto na classe Presença, ou taxa de presenças verdadeiras ([Equação 4.5](#))
- Especificidade, é a taxa de acerto na classe Ausência, ou taxa de ausências verdadeiras ([Equação 4.6](#))

$$ErroClasseP = \frac{A_F}{P_V + A_F} \quad (4.3) \quad ErroClasseA = \frac{P_F}{P_F + A_V} \quad (4.4)$$

$$Sensibilidade = \frac{P_V}{P_V + A_F} \quad (4.5) \quad Especificidade = \frac{A_V}{P_F + A_V} \quad (4.6)$$

Fonte: [MONARD e BARANAUSKAS \(2003\)](#)

#### 4.1.4.3 A análise ROC (Receiver Operating Characteristic)

O gráfico da curva ROC é uma técnica alternativa para avaliação de classificadores, baseada em gráficos bidimensionais ([FAWCETT, 2005](#)) que é plotado em um espaço denominado espaço ROC e permite uma avaliação visual de aspectos relacionados com o desempenho das técnicas de classificação. No contexto da modelagem de distribuição de espécies, o espaço ROC bidimensional é definido através da taxa de presenças verdadeiras (PV), plotada no eixo das ordenadas (eixo Y), e da taxa de presenças falsas (PF), plotada no eixo das abscissas (eixo X). Um modelo que classifica corretamente todos os pontos de presença e de ausência é plotado exatamente no ponto (0,1).

Por outro lado, modelos que nunca classificam corretamente pontos de presença e pontos de ausência são plotados exatamente no ponto (1,0). O ponto (1,1) representa modelos que classificam todos os exemplos como pontos de presença, ou seja, modelos que classificam corretamente todos os pontos de presença, mas classificam incorretamente todos os pontos de ausência. De forma inversa, o ponto (0,0) representa modelos que classificam todos os exemplos como pontos de ausência, ou seja, apresentam taxa de presenças falsas igual a zero, mas classificam incorretamente todos os pontos de presença. A linha diagonal ( $x = y$ ) que vai do ponto (0,0) ao ponto (1,1) representa modelos cujas previsões são aleatórias ([RODRIGUES, 2012](#)).

Modelos posicionados acima desta diagonal apresentam desempenho preditivo melhor que modelos aleatórios. Ao contrário, modelos posicionados abaixo desta diagonal apresentam desempenho preditivo inferior comparados com modelos aleatórios ([FAWCETT, 2005](#)).

#### 4.1.4.4 Area Under the Curve - AUC

Em resumo, a AUC representa um valor que pode ser visto como uma medida simples de desempenho global do modelo ([FIELDING; BELL, 1997](#)) e terá sempre valor entre 0 e 1, uma vez que é uma porção da área do espaço ROC, que por sua vez é um quadrado de lado um. O modelo com melhor desempenho será aquele cuja curva ROC mais se aproxima do ponto (0,1) ([PRATI; BATISTA; MONARD, 2008](#)).

O gráfico AUC Omission (Figura 28), é um indicador da taxa de erro da classe Presença, chamada de taxa de erros de omissão, todo o raciocínio opera de modo inverso. Neste caso é importante que a AUC seja baixa, o que ocorre neste estudo.

A predição de áreas muito pequenas pode indicar que o modelo foi super ajustado para o conjunto de treinamento, ou em outras palavras, que ocorreu *overfitting*. Como consequência, predições falso negativas podem ser produzidas, isto é, o modelo prevê que a espécie não ocorrerá em uma área que possui as condições para que ela se mantenha (RAXWORTHY, 2007).

#### 4.1.5 A utilidade e viabilidade prática da Modelagem de Dispersão Potencial de Espécies - MDP

As consequências, econômicas e ambientais da invasão de espécies tem sido bem documentadas (HENDERSON; DAWSON; WHITTAKER, 2006). Por outro lado, a eficiência dos programas de manejo e controle destas invasões depende em grande parte da existência de informações da distribuição e abundância potencial das espécies invasoras no contexto de cenários climáticos (TAYLOR; KUMAR, 2013).

A MDP é uma técnica importante na biologia analítica, com aplicações em conservação e planejamento de reservas, ecologia, evolução, epidemiologia, e como auxiliar na tomada de decisão no combate a espécies invasoras que nos últimos anos se tornou um procedimento comum para determinar a amplitude da distribuição geográfica das espécies, em razão do aumento da disponibilidade de métodos estatísticos poderosos e técnicas computacionais que podem ser aplicados mesmo com apenas dados da presença das espécies, recolhidos de informações de museus/herbários e levantamentos de fauna e flora (GUISAN; ZIMMERMANN, 2000; JÚNIOR; SIQUEIRA, 2009) e da a disponibilidade de dados ambientais em diferentes níveis de resolução e para uma vasta área de território, que permite produzir predições para praticamente qualquer área terrestre do globo (JÚNIOR; SIQUEIRA, 2009).

A recente descoberta de infestações de *Conotrachelus humeropictus* na região oeste do Estado do Pará levantou a questão do alto potencial desta espécie, caso alcance as áreas cultivadas com cacau, de causar danos econômicos expressivos aquela cultura (THOMAZINI, 2000). Este inseto, descrito por Fiedler no município de Tefé, no Amazonas, foi observado atacando frutos de cacau (*Theobroma cacao* L.), em 1981 em Rondônia. Atualmente a broca do fruto-do-cupuaçuzeiro se dispersou e se estabeleceu em municípios produtores de cacau e cupuaçu dos estados de Rondônia, Acre, Amazonas e Mato Grosso (MENDES et al., 2001; VENTURIERI, 1993). Embora *C. humeropictus* não seja conhecida como uma espécie de rápida dispersão (OLIVEIRA, 2003), existe a preocupação de que isso facilitado por ações antrópicas, caso frutos infestados sejam transportado para regiões



aptas ao seu estabelecimento. O uso da MDP pode gerar informações úteis para nortear as decisões e ações do programa de controle da dispersão do inseto.

## 4.2 Objetivos

- Avaliar a funcionalidade da MDP na identificação de áreas com maior aptidão ao estabelecimento de *C. humeropictus*.
- Identificar os principais fatores bioclimáticos associados a *C. humeropictus*.

## 4.3 Materiais e Métodos

### 4.3.1 Dados de ocorrência da espécie

Além do Estado do Pará, relata-se a presença de *C. humeropictus* em diversos municípios dos Estados do Amazonas, Acre, Rondônia e ocorrências isoladas na Guiana e Colômbia (MENDES *et al.*, 2001). São praticamente inexistentes as informações sobre ocorrência de *C. humeropictus* em bancos de dados oficiais. Em razão disso, as Coordenadas geográficas de ocorrência (latitude e longitude) foram obtidos essencialmente de duas formas: a) a partir de informações da literatura publicada (ADEPARÁ, 2013; TREVISAN; MENDES, 1991; THOMAZINI, 2002a) e; b) de dados de campo, também chamados de dados primários (SIQUEIRA, 2005).

Os dados de ocorrência dos estados do Acre, Amazonas e Rondônia, representam coordenadas aproximadas de ocorrência. Os dados do Estado do Pará, são dados primários, ou seja, coordenadas obtidas *in loco* durante levantamentos fitossanitários da espécie.

Isso limitou o modelo ao uso de camadas exclusivamente climáticas em vez de topoclimáticas, cujo uso só faria sentido com a disponibilidade de coordenadas exatas, na totalidade dos dados de ocorrência.

Os *softwares* Quantum Gis® e o Google Earth® (2014) foram utilizados de duas formas: 1) para a validação das coordenadas geográfica disponíveis a fim de se evitar erros na entrada de dados dos modelos e; 2) para a obtenção das coordenadas geográficas quando os dados da literatura não as forneceram e não foi possível obtê-los de outros modos.

### 4.3.2 Pré-tratamento dos dados

Foi efetuada a comparação das variáveis bioclimáticas por meio do teste de correlação de Pearson. Em cada par de variáveis que apresentou o coeficiente de correlação  $R^2 > 0,75$  e  $p < 0,01\%$  foram mantidas aquelas que apresentavam maior capacidade preditiva no modelo, enquanto que a outras foram excluídas.

Tabela 6 – Matriz de Correlação das Variáveis Climáticas. As variáveis com \* foram mantidas no modelo.

Var	Bio1	Bio2*	Bio3*	Bio4*	Bio5*	Bio6	Bio7*	Bio8	Bio9*	Bio10	Bio11*	Bio12*	Bio13*	Bio14*	Bio15	Bio16*	Bio17	Bio18*	Bio19*
Bio1	1.000	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Bio2	-0.837	1.000	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Bio3	0.637	-0.867	1.000	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Bio4	-0.498	0.492	-0.475	1.000	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Bio5	0.174	0.327	-0.553	-0.073	1.000	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Bio6	0.923	-0.972	0.845	-0.557	-0.142	1.000	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Bio7	-0.800	0.987	-0.933	0.492	0.413	-0.960	1.000	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Bio8	0.952	-0.717	0.544	-0.381	0.206	0.807	-0.685	1.000	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Bio9	0.923	-0.892	0.712	-0.555	0.064	0.958	-0.864	0.775	1.000	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Bio10	0.989	-0.842	0.627	-0.416	0.168	0.924	-0.803	0.921	0.938	1.000	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Bio11	0.980	-0.864	0.675	-0.630	0.149	0.948	-0.830	0.889	0.958	0.966	1.000	---	---	---	---	---	---	---	---
Bio12	0.346	-0.338	0.409	-0.492	-0.144	0.340	-0.354	0.428	0.194	0.250	0.348	1.000	---	---	---	---	---	---	---
Bio13	-0.083	0.059	-0.097	0.006	0.073	-0.056	0.073	-0.155	-0.002	-0.065	-0.053	0.230	1.000	---	---	---	---	---	---
Bio14	0.497	-0.674	0.813	-0.525	-0.474	0.642	-0.724	0.497	0.463	0.433	0.520	0.763	-0.139	1.000	---	---	---	---	---
Bio15	-0.531	0.577	-0.659	0.525	0.308	-0.565	0.607	-0.612	-0.377	-0.440	-0.521	-0.819	0.264	-0.919	1.000	---	---	---	---
Bio16	-0.023	0.098	-0.164	-0.115	0.223	-0.068	0.125	-0.058	-0.008	-0.032	0.003	0.440	0.898	-0.055	0.115	1.000	---	---	---
Bio17	0.512	-0.664	0.785	-0.539	-0.434	0.635	-0.706	0.522	0.456	0.441	0.530	0.794	-0.150	0.993	-0.943	-0.046	1.000	---	---
Bio18	-0.054	0.156	-0.018	0.107	-0.159	-0.180	0.120	0.193	-0.359	-0.140	-0.154	0.597	-0.172	0.353	-0.569	0.011	0.396	1.000	---
Bio19	0.631	-0.857	0.797	-0.376	-0.346	0.832	-0.863	0.428	0.804	0.671	0.691	0.108	0.028	0.527	-0.316	-0.081	0.501	-0.396	1.000

Após a seleção e eliminação das variáveis com problemas de autocorrelação foram mantidas as camadas BIO2, BIO3, BIO4, BIO5, BIO7, BIO9, BIO11, BIO12, BIO13, BIO14, BIO16, BIO18 e BIO19 (Tabela 6).

### 4.3.3 Algoritmo utilizado

Para quantificar o risco relativo de invasão e mapear a distribuição geográfica potencial de *C. humeropictus* foi utilizado o algoritmo MaxEnt (versão 3.3.3), reconhecidamente preciso, muito utilizado em pesquisa dessa natureza, não necessita de dados de ausência e trabalha bem com pequeno numero de amostras (ELITH et al., 2006; PEARSON et al., 2007; PHILLIPS; ANDERSON; SCHAPIRE, 2006).

### 4.3.4 Avaliação do modelo

Este estudo utilizou a AUC (Area Under the Curve ROC), a medida de desempenho mais utilizada atualmente na modelagem de distribuição de espécies para avaliar a acurácia do modelo gerado (BRADEY, 1997; MONARD; BARANAUSKAS, 2003).

## 4.4 Resultados e discussão

Foram realizados duas rodadas de testes. A primeira exclusivamente com dados de Rondônia e Acre. A Segunda com todos os dados disponíveis. Foram usados, na rodada final, 141 pontos de ocorrência de *C. humeropictus*, obtidos dieta ou indiretamente. Os modelos gerados mostraram pequenas diferenças no tamanho das áreas preditas, porém essencialmente com os mesmos resultados, sendo capazes de prever praticamente a mesma área de cobertura.

O teste JackKnife (Figuras 21 e 22) demonstrou que as variáveis com maior contribuição para o modelo e provavelmente para a dispersão de *C. humeropictus* foram Precipitação anual (BIO12), Sazonalidade de Temperatura (desvio padrão \* 100) (BIO4), Precipitação do quadrimestre mais úmido (BIO16) e Precipitação do quadrimestre mais frio (BIO19). Estas variáveis juntas respondem por 80.4 % da contribuição para o modelo, e representam os parâmetros climáticos que mais se relacionam com a presença de *C. humeropictus* em uma área (Tabela 7).

Os gráficos que demonstram a influencia individual dessas variáveis no modelo estão nas figuras 23 a 26.

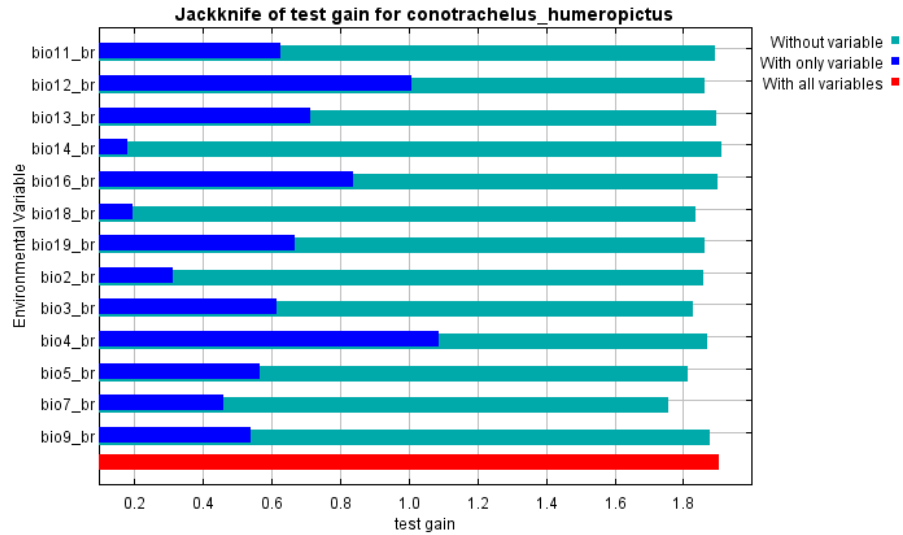


Figura 21 – Verificação das variáveis com maior contribuição para o modelo e provavelmente para a dispersão de *C. humeropictus* - Jackknife Test

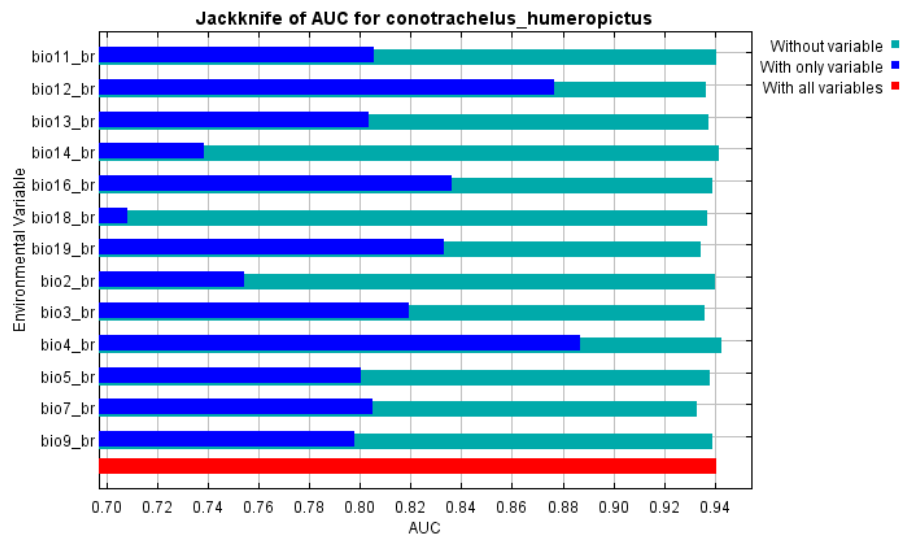


Figura 22 – Verificação das variáveis com maior contribuição para o modelo e provavelmente para a dispersão de *C. humeropictus* - Jackknife AUC test

Tabela 7 – Variáveis com maior importância relativa no modelo.

Variável	Contr.(%)	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
BIO12	37.6	2050.3	287.4	1493.0	3112.0
BIO4	22.8	261.9	9.5	232.0	282.0
BIO16	10.2	874.16	64.82	69.0	1046.0
BIO19	9.8	189.54	23.57	111.0	229.0

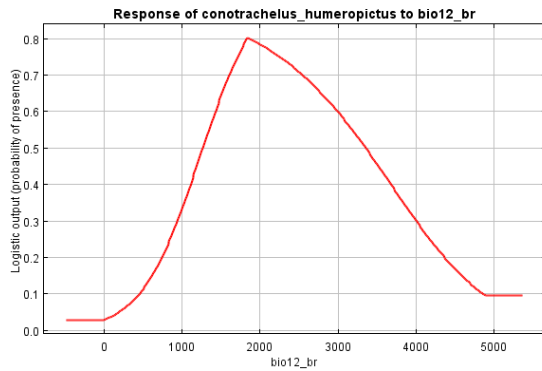


Figura 23 – Gráfico demonstrativo da influência da Precipitação anual (BIO12) no modelo

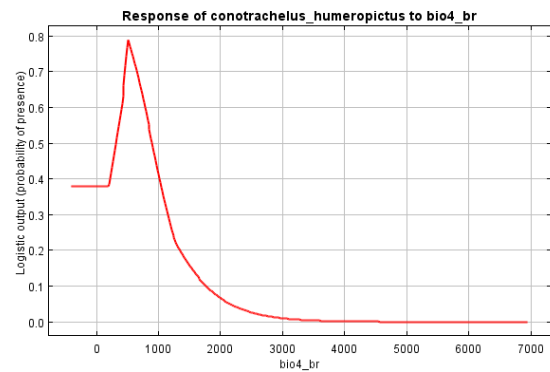


Figura 24 – Gráfico demonstrativo da influência da Sazonalidade de Temperatura (BIO4) no modelo

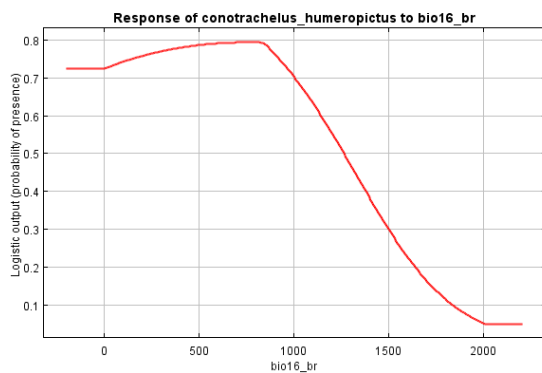


Figura 25 – Gráfico demonstrativo da influência da Precipitação do quadrimestre mais úmido (BIO16) no modelo

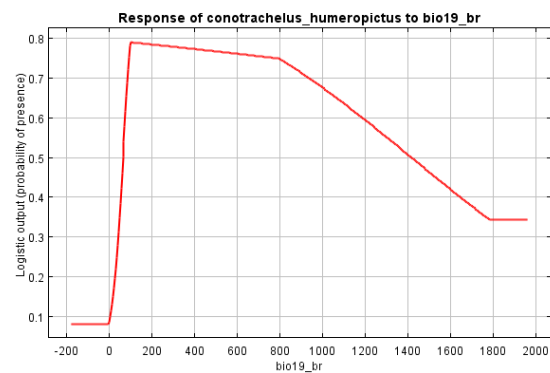


Figura 26 – Gráfico demonstrativo da influência da Precipitação do quadrimestre mais frio (BIO19) no modelo

Quando todos os pontos de ocorrência (área original e área invadida) foram plotados no modelo. Os indicadores de acurácia do modelo (AUC) foram de 0.937 para os dados de treino e 0.941 para o experimento (Figura 27), ou seja, muito próximos de 1.

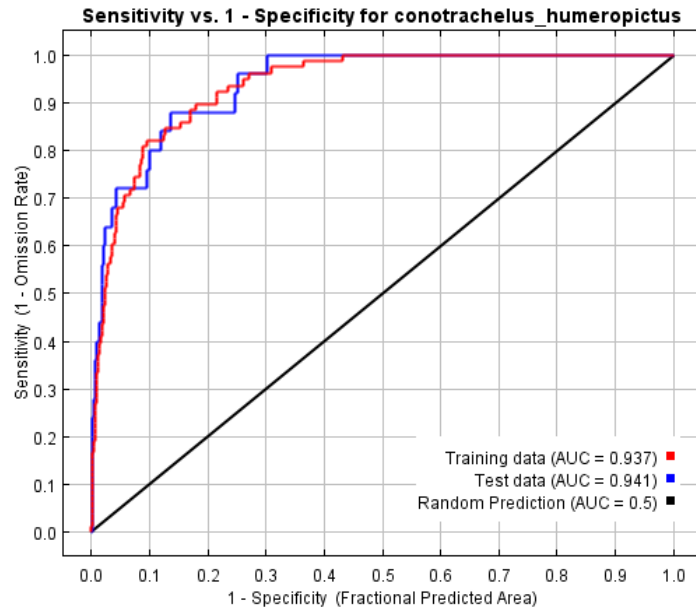


Figura 27 – Gráfico da Curva ROC

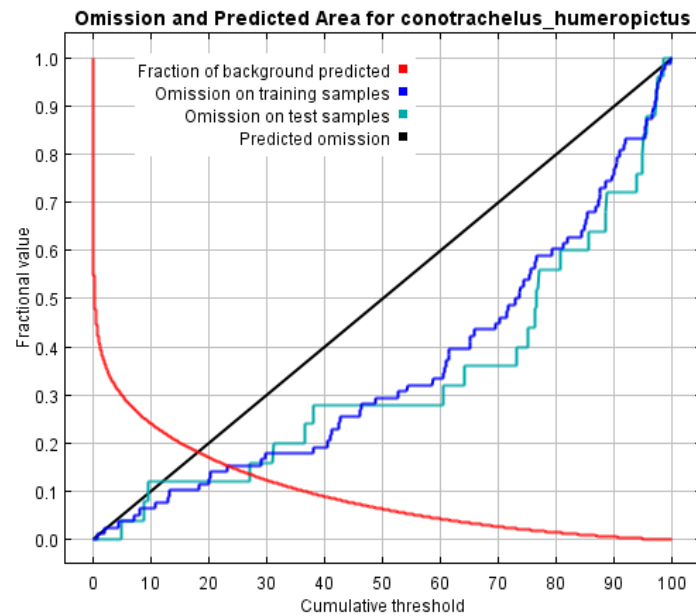


Figura 28 – Gráfico da Curva ROC - Omissão

O algoritmo MaxEnt predisse corretamente toda a área de ocorrência de *C. humeropictus* no Estado do Pará. À exceção de áreas no nordeste do estado, na região de

Tomé-Açu, praticamente todas as regiões do Pará apresentam condições favoráveis ao estabelecimento da espécie.

Autores como [Júnior e Siqueira \(2009\)](#) tem apontado problemas resultantes da utilização de coordenadas aproximadas. No entanto, em situações como o manejo de espécies invasoras, coordenadas precisas de ocorrência raramente estão disponíveis. [Kumar et al. \(2014\)](#) pesquisadores da Índia, trabalhando sob condições similares utilizaram coordenadas aproximadas de ocorrência com o algoritmo MaxEnt puderam gerar mapas de distribuição potencial de níveis aceitáveis para subsidiar políticas públicas de controle da dispersão de pragas.

Quando se considera o Brasil como um todo, a maior parte das áreas com os mais altos níveis de favorabilidade ao estabelecimento de *C. humeropictus* se encontram na Região Norte ([Figura 29](#)), nos estados do Amapá, Amazonas, Acre, Rondônia, Pará. Níveis médio a alto foram observados nos estados de Roraima, Mato Grosso, Goiás, Tocantins e Maranhão e em menor proporção nos estado do Ceará e Pernambuco. O estado da Bahia foi classificado como de baixo risco.

A espécie *C. humeropictus* é conhecida por sua baixa autonomia de voo ([OLIVEIRA, 1998](#); [LOPES, 2000](#)). As informações disponíveis indicam que existe uma grande dependência de fatores antrópicos para a dispersão de *C. humeropictus* em grandes distâncias. Talvez, por esta razão a praga ainda não ocupou, conforme demonstram os dados apresentados, todo o seu nicho potencial no Pará ([Figura 30](#)). As áreas infestadas estão bastante próximas das áreas de produção de cacau da Transamazônica, também propícias ao estabelecimento da espécie. Assim, o estudo também pode ser usado como parâmetro para o planejamento da continuação dos levantamentos de delimitação e monitoramento da espécie, bem como das ações de controle da dispersão do inseto.

A modelagem de dispersão geográfica potencial não é uma técnica isenta de problemas e nem de uso isolado. A qualidade dos resultados é afetada pelas decisões tomadas durante a realização dos ensaios e a acurácia dos modelos depende de diversos ajustes e cuidados com relação ao tamanho da amostra, multicolinearidade e correlação espacial. Por outro lado, dados de campo confiáveis e corretamente tratados produzem melhores resultados.

Usada corretamente e complementada por outras técnicas e estratégias de avaliação, a MDP tende a ser uma ferramenta útil. Os resultados demonstram seu potencial de uso cotidiano como instrumento auxiliar na tomada de decisões em defesa sanitária vegetal.



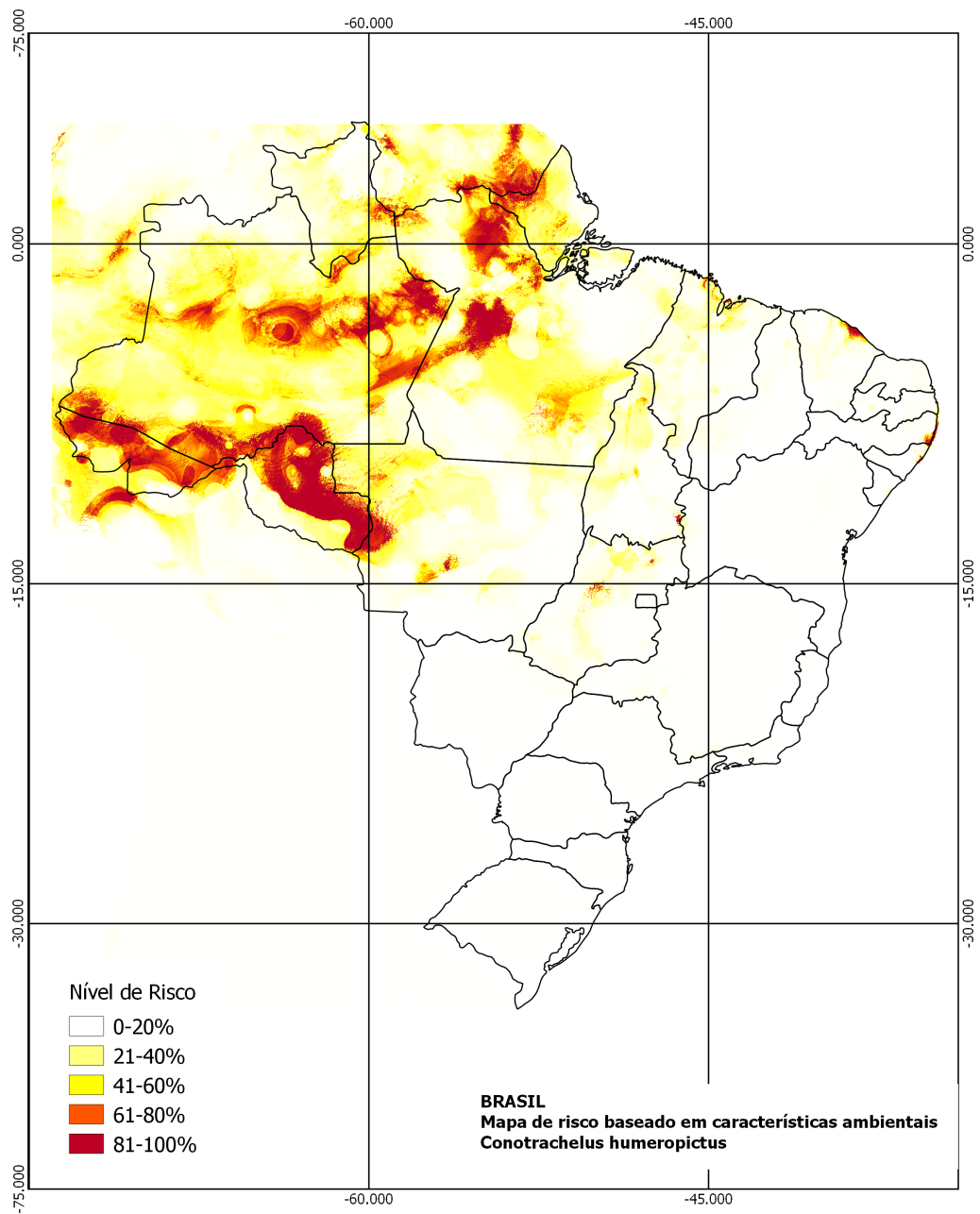


Figura 29 – Mapa de susceptibilidade à introdução e estabelecimento de *C. humeropictus* - Brasil

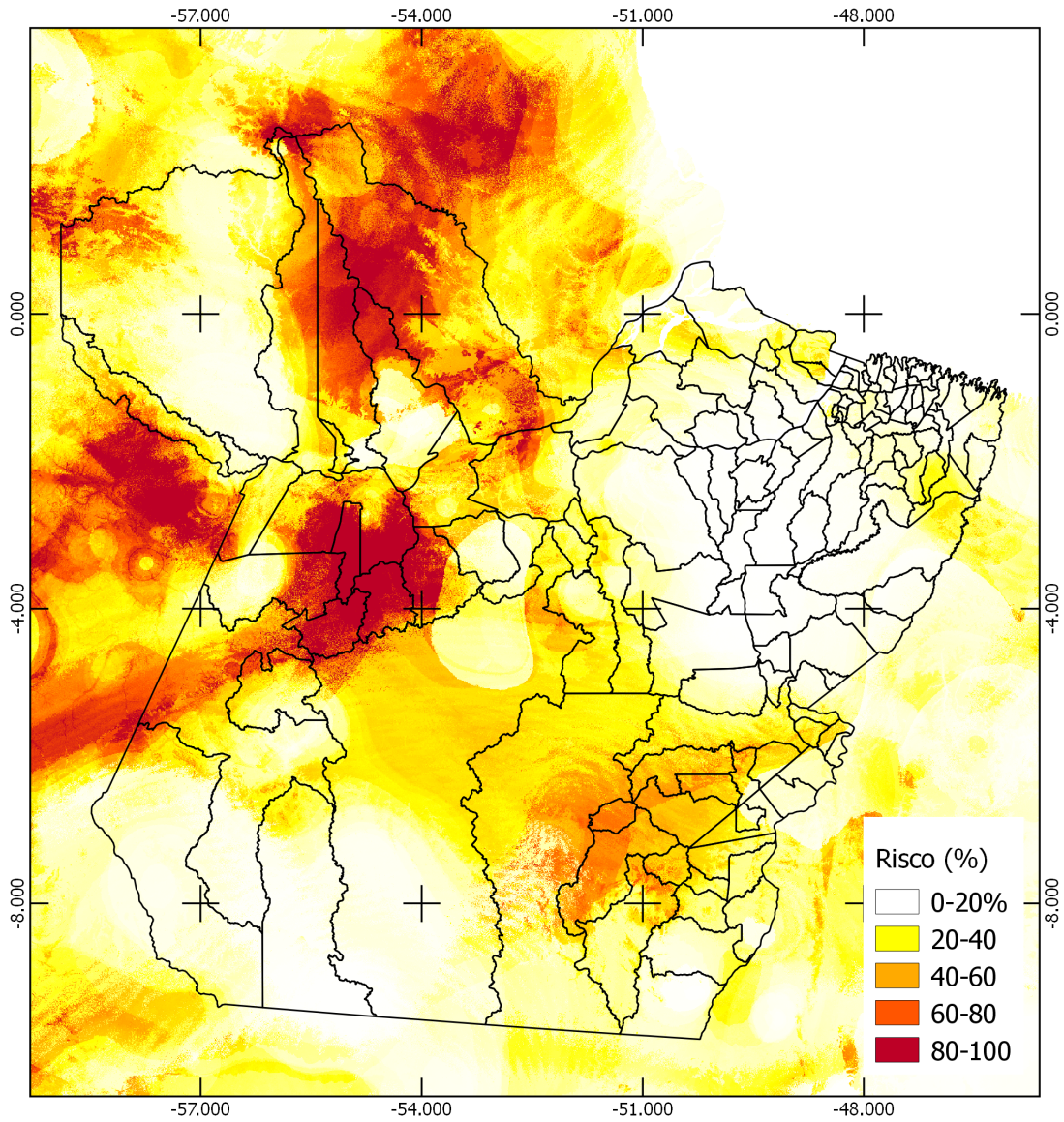


Figura 30 – Mapa de susceptibilidade à introdução e estabelecimento de *C. humeripictus* - Estado do Pará

## 4.5 Conclusão

- As variáveis Precipitação anual (BIO12), Sazonalidade de Temperatura (desvio padrão \* 100) (BIO4), Precipitação do quadrimestre mais úmido (BIO16) e Precipitação do quadrimestre mais frio (BIO19) estão fortemente correlacionadas com a presença de *C. humeropictus*.
- Altos níveis de favorabilidade ao estabelecimento de *C. humeropictus* foram observados no modelo para os estados com presença registrada da praga (Amazonas, Rondônia, Acre e Mato Grosso e Pará).
- Classificações de risco de níveis baixo a médio foram obtidas para os estados do Maranhão, Tocantins e Goiás.
- Os dados não apontaram áreas propícias ao estabelecimento de *C. humeropictus* no Estado da Bahia.
- A maior parte do Estado do Pará apresenta susceptibilidade de média a muito alta.
- O modelo confirmou altos níveis de susceptibilidade nas zonas com registro de ocorrência de *C. humeropictus* no Pará: Aveiro, Itaituba, Rurópolis, Trairão, Belterra, Placas e Santarém.
- Altos níveis de risco foram observados na margem superior do Rio Amazonas: municípios de Almeirim, Porto de Moz, Monte Alegre, Alenquer, Óbidos e uma pequena parte ao oeste de Oriximiná.
- Áreas de risco intermediário foram identificadas na região da Rodovia BR-230, a partir de Medicilândia em direção oeste-leste.
- A região de Tomé-Açu apresentou baixos níveis de risco.

## 5 A Defesa Sanitária Vegetal e as implicações do modelo vigente no Brasil em relação ao controle de pragas não regulamentadas: Um Estudo de caso envolvendo a praga *Conotrachelus humeropictus*.

### Resumo

Com o crescimento do agronegócio brasileiro ao longo dos últimos anos, a Defesa Sanitária Vegetal vem adquirindo crescente importância enquanto política pública de proteção das cadeias produtivas e promoção da segurança alimentar. Região Norte do Brasil tem se mostrado um desafio especial e se tornou nos últimos anos, a porta de entrada de importantes pragas agrícolas. Para o pleno êxito dessa atividade existe a necessidade urgente de uma ampla revisão do sistema normativo, investimento regular em infra estrutura e adequação das grades curriculares dos cursos de graduação das ciências agrárias para a adequada formação dos profissionais. O controle da dispersão de pragas não regulamentadas, que podem ter grande importância econômica e ecológica pode ser especialmente desafiador. Este trabalho usa como exemplo desta categoria de pragas o programa de controle da dispersão do curculionídeo *Conotrachelus humeropictus* Fiedler, 1940 no estado do Pará, Brasil.

**Palavras-chaves:** *Conotrachelus humeropictus*, defesa sanitária vegetal, pragas não regulamentadas.

### Abstract

With the growth of agribusiness over the past few years, the Plant Health Protection has been acquiring increasing importance as a public policy of protecting the productive chains and promoting food security. The Northern region of Brazil has been a special challenge and has become in recent years, the gateway of important agricultural pests. To the full success of this activity there is an urgent need for a comprehensive review of the regulatory system, regular investment in infrastructure and adequacy of political-pedagogical projects from universities of agricultural sciences for the proper training of professionals. The control of the spread of pests unregulated, which can have great economic and ecological importance can be especially challenging. This work uses as an example of this category of pest control program in the dispersion of curculionídeo *Conotrachelus humeropictus* Fiedler, 1940 in the state of Pará, Brazil.

**Keywords :** *Conotrachelus humeropictus* , plant health protection, unregulated pest .

## 5.1 Introdução

Com o crescimento do agronegócio brasileiro ao longo dos últimos anos, a Defesa Sanitária Vegetal vem adquirindo crescente importância enquanto política pública de proteção das cadeias produtivas e promoção da segurança alimentar. Embora os desafios em nível nacional sejam crescentes, o trabalho realizado sob condições amazônicas mostra-se ímpar em vários aspectos. Composta por estados de grandes dimensões, diversidade de ecossistemas, regiões de difícil acesso, e grandes extensões de fronteiras internacionais a Região Norte do Brasil se tornou nos últimos anos, a porta de entrada de importantes pragas agrícolas (CUNHA, 2003; DINIZ, 2009). Este trabalho visa apresentar um panorama geral da Defesa Sanitária Vegetal no Brasil, analisando alguns dos seus principais desafios e limitações. Aborda de forma especial as questões relativas ao controle da dispersão de pragas não regulamentadas e sua importância para a agricultura brasileira, usando como exemplo o programa de controle da dispersão do curculionídeo *Conotrachelus humeropictus* Fiedler, 1940.

## 5.2 Invasões Biológicas

De acordo com a Convenção de Biodiversidade, as espécies invasoras são organismos que introduzidos fora de sua área de distribuição natural, ameaçam ecossistemas, habitats, ou outras espécies, possuem elevado potencial de dispersão, colonização e de dominação dos ambientes invadidos e são atualmente uma grande preocupação em função dos danos ambientais e prejuízos econômicos. Quando afetam as plantas, são chamados coletivamente de pragas (NAVIA; FERRAGUT, 2013). Entre as abordagens comumente encontradas na literatura sobre o assunto do controle das invasões biológicas, têm destaque a avaliação e manejo do risco combinados com a detecção precoce e a resposta rápida (MACK, 2004). O manejo do risco pode ser feito a partir do histórico de invasões e da obtenção dos dados das características ecológicas da espécie invasora (tolerância térmica, fecundidade, uso de habitat, etc) e diversas ferramentas são utilizadas nestas análises como o uso de modelagem preditiva de dispersão geográfica (BROCKERHOFF et al., 2014). A importância da detecção precoce e da resposta rápida reside no fato de que as possibilidades de erradicação de uma espécie invasora são proporcionais à extensão da área afetada e dos níveis de sua população (SIMBERLOFF, 2014). De um modo geral, é somente nos momentos iniciais da introdução de uma espécie que a erradicação é factível. Medidas intempestivas e desordenadas conduzem ao insucesso (DARRINGAN; DAMBORENEA, 2009). Com o incremento das operações comerciais entre países diferentes e regiões de um mesmo país, aumentou sobremaneira o risco de dispersão de pragas de alto impacto econômico em novos ecossistemas.

De acordo com Kolar e Lodge (2001) o processo de invasão biológica consta de

cinco etapas ou obstáculos que precisam ser superados pelas espécies: transporte, liberação, estabelecimento, dispersão e impacto. A ideia central de um programa de controle é promover a interrupção de uma ou mais dessas fases, principalmente as duas primeiras, de modo que o estabelecimento ou a ocorrência de danos, seja frustrado.

Entende-se que o êxito de uma invasão depende de dois processos ou características: um corresponde a espécie invasora e o outro ao ambiente invasivo. A expressão *invasiveness* ou **capacidade de invasão**, se refere à característica, própria de uma espécie em particular que a torna apta a invadir um determinado *habitat*, enquanto que *invasibility*, ou **susceptibilidade do ambiente** a ser invadido, se refere às características de um habitat que determinam sua disponibilidade ao estabelecimento e dispersão de uma espécie invasora (DARRINGAN; DAMBORENEA, 2009).

Embora ainda haja muita discussão quanto a caracterização dessas fases por causa, em parte, da imprecisão das definições (RICHARDSON et al., 2000), o processo que resulta no estabelecimento de uma espécie em uma nova área inicia-se com a saída de alguns indivíduos ou propágulos da espécie de sua área de distribuição natural, quer seja pelo transporte de indivíduos ou propágulos viáveis, quer seja pela diminuição ou eliminação da principal barreira geográfica que a continha em uma determinada área. Esta etapa pode ocorrer de forma concomitante com os transportes seguintes de indivíduos (OLIVEIRA, 2010). No caminho até o novo ambiente, a espécie poderá ser submetida a alguns filtros naturais: biogeográfico, fisiológico e/ou biológico sendo que este processo pode ser grandemente potencializado pela ação humana (Figura 31).

### Capacidade de invasão e Susceptibilidade do ambiente

Diversos autores afirmam que ecossistemas alterados tendem a ser mais suscetíveis às invasões biológicas (GUILLEMAUD et al., 2011). Após a entrada na nova área, a espécie passa por uma fase de adaptação ou naturalização, também conhecida como latência (HOBBS; HUMPHRIES, 1995). O período de latência, fase em que geralmente as espécies apresentam baixas taxas reprodutivas (Figura 32) é aquele em que uma espécie, se adapta ao novo ambiente, produzindo condições para posteriormente investir na reprodução e dispersão. (LOMOLINO; RIDDLE; BROWN, 2006).

#### 5.2.1 Invasões biológicas: Abordagem usada em Defesa Sanitária Vegetal

A expressão ‘Defesa Sanitária Vegetal’, ‘quarentena vegetal’, ‘sanidade vegetal’ ou simplesmente ‘fitossanidade’ cobrem essencialmente o mesmo conjunto de atividades e se referem ao conjunto das medidas legislativas e regulatórias usadas pelos governos para impedir a introdução e a dispersão antrópica das pragas em seus territórios (EBBELS; KING, 2009). Entre as suas principais atividades em Defesa Sanitária Vegetal estão a Análise de Risco de Pragas, a vigilância do trânsito de produtos agrícolas, os levantamentos



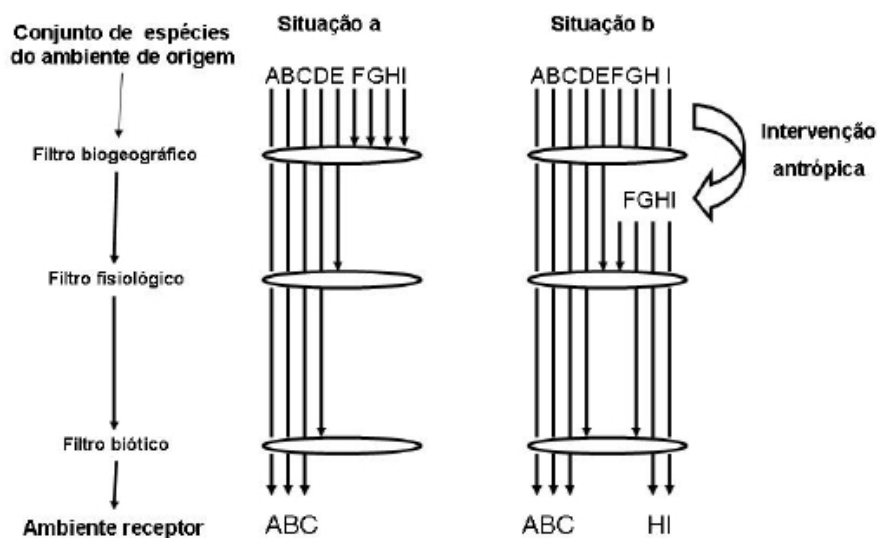


Figura 31 – Representação esquemática dos processos e das principais barreiras que limitam a dispersão das espécies. Adaptado de [HOBBS e HUMPHRIES \(1995\)](#).

fitossanitários e os programas de controle e erradicação de pragas dos vegetais ([EBBELS, 2003](#); [SOARES; SANTOS, 2013](#)).

O panorama brasileiro não difere daquele apresentado por outros países, havendo, na literatura nacional, a descrição de dezenas de casos de espécies exóticas invasoras no país, abrangendo quase todos os ecossistemas, gerando um prejuízo de cerca de US\$50 bilhões à economia brasileira ([BRANDÃO, 2006](#)). No Brasil, assim como na maioria dos países, as invasões biológicas ocorrem acidental ou intencionalmente, por meio de diferentes vetores, tais como: navios, plataformas petrolíferas, caminhões, automóveis, trens e/ou aviões, entre outros ([CARLTON; RUIZ, 2004](#)).

A cooperação internacional e os sistemas regulatórios para inibir a dispersão de pragas dos vegetais, antecedem em muito a criação da OMC. Atualmente 172 países são partes contratantes da International Plant Protection Convention – IPPC (conhecida no Brasil como Convenção Internacional de Proteção dos Vegetais - CIPV), um tratado e organização de referência para a Organização Mundial do Comércio que visa impedir a introdução e disseminação das pragas dos vegetais e para promover medidas adequadas ao seu controle. ([MACLEOD; EVANS; BAKER, 2002](#)). A adesão do Brasil à IPPC está ratificada por meio do Decreto no 5.759/2006 ([BRASIL, 2006](#))

Na visão dessas organizações as medidas de gestão de risco devem fornecer um nível adequado de proteção, sem interferência indevida no comércio. Este princípio foi estabelecido dentro dos acordos de proteção de plantas no início do século 20 e ainda é



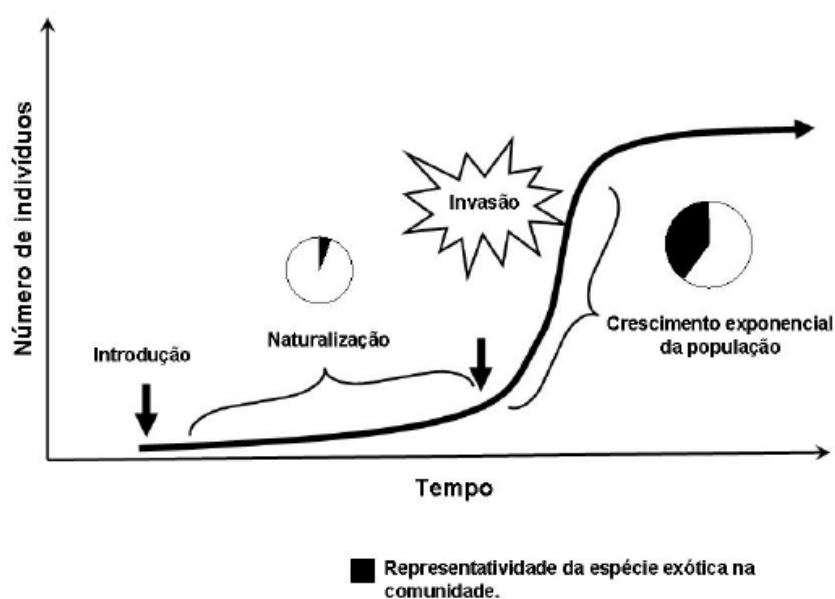


Figura 32 – Principais etapas do processo de invasão biológica. Fonte: Oliveira (2010).

fundamental para a política de gestão de risco hoje (IPPC, 2014).

### 5.2.2 Terminologia utilizada

A sanidade vegetal lida continuamente com uma grande variedade de organismos potencialmente nocivos aos vegetais, como outras plantas, fungos, bactérias, vírus, insetos, nematoides e outras categorias. De modo a simplificar a referencia a estes organismos, se adotou o termo “praga” para se referir a todo o tipo de organismos que causam danos às plantas (EBBELS, 2003). Assim como ocorre em outras áreas do conhecimento ela possui uma ampla e distinta terminologia. Embora outras organizações tenham publicado seus próprios dicionários, o mais conhecido e respeitado deles é o da própria IPPC, chamado de ‘Glossário de Termos Fitossanitários’ (FAO, 2009).

### 5.2.3 Estrutura e funcionamento da Defesa Sanitária Vegetal no Brasil

No Brasil, atualmente a Defesa Sanitária Vegetal se insere num conjunto maior de atividades chamado de Defesa Agropecuária, cujo objetivo geral, bastante abrangente, envolve a busca da qualidade dos insumos, produtos e serviços agropecuários, bem como a vigilância dos pontos de ingresso e egresso do país. Cabe ao sistema VIGIAGRO (Vigilância Agropecuária Internacional), área da Secretaria de Defesa Agropecuária - SDA, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA estar em permanente alerta para promover a vigilância agropecuária internacional, impedindo a introdução e

a disseminação de pragas e agentes etiológicos de doenças que constituam ou possam constituir ameaças à agropecuária nacional, de forma a garantir a sanidade dos produtos e a qualidade dos insumos agropecuários importados e exportados. Ao Departamento de Sanidade Vegetal - DSV/SDA/MAPA cabe a implementação de diversos programas preventivos como, por exemplo, o de Análise de Risco de Pragmas. Em nível estadual, cabe às Secretarias Estaduais de Agricultura ou Agência de Defesa Agropecuária realizar, sob a coordenação do MAPA, as atividades em Defesa Sanitária Vegetal.

O Decreto 5741/2006 estabeleceu o Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária - SUASA, o qual definiu que as responsabilidades relativas à Defesa Agropecuária no Brasil seriam distribuídas em três níveis ou instâncias: a instância central (representada pelo Governo Federal, neste caso o MAPA), as instâncias intermediárias (estados) e as instâncias locais, em geral municípios(BRASIL, 2006).

Pode-se, para melhor compreensão, agrupar as atividades da Defesa Sanitária Vegetal em três momentos ou estágios:

- **Prevenção à introdução:** Inclui a Análise de Risco de Pragmas (ARP) <sup>1</sup>, a vigilância <sup>2</sup> e os levantamentos fitossanitários de detecção <sup>3</sup>.
- **Erradicação de Pragmas recém-introduzidas:** Inclui os planos emergenciais de erradicação, levantamentos de delimitação<sup>4</sup> e verificação e quaisquer outras medidas que contribuam para o objetivo de eliminar as populações introduzidas.
- **Estratégias de convivência:** Aplicáveis em populações de pragas cuja erradicação parece ecológica ou economicamente inviável, essas atividades buscam a redução dos níveis populacionais e a contenção<sup>5</sup> das pragas, visando manter a viabilidade econômica de cadeias produtivas específicas, tanto pela redução dos danos à cultura no campo como pela manutenção dos mercados, como por exemplo a caracterização de áreas livres <sup>6</sup>, sistemas de mitigação de risco <sup>7</sup>.

<sup>1</sup> O processo de avaliação biológica ou outra evidência científica e econômica para determinar se um organismo é uma praga, se ela deve ser regulamentada, e a intensidade de quaisquer medidas fitossanitárias a serem adotadas contra ela(FAO, 2007)

<sup>2</sup> Um processo oficial que coleta e registra dados sobre a ausência ou ocorrência de praga por levantamento, monitoramento ou outro procedimento(FAO, 1997)

<sup>3</sup> Levantamento conduzido em uma área para determinar se pragas estão presentes (FAO, 2009)

<sup>4</sup> Levantamento conduzido para estabelecer limites de uma área considerada infestada ou livre de uma praga (FAO, 2009)

<sup>5</sup> Aplicação de medidas fitossanitárias dentro e ao redor de uma área infestada para prevenir a disseminação de uma praga(FAO, 2009)

<sup>6</sup> Uma área na qual uma praga específica não ocorre como demonstrado por evidência científica e na qual, quando apropriado, esta condição é mantida oficialmente (FAO, 1995)

<sup>7</sup> A integração de diferentes medidas de manejo de risco, pelo menos duas das quais atuam independentemente, e que cumulativamente atingem o nível apropriado de proteção contra pragas regulamentadas(FAO, 2009)

## 5.2.4 Principais desafios

### 5.2.4.1 Custeio das ações

Garantir previamente o custeio das ações em defesa sanitária vegetal tem sido um dos maiores desafios enfrentados pelas instituições responsáveis. Orçamentos contingenciados e ambiguidades das autoridades nos níveis decisórios têm sido apontados como fonte de problemas (SIMS; FINNOFF, 2013). Isto adquire importância especial em face de uma característica importante desta atividade, que é seu calendário de ações, fortemente atrelado à fenologia dos organismos envolvidos, não podendo por isso ser pautado pelos prazos legais de aprovação do orçamento público.

A despeito de existirem fartos exemplos na literatura documentando o sucesso das espécies exóticas em consumir recursos alimentares (DIAMOND, 2005) e as pragas agrícolas serem responsabilizadas por 12 a 13% das perdas na produção (CIESLA, 2001), exemplos observados na literatura demonstram a tendência em se retardar a execução das ações de prevenção e controle que, via de regra, são custeadas com recursos públicos. Uma justificativa comum tem a ver com os altos níveis de incerteza sobre os prejuízos advindos da invasão biológica em curso, sendo comum a atitude de “esperar para ver” da parte das autoridades e instituições responsáveis pelo financiamento das ações (SIMS; FINNOFF, 2013).

Uma análise histórica das ações em defesa fitossanitária no Brasil não demonstra a existência do hábito de se avaliar previamente o impacto econômico potencial de uma praga. Trabalhos de pesquisa em fitossanidade frequentemente avaliam o nível de dano provocado por pragas dos vegetais ao nível da propriedade rural. Porém, são poucos os estudos que conseguem estimar o impacto social e econômico da praga nas cadeias produtivas, municípios, unidades da federação ou país.

### 5.2.4.2 Legislação

Na teoria, a finalidade do SUASA, seria a de ser um sistema coordenado, coerente, claro e eficaz no que diz respeito às ações e políticas a serem desenvolvidas de modo a garantir a saúde humana e segurança alimentar. Na prática, porém, os problemas são comuns. A legislação de Defesa Agropecuária, assim como todas as demais não está isenta de diversos tipos de obscuridades, lacunas, fragmentações e remissões que resultam em conflitos de competências, embates políticos e institucionais e insegurança jurídica. É necessário codificar e consolidar o grande conjunto de normas que hoje se encontra esparso, desatualizado, com inconsistências técnicas e materiais (SOARES; SANTOS, 2013). Em adição, tem-se o fato, de que não existem diplomas legais que tipifiquem condutas criminosas contra a defesa agropecuária. Mesmo em violações menores, na prática, são muito escassos os meios de penalizar os infratores contra a defesa sanitária vegetal - em

especial quando se fala de normas federais. Os valores das multas do Decreto 24114/34 (Regulamento de Defesa Sanitária Vegetal, ainda em vigor), por exemplo, sequer tem expressão em moeda atual (BRASIL, 1934). Diferente do que ocorre na legislação ambiental não existem penalidades em caso de omissão de autoridades de governo. Por exemplo, se uma autoridade governamental específica não se dispuser a executar ações e controle de uma praga regulamentada (talvez por estar em uma unidade da federação que não possui cadeias produtivas impactadas), não existe nada o que o MAPA possa fazer para obrigá-la. É o caso, por exemplo, do Programa Nacional de Erradicação da mosca da carambola (*Bactrocera carambolae*) no estado do Amapá. Durante anos vem se tentando um maior comprometimento do governo daquele estado na execução do programa de controle. No entanto as ações em sua maioria precisam ser feitas pelas representações do MAPA no Amapá e Pará, bem como pela Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Pará.

Outros trabalhos tem citado a falta de harmonização das normas estaduais com as federais, e das federais com as normas internacionais (VILELA; CALLEGARO, 2013). O alto nível técnico-científico das discussões que conduziram à edição das normas internacionais as torna muitas vezes uma excelente referência na elaboração de normas internas, desde que não se perca de vista a necessidade de adequação à realidade brasileira, inclusive sua extensão territorial, diferenças regionais, seus vários biomas e a multiplicidade de ecossistemas. No mesmo patamar de importância está a capacitação e assessoramento jurídico aos técnicos de defesa agropecuária (VILELA; ZUCCI; CANTOR, 2000), em sua maioria profissionais das ciências agrárias que além dos problemas atinentes à sua formação profissional específica, tem de lidar as dificuldades na interpretação e aplicação de normas, em que baseiam decisões complexas relativas ao exercício do poder de polícia no dia-a-dia.

### **As pragas não regulamentadas.**

As medidas de controle de trânsito são previstas na legislação apenas para pragas regulamentadas e ocorrem principalmente nas barreiras das divisas entre estados, onde é realizada a inspeção <sup>8</sup> de cargas contendo artigos regulamentados <sup>9</sup>. Neste caso só é permitida a entrada de vegetais hospedeiros quando acompanhados da documentação de trânsito vegetal.

No entanto, não existem medidas de controle ou restrição ao trânsito previstas nas normas federais para as pragas não regulamentadas. Assim, qualquer medida adotada por um governo estadual limita-se ao interior daquela Unidade da Federação, e não é

<sup>8</sup> Exame visual oficial de plantas, produtos vegetais ou outros artigos regulamentados para determinar se pragas estão presentes e/ou determinar a conformidade com as regulamentações fitossanitárias (FAO, 1997)

<sup>9</sup> Qualquer planta, produto vegetal, local de armazenamento, embalagem, meio de transporte, contêiner, solo e qualquer outro organismo, objeto ou material capaz de abrigar ou disseminar pragas, sujeitos a medidas fitossanitárias, particularmente quando envolve o transporte internacional (FAO, 2009)

possível implantar uma política de fechamento das divisas estaduais à entrada de produtos hospedeiros daquela praga específica. Uma exceção a esta regra se dá quando aquela praga específica passa a ser objeto de um programa oficial de criação de Área Livre de Pragas (ALP) ou Sistema de Mitigação de Risco de Pragas (SMR).

Embora estas limitações se justifiquem pelo conjunto de regras aos quais o Brasil está submetido enquanto signatário da IPPC, e de certa forma evitem o uso de barreiras sanitárias como instrumento de disputas políticas e econômicas regionais, existem situações em que uma praga que, embora presente em regiões de um ou vários estados, pode precisar de um plano de contenção e controle a fim de se prover proteção a agroecossistemas ou cadeias produtivas específicas, o que exigiria a existência de instrumentos jurídicos apropriados para estes casos pontuais.

#### 5.2.4.3 Formação acadêmica dos profissionais

Entre os cursos das ciências agrárias, o que tem atuação mais presente em defesa sanitária vegetal é o de Agronomia, cujos conteúdos têm sido definidos com base em regulamentações, como o Decreto Federal 23.196/33 e as Resoluções 218/73 e 1010/2005, do Confea e a Resolução 1/2006, do MEC (Diretrizes Curriculares da Engenharia Agrônoma).

Tais cursos têm tradicionalmente apresentado grades curriculares voltadas para a formação de profissionais das áreas de pesquisa, ensino e extensão. Nenhum destes perfis descreve corretamente o profissional da Defesa Sanitária Vegetal. Embora diversas áreas do conhecimento e conteúdos relativos à defesa vegetal, como microbiologia, fitopatologia, entomologia, plantas daninhas, manejo integrado de pragas sejam apropriadamente abordados, diversos outros tópicos são omitidos ou apresentados de forma bastante superficial.

Entre estes se podem citar as questões relativas à segurança alimentar e à manutenção dos mercados relacionada aos danos causados pelas pragas, os procedimentos adotados em defesa sanitária vegetal como ARP (Análise de Risco de Pragas), os levantamentos e a inspeção fitossanitários, os programas oficiais de controle e erradicação de pragas, o tratamento fitossanitário e os aspectos legais referentes à produção, registro, transporte, tecnologia de uso e normas de aplicação de defensivos.

De fato, só em anos recentes é que vem sendo criados os primeiros cursos de pós-graduação destinados especificamente à formação desses profissionais, ao passo que as grades dos cursos de graduação vêm lentamente dando maior espaço ao assunto. A exemplo do que ocorreu com a Legislação Ambiental, o cenário atual vem exigindo uma mudança de postura das universidades no sentido de ajustar seus projetos político-pedagógicos de modo a preencher esta lacuna na formação dos profissionais das ciências agrárias. Até o momento, porém, os corpos docentes da maioria das universidades dispõem de poucos professores com sólido domínio desta área do conhecimento.

### 5.3 O controle de pragas regionais: o exemplo da praga *Conotrachelus humeropictus* no Estado do Pará

O Pará é o segundo maior produtor nacional de cacau (*Theobroma cacao* L.) e primeiro de cupuaçu (*T. grandiflorum* Schum.), com aproximadamente 126 mil hectares plantados e 80 mil toneladas de amêndoas produzidas anualmente (IBGE/SIDRA, 2014). A lavoura de cupuaçu do estado é a maior do país e apresenta perspectivas favoráveis com o crescimento do consumo nacional da fruta (SAGRI-PA, 2013). Contudo estas lavouras estão ameaçadas devido à ocorrência da broca dos frutos, *Conotrachelus humeropictus*, no Pará.

Nativa do Brasil, a espécie *C. humeropictus*, é um coleóptero que pertence à família Curculionidae Latreille, subfamília Molytinae Schönherr e tribo Conotrachelini, e se destaca como uma das principais pragas do cupuaçuzeiro e do cacaueiro (TREVISAN; MENDES, 1991; FIEDLER, 1940). As características do ataque são principalmente a perfuração dos frutos para saída das larvas de último instar para empupamento no solo, o que provoca a entrada de micro organismos saprófitos no seu interior, desqualificando-os para aproveitamento comercial ((AGUILAR; GASPAROTTO, 1999; THOMAZINI, 2002a; TAVARES; SOUZA; NUNES, 2002; LOPES, 2000)).

Em razão do ovo e a larva ficarem abrigados no interior do fruto, a espécie torna-se praticamente imune aos defensivos químicos durante toda a fase juvenil. Relatam-se perdas de produção de aproximadamente 20% no primeiro ano de infestação, 50% no segundo e perda total nos anos seguintes ((LAKER; TREVISAN, 1992); (OLIVEIRA, 1998);(THOMAZINI, 2000); (THOMAZINI, 2002a)).

Os registros de presença de *C. humeropictus* apresentavam-na como restrita aos estados de Rondônia e Amazonas e Acre (TREVISAN, 2011). Porém, em meados de 2011 a Superintendência Federal de Agricultura, Pecuária e Abastecimento no Estado do Pará recebeu comunicação de suspeita foco da praga nas imediações do município de Santarém, localizado no oeste do estado.

#### 5.3.1 Histórico de ocorrência

À época da detecção dos primeiros focos foi editada a Portaria Conjunta SFA-MAPA/ADEPARÁ nº. 75/2011 que criou o *Grupo Estadual de Emergência Fitossanitária da Broca dos Frutos*, cuja finalidade seria implementar as medidas necessárias para prevenção, controle e erradicação da praga no estado. Inicialmente se cogitou a proposição ao MAPA a regulamentação de *C. humeropictus* como praga como quarentenária presente

<sup>10</sup>. Os fatos mostram porém, que o centro de dispersão de *C. humeropictus* é dentro do território brasileiro (MENDES; MAGALHÃES; OHASHI, 1997). O entendimento foi de que não poderia ser considerada praga regulamentada para o Brasil, pelas definições em vigor.

Diante da ocorrência de da broca-do-fruto no Pará, o Grupo Técnico responsável considerou que, mesmo não se tratando de uma espécie exótica no sentido estrito e normativo da palavra, *C. humeropictus* parece ser uma espécie associada a ecótopos de floresta tropical úmida que demonstrou considerável potencial invasivo quando migrou (ou foi translocada) para agroecossistemas onde não existia originalmente, e representa riscos econômicos e sociais que justificam a necessidade de se implantar um programa de controle. Assim, a abordagem adotada foi a de utilizar, na medida do possível, os mesmos princípios e fundamentos técnicos do controle de pragas regulamentadas, restringindo as ações às divisas geográficas do estado do Pará.

Conseqüentemente, após a confirmação dos locais iniciais de ocorrência foi editada a portaria conjunta SFA / MAPA -PA e ADEPARÁ n.º. 182 de 07 de novembro de 2012, que declarou os municípios de Aveiro, Belterra, Santarém e Mojuí dos Campos como área foco da praga e os municípios de Rurópolis, Uruará, Itaituba, Placas e Trairão como área tampão e limita o trânsito de frutos de cupuaçu e cacau “in natura” destes municípios para outros do estado do Pará. No ínterim, várias ações educativas foram realizadas em parceria com as instituições componentes do grupo de trabalho, visando primariamente os produtores de cacau e cupuaçu, enquanto se procurou determinar a real extensão da dispersão da praga.

O principal objetivo da portaria foi o de evitar a dispersão do inseto através de ação antrópica por meio do controle trânsito de produtos vegetais oriundos da área foco, o que deveria ser feito por meio de barreiras nas rodovias que ligam as áreas: *algo que efetivamente não aconteceu.*

### 5.3.2 Perspectivas

*C. humeropictus* tem um amplo histórico de danos na cultura do cacau em Rondônia (MENDES; MAGALHÃES; OHASHI, 1997; TREVISAN; MENDES, 1991; THOMAZINI, 1998a). A região cacaeira mais importante do estado do Pará, localizada na parte central do estado, no eixo de leste a oeste da rodovia BR-230 (Transamazônica), por quase 700 km, responde por aproximadamente 85% de toda a produção do estado com 11 municípios, onde Medicilândia se destaca, com aproximadamente 1.800 cacauicultores (CEPLAC, 2012). A área total da infestação delimitada de *C. humeropictus* no estado do Pará é

<sup>10</sup> Define-se como quarentenária a praga de importância econômica potencial para uma área em perigo, onde ainda não está presente, ou, *quando presente, não se encontre amplamente distribuída e sob controle oficial* (FAO, 2009)



de aproximadamente 21 mil  $Km^2$ . A distribuição dos pontos de ocorrência sugere que a espécie seja endêmica da região da Floresta Nacional do Tapajós e do estado do Amazonas, o que evidentemente precisa ser confirmado por meio de estudos específicos. Ficou claro, porém, que não é uma espécie que ocorre naturalmente em todo o território do estado do Pará. Percebeu-se, no entanto, que os limites atuais da área de ocorrência se encontram a menos de 300 km de distância da região de Medicilândia. Deste modo, a menos que se adotem com urgência medidas efetivas de proteção daquela áreas, a probabilidade da dispersão do inseto em direção aquelas regiões parece ser bastante elevada.

É importante lembrar que a estratégia de custeio das ações precisa ser bem definida. Talvez seja necessário prever fontes alternativas de recursos durante as épocas em que não há orçamento nos órgãos públicos e que coincidem com os maiores índices populacionais no campo. Devem ser priorizadas as áreas de alto risco fitossanitários, avaliados com base em parâmetros estatísticos que levem em conta as possíveis rotas e os vetores de dispersão. Áreas próximas de regiões de mata, rodovias e vicinais importantes, bem como áreas no entorno da região produtora, com acesso às áreas de ocorrência de *C. humeropictus* devem receber atenção especial (NAVIA; FERRAGUT, 2013).

Para produzir as condições em que as ações possam ser realizadas em base contínua deve-se adotar algumas medidas de ordem legal. Uma delas seria se criar oficialmente e em nível estadual uma *área de proteção fitossanitária* para as regiões de produção de cacau no Pará. Esta estratégia daria o suporte jurídico às medidas de exclusão de implantação mais difícil, como o controle do trânsito fitossanitário e poderia ajudar manter o programa de contenção de *C. humeropictus* (e o da prevenção da monilíase) em evidência, o que por sua vez facilitaria o trabalho de sensibilizar as autoridades de governo na alocação de recursos e infraestrutura para o programa. Os atos normativos precisariam, de forma similar ao que ocorre para pragas regulamentadas entre outros pontos, contemplar:

- **Regulamentação do transito de artigos regulamentados, vetores de *C. humeropictus*.** Um procedimento semelhante aquele usado para pragas regulamentadas precisaria ser implantado, pelo menos dentro das divisas do estado, para diminuir as chances de dispersão de *C. humeropictus*.
- **Procedimentos a serem adotados nas barreiras fitossanitárias fixas e móveis da área de proteção fitossanitária:** Em geral as unidades da federação tem dois tipos de barreiras sanitárias: barreiras fixas normalmente localizadas nos principais pontos de ingresso e egresso e; b) *barreiras móveis* que funcionam de acordo com a demandas específicas dos programas sanitários e em geral são mais adequadas a esta finalidade. O estado do Pará possui 12 barreiras fixas e 48 móveis (HILMAN, 2013).
- **Procedimento padrão para tratar as suspeitas de foco dentro da área de**



**proteção:** Este deve ser devidamente divulgado e debatido com os produtores. Ainda não existe um protocolo testado e aprovado de controle para a espécie *C. humeropictus*. Nesse caso, a depender de cuidadosa avaliação técnica, talvez se deva considerar a necessidade de erradicar de *hospedeiros* em determinadas áreas. Em razão de potenciais problemas de ordem legal, deve ser um recurso a se recorrer somente quando se tenha justificativa técnica, a devida segurança jurídica e razoável confiança de que a medida é tempestiva e eficaz e, deve-se procurar prever a possibilidade de implantar medidas indenizatórias para o caso de se necessitar erradicar hospedeiros em produção ou, estabelecer em legislação estadual os procedimentos alternativos para que não haja perda de tempo em caso de foco e necessidade de ações enérgicas.

- **Cadastro georreferenciado das Propriedades Rurais produtoras de cacau e cupuaçu:** Embora a abordagem de ações por município seja útil nas definições de normas e limites de áreas indenidas, áreas-foco, zona tampão, etc, na prática, a atuação em nível de propriedade (unidades produtivas) é que tem fornecido melhores resultados. Isso, porém, só é possível com um cadastro minimamente confiável. Parte vital de um sistema de vigilância, o banco de dados das propriedades é algo já existente na maioria dos órgãos estaduais de defesa agropecuária. Em geral trata-se de um sistema informatizado e uma equipe de manutenção das bases de dados concebidos para os programas sanitários em saúde animal, com grande ênfase para a febre aftosa. Para contemplar um programa da área vegetal como o de *C. humeropictus*, na maioria dos casos, a melhor estratégia parece ser a complementação das informações do banco de dados pré-existente com a inclusão dos dados da região-objeto. Na montagem de um banco de dados a obtenção das informações costuma ser uma etapa crítica, por depender muitas vezes de onerosos e demorados levantamentos em campo. Porém, deve-se lembrar que praticamente cada instituição estadual ou federal possui algum tipo de cadastro. Um estudo preliminar da estrutura dessas bases de dados já existentes poderia subsidiar a elaboração de acordos de cooperação entre instituições diferentes a fim de se criar uma base conjunta, ou mecanismos de exportação seletiva de informações entre as diversas bases que resultassem em redução de tempo e custos.
- **Manejo populacional** Caso os níveis populacionais na região de Santarém sejam reduzidos, a possibilidade estatística do transporte de frutos infestados ocorrer será menor, embora não inexistente. Mesmo que no momento não se possa falar em erradicação (não existe um protocolo testado e aprovado para esse fim), a adoção das recomendações já descritas na literatura (AGUILAR; GASPAROTTO, 1999; MENDES, 2001; SILVA; ALFAIA, 2004; THOMAZINI, 1998b), pode resultar em considerável diminuição do risco de dispersão de *C. humeropictus*, o que impactaria positivamente a estratégia de controle do trânsito vegetal nas rodovias que ligam as

áreas de ocorrência às regiões produtoras de cacau.

Em todos os casos, os instrumentos devem definir com clareza, as responsabilidades das diversas instituições envolvidas no processo.

### 5.3.2.1 Linhas de pesquisa

Esta área precisa de toda a articulação institucional possível. Órgãos estaduais e federais de pesquisa, em todos os estados de ocorrência da praga deveriam ser, se possível, incluídos e compartilhar objetivos, pessoal, experiência e infraestrutura. Abaixo estão alguns dos pontos que mais limitam o manejo desta praga e que poderiam ser objetos de pesquisa mais profunda.

- **Protocolo de Erradicação de Focos:** Definição de uma metodologia confiável para erradicação de focos da praga.
- **Dinâmica populacional:** Estudos sobre os processos e rotas de dispersão e estabelecimento, detecção rápida e técnicas de manejo de populações de *C. humeropictus* devem ser desenvolvidos e aperfeiçoados.
- **Resistência de plantas:** Nada ainda se sabe sobre genótipos resistentes a *C. humeropictus*. A ocorrência do inseto em campo não se dá de forma uniforme, havendo intercalamento muito frequente de áreas com altos níveis de infestação com áreas completamente "limpas". Embora alguns estudos sobre a dinâmica populacional do inseto tenham sido realizados (OLIVEIRA, 2003) o significado destes eventos precisa ser melhor elucidado. Lara (1991) comenta que às vezes os casos de escapes são tão frequentes que levam o pesquisador a abandonar os dados de plantas não atacadas, correndo-se o risco de ignorar indivíduos com alto grau de resistência. Um trabalho dessa natureza poderia, por exemplo, explicar diferentes níveis de intensidade de infestação em condições de clima, solo e manejo similares. Levando-se em conta que o *T. grandiflorum* e *C. humeropictus* aparentemente compartilham o mesmo centro de origem (FIEDLER, 1940; VENTURIERI, 1993), deve-se considerar a possibilidade de que diversas populações de *T. grandiflorum* tenham desenvolvido mecanismos de resistência ao inseto.
- **Controle Biológico:** Alguns estudos tem procurado determinar quais métodos de controle biológico podem ser viáveis para o controle de *C. humeropictus*. Os fungos entomopatogênicos *Beauveria bassiana* (Bals) e *Metarhizium anisopliae* (Metsch) apresentaram potencial de uso no controle do inseto (BASTOS; GARCÍA; MENDES, 1988; MENDES, 1996). Não se pode desperceber a própria biodiversidade do Bioma Amazônico, potencial repositório de agentes de controle biológico da praga *C. humeropictus*.

- **Controle químico e com produtos alternativos:** Embora em geral ineficientes em pragas com os aspectos ecológicos similares a *C. humeropictus*, não pode desperceber a necessidade e importância do desenvolvimento de produtos, não somente com função de inseticidas, mas também de indutores de resistência e semioquímicos (GITAU et al., 2013) com potencial de uso em programas de manejo integrado de pragas.

## 5.4 Conclusão

A legislação atual, não é suficientemente adequada para suprir a segurança jurídica necessária a realização das ações em defesa sanitária vegetal, em especial quando se trata do controle de pragas não regulamentadas.

É urgente uma ampla revisão no sistema normativo da defesa sanitária vegetal que, por um lado, promova a harmonização entre as normas brasileiras de seus diversos níveis, bem como entre as normas nacionais e as internacionais, sem sacrificar a capacidade de lidar de forma eficiente e flexível com os problemas locais e com a dimensão e diversidade biológica do Brasil.

O foco quase que exclusivo do MAPA no controle de pragas regulamentadas, deixa muitas vezes cadeias produtivas inteiras ficam à sua própria sorte caso uma praga que as ameace não possa constar, ou saia, da lista de regulamentadas, uma vez que é quase certo que não serão adotadas quaisquer outras medidas no seu controle ou contenção.

A necessidade de se manter um fluxo constante de recursos para a manutenção precisa ser adequada e resolutamente defendida.

É necessário promover uma interface mais próxima entre a defesa sanitária vegetal e a pesquisa agropecuária, uma vez que é esta última que provê grande parte das ferramentas e metodologias que serão usadas para o controle de cada praga específica.

Dar a adequada atenção à formação dos profissionais de defesa sanitária vegetal, deve estar no topo de prioridades. O aumento da oferta cursos específicos seria muito bem vindo.

O devido assessoramento jurídico dos profissionais da defesa sanitária vegetal é fundamental para que estes possam lidar adequadamente com as situações e decisões do dia-a-dia.

## Conclusão Geral

- O inseto *Conotrachelus humeropictus* Fiedler (1940) é praga presente no estado do Pará, em uma área de aproximadamente 21.000 km<sup>2</sup> (1,75% da área do estado).
- Os municípios com presença da praga são: Belterra, Santarém, Placas, Itaituba, Rurópolis, Aveiro e Trairão e Belterra concentra aproximadamente 70% dos focos encontrados, seguida por Santarém com 12%.
- A poligonal que representa os limites extremos da área de ocorrência detectada, fica a cerca de 230 km de distância do maior polo cacauzeiro do estado (Medicilândia) e todos os focos encontrados estão no entorno da Floresta Nacional do Tapajós e ocorreram em plantas de cupuaçuzeiro (*T. grandiflorum*).
- Os ensaios moleculares, até o momento, não corroboram a hipótese da existência de duas espécies de *Conotrachelus*, hospedeiros restritos de cacauzeiros e cupuaçuzeiros.
- A Modelagem de Dispersão Potencial realizada com o algoritmo Maxent demonstrou que as variáveis Precipitação anual, Sazonalidade de Temperatura (desvio padrão \* 100), Precipitação do quadrimestre mais úmido e Precipitação do quadrimestre mais frio estão fortemente correlacionadas com a presença de *C. humeropictus*.
- O modelo apontou altos níveis de favorabilidade ao estabelecimento de *C. humeropictus* para os estados com presença registrada da praga (Amazonas, Rondônia, Acre e Mato Grosso e Pará) enquanto que classificações de níveis baixo a médio foram obtidos para os estados do Maranhão, Tocantins e Goiás e não apontou áreas propícias ao estabelecimento de *C. humeropictus* no estado da Bahia.
- A maior parte do estado do Pará apresenta susceptibilidade de média a muito alta.
- O modelo confirmou altos níveis de susceptibilidade nas zonas com registro de ocorrência de *C. humeropictus* no Pará: Aveiro, Itaituba, Rurópolis, Trairão, Belterra, Placas e Santarém e na margem superior do Rio Amazonas: municípios de Almeirim, Porto de Moz, Monte alegre, Alenquer, Óbidos e uma pequena parte ao oeste de Oriximiná.
- Áreas de risco intermediário foram identificadas na região da Rodovia BR-230, a partir de Medicilândia em direção oeste-leste, ao passo que a região de Tomé-Açu apresentou baixos níveis de risco.
- A análise global do programa de controle de *C. humeropictus* no estado do Pará sugere que a legislação atual, não é suficientemente adequada para suprir a segurança

jurídica necessária a realização das ações em Defesa Sanitária Vegetal, em especial quando se trata do controle de pragas não regulamentadas.

## Referências

- ADEPARÁ. **Relatório Técnico de Levantamento de Delimitação da Praga *Conotrachelus humeropictus* no oeste do Estado do Pará.** Belém, 2013.
- AGUILAR, J. A. D.; GASPAROTTO, L. Aspectos cronológicos e biológicos da broca-do-fruto (*Conotrachelus sp. fiedler*, 1940 (coleoptera:curculionidae) no cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Schum.) e seu controle. **Documentos**, v. 3, p. 17, 1999. ISSN 1517-3135.
- ALMEIDA, C.; ALMEIDA, C. de. **Coleta de cacau silvestre no estado de Rondônia, Brasil. Rev. Theobroma**, v. 17, n. 2, p. 65–92, 1987.
- BASTOS, C.; GARCÍA, J. d. J. d. S.; MENDES, A. d. B. Patogenicidade de *Metarrhizium anisopliae* (Metch.) Sorokin e *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. sobre larvas de *Conotrachelus sp. fiedler* (Coleoptera, Curculionidae), brocas dos frutos do cacaueiro (*Theobroma cacao* L.). **Revista Theobroma**, v. 18, n. 2, p. 159–163, 1988.
- BEAUMONT, L. J.; HUGHES, L.; POULSEN, M. Predicting species distributions: use of climatic parameters in bioclim and its impact on predictions of species current and future distributions. **Ecological Modelling**, v. 186, n. 2, p. 251–270, 2005. ISSN 0304-3800. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304380005000530>>.
- BONDAR, G. Curculionídeos do gênero *Conotrachelus* nocivos ao cacaueiro. **Rodriguesia**, n. 2, p. 41–43, 1937.
- BRADLEY, A. P. The use of area under the ROC curve in the evaluation of machine learning algorithms. **Pattern Recognition**, n. 30, p. 1145–1159, 1997.
- BRADSHAW, A. Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants. **Adv. Genet.**, n. 13, p. 115–165, 1965.
- BRANDÃO, T. **Espécies invasoras: prejuízo de US\$ 50 bilhões.** Rio de Janeiro: [s.n.], 2006. O GLOBO.
- BRASIL. **Decreto n.º 24.114, de 12 de Abril de 1934. Aprova o Regulamento de Defesa Sanitária Vegetal.** [S.l.]: DOU de 28.5.1934, 1934.
- \_\_\_\_\_. **LEI N.º 8.171, DE 17 DE JANEIRO DE 1991. Dispõe sobre a política agrícola.** 1991.

\_\_\_\_\_. Decreto N.º 5.741, DE 30 de março 2006. Regulamenta os arts. 27-A, 28-A e 29-A da Lei no 8.171, de 17 de janeiro de 1991, organiza o Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária, e dá outras providências. Brasília: DOU de 31/3/, 2006.

\_\_\_\_\_. Decreto n.º 5.759, de 17 de abril de 2006. Promulga o texto revisto da Convenção Internacional para a Proteção dos Vegetais (CIVP). DOU, 2006. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/vegetal/dsv/DECRETO%205\\_759\\_2006%20-%20Promulga%20o%20Texto%20da%20CIVP.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/vegetal/dsv/DECRETO%205_759_2006%20-%20Promulga%20o%20Texto%20da%20CIVP.pdf)>.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. MAPA, 2014. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>.

BROCKERHOFF, E. G. et al. Predicting how altering propagule pressure changes establishment rates of biological invaders across species pools. **Ecology**, v. 95, n. 3, p. 594–601, 2014. Author Affiliation: Scion, P.O. Box 29237, Christchurch 8540, New Zealand. Author Email: eckehard.brockerhoff@scionresearch.com.

CAMPOS, H. A.; TAVARES, A. M.; MARTINS, S. L. Aspectos do comportamento da broca-do-fruto *conotrachelus* sp. (coleoptera: Curculionidae) em estádios de vida no solo. In: GOMES, L. d. C. et al. (Ed.). **Anais da I Jornada de Iniciação Científica da Amazônia Oriental**. [S.l.]: Embrapa Amazônia Ocidental, 2004. p. 71–74.

CARLTON, J. T.; RUIZ, G. M. Vector science and integrated vector management. In: \_\_\_\_\_. **Invasive aliens species: A new synthesis**. Cotovelo: Island Press, 2004.

CARPENTER, G.; GILLISON, A. N.; WINTER, J. A a flexible modeling procedure for mapping potential distributions of animals and plants.. **Biodiversity and Conservation**, v. 2, p. 667–680, 1993. Disponível em: <<http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v55n2/15530.pdf>>.

CEPLAC. Pamphlet. **O diferencial do Cacau Paraense: aroma, sabor, qualidade e respeito à natureza**. Belém, 2012. Disponível em: <<http://www.amazoniacacau.com.br/amazonia-mp/>>.

COOLAUTTI, R. I.; MACISAAC, H. J. A. Neutral terminology to define 'invasive' species. **Diversity and Distributions**, v. 10, p. 135–141, 2004.

CORSI, F.; DUPRÈ, E.; BOITANI, L. A large-scale model of wolf distribution in Italy for conservation planning. **Conserv. Biol.**, n. 13, p. 150–159, 1999.

CUNHA, M. L. A. da. **Distribuição geográfica, aspectos biológicos e controle químico da mosca negra dos citros, *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera:**

Aleyrodidae), nas condições ambientais do estado do Pará. **Dissertação de mestrado, Universidade Federal Rural da Amazônia.** Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal Rura da Amazonia, Belém, 2003.

DARRINGAN, G.; DAMBORENEA, C. Bioinvasões. In: \_\_\_\_\_. [S.l.]: Cubo Editora, 2009. cap. 1, p. 1–29.

DIAMOND, J. C. **How societies choose to fall or succeed.** New York: Viking, 2005.

DINIZ, F. **Ácaro vermelho das palmeiras foi encontrado pela primeira vez no Brasil, em Boa Vista, Roraima.** 2009. Disponível em: <<[http://www.infobibos.com/Artigos/2009\\_3/AcaroVermelho/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2009_3/AcaroVermelho/index.htm)>>.

DOYLE, J. J. T.; DOYLE, J. L. Isolation of plant dna from fresh tissue. **Focus**, v. 12, n. 1, p. 13–15, 1990.

DSV/MAPA. **MARCO referencial do plano de contingência para a Monilíase do Cacaueiro (*Moniliophthora roreri*).** 2008.

EBBELS, D.; KING, J. **Plant Health: The scientific basis for control of plant diseases and pests.** York: Blackwell Scientific Pubs, 2009.

EBBELS, D. E. Book. **Principles of Plant Health and Quarantine.** York: CAB International, 2003.

ELITH, J. et al. Novel methods improve prediction of species' distribution from occurrence data. **Ecography**, v. 29, n. 2, p. 129–151, 2006.

FAO. **Estrutura para a análise de risco de pragas.**

Normas Internacionais de Medias Fitossanitárias. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations and Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply of Brazil, 2007. 2:17 p.

\_\_\_\_\_. **Diretrizes para a Vigilância.**

Normas Internacionais de Medias Fitossanitárias.Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations and Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply of Brazil, 1997. 6: 8 p.

\_\_\_\_\_. **Glossário de Termos**

**Fitossanitários.**Normas Internacionais de Medias Fitossanitárias. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations / Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply of Brazil, 2009. 5:27 p.



\_\_\_\_\_. **Requisitos para o estabelecimento de áreas livres de pragas.** Normas Internacionais de Medias Fitossanitárias. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations / Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply of Brazil, 1995. 4: 9 p.

FAWCETT, T. An introduction to roc analysis. *pattern recognition letters*. **Pattern Recognition Letters**, v. 27, p. 861–874, 2005.

FERREIRA, I. A.; BARBOSA, M. L. L.; LIMA, M. d. P. Conference Paper, **Aspectos biológicos da broca-do-fruto do cupuaçuzeiro *Conotrachelus humeropictus* Fiedler (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EM CONDIÇÕES DE LABORATÓRIO UTILIZANDO DIETAS NATURAIS**. [S.l.]: INPA - CNPq/FAPEAM, 2010. 4 p.

FIEDLER, K. Book. **Monograph of the South American weevils of the genus *Conotrachelus***. London: British Museum, 1940. By K. Fiedler.

FIELDING, A. H.; BELL, J. F. A. Review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. **Environmental Conservation**, v. 24, p. 38–47, 1997.

FRANKHAM, R. et al. **A Primer of Conservation Genetics**. [S.l.]: Cambridge University Press, 2004.

GIANNINI, T. C.; SARAIVA, A. M.; SANTOS, I. Alves-dos. Ecological niche modeling and geographical distribution of pollinator and plants: A case study of *peponapis fervens* (smith, 1879) (eucerini: Apidae) and *cucurbita* species (cucurbitaceae). **Ecological Informatics**, v. 5, n. 1, p. 59–66, 2010. ISSN 1574-9541. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1574954109000752>>.

GITAU, C. W. et al. A review of semiochemicals associated with bark beetle (coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) pests of coniferous trees: A focus on beetle interactions with other pests and their associates. **Forest Ecology and Management**, v. 297, n. 0, p. 1–14, 2013. ISSN 0378-1127. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112713001138>[http://ac.els-cdn.com/S0378112713001138/1-s2.0-S0378112713001138-main.pdf?\\_tid=2471a086-c7f0-11e3-a6cf-00000aacb35e&acdnat=1397932177\\_998218b2ce4d4f9b56c35c2cfd012654](http://ac.els-cdn.com/S0378112713001138/1-s2.0-S0378112713001138-main.pdf?_tid=2471a086-c7f0-11e3-a6cf-00000aacb35e&acdnat=1397932177_998218b2ce4d4f9b56c35c2cfd012654)>.

GUILLEMAUD, T. et al. Biological invasions in agricultural settings: Insights from evolutionary biology and population genetics. **Comptes Rendus Biologies**, v. 334, n. 3, p. 237–246, 2011. ISSN 1631-0691. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1631069110002970>>.

GUISAN, A.; ZIMMERMANN, N. E. Predictive habitat distribution models in ecology. **Ecological Modelling**, n. 135, p. 147–186, 2000.

HANFLING, B.; KOLMAN, J. An evolutionary perspective of biological invasions. **Trends Ecology**, n. 17, p. 555–556, 2002.

HASTINGS, A. et al. The spatial spread of invasion: new developments in theory and evidence. **Ecology Letters**, n. 8, p. 91–101, 2005.

HAYKIN, S. Book. **Redes Neurais - Princípios e Prática**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

HENDERSON, S.; DAWSON, T.; WHITTAKER, R. Progress in invasive plants research. **Prog. Phys. Geog.**, n. 30, p. 25–46, 2006.

HERMANUTZ, L.; WEAVER, S. Agroecotypes or phenotypic plasticity? comparison of agrestal and ruderal populations of solanum ptycanthum. **Oecologia**, n. 105, p. 271–280, 1996.

HIJMANS, R. J. et al. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology**, v. 25, n. 15, p. 1965–1978, 2005. ISSN 1097-0088. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1002/joc.1276>[http://onlinelibrary.wiley.com/store/10.1002/joc.1276/asset/1276\\_ftp.pdf?v=1&t=htw8y2g4&s=54e67e6d9d577943654702b4fb376c2147a141a3](http://onlinelibrary.wiley.com/store/10.1002/joc.1276/asset/1276_ftp.pdf?v=1&t=htw8y2g4&s=54e67e6d9d577943654702b4fb376c2147a141a3)>.

HILMAN, R. **As barreiras fitossanitárias estaduais no Brasil**. Tese (Dissertação de Mestrado), 2013.

HIRZEL, A.; ARLETTAZ, R. Environmental-envelope based habitat-suitability models. In: MANLY, B. (Ed.). **Proceedings of the 1st Conference on Resource Selection by Animals**. [S.l.: s.n.], 2002.

HOBBS, R. J.; HUMPHRIES, S. E. An integrated approach to the ecology and management of plant invasions. **Conservation Biology**, v. 9, p. 761–770, 1995.

HOLLAND, J. H. Book. **Adaptation in Natural and Artificial Systems**. [S.l.]: University of Michigan, 1975.

HOLT, A. et al. Spatial analysis of plague in california: niche modeling predictions of the current distribution and potential response to climate change. **International Journal of Health Geographics**, v. 8, n. 1, p. 1–14, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1186/1476-072X-8-38>>.

HUTCHINSON, G. E. Book. **Introducción a la Ecología de Poblaciones**. Barcelona: Editorial Blume, 1981.

IBGE/SIDRA. **Banco de Dados Agregados do IBGE**. 2014. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>.

INPE. **Site do Instituto Nacional de Pesquisa Especiais - INPE**. 2014. Disponível em: <<http://www.inpe.br>>.

IPPC. Web Page, **International PLant Protection Convention - IPPC**. 2014. Disponível em: <[www.ippc.int](http://www.ippc.int)>.

JÚNIOR, P. d. M.; SIQUEIRA, M. F. d. Como determinar a distribuição potencial de espécies do ponto de vista de um conservacionista? **Megadiversidade**, v. 5, n. 1-2, p. 65–76, 2009.

JOSHI, B. J.; OTHERS. Local adaptation enhances performance of common plant species. **Ecology Letters**, v. 4, p. 536–544, 2001.

KEEN, P. G. W.; MORTON, M. S. S. Book. **Decision support systems: an organizational perspective**. USA: Addison-Wesley Pub. Co., 1978.

KING, L. M.; SCHAAL, B. A. Ribosomal - dna variation and distribution in *rudbeckia missouriensis*. **Evolution**, n. 43, p. 1117–1119, 1989.

KOLAR, C. S.; LODGE, D. M. Progress in invasion biology: predicting invaders. **Ecology & Evolution**, v. 16, n. 4, p. 199–204, 2001.

KUMAR, S. et al. Using district-level occurrences in maaxent fo predicting the invasion. **Computers and Electronics**, n. 103, p. 55–32, 2014.

LAKER, H.; TREVISAN, O. The increasing importance of cupuaçu *theobroma grandiflorum* (schum.) in the amazon region of brazil. **Cocoa Growers' Bulletin**, n. 45, p. 45–52, 1992.

LARA, F. M. **Principios de resistencia de plantas a insetos**. 2. ed. [S.l.]: Icone, 1991.

LOCKWOOD, J. L.; CASSEY, P.; BLACKBURN, T. The role of propagule pressure in explaining species invasions. **TRENDS in Ecology and Evolution**, v. 20, n. 5, 2005. Disponível em: <[www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)>.

LOMOLINO, M. V.; RIDDLE, B. R.; BROWN, J. H. **Biogeography**. 3ª. ed. [S.l.]: Sunderland: Sinauer Associates, Inc, 2006. 845 p.

LOPES, C. M. D. **Biologia, comportamento e flutuação populacional da broca-do-fruto do cupuaçuzeiro *Conotrachelus* sp. próximo *humeropictus* (Coleoptera: Curculionidae)**. Tese (Tese de Doutorado), 2000.

LOPES, C. M. D.; SILVA, N. M. Impacto econômico da broca do cupuaçu, *conotrachelus humeropictus* field (coleoptera: Curculionidae) nos estados do Amazonas e Rondônia. **An. Soc. Entomol. Brasil**, v. 27, n. 3, p. 481–483, 1998.

LORENA, A. C. e. a. Comparing machine learning classificationers in potential distribution modeling. **Expert Systems with Applications**, v. 38, p. 5268–5275, 2011.

LOZIER, J.; ANIELLO, P.; HICKERSON, M. J. Predicting the distribution of sasquash in western north america: anything goes with ecological niche modeling. **Journal of Biogeography**, n. 36, p. 1231–1241, 2009.

MACK, R. N. Global plant dispersal, naturalization, and invasion: pathways, modes and circumstances. In: \_\_\_\_\_. **Invasive species: vectors and management strategies**. Washington DC: Island Press, 2004. p. 3–30.

MACLEOD, A.; EVANS, H. F.; BAKER, R. H. A. An analysis of pest risk from an asian longhorn beetle (*anoplophora glabripennis*) to hardwood trees in the european community. **Crop Protection**, v. 21, n. 8, p. 635–645, 2002. ISSN 0261-2194. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219402000169>>.

MARINO, T. B. Audiovisual Material, **Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN**. 2012.

MENDES, A. C. d. B. Book. **Biologia e controle microbiano de Conotrachelus humeropictus Fiedler, 1940 (Coleoptera: Curculionidae)**. [s.n.], 1996. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?id=nKkBaAEACAAJ>>.

MENDES, A. C. d. B. Manejo das pragas. In: \_\_\_\_\_. **Sistema de produção de cacau para a Amazônia Brasileira**. Belém: CEPLAC, 2001. p. 34–44.

MENDES, A. C. d. B. et al. Potencialidade de *metarhizium anisopliae* (metsch.) e *beauveria bassiana* (bals.) no controle da broca do cupuaçuzeiro *conotrachelus humeropictus*. **Informe de Pesquisa 1994 - 1996**, 1996.

MENDES, A. C. d. B. et al. Infecção de *conotrachelus humeropictus* fiedler (coleoptera:cuculionidae) por *metarhizium anisopliae* (metsch.) sor. e *beauveria bassiana* (bals.) vuill. no solo. **Acta Amazonica**, v. 31, n. 4, p. 531–538, 2001.

MENDES, A. C. d. B.; MAGALHÃES, P. B.; OHASHI, O. S. Biologia de *conotrachelus humeropictus*, fiedler, 1940 (coleoptera:curculionidae), praga do cacauzeiro e cupuaçuzeiro na Amazônia brasileira. **Acta Amazonica**, v. 27(2), p. 135–144, 1997.

MENDES, A. d. B.; S., G. J. d. J. d.; TREVISAN, O. Electronic Article, **Ocorrência de coleobrocas nos frutos do cacauzeiro em Rondônia**. 1982. 1-3 p.

MENDES, F. A. T. Web Page, **O ESTADO DO PARÁ E A PRODUÇÃO BRASILEIRA DE CACAU**. CEPLAC, 2010. Disponível em: <<http://www.ceplacpa.gov.br/site/?p=3009>>.

MONARD, M. C.; BARANAUSKAS, J. A. Conceitos sobre aprendizado de máquina. In: \_\_\_\_\_. **Sistemas Inteligentes - Fundamentos e Aplicações**. Barueri: Manole, 2003. p. 89–114.

MORITZ, C.; HILLIS, D. M. Molecular systematics: context and controversies. In: \_\_\_\_\_. Sunderland: Sianuer Associates, 1990. cap. 1, p. 1–12.

NAVIA, D.; FERRAGUT, F. Invasões biológicas. In: \_\_\_\_\_. **Elementos de Defesa Agropecuária**. Piracicaba: FEALQ, 2013. book section 2, p. 272.

NEI, M. **Molecular evolutionary genetics**. New York: Columbia University Press, 1987.

NERY, D. Profundidade de pupação de *Conotrachelus humeropictus* (Coleoptera: Curculionidae) em dois tipos de solos, em nova califórnia (ro), brasil. In: **19.º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA**. [S.l.]: EMBRAPA, 2010. p. 311.

O'BRIEN, C. W.; COUTURIER, G. Two new agricultural pest species of *Conotrachelus* (Coleoptera : Curculionidae : Molytinae) in south america. **Ann. Soc. Entomol. Fr.**, v. 31, n. 3, p. 227–235, 2005.

OLIVEIRA, A. E. S. d.; MACHADO, C. J. S. A experiência brasileira diante das espécies exóticas invasoras e a perspectiva de formulação de uma política pública nacional. **Ciência e Cultura**, 2009.

OLIVEIRA, A. E. S. de. **Espécies invasoras no território nacional: subsídios para a formulação e a implementação de uma Política Pública no Brasil**. 291 p. Tese (Doutorado) — Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

OLIVEIRA, C. Conference Paper, **A experiência do projeto RECA no plantio de cupuaçuzeiro, no beneficiamento e na comercialização dos frutos**. , 1. Belém. [S.l.]: EMBRAPA/CPATU, 1997. 199-206 p.

OLIVEIRA, S. d. **Biologia reprodutiva de *Conotrachelus humeropictus* (Coleoptera: Curculionidae) broca do cupuaçuzeiro em diferentes substratos**. Tese (Monografia), 1998.

OLIVEIRA, S. P. d. **Dispersão horizontal da broca-do-fruto do cupuaçuzeiro *Conotrachelus humeropictus* Fiedler, 1940 (Coleoptera: Curculionidae) em**

**sistemas agroflorestais de Nova Califórnia, Rondônia.** Tese (Dissertação), 2003.

PARKER, J. M.; RODRIGUEZ, J.; LOIK, M. E. An evolutionary approach to understanding the biology of invasions: local adaptations and general-purpose genotypes in the weed *Verbascum thapsus*. **Cons. Biol.**, n. 17, p. 59–72, 2003.

PEARSON, R.; DAWSON, T. Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimate envelope models useful? **Global Ecol. Biogeogr.**, n. 12, p. 361–371, 2003.

PEARSON, R. G.; OTHERS. Predicting species distribution from small number of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. **J. Biogeogr.**, v. 34, n. 1, p. 102–117, 2007.

PEREIRA, R. S.; PETERSON, A. T. Web Page, **O uso de modelagem na definição de estratégias para a conservação da biodiversidade.** SBPC/Labjor, 2001. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/reportagens/biodiversidade/bio18.htm>>.

PETERSON, A.; SHAW, J. Lutzomyia vectors for cutaneous leishmaniasis in southern Brazil: ecological niche models, predicted geographic distribution, and climate change effects. **Int. J. Parasitology**, n. 33, p. 919–931, 2003.

PHILLIPS, S. J.; ANDERSON, R. P.; SCHAPIRE, R. E. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. **Ecological Modelling**, v. 190, n. 34, p. 231–259, 2006. ISSN 0304-3800. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030438000500267X>>.

PIÑEIRO, R. et al. Ecology matters: Atlantic-Mediterranean disjunction in the sand-dune shrub *Armeria pungens* (Plumbaginaceae). **Molecular Ecology**, v. 16, n. 10, p. 2155–71, 2007.

PRATI, R. C.; BATISTA, G. E. A. P. A.; MONARD, M. C. Curvas ROC para avaliação de classificadores. **IEEE Latin America Transactions**, v. 6, n. 2, p. 215–222, 2008.

RAXWORTHY, C. J. e. a. Applications of ecological niche modeling for species delimitation: A review and empirical evaluation using day geckos (*Phelsuma*) from Madagascar. **Systematic Biology**, v. 56, n. 6, p. 907–923, 2007.

RÖDDER, D.; LÖTTERS, S. Explanative power of variables used in species distribution modelling: an issue of general model transferability or niche shift in the invasive greenhouse frog (*Eleutherodactylus planirostris*). **Naturwissenschaften**, n. 97, p. 781–796, 2010.

RICHARDSON, D. M.; OTHERS. Natural and invasion of alien plants: concepts and definitions. **Diversity and Distributions**, v. 6, p. 93–107, 2000.

RODRIGUES, F. A. **Um método de referência para análise de desempenho preditivo de algoritmos de modelagem de distribuição de espécies.**

Tese (Tese de Doutorado em Sistemas Digitais), 2012. Disponível em: <<<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3141/tde-07052012-121050/>>>.

SADRAS, V. et al. Phenotypic plasticity of yield and phenology in wheat, sunflower and grapevine. **Field Crops Research**, v. 110, n. 3, p. 242 – 250, 2009. ISSN 0378-4290. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378429008001883>>.

SAGRI-PA. **Site da Secretaria de Estado de Agricultura do Pará**, 2013. Disponível em: <<http://www.sagri.pa.gov.br>>.

SÓBERON, J. Grinnellian and eltonian niches and geographic distributions of species. **Ecology Letters**, n. 10, p. 9, 2007.

SILVA, A. et al. Book. **Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil, seus parasitos e predadores.** Rio de Janeiro: Ministerio da Agricultura, 1968. 622 p.

SILVA, N. M. d.; ALFAIA, S. S. Manejo integrado da broca-do-fruto-do-cupuaçuzeiro (coleoptera:cuculionidae) em sistemas agroflorestais. **Série Cartilhas Técnicas**, p. 19, Fev. 2004. ISSN 0044-5967.

SILVA, S. Book. **Frutas da Amazônia Brasileira.** São Paulo: METALIVROS, 2011. 279 p. p. ISBN 978-85-85371-87-6.

SIMBERLOFF, D. Biological invasions: What's worth fighting and what can be won? **Ecological Engineering**, v. 65, n. 0, p. 112–121, 2014. ISSN 0925-8574. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925857413003431>>.

SIMS, C.; FINNOFF, D. When is a wait and see approach to invasive species justified? **Resource and Energy Economics**, v. 35, n. 3, p. 235–255, 2013. ISSN 0928-7655. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0928765513000055>>.

SIQUEIRA, M. F. **Uso de modelagem de nicho fundamental na avaliação do padrão de distribuição geográfica de espécies vegetais.** Tese (Tese de Doutorado), 2005.



SOARES, F. d. M.; SANTOS, L. C. d. Análise do sistema normativo de defesa agropecuária. In: \_\_\_\_\_. **Elentos de Defesa Agropecuária**. Piracicaba: FEALQ, 2013. book section 1, p. 272. ISBN 978-85-7133-075-7.

STOCKWELL, D.; PETERS, D. The garp modelling system: problems and solutions to automated spatial prediction. **Journal of Geographical Information Science**, v. 13, n. 2, p. 143–158, 1999.

TAVARES, A. M.; AGUILAR, J. A. D. **Avaliação da intensidade de infestação natural e nível de infestação após o uso de métodos culturais de controle da broca-do-fruto (*Conotrachelus sp.* Fiedler, Coleoptera:Curculionidae) do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Schum)**. [S.l.], 1999.

TAVARES, A. M.; SOUZA, A. d. G. C. d.; NUNES, A. B. **Controle mecânico da broca-do-fruto do cupuaçuzeiro, *Conotrachelus sp.* (Coleoptera: Curculionidae)**. [S.l.], 2002.

TAYLOR, S.; KUMAR, L. Potential distribution of an invasive species under climate change scenarios using climex and soil drainage: A case study of lantana camara l. in queensland, australia. **Journal of Environmental Management**, v. 114, n. 0, p. 414–422, 2013. ISSN 0301-4797. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479712005440>>.

THOMAZINI, M. J. Electronic Article, **Broca-dos-frutos do cupuaçuzeiro em sistemas agroflorestais do Projeto Reça em Nova Califórnia, RO**. Embrapa-CPAF-AC, 1998. 3 p. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAF-AC-2010/5870/1/pesquisa126.pdf>>.

\_\_\_\_\_. **Medidas para o controle da broca-dos-frutos do cupuaçuzeiro**. [S.l.], 1998.

\_\_\_\_\_. **A broca dos frutos do cupuaçuzeiro, *Conotrachelus humeropictus* Fiedler**. [S.l.], 2000.

\_\_\_\_\_. Flutuação populacional e intensidade de infestação da broca-dos-frutos em cupuaçu. **Scientia Agricola**, v. 59, n. 3, p. 463–468, 2002.

\_\_\_\_\_. Infestação da broca-dos-frutos do cupuaçu. **Scientia Agricola**, v. 59, n. 3, p. 463–468, 2002.

THOMAZINI, M. J.; COSTA, C. R. d. Avaliação de larvas da broca dos frutos, *Conotrachelus humeropictus* fiedler, de cupuaçuzeiros componentes de sistemas agroflorestais. In: **Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais**. [S.l.]: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. p. 58–60.



THOMPSON, R. Observations on the morphology and classification of weevils (coleoptera, curculionidea) with a key to major groups. **Journal of Natural History**, n. 26, p. 835–891, 1992.

TREVISAN, O. **Comportamento da broca dos frutos do cacau *Conotrachelus humeropictus* Fiedler, 1940 (Col: Curculionidae), em Rondônia**. Tese (Dissertação de Mestrado), 1989. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?id=L58GaAEACAAJ>>.

\_\_\_\_\_. **Manejo Integrado das Pragas do Cacaueiro da Regiao Amazonica: *Conotrachelus humeropictus***. [S.l.], 2011.

TREVISAN, O.; MENDES, A. d. B. Ocorrência de conotrachelus humeropictus fiedler, 1940 (coleoptera: Curculionidae), em frutos de cupuaçu, theobroma grandiflorum schum. (sterculiaceae). In: EMBRAPA (Ed.). **13.º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA**. [S.l.]: EMBRAPA, 1991. p. 137.

TREVISAN, O. et al. Book. **Manejo integrado das pragas do cacaueiro do Estado de Rondônia**. Porto Velho: CEPLAC, 2010. 33 p.

TREVISAN, O.; NETO, S. S. Amostragem pelo método do sacolejo de conotrachelus humeropictus fiedler, 1940 (coleoptera:curculionidae) em diferentes horários. In: **Congresso de Entomologia, 12**. [S.l.]: SEB, 1989. p. 132.

TREVISAN, O.; PEREIRA, F. F.; CUSTODIO, R. A. Constatação de atividade noturna de conotrachelus humeropictus (coleoptera:curculionidae), broca dos futos do cacau e do cupuaçu. In: **XXII Congresso Brasileiro de Entomologia**. [S.l.]: UFV/UFU/Embrapa Milho e Sorgo, 2011.

TRNKAA, M. et al. European corn borer life stage model: Regional estimates of pest development and spatial distribution under present and future climate. **Ecology Modelling**, n. 207, p. 61–84, 2007.

TURNBULL, C.; HADLEY, P. **International Cocoa Germplasm Database (ICGD)**. [Online Database]. 2014. Disponível em: <<http://www.icgd.reading.ac.uk>>.

VAPNIK, V. Book. **The Nature of Statistical Learning Theory**. New York: Springer-Verlag, 1995.

VENTURIERI, G. Book. **Cupuaçu: a espécie, sua cultura, usos e processamento**. Belém: Clube do Cupu, 1993. 108 p. p.

VENTURIERI, G. A.; ALVES, M.; NOGUEIRA, M. O cultivo do cupuaçuzeiro. **Soc. Bra. Fruticultura**, v. 4, n. 1, p. 15–17, 1985.

VICENTE, J. et al. Where will conflicts between alien and rare species occur after climate and land-use change? a test with a novel combined modelling approach. **Biol. Invasions**, n. 13, p. 1209–1227, 2011.

VILELA, E. F.; CALLEGARO, G. M. Book. **Elementos de Defesa Agropecuária: sistema normativo, invasões biológicas, comunicação, história, risco e segurança dos alimentos, conformidade e rastreabilidade**. Piracicaba: FEALQ, 2013. Disponível em: <<[http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0009-67252009000100011&lng=en&nrm=iso](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252009000100011&lng=en&nrm=iso)>>.

VILELA, E. F.; ZUCCI, R. A.; CANTOR, F. **Histórico e Impacto de Pragas Introduzidas no Brasil**. [S.l.]: Holos Editora, 2000.

WHITE, T. J. et al. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal rna genes for phylogenetics. In: \_\_\_\_\_. London: Academic Press, 1990. cap. 38, p. 315–324.

XIMENES, A. d. C. et al. Redes neurais para a seleção de variáveis ambientais no processo de modelagem de distribuição de espécies na região norte do brasil. In: **XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. [S.l.]: INPE, 2009.

ZHANG, X. **Biogeography and biosystematics of plum curculio, *Conotrachelus nenuphar* (Herbst)/Wolbachia interactions**. Tese (Dissertation), 2006.

## Apêndices

## APÊNDICE A – Inspeções - Mesorregião do Baixo Amazonas: Microrregião de Santarém

Tabela 8 – Coordenadas das Inspeções - Município de Alenquer.

<b>Coordenadas das Inspeções - Município de Alenquer.</b>			
Cultura	Latitude	Longitude	Resultado
Cupuacu	-1.56680556	-55.08375000	Ausente
Cacau	-1.62872222	-54.87872222	Ausente
Cacau	-1.62925000	-54.88111111	Ausente
Cacau	-1.78330556	-54.70261111	Ausente
Cupuaçu	-1.78455556	-54.72502778	Ausente
Cacau	-1.82091667	-54.68741667	Ausente
Cacau	-1.83183333	-54.68633333	Ausente
Cupuaçu	-1.83183333	-54.68633333	Ausente
Cacau	-1.83591667	-54.68794444	Ausente
Cacau	-1.83725000	-54.68872222	Ausente
Cacau	-1.83769444	-54.68752778	Ausente
Cacau	-1.84563889	-54.69311111	Ausente
Cupuaçu	-1.84563889	-54.69311111	Ausente
Cacau	-1.85677778	-54.69983333	Ausente
Cacau	-1.87683333	-54.71025000	Ausente
Cacau	-1.87775000	-54.71019444	Ausente
Cacau	-1.93538889	-54.72041667	Ausente
Cupuaçu	-1.93538889	-54.72041667	Ausente
Cupuaçu	-1.94622222	-54.74269444	Ausente

Fonte: ADEPARÁ

Tabela 9 – Coordenadas das Inspeções - Município de Belterra - parte a.

<b>Coordenadas das Inspeções - Município de Belterra - parte a.</b>			
Cultura	Latitude	Longitude	Resultado
Cupuacu	-2.62913889	-54.92763889	Ausente
Cupuacu	-2.63697222	-54.90272222	Ausente
Cupuaçu	-2.65869444	-54.90319444	Ausente
Cupuaçu	-2.65869444	-54.90319444	Ausente
Cupuacu	-2.65883333	-54.89541667	Ausente
Cupuacu	-2.66619444	-54.90025000	Ausente
Cupuaçu	-2.67930556	-54.85305556	Ausente
Cupuaçu	-2.67930556	-54.85305556	Ausente
Cupuaçu	-2.68013889	-54.84125000	Ausente
Cupuaçu	-2.68013889	-54.84125000	Ausente
Cupuacu	-2.68844444	-54.90758333	Ausente
Cupuaçu	-2.71547222	-54.95691667	Presente
Cupuaçu	-2.71547222	-54.95691667	Presente
Cupuacu	-2.73402778	-54.96586111	Ausente
Cupuacu	-2.73472222	-54.96652778	Ausente
Cupuaçu	-2.73616667	-54.99277778	Presente
Cupuaçu	-2.73616667	-54.99277778	Presente
Cupuaçu	-2.73633333	-55.05494444	Ausente
Cupuaçu	-2.73711111	-55.00641667	Ausente
Cupuaçu	-2.73711111	-55.00641667	Ausente
Cupuacu	-2.75344444	-54.95736111	Ausente
Cupuaçu	-2.78336111	-55.02711111	Presente
Cupuaçu	-2.78336111	-55.02711111	Presente
Cupuaçu	-2.78338889	-54.99955556	Ausente
Cupuacu	-2.78736111	-54.99750000	Ausente
Cupuaçu	-2.78811111	-55.02794444	Ausente
Cupuaçu	-2.78811111	-55.02794444	Ausente
Cupuaçu	-2.81022222	-55.03541667	Ausente
Cupuaçu	-2.81022222	-55.03541667	Ausente
Cupuaçu	-2.91336111	-54.86947222	Ausente
Cupuaçu	-2.91336111	-54.86947222	Ausente
Cupuaçu	-2.91797222	-54.87197222	Presente
Cupuaçu	-2.91797222	-54.87197222	Presente
Cupuaçu	-2.92152778	-54.87477778	Presente
Cupuaçu	-2.92152778	-54.87477778	Presente
Cupuaçu	-2.93380556	-54.88419444	Presente
Cupuaçu	-2.93380556	-54.88419444	Presente
Cupuaçu	-2.93483333	-54.88463889	Presente
Cupuaçu	-2.93483333	-54.88463889	Presente
Cupuaçu	-2.93561111	-54.88936111	Ausente
Cupuaçu	-2.93561111	-54.88936111	Ausente

Fonte: ADEPARÁ

Tabela 10 – Coordenadas das Inspeções - Município de Belterra - parte b.

<b>Coordenadas das Inspeções - Município de Belterra - parte b.</b>			
Cultura	Latitude	Longitude	Resultado
Cupuaçu	-2.94052778	-54.90241667	Ausente
Cupuaçu	-2.94052778	-54.90241667	Ausente
Cupuaçu	-2.95119444	-54.91808333	Presente
Cupuaçu	-2.95119444	-54.91808333	Presente
Cupuaçu	-3.07877778	-54.92200000	Presente
Cupuaçu	-3.13183333	-55.04555556	Presente
Cupuaçu	-3.13183333	-55.04555556	Presente
Cupuaçu	-3.13405556	-55.02186111	Presente
Cupuaçu	-3.13405556	-55.02186111	Presente
Cupuaçu	-3.13405556	-55.02186111	Presente
Cupuaçu	-3.13405556	-55.02186111	Presente
Cupuaçu	-3.16019444	-54.80461111	Presente
Cupuaçu	-3.18675000	-54.87330556	Ausente
Cupuaçu	-3.18675000	-54.87330556	Ausente
Cupuaçu	-3.19686111	-54.98663889	Presente
Cupuaçu	-3.19686111	-54.98663889	Presente
Cupuaçu	-3.19752778	-54.98625000	Presente
Cupuaçu	-3.19966667	-54.95463889	Ausente
Cupuaçu	-3.19966667	-54.95463889	Ausente
Cupuaçu	-3.24747222	-55.16666667	Ausente
Cupuaçu	-3.24802778	-54.94530556	Ausente
Cupuaçu	-3.24802778	-54.94530556	Ausente
Cupuaçu	-3.25686111	-54.87583333	Ausente
Cupuaçu	-3.25686111	-54.87583333	Ausente
Cupuaçu	-3.26816667	-54.91419444	Ausente
Cupuaçu	-3.26816667	-54.91419444	Ausente
Cupuaçu	-3.30605556	-54.88600000	Presente
Cupuaçu	-3.30605556	-54.88600000	Presente
Cupuaçu	-3.31088889	-54.90719444	Ausente

Fonte: ADEPARÁ

Tabela 11 – Coordenadas das Inspeções - Município de Belterra - parte c.

<b>Coordenadas das Inspeções - Município de Belterra - parte c.</b>			
Cultura	Latitude	Longitude	Resultado
Cupuaçu	-3.31088889	-54.90719444	Ausente
Cupuaçu	-3.31158333	-54.91041667	Ausente
Cupuaçu	-3.31158333	-54.91041667	Ausente
Cupuaçu	-3.34402778	-54.85002778	Ausente
Cupuaçu	-3.36238889	-54.92244444	Ausente
Cupuaçu	-3.36238889	-54.92244444	Ausente
Cupuaçu	-3.39380556	-54.85847222	Ausente
Cupuaçu	-3.39380556	-54.85847222	Ausente
Cupuaçu	-3.39438889	-54.86513889	Ausente
Cupuaçu	-3.39438889	-54.86513889	Ausente
Cupuaçu	-3.39747222	-54.85947222	Ausente
Cupuaçu	-3.39747222	-54.85947222	Ausente
Cupuaçu	-3.39955556	-54.88247222	Presente
Cupuaçu	-3.39955556	-54.88247222	Presente
Cacau	-3.39963889	-54.88680556	Ausente
Cacau	-3.39963889	-54.88680556	Ausente
Cupuaçu	-3.40033333	-54.88486111	Presente
Cupuaçu	-3.40033333	-54.88486111	Presente
Cupuaçu	-3.43330556	-54.90741667	Presente
Cupuaçu	-3.43375000	-54.83497222	Ausente
Cupuaçu	-3.43375000	-54.83497222	Ausente
Cupuaçu	-3.43391667	-54.90808333	Presente
Cupuaçu	-3.43944444	-54.90519444	Ausente
Cupuaçu	-3.43944444	-54.90519444	Ausente
Cupuaçu	-3.44841667	-54.89944444	Ausente
Cupuaçu	-3.44841667	-54.89944444	Ausente
Cupuaçu	-3.44847222	-54.61211111	Ausente
Cupuaçu	-3.44994444	-54.90105556	Presente
Cupuaçu	-3.44994444	-54.90105556	Presente
Cupuaçu	-3.46286111	-54.89186111	Ausente
Cupuaçu	-3.46286111	-54.89186111	Ausente
Cupuaçu	-3.48230556	-54.84138889	Ausente
Cupuaçu	-3.48230556	-54.84138889	Ausente

Fonte: ADEPARÁ



Tabela 12 – Coordenadas das Inspeções - Município de Belterra - parte d.

<b>Coordenadas das Inspeções - Município de Belterra - parte d.</b>			
Cultura	Latitude	Longitude	Resultado
Cupuaçu	-3.48383333	-54.84575000	Ausente
Cupuaçu	-3.48383333	-54.84575000	Ausente
Cupuaçu	-3.48391667	-54.84569444	Ausente
Cupuaçu	-3.48391667	-54.84569444	Ausente
Cupuaçu	-3.48491667	-54.85522222	Ausente
Cupuaçu	-3.48491667	-54.85522222	Ausente
Cupuaçu	-3.48530556	-54.88705556	Ausente
Cupuaçu	-3.48530556	-54.88705556	Ausente
Cupuaçu	-3.50655556	-54.87911111	Ausente
Cupuaçu	-3.51263889	-54.81655556	Ausente
Cupuaçu	-3.51263889	-54.81655556	Ausente
Cupuaçu	-3.51747222	-54.79227778	Presente
Cupuaçu	-3.51836111	-55.00641667	Presente
Cupuaçu	-3.52136111	-54.87130556	Presente
Cupuaçu	-3.52136111	-54.87130556	Presente
Cupuaçu	-3.60605556	-54.76622222	Presente
Cupuaçu	-3.60633333	-54.76863889	Ausente
Cupuaçu	-3.60716667	-54.83894444	Ausente
Cupuaçu	-3.60775000	-54.78552778	Presente
Cupuaçu	-3.61272222	-54.80275000	Ausente
Cupuaçu	-3.64600000	-54.85183333	Ausente
Cupuaçu	-3.65711111	-54.79658333	Ausente
Cupuaçu	-3.70775000	-54.81425000	Ausente
Cupuaçu	-3.70788889	-54.80161111	Ausente
Cupuaçu	-3.74483333	-54.76636111	Ausente
Cupuaçu	-3.74658333	-54.82250000	Ausente
Cupuaçu	-3.75138889	-54.79511111	Presente
Cupuaçu	-3.75202778	-54.79666667	Presente
Cupuaçu	-3.79608333	-54.82569444	Ausente
Cupuaçu	-3.79858333	-54.78794444	Ausente
Cupuaçu	-3.79941667	-54.78375000	Ausente
Cupuaçu	-3.80063889	-54.80313889	Ausente
Cupuaçu	-3.85111111	-54.83133333	Ausente
Cupuaçu	-3.88786111	-54.79680556	Ausente
Cupuaçu	-3.91033333	-54.86811111	Ausente
Cupuaçu	-3.91866667	-54.78877778	Ausente
Cupuaçu	-4.23494444	-54.82427778	Ausente
Cacau	-3.76716667	-49.45363889	Ausente

Fonte: ADEPARÁ

Tabela 13 – Coordenadas das Inspeções - Município de Mojui dos Campos.

<b>Coordenadas das Inspeções - Município de Mojui dos Campos.</b>			
Cultura	Latitude	Longitude	Resultado
Cupuacu	-2.98919444	-54.54900000	Ausente
Cupuacu	-3.01213889	-54.57663889	Ausente
Cupuacu	-3.04680556	-54.62686111	Ausente
Cupuacu	-3.51747222	-54.58719444	Ausente

Fonte: ADEPARÁ

Tabela 14 – Coordenadas das Inspeções - Município de Placas - parte a.

<b>Coordenadas das Inspeções - Município de Placas - parte a</b>			
Cultura	Latitude	Longitude	Resultado
Cacau	-3.28397222	-54.28397222	Ausente
Cupuacu	-3.54961111	-54.73433333	Presente
Cupuacu	-3.55000000	-54.73477778	Presente
Cupuacu	-3.55297222	-54.76038889	Ausente
Cupuacu	-3.55561111	-54.75772222	Ausente
Cupuacu	-3.60605556	-54.76622222	Presente
Cupuacu	-3.60633333	-54.76863889	Ausente
Cupuacu	-3.60716667	-54.83894444	Ausente
Cupuacu	-3.60775000	-54.78552778	Presente
Cupuacu	-3.61272222	-54.80275000	Ausente
Cupuacu	-3.64600000	-54.85183333	Ausente
Cupuacu	-3.65711111	-54.79658333	Ausente
Cupuacu	-3.70775000	-54.81425000	Ausente
Cupuacu	-3.70788889	-54.80161111	Ausente
Cacau	-3.71466667	-54.40677778	Ausente
Cacau	-3.71822222	-54.41622222	Ausente
Cacau	-3.71841667	-54.40111111	Ausente
Cacau	-3.71852778	-54.41241667	Ausente
Cacau	-3.71925000	-54.41297222	Ausente
Cupuacu	-3.74483333	-54.76636111	Ausente
Cupuacu	-3.74658333	-54.82250000	Ausente
Cupuacu	-3.75138889	-54.79511111	Presente
Cupuacu	-3.75202778	-54.79666667	Presente
Cacau	-3.76633333	-54.40352778	Ausente
Cacau	-3.77288889	-54.33338889	Ausente
Cacau	-3.77572222	-54.40127778	Ausente
Cupuacu	-3.77680556	-54.28980556	Ausente
Cacau	-3.77763889	-54.28727778	Ausente
Cacau	-3.78755556	-54.39327778	Ausente
Cacau	-3.78777778	-54.28555556	Ausente
Cupuacu	-3.79347222	-54.28877778	Ausente
Cacau	-3.79358333	-54.30605556	Ausente
Cupuacu	-3.82527778	-54.23141667	Ausente

Fonte: ADEPARÁ

Tabela 15 – Coordenadas das Inspeções - Município de Placas - parte b.

<b>Coordenadas das Inspeções - Município de Placas - parte b.</b>			
Cultura	Latitude	Longitude	Resultado
Cupuacu	-3.82533333	-54.23152778	Ausente
Cupuacu	-3.82547222	-54.23113889	Ausente
Cupuacu	-3.82552778	-54.23113889	Ausente
Cupuaçu	-3.82555556	-54.23180556	Ausente
Cacau	-3.84491667	-54.27975000	Ausente
Cupuacu	-3.85019444	-54.33944444	Ausente
Cacau	-3.86361111	-54.20044444	Ausente
Cupuacu	-3.88008333	-54.25402778	Ausente
Cupuacu	-3.88011111	-54.25380556	Ausente
Cacau	-3.89588889	-54.24255556	Ausente
Cacau	-3.90097222	-54.23505556	Ausente
Cacau	-3.90652778	-54.53561111	Ausente
Cupuacu	-3.92044444	-54.25352778	Ausente
Cupuacu	-3.92080556	-54.25344444	Ausente
Cupuacu	-3.92813889	-54.46816667	Ausente
Cupuacu	-3.92836111	-54.46813889	Ausente
Cupuacu	-3.92858333	-54.46769444	Ausente
Cupuacu	-3.92866667	-54.46797222	Ausente
Cupuaçu	-3.93383333	-54.73522222	Ausente
Cupuaçu	-3.94152778	-54.73055556	Ausente
Cupuaçu	-3.99972222	-54.72172222	Ausente

Fonte: ADEPARÁ

Tabela 16 – Coordenadas das Inspeções - Município de Santarém.

<b>Coordenadas das Inspeções - Município de Santarém.</b>			
Cultura	Latitude	Longitude	Resultado
Cupuacu	-2.49016667	-54.83486111	Ausente
Cupuacu	-2.53972222	-54.90972222	Ausente
Cupuacu	-2.54055556	-54.90930556	Ausente
Cupuacu	-2.54475000	-54.90688889	Ausente
Cupuacu	-2.55047222	-54.90405556	Ausente
Cupuacu	-2.55058333	-54.90461111	Ausente
Cupuacu	-2.55483333	-54.90561111	Ausente
Cupuacu	-2.55611111	-54.90547222	Ausente
Cupuacu	-2.56461111	-54.62958333	Ausente
Cupuacu	-2.57069444	-54.62600000	Ausente
Cupuacu	-2.64508333	-54.51269444	Ausente
Cupuacu	-2.72775000	-54.46238889	Ausente
Cupuacu	-2.48152778	-54.66002778	Ausente
Cupuacu	-2.65747222	-54.28261111	Ausente
Cupuacu	-2.66188889	-54.28625000	Ausente
Cupuaçu	-3.16019444	-54.80461111	Presente
Cupuaçu	-3.34402778	-54.85002778	Ausente
Cupuaçu	-3.42291667	-54.79294444	Presente
Cupuaçu	-3.42291667	-54.79294444	Presente
Cupuaçu	-3.43391667	-54.90808333	Presente
Cupuaçu	-3.44847222	-54.61211111	Ausente
Cupuaçu	-3.46005556	-54.76361111	Ausente
Cupuaçu	-3.46005556	-54.76361111	Ausente
Cupuaçu	-3.51744444	-54.79230556	Presente
Cupuaçu	-3.51744444	-54.79230556	Presente
Cupuaçu	-3.51836111	-55.00641667	Presente
Cupuaçu	-3.55000000	-54.73477778	Presente
Cupuaçu	-3.55297222	-54.76038889	Ausente
Cupuaçu	-3.55561111	-54.75772222	Ausente

Fonte: ADEPARÁ

## APÊNDICE B – Inspeções - Mesorregião do Baixo Amazonas: Microrregião de Óbidos

Tabela 17 – Coordenadas das Inspeções - Município de Juruti.

<b>Coordenadas das Inspeções - Município de Juruti.</b>			
Cultura	Latitude	Longitude	Resultado
Cupuacu	-2.24780556	-56.06308333	Ausente
Cupuacu	-2.28075000	-56.07230556	Ausente
Cupuacu	-2.28075000	-56.07230556	Ausente
Cupuacu	-2.28772222	-56.07616667	Ausente
Cupuacu	-2.28883333	-56.07616667	Ausente
Cupuacu	-2.29322222	-56.07480556	Ausente
Cupuacu	-2.29388889	-56.07261111	Ausente
Cupuacu	-2.29583333	-56.07141667	Ausente
Cupuacu	-2.29641667	-56.07452778	Ausente
Cupuacu	-2.29716667	-56.03480556	Ausente
Cupuacu	-2.29872222	-56.03958333	Ausente
Cupuacu	-2.30013889	-56.07266667	Ausente
Cupuacu	-2.30227778	-56.05191667	Ausente
Cupuacu	-2.31619444	-56.06052778	Ausente

Fonte: ADEPARÁ

Tabela 18 – Coordenadas das Inspeções - Município de Óbidos.

<b>Coordenadas das Inspeções - Município de Óbidos.</b>			
Cultura	Latitude	Longitude	Resultado
Cupuacu	-1.77794444	-55.69086111	Ausente
Cupuacu	-1.83383333	-55.46083333	Ausente
Cupuacu	-1.84719444	-55.45405556	Ausente
Cupuacu	-1.87588889	-55.48572222	Ausente
Cupuacu	-1.87783333	-55.48797222	Ausente
Cupuacu	-1.88066667	-55.49163889	Ausente
Cupuacu	-1.88361111	-55.42894444	Ausente
Cupuaçu	-1.64272222	-55.60972222	Ausente
Cacau	-1.65461111	-55.62216667	Ausente
Cupuaçu	-1.65461111	-55.62216667	Ausente
Cupuaçu	-1.91036111	-55.51922222	Ausente
Cupuaçu	-1.91041667	-55.51997222	Ausente
Cacau	-1.91177778	-55.51936111	Ausente
Cupuaçu	-1.91500000	-55.51163889	Ausente
Cacau	-1.91672222	-55.51405556	Ausente

Fonte: ADEPARÁ

Tabela 19 – Coordenadas das Inspeções - Município de Oriximiná.

<b>Coordenadas das Inspeções - Município de Oriximiná.</b>			
Cultura	Latitude	Longitude	Resultado
Cupuaçu	-1.71452778	-55.84236111	Ausente
Cupuaçu	-1.73344444	-55.84225000	Ausente
Cupuaçu	-1.74136111	-55.84730556	Ausente
Cupuaçu	-1.76497222	-55.82661111	Ausente
Cupuaçu	-1.76497222	-55.82661111	Ausente
Cupuaçu	-1.76533333	-55.82700000	Ausente
Cupuaçu	-1.76619444	-55.82780556	Ausente
Cupuaçu	-1.76633333	-55.82819444	Ausente

Fonte: ADEPARÁ

## APÊNDICE C – Inspeções - Mesorregião do Sudoeste do Pará: Microrregião de Altamira

Tabela 20 – Coordenadas das Inspeções - Município de Anapu.

<b>Coordenadas das Inspeções - Município de Anapu.</b>			
Cultura	Latitude	Longitude	Resultado
Cacau	-3.32402778	-51.45713889	Ausente
Cacau	-3.37891667	-51.55019444	Ausente
Cacau	-3.38288889	-51.55386111	Ausente
Cacau	-3.38547222	-51.57377778	Ausente
Cacau	-3.38547222	-51.57377778	Ausente
Cacau	-3.42000000	-51.56758333	Ausente
Cacau	-3.47447222	-51.57263889	Ausente
Cacau	-3.48444444	-51.57025000	Ausente
Cacau	-3.48527778	-51.56286111	Ausente
Cacau	-3.53055556	-51.28377778	Ausente
Cacau	-3.53227778	-51.29313889	Ausente
cacau	-3.64508333	-51.31466667	Ausente
Cacau	-3.66094444	-51.26919444	Ausente
Cacau	-3.69913889	-51.26111111	Ausente
Cacau	-3.72091667	-51.26947222	Ausente
Cacau	-3.73450000	-51.31877778	Ausente
Cacau	-3.73852778	-51.30827778	Ausente

Fonte: ADEPARÁ



Tabela 21 – Coordenadas das Inspeções - Município de Medicilândia.

<b>Coordenadas das Inspeções - Município de Medicilândia.</b>			
Cultura	Latitude	Longitude	Resultado
Cacau	-3.38483333	-52.86280556	Ausente
Cacau	-3.39294444	-52.81222222	Ausente
Cacau	-3.42472222	-52.71222222	Ausente
Cacau	-3.43094444	-52.70972222	Ausente
Cacau	-3.43622222	-52.79925000	Ausente
Cacau	-3.43877778	-52.87750000	Ausente
Cacau	-3.44027778	-52.78333333	Ausente
Cacau	-3.46944444	-52.70472222	Ausente
Cacau	-3.47316667	-52.84258333	Ausente
Cacau	-3.52266667	-53.05188889	Ausente
Cacau	-3.52813889	-53.25411111	Ausente
Cacau	-3.55500000	-52.90083333	Ausente
Cacau	-3.55861111	-52.90583333	Ausente
Cacau	-3.56250000	-52.90972222	Ausente
Cacau	-3.57250000	-52.94500000	Ausente
Cacau	-3.89666667	-52.89500000	Ausente

Fonte: ADEPARÁ

Tabela 22 – Coordenadas das Inspeções - Município de Uruará - parte a.

<b>Coordenadas das Inspeções - Município de Uruará - parte a</b>			
Cultura	Latitude	Longitude	Resultado
Cupuacu	-3.51325000	-53.42744444	Ausente
Cupuacu	-3.59627778	-53.42736111	Ausente
Cupuacu	-3.59627778	-53.42736111	Ausente
Cupuacu	-3.59658333	-53.42744444	Ausente
Cupuacu	-3.59708333	-53.42619444	Ausente
Cupuacu	-3.59708333	-53.42619444	Ausente
Cupuacu	-3.61155556	-53.46558333	Ausente
Cupuacu	-3.61155556	-53.46558333	Ausente
Cupuacu	-3.61155556	-53.46558333	Ausente
Cupuacu	-3.61205556	-53.46644444	Ausente
Cupuacu	-3.61205556	-53.46644444	Ausente
Cupuacu	-3.61205556	-53.46644444	Ausente
Cupuacu	-3.61205556	-53.46644444	Ausente
Cupuacu	-3.61947222	-53.48444444	Ausente
Cupuacu	-3.61947222	-53.48444444	Ausente
Cupuacu	-3.61947222	-53.48444444	Ausente
Cupuacu	-3.61991667	-53.48430556	Ausente
Cupuacu	-3.61991667	-53.48430556	Ausente
Cupuacu	-3.61991667	-53.48430556	Ausente
Cupuacu	-3.62005556	-53.48452778	Ausente
Cupuacu	-3.62005556	-53.48452778	Ausente
Cupuacu	-3.62005556	-53.48452778	Ausente
Cacau	-3.63013889	-53.49075000	Ausente
Cupuacu	-3.63172222	-53.41963889	Ausente
Cupuacu	-3.63180556	-53.42022222	Ausente
Cupuacu	-3.63180556	-53.42022222	Ausente
Cupuacu	-3.63180556	-53.42022222	Ausente
Cupuacu	-3.63191667	-53.42027778	Ausente
Cupuacu	-3.63191667	-53.42027778	Ausente

Fonte: ADEPARÁ

Tabela 23 – Coordenadas das Inspeções - Município de Uruará - parte b.

<b>Coordenadas das Inspeções - Município de Uruará - parte b.</b>			
Cultura	Latitude	Longitude	Resultado
Cupuacu	-3.63191667	-53.42027778	Ausente
Cupuacu	-3.63255556	-53.41963889	Ausente
Cupuacu	-3.63255556	-53.41963889	Ausente
Cupuacu	-3.64197222	-53.50036111	Ausente
Cupuacu	-3.64197222	-53.50036111	Ausente
Cupuacu	-3.64197222	-53.50036111	Ausente
Cupuacu	-3.64208333	-53.50027778	Ausente
Cupuacu	-3.64208333	-53.50027778	Ausente
Cupuacu	-3.64208333	-53.50027778	Ausente
Cupuacu	-3.64336111	-53.49994444	Ausente
Cupuacu	-3.64336111	-53.49994444	Ausente
Cupuacu	-3.64336111	-53.49994444	Ausente
Cupuacu	-3.64463889	-53.47755556	Ausente
Cupuacu	-3.64463889	-53.47755556	Ausente
Cupuacu	-3.64463889	-53.47755556	Ausente
Cupuacu	-3.64472222	-53.47752778	Ausente
Cupuacu	-3.64472222	-53.47752778	Ausente
Cupuacu	-3.64472222	-53.47752778	Ausente
Cupuacu	-3.64480556	-53.47747222	Ausente
Cupuacu	-3.64480556	-53.47747222	Ausente
Cupuacu	-3.64480556	-53.47747222	Ausente
Cupuacu	-3.66408333	-53.37252778	Ausente
Cupuacu	-3.66408333	-53.37252778	Ausente
Cupuacu	-3.66408333	-53.37252778	Ausente
Cupuacu	-3.66413889	-53.37222222	Ausente
Cupuacu	-3.66413889	-53.37222222	Ausente
Cupuacu	-3.66413889	-53.37222222	Ausente
Cupuacu	-3.66486111	-53.37861111	Ausente
Cupuacu	-3.66486111	-53.37861111	Ausente
Cupuacu	-3.66497222	-53.37538889	Ausente
Cupuacu	-3.66497222	-53.37538889	Ausente

Fonte: ADEPARÁ

Tabela 24 – Coordenadas das Inspeções - Município de Uruará - parte c.

<b>Coordenadas das Inspeções - Município de Uruará - parte c.</b>			
Cultura	Latitude	Longitude	Resultado
Cupuacu	-3.66516667	-53.37605556	Ausente
Cupuacu	-3.66516667	-53.37605556	Ausente
Cupuacu	-3.66516667	-53.37605556	Ausente
Cupuacu	-3.66525000	-53.37538889	Ausente
Cacau	-3.69944444	-53.62566667	Ausente
Cupuacu	-3.70908333	-53.34613889	Ausente
Cupuacu	-3.70908333	-53.34613889	Ausente
Cupuacu	-3.70908333	-53.34613889	Ausente
Cupuacu	-3.70916667	-53.34488889	Ausente
Cupuacu	-3.70916667	-53.34488889	Ausente
Cupuacu	-3.70916667	-53.34488889	Ausente
Cupuacu	-3.71025000	-53.34591667	Ausente
Cupuacu	-3.71025000	-53.34591667	Ausente
Cupuacu	-3.71025000	-53.34591667	Ausente
Cupuacu	-3.71044444	-53.34502778	Ausente
Cupuacu	-3.71044444	-53.34502778	Ausente
Cupuacu	-3.71044444	-53.34502778	Ausente
Cupuacu	-3.71586111	-53.85905556	Ausente
Cupuacu	-3.71586111	-53.85905556	Ausente
Cupuacu	-3.71586111	-53.85905556	Ausente
Cupuacu	-3.71588889	-53.85902778	Ausente
Cupuacu	-3.71588889	-53.85941667	Ausente
Cupuacu	-3.71588889	-53.85902778	Ausente
Cupuacu	-3.71588889	-53.85941667	Ausente
Cupuacu	-3.71588889	-53.85902778	Ausente
Cupuacu	-3.71588889	-53.85941667	Ausente
Cupuacu	-3.76213889	-53.86052778	Ausente
Cupuacu	-3.76213889	-53.85983333	Ausente
Cupuacu	-3.76213889	-53.86052778	Ausente
Cupuacu	-3.76244444	-53.86127778	Ausente
Cupuacu	-3.76244444	-53.86127778	Ausente
Cupuacu	-3.76244444	-53.86127778	Ausente
Cupuacu	-3.76263889	-53.85983333	Ausente
Cupuacu	-3.76263889	-53.85983333	Ausente
Cupuacu	-3.76263889	-53.85983333	Ausente
Cupuacu	-3.76905556	-53.88650000	Ausente
Cupuacu	-3.76905556	-53.88650000	Ausente
Cupuacu	-3.76947222	-53.88738889	Ausente
Cupuacu	-3.76947222	-53.88738889	Ausente
Cupuacu	-3.76969444	-53.88797222	Ausente

Fonte: ADEPARÁ

Tabela 25 – Coordenadas das Inspeções - Município de Uruará - parte d.

<b>Coordenadas das Inspeções - Município de Uruará - parte d.</b>			
Cultura	Latitude	Longitude	Resultado
Cupuacu	-3.76969444	-53.88797222	Ausente
Cacau	-3.77469444	-53.88936111	Ausente
Cupuacu	-3.79388889	-53.72836111	Ausente
Cupuacu	-3.79388889	-53.72836111	Ausente
Cupuacu	-3.79388889	-53.72836111	Ausente
Cupuacu	-3.79388889	-53.72836111	Ausente
Cupuacu	-3.79447222	-53.73000000	Ausente
Cupuacu	-3.79447222	-53.73000000	Ausente
Cupuacu	-3.79447222	-53.73000000	Ausente
Cupuacu	-3.79455556	-53.73022222	Ausente
Cupuacu	-3.79455556	-53.73022222	Ausente
Cupuacu	-3.80441667	-53.72480556	Ausente
Cupuacu	-3.80441667	-53.72480556	Ausente
Cupuacu	-3.80441667	-53.72480556	Ausente
Cupuacu	-3.80483333	-53.72455556	Ausente
Cupuacu	-3.80483333	-53.72455556	Ausente
Cupuacu	-3.80483333	-53.72455556	Ausente
Cupuacu	-3.81188889	-53.95886111	Ausente
Cupuacu	-3.81188889	-53.95913889	Ausente
Cupuacu	-3.81188889	-53.95886111	Ausente
Cupuacu	-3.81238889	-53.95738889	Ausente
Cupuacu	-3.81238889	-53.95738889	Ausente
Cupuacu	-3.81238889	-53.95738889	Ausente
Cupuacu	-3.81244444	-53.95719444	Ausente

Fonte: ADEPARÁ

Tabela 26 – Coordenadas das Inspeções - Município de Uruará - parte e.

<b>Coordenadas das Inspeções - Município de Uruará - parte e.</b>			
Cultura	Latitude	Longitude	Resultado
Cupuacu	-3.81244444	-53.95719444	Ausente
Cupuacu	-3.81244444	-53.95719444	Ausente
Cacau	-3.81405556	-53.95697222	Ausente
Cacau	-3.81405556	-53.95697222	Ausente
Cupuacu	-3.81405556	-53.95697222	Ausente
Cacau	-3.81416667	-53.95700000	Ausente
Cacau	-3.81416667	-53.95700000	Ausente
Cupuacu	-3.81416667	-53.95700000	Ausente
Cacau	-3.81438889	-53.95647222	Ausente
Cacau	-3.81438889	-53.95647222	Ausente
Cupuacu	-3.81438889	-53.95647222	Ausente
Cupuacu	-3.81461111	-53.95605556	Ausente
Cupuacu	-3.81461111	-53.95605556	Ausente
Cupuacu	-3.81461111	-53.95605556	Ausente
Cacau	-3.81466667	-53.95602778	Ausente
Cacau	-3.81466667	-53.95602778	Ausente
Cupuacu	-3.81466667	-53.95602778	Ausente
Cupuacu	-3.81847222	-53.85966667	Ausente
Cupuacu	-3.81847222	-53.85966667	Ausente
Cupuacu	-3.81847222	-53.85966667	Ausente
Cupuacu	-3.81866667	-53.85900000	Ausente
Cupuacu	-3.81866667	-53.85900000	Ausente
Cupuacu	-3.81866667	-53.85900000	Ausente
Cupuacu	-3.81894444	-53.85941667	Ausente
Cupuacu	-3.81894444	-53.85941667	Ausente
Cupuacu	-3.81894444	-53.85941667	Ausente
Cacau	-3.86591667	-53.98769444	Ausente

Fonte: ADEPARÁ

Tabela 27 – Coordenadas das Inspeções - Município de Uruará - parte f.

<b>Coordenadas das Inspeções - Município de Uruará - parte f.</b>			
Cultura	Latitude	Longitude	Resultado
Cupuacu	-3.86988889	-53.89611111	Ausente
Cupuacu	-3.86988889	-53.89611111	Ausente
Cupuacu	-3.86988889	-53.89611111	Ausente
Cupuacu	-3.86991667	-53.89602778	Ausente
Cupuacu	-3.86991667	-53.89602778	Ausente
Cupuacu	-3.86991667	-53.89602778	Ausente
Cupuacu	-3.87433333	-53.89411111	Ausente
Cupuacu	-3.87433333	-53.89411111	Ausente
Cupuacu	-3.87433333	-53.89411111	Ausente
Cupuacu	-3.87472222	-53.89558333	Ausente
Cupuacu	-3.87472222	-53.89558333	Ausente
Cupuacu	-3.87472222	-53.89558333	Ausente
Cupuacu	-3.87475000	-53.89491667	Ausente
Cupuacu	-3.87475000	-53.89491667	Ausente
Cupuacu	-3.87475000	-53.89491667	Ausente
Cupuacu	-3.88638889	-53.89502778	Ausente
Cupuacu	-3.88638889	-53.89502778	Ausente
Cupuacu	-3.88638889	-53.89502778	Ausente
Cupuacu	-3.88658333	-53.89566667	Ausente
Cupuacu	-3.88658333	-53.89566667	Ausente
Cupuacu	-3.88658333	-53.89566667	Ausente
Cupuacu	-3.88669444	-53.89388889	Ausente
Cupuacu	-3.88669444	-53.89388889	Ausente
Cupuacu	-3.88669444	-53.89388889	Ausente
Cupuacu	-3.88672222	-53.89583333	Ausente
Cupuacu	-3.88672222	-53.89583333	Ausente
Cupuacu	-3.88672222	-53.89583333	Ausente

Fonte: ADEPARÁ

## APÊNDICE D – Inspeções - Mesorregião do Sudoeste do Pará: Microrregião de Itaituba

Tabela 28 – Coordenadas das Inspeções - Município de Aveiro - parte a

<b>Coordenadas das Inspeções - Município de Aveiro - parte a.</b>			
Cultura	Latitude	Longitude	Resultado
Cupuaçu	-3.27677778	-55.18797222	Ausente
Cupuaçu	-3.27766667	-55.18522222	Ausente
Cacau	-3.35672222	-55.21197222	Ausente
Cupuaçu	-3.35672222	-55.21197222	Presente
Cupuaçu Nativo	-3.37177778	-55.20238889	Ausente
Cupuaçu	-3.76527778	-55.40025000	Ausente
Cacau	-3.83813889	-55.46044444	Ausente
Cupuaçu	-3.83813889	-55.46044444	Ausente
Cacau	-3.84933333	-55.46008333	Ausente
Cupuaçu	-3.84933333	-55.46008333	Ausente
Cacau	-3.85819444	-55.45008333	Ausente
Cupuaçu	-3.85819444	-55.45008333	Ausente
Cacau	-3.90291667	-55.57563889	Ausente
Cacau	-3.90647222	-55.57616667	Ausente
Cupuaçu	-3.90647222	-55.57616667	Ausente
Cupuacu	-1.71836111	-48.83477778	Ausente
Cupuacu	-1.72363889	-48.84827778	Ausente
Cupuacu	-1.72461111	-48.84027778	Ausente
Cupuacu	-1.72466667	-48.84027778	Ausente
Cupuacu	-1.72472222	-48.84044444	Ausente
Cupuacu	-1.74738889	-48.83222222	Ausente
Cupuacu	-1.74850000	-48.83686111	Ausente
Cupuacu	-1.74855556	-48.84022222	Ausente
Cupuacu	-1.74936111	-48.82797222	Ausente
Cupuacu	-1.74936111	-48.83572222	Ausente
Cupuacu	-1.74958333	-48.82802778	Ausente
Cupuacu	-1.74969444	-48.82736111	Ausente
Cupuacu	-1.75102778	-48.82522222	Ausente

Fonte: ADEPARÁ



Tabela 29 – Coordenadas das Inspeções - Município de Aveiro - parte b.

<b>Coordenadas das Inspeções - Município de Aveiro - parte b.</b>			
Cultura	Latitude	Longitude	Resultado
Cupuacu	-1.75152778	-48.82622222	Ausente
Cupuacu	-3.59794444	-55.32277778	Ausente
Cupuacu	-3.59905556	-55.31480556	Ausente
Cupuacu	-3.59938889	-55.31422222	Ausente
Cupuacu	-3.60241667	-55.32558333	Ausente
Cupuacu	-3.60408333	-55.31838889	Ausente
Cupuacu	-3.60461111	-55.33086111	Ausente
Cupuacu	-3.60972222	-55.30850000	Presente
Cupuacu	-3.61186111	-55.30136111	Ausente
Cupuacu	-3.61252778	-55.30230556	Ausente
Cupuacu	-3.64058333	-55.37536111	Ausente
Cupuacu	-3.64111111	-55.37586111	Ausente
Cupuacu	-3.64169444	-55.37813889	Ausente
Cupuacu	-3.84786111	-55.45030556	Ausente
Cupuacu	-3.85241667	-55.45283333	Ausente
Cupuacu	-4.26194444	-55.56794444	Ausente

Fonte: ADEPARÁ

Tabela 30 – Coordenadas das Inspeções - Município de Itaituba

<b>Coordenadas das Inspeções - Município de Itaituba.</b>			
Cultura	Latitude	Longitude	Resultado
Cupuaçu	-4.521666667	-55.76466667	Presente
Cupuaçu	-4.497055556	-55.76827778	Presente
Cupuaçu	-4.507833333	-55.76552778	Ausente
Cupualu	-3.302027778	-54.85594444	Ausente

Fonte: ADEPARÁ

Tabela 31 – Coordenadas das Inspeções - Município de Rurópolis

<b>Coordenadas das Inspeções - Município de Rurópolis.</b>			
Cultura	Latitude	Longitude	Resultado
Cupuacu	-4.11725000	-54.91741667	Ausente
Cupuacu	-4.12766667	-54.92016667	Ausente
Cupuacu	-4.13880556	-54.93700000	Ausente
Cupuacu	-4.13880556	-54.93700000	Ausente
Cupuacu	-4.14319444	-54.92855556	Ausente
Cupuacu	-4.14497222	-54.93202778	Ausente
Cupuacu	-4.15600000	-54.92750000	Ausente
Cupuacu	-4.21638889	-55.57422222	Ausente
Cupuacu	-4.21947222	-55.58105556	Ausente
Cacau	-4.26177778	-55.56775000	Ausente
Cupuacu	-4.27677778	-55.69950000	Ausente
Cupuacu	-4.27761111	-55.69913889	Ausente
Cupuaçu	-3.79608333	-54.82569444	Ausente
Cupuaçu	-3.79858333	-54.78794444	Ausente
Cupuaçu	-3.79941667	-54.78375000	Ausente
Cupuaçu	-3.80063889	-54.80313889	Ausente
Cupuaçu	-3.85111111	-54.83133333	Ausente
Cupuaçu	-3.88786111	-54.79680556	Ausente
Cupuaçu	-3.91033333	-54.86811111	Ausente
Cupuaçu	-3.91866667	-54.78877778	Ausente
Cupuaçu	-3.93383333	-54.73522222	Ausente
Cupuaçu	-3.94152778	-54.73055556	Ausente
Cupuaçu	-3.96680556	-54.77388889	Presente
Cupuaçu	-3.96680556	-54.77388889	Presente
Cupuaçu	-3.99972222	-54.72172222	Ausente
Cupuaçu	-4.07902778	-55.01436111	Ausente
Cupuaçu	-4.07902778	-55.01436111	Ausente
Cupuaçu	-4.08200000	-54.98463889	Ausente
Cupuaçu	-4.08200000	-54.98463889	Ausente
Cupuaçu	-4.23494444	-54.82427778	Ausente

Fonte: ADEPARÁ

Tabela 32 – Coordenadas das Inspeções - Município de Trairão - parte a.

<b>Coordenadas das Inspeções - Município de Trairão - parte a</b>			
Cultura	Latitude	Longitude	Resultado
Cacau	-4.27683333	-55.99127778	Ausente
Cupuacu	-4.27683333	-55.99127778	Presente
Cupuacu	-4.60722222	-55.94283333	Ausente
Cupuacu	-4.60727778	-55.94280556	Ausente
Cupuacu	-4.66930556	-56.03597222	Ausente
Cupuacu	-4.67752778	-56.05697222	Ausente
Cacau	-4.67913889	-56.07077778	Ausente
Cupuacu	-4.67913889	-56.07077778	Ausente
Cupuacu	-4.71508333	-55.91086111	Ausente
Cacau	-4.71522222	-55.98752778	Ausente
Cupuacu	-4.71522222	-55.98752778	Ausente
Cupuacu	-4.71647222	-55.98961111	Ausente
Cupuacu	-4.71986111	-55.92808333	Ausente
Cupuacu	-4.72086111	-55.93413889	Ausente
Cupuacu	-4.72136111	-55.93533333	Ausente
Cupuacu	-4.72308333	-56.03022222	Ausente
Cupuacu	-4.73025000	-55.94566667	Ausente
Cupuacu	-4.73216667	-55.96969444	Ausente
Cupuacu	-4.73422222	-55.96719444	Ausente
Cupuacu	-4.73450000	-55.96691667	Ausente
Cupuacu	-4.73469444	-55.96597222	Ausente
Cupuacu	-4.73794444	-56.05213889	Ausente
Cupuacu	-4.74338889	-56.05833333	Ausente
Cacau	-4.77013889	-56.10522222	Ausente
Cupuacu	-4.77013889	-56.10522222	Ausente
Cupuacu	-4.77655556	-56.05233333	Ausente

Fonte: ADEPARÁ

Tabela 33 – Coordenadas das Inspeções - Município de Trairão - parte b.

<b>Coordenadas das Inspeções - Município de Trairão - parte b</b>			
Cultura	Latitude	Longitude	Resultado
Cacau	-4.77947222	-56.00597222	Ausente
Cupuacu	-4.77947222	-56.00597222	Ausente
Cupuacu	-4.78141667	-56.05177778	Ausente
Cupuacu	-4.78466667	-56.04994444	Ausente
Cupuacu	-4.78780556	-56.05008333	Ausente
Cupuacu	-4.78791667	-56.05000000	Ausente
Cupuacu	-4.79438889	-56.11933333	Ausente
Cacau	-4.79580556	-56.04161111	Ausente
Cupuacu	-4.79580556	-56.04161111	Ausente
Cacau	-4.80286111	-56.00027778	Ausente
Cupuacu	-4.80286111	-56.00027778	Ausente
Cupuacu	-4.81100000	-56.04436111	Ausente
Cacau	-4.83527778	-56.13730556	Ausente
Cupuacu	-4.91783333	-56.19169444	Ausente
Cupuacu	-4.93933333	-56.20175000	Ausente
Cupuacu	-5.06047222	-56.12347222	Ausente
Cupuacu	-5.06180556	-56.12472222	Ausente
Cacau	-5.06238889	-56.12722222	Ausente
Cupuacu	-5.06238889	-56.12722222	Ausente
Cupuacu		-56.13730556	Ausente

Fonte: ADEPARÁ

## APÊNDICE E – Inspeções - Mesorregião Metropolitana de Belém

Tabela 34 – Coordenadas das Inspeções - Município de Santa Bárbara do Pará.

<b>Coordenadas das Inspeções - Município de Santa Bárbara do Pará</b>			
Cultura	Latitude	Longitude	Resultado
Cupuacu	-1.15469444	-48.24027778	Ausente
Cupuacu	-1.15469444	-48.24027778	Ausente
Cupuacu	-1.15477778	-48.24047222	Ausente
Cupuacu	-1.15477778	-48.24047222	Ausente
Cupuacu	-1.15897222	-48.23911111	Ausente
Cupuacu	-1.15897222	-48.23911111	Ausente
Cupuacu	-1.16580556	-48.23486111	Ausente
Cupuacu	-1.16580556	-48.23486111	Ausente
Cupuaçu	-1.15433333	-48.24130556	Ausente
Cupuaçu	-1.15905556	-48.23955556	Ausente
Cupuaçu	-1.16636111	-48.23536111	Ausente
Cupuaçu	-1.16686111	-48.23588889	Ausente
Cupuaçu	-1.17808333	-48.28833333	Ausente
Cacau	-1.18450000	-48.28702778	Ausente
Cupuaçu	-1.18450000	-48.28702778	Ausente
Cupuaçu	-1.20644444	-48.26877778	Ausente
Cupuaçu	-1.21144444	-48.26719444	Ausente
Cupuaçu	-1.21494444	-48.26588889	Ausente
Cupuaçu / Cacau	-1.21575000	-48.26386111	Ausente
Cupuaçu	-1.25311111	-48.26463889	Ausente
Cupuaçu	-1.25575000	-48.28352778	Ausente
Cupuaçu	-1.25583333	-48.28175000	Ausente
Cupuaçu	-1.23788889	-48.17613889	Ausente
Cupuaçu / Cacau	-1.24244444	-48.18108333	Ausente
Cupuaçu	-1.34502778	-48.13147222	Ausente
Cupuaçu	-1.35277778	-48.12883333	Ausente
Cupuaçu	-1.45930556	-48.09797222	Ausente

Fonte: ADEPARÁ

## APÊNDICE F – Inspeções - Mesorregião Nordeste Paraense: Microrregião de Cametá

Tabela 35 – Coordenadas das Inspeções - Município de Abaetetuba - parte a.

<b>Coordenadas das Inspeções - Município de Abaetetuba - parte a.</b>			
Cultura	Latitude	Longitude	Resultado
Cupuaçu	-1.27113889	-48.83858333	Ausente
Cupuaçu	-1.71241667	-48.81905556	Ausente
Cupuaçu	-1.71241667	-48.81905556	Ausente
Cupuaçu	-1.71275000	-48.82297222	Ausente
Cupuaçu	-1.71275000	-48.82297222	Ausente
Cupuaçu	-1.71397222	-48.82561111	Ausente
Cupuaçu	-1.71397222	-48.82561111	Ausente
Cupuaçu	-1.71488889	-48.81794444	Ausente
Cupuaçu	-1.71488889	-48.81794444	Ausente
Cupuaçu	-1.71602778	-48.83572222	Ausente
Cupuaçu	-1.71836111	-48.83477778	Ausente
Cupuaçu	-1.72075000	-48.83755556	Ausente
Cupuaçu	-1.72075000	-48.83755556	Ausente
Cupuaçu	-1.72113889	-48.83858333	Ausente
Cupuaçu	-1.72119444	-48.81900000	Ausente
Cupuaçu	-1.72119444	-48.81900000	Ausente
Cupuaçu	-1.72155556	-48.83744444	Ausente
Cupuaçu	-1.72155556	-48.83744444	Ausente
Cupuaçu	-1.72363889	-48.84827778	Ausente
Cupuaçu	-1.72463889	-48.84027778	Ausente
Cupuaçu	-1.72463889	-48.83980556	Ausente
Cupuaçu	-1.72475000	-48.84044444	Ausente

Fonte: ADEPARÁ

Tabela 36 – Coordenadas das Inspeções - Município de Abaetetuba - parte b.

<b>Coordenadas das Inspeções - Município de Abaetetuba - parte b.</b>			
Cultura	Latitude	Longitude	Resultado
Cupuacu	-1.74738889	-48.83222222	Ausente
Cupuacu	-1.74850000	-48.83686111	Ausente
Cupuacu	-1.74855556	-48.84022222	Ausente
Cupuacu	-1.74936111	-48.82797222	Ausente
Cupuacu	-1.74958333	-48.82802778	Ausente
Cupuacu	-1.74969444	-48.82736111	Ausente
Cupuacu	-1.75102778	-48.82522222	Ausente
Cupuacu	-1.75152778	-48.82622222	Ausente
Cupuacu	-1.76772222	-48.86294444	Ausente
Cupuacu	-1.77458333	-48.85375000	Ausente
Cupuacu	-1.77458333	-48.85441667	Ausente
Cupuacu	-1.77522222	-48.85425000	Ausente
Cupuacu	-1.77683333	-48.85311111	Ausente
Cupuacu	-1.77697222	-48.83680556	Ausente
Cupuacu	-1.77711111	-48.84811111	Ausente
Cupuacu	-1.77761111	-48.84688889	Ausente
Cupuacu	-1.77761111	-48.85388889	Ausente
Cupuacu	-1.77766667	-48.84752778	Ausente
Cupuacu	-1.77777778	-48.85400000	Ausente
Cupuacu	-1.77830556	-48.84625000	Ausente
Cupuacu	-1.77852778	-48.85216667	Ausente
Cupuacu	-1.77902778	-48.84680556	Ausente
Cupuacu	-1.77950000	-48.86611111	Ausente
Cupuacu	-1.78008333	-48.85291667	Ausente
Cupuacu	-1.78055556	-48.83461111	Ausente
Cupuacu	-1.78083333	-48.85238889	Ausente
Cupuacu	-1.78244444	-48.84641667	Ausente
Cupuacu	-1.78288889	-48.84741667	Ausente
Cupuacu	-1.78330556	-48.84638889	Ausente

Fonte: ADEPARÁ

Tabela 37 – Coordenadas das Inspeções - Município Cametá.

<b>Coordenadas das Inspeções - Município de Cametá.</b>			
Cultura	Latitude	Longitude	Resultado
Cacau	-2.03491667	-49.32522222	Ausente
Cacau	-2.17858333	-49.36050000	Ausente
Cacau	-2.19391667	-49.37377778	Ausente
Cacau	-2.21925000	-49.50325000	Ausente
Cacau	-2.21961111	-49.50613889	Ausente
Cacau	-2.25616667	-49.61144444	Ausente
Cacau	-2.25947222	-49.59800000	Ausente
Cacau	-2.29530556	-49.66355556	Ausente
Cacau	-2.29530556	-49.66355556	Ausente
Cacau	-2.30088889	-49.65313889	Ausente
Cacau	-2.30088889	-49.65313889	Ausente
Cupuaçu	-2.31411111	-49.70941667	Ausente
Cacau	-2.32758333	-49.66186111	Ausente
Cacau	-2.49608333	-49.51208333	Ausente
Cacau	-2.50050000	-49.51161111	Ausente
Cacau	-2.50277778	-49.51227778	Ausente
Cacau	-2.50705556	-49.51172222	Ausente
Cacau / Cupuaçu	-2.27144444	-49.68441667	Ausente
Cupuaçu	-2.27980556	-49.69516667	Ausente

Fonte: ADEPARÁ

Tabela 38 – Coordenadas das Inspeções - Igarapé-Miri.

<b>Coordenadas das Inspeções - Município de Igarapé-Miri.</b>			
Cultura	Latitude	Longitude	Resultado
Cupuaçú	-1.91563889	-48.89988889	Ausente
Cupuaçú	-1.91591667	-48.90005556	Ausente
Cupuaçú	-1.91777778	-48.90222222	Ausente
Cupuaçú	-1.91833333	-48.90194444	Ausente
Cupuaçú	-1.91833333	-48.90166667	Ausente
Cupuaçú	-1.91833333	-48.90138889	Ausente
Cupuaçú	-1.96530556	-48.94191667	Ausente
Cupuaçú	-1.97225000	-48.95044444	Ausente
Cupuaçú	-1.97230556	-48.95094444	Ausente

Fonte: ADEPARÁ



Tabela 39 – Coordenadas das Inspeções - Limoeiro do Ajuru.

<b>Coordenadas das Inspeções - Limoeiro do Ajuru.</b>			
Cultura	Latitude	Longitude	Resultado
Cacau	-1.87880556	-49.41688889	Ausente
Cacau	-1.88738889	-49.39525000	Ausente
Cacau	-1.90430556	-49.37991667	Ausente
Cacau	-1.96202778	-49.32841667	Ausente
Cacau	-1.96680556	-49.33436111	Ausente
Cacau	-1.96925000	-49.33216667	Ausente
Cacau	-1.97175000	-49.33005556	Ausente
Cacau	-1.97433333	-49.33005556	Ausente
Cacau	-1.97705556	-49.33216667	Ausente
Cacau	-1.98966667	-49.34536111	Ausente

Fonte: ADEPARÁ

Tabela 40 – Coordenadas das Inspeções - Oeiras do Pará.

<b>Coordenadas das Inspeções - Oeiras do Pará.</b>			
Cultura	Latitude	Longitude	Resultado
Cacau	-2.44486111	-49.76275000	Ausente
Cacau	-2.47438889	-49.75566667	Ausente
Cacau	-2.49433333	-49.77855556	Ausente
Cacau	-2.49638889	-49.77869444	Ausente
Cupuaçú	-2.51455556	-49.78563889	Ausente
Cacau	-2.51469444	-49.78577778	Ausente

Fonte: ADEPARÁ

## APÊNDICE G – Inspeções - Mesorregião Nordeste Paraense: Microrregião do Salgado

Tabela 41 – Coordenadas das Inspeções - São Caetano de Odivelas.

<b>Coordenadas das Inspeções - São Caetano de Odivelas.</b>			
Cultura	Latitude	Longitude	Resultado
Cupuaçu	-0.71602778	-48.06616667	Ausente
Cupuaçu	-0.71608333	-48.06561111	Ausente
Cupuaçu	-0.71763889	-48.06105556	Ausente
Cupuaçu	-0.71830556	-48.05211111	Ausente
Cacau	-0.72069444	-48.05436111	Ausente
Cupuaçu	-0.72069444	-48.05436111	Ausente
Cupuaçu	-0.72108333	-48.05380556	Ausente
Cupuaçu	-0.80013889	-48.05202778	Ausente
Cupuaçu	-0.99455556	-48.06236111	Ausente

Fonte: ADEPARÁ

APÊNDICE H – Inspeções - Mesorregião Nordeste Paraense:  
Microrregião de Tomé-Açu.

Tabela 42 – Coordenadas das Inspeções - Concórdia do Pará.

<b>Coordenadas das Inspeções - Concórdia do Pará.</b>			
Cultura	Latitude	Longitude	Resultado
Cacau	-1.87108333	-47.90750000	Ausente
Cupuaçu	-1.87483333	-47.91750000	Ausente
Cacau	-1.99133333	-48.04638889	Ausente
Cacau	-1.99525000	-48.04638889	Ausente
Cupuaçu	-2.06694444	-47.98138889	Ausente
Cacau	-2.06719444	-47.98277778	Ausente

Fonte: ADEPARÁ

## APÊNDICE I – Inspeções - Mesorregião Sudeste Paraense: Microrregião de Tucuruí.

Tabela 43 – Coordenadas das Inspeções - Breu Branco.

<b>Coordenadas das Inspeções - Breu Branco.</b>			
Cultura	Latitude	Longitude	Resultado
Cacau	-3.76716667	-49.45363889	Ausente
Cacau	-3.76769444	-49.43733333	Ausente
Cacau	-4.02833333	-49.51044444	Ausente

Fonte: ADEPARÁ

Tabela 44 – Coordenadas das Inspeções - Tucuruí.

<b>Coordenadas das Inspeções - Tucuruí.</b>			
Cultura	Latitude	Longitude	Resultado
Cacau / Cupuaçu	-3.72413889	-49.85883333	Ausente
Cacau	-3.73180556	-49.86933333	Ausente
Cupuaçu	-3.95683333	-49.85661111	Ausente

Fonte: ADEPARÁ