



**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS
CURSO DE MESTRADO**



**MÉTODOS DE PRIORIZAÇÃO DE ÁREAS PARA A
VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA DE SUÍDEOS
ASSELVAJADOS EM ÁREA LIVRE DE PESTE SUINA
CLÁSSICA**

THAMY DE ALMEIDA MOREIRA

Campo Grande - MS

2018

THAMY DE ALMEIDA MOREIRA

**MÉTODOS DE PRIORIZAÇÃO DE ÁREAS PARA A
VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA DE SUÍDEOS
ASSELVAJADOS EM ÁREA LIVRE DE PESTE SUINA
CLÁSSICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias.

Orientador: Profa. Dra. Aiesca Oliveira Pellegrin

Campo Grande – MS

2018

DEDICATÓRIA

*A um grande homem que aos 8 anos de idade teve sua infância trocada pela
responsabilidade de se tornar o homem da família, nunca poupando esforços
para conseguir viver de maneira honesta e digna.*

*Ao homem que passou fome, ao homem que tirava do seu prato para alimentar
a irmã e a mãe.*

*Ao homem que passava dias e noites andando sob fortes geadas do Sul para
coletar bergamotas e vender na cidade.*

*Ao homem que usava um papelão dentro da sola do seu único par de sapatos,
furados, escondendo os pés machucados pela umidade.*

*Ao homem que tentou estudar escrevendo em papel de pão por não ter um
caderno. Infelizmente não conseguiu se formar na escola tradicional, mas
mesmo sendo considerado pela sociedade um semianalfabeto, se tornou um
homem PHD na disciplina da vida.*

*Ao homem que teve uma vida sofrida e com dificuldades inimagináveis, mas que
com seu suor, determinação e trabalho conseguiu vencer. Ao homem que me
transmitiu os ensinamentos que nenhuma cadeira escolar ensina. Valores de
respeito, honestidade, garra, lealdade. O valor de conquistar por mérito, por
esforço, por trabalho.*

*Ao homem que passou por tudo isso para que o meu caminho fosse menos árduo
que o dele. Ao homem da minha vida, ao homem do meu coração, ao homem
que eu amo infinitamente, tanto quanto a saudade que eu sinto dele. Ao homem
que eu ergo a cabeça e com muito orgulho digo, este homem é meu PAI! Danilo*

*Luis Moreira, meu gaúcho, meu tuio, meu nego, meu alicerce, minha
inspiração, minha admiração, meu exemplo, meu grande e infinito amor, meu
pai. Te amo.*

In memorian.

AGRADECIMENTOS

Ao amor da minha vida, Victória, minha companheira, parceira, amiga, confidente e esposa, por toda a paciência durante minhas crises, pelos abraços e afagos nos meus choros, por todo cuidado e amor dedicado a mim. Por fazer eu me sentir grande e capaz, por me oferecer seu melhor riso e ser a dona do meu, por ser para todo o sempre o único e grande amor da minha vida.

A minha mãe Marisa Helena por toda sua vida dedicada à nossa família, pelo incentivo e apoio em todos os momentos.

A minha irmã de Luciana De Almeida Moreira, que desde o meu primeiro choro a 31 anos atrás, estava ali para me confortar, me dar segurança, amor e confiança de que eu posso tudo o que quiser e que não importa o que aconteça, sempre teremos uma a outra, LUTHA!

Agradeço ao Maxwell Oliveira por ter sido mais que um amigo, um professor. Paciente, compreensivo, atencioso, puxador das minhas orelhas! Sem você eu não teria conseguido passar por isso sozinha.

A minha orientadora, Dra. Aiesca Oliveira Pellegrin, por ter me dado essa oportunidade, por ter acreditado em mim, por todos os ensinamentos pessoais e profissionais, por todos os momentos (e não foram poucos) que passamos juntas. Obrigada por dividir esses anos da sua vida comigo e hoje mais que orientadora, uma grande amiga. Te admiro muito e espero conseguir colocar em prática cada ensinamento teu, um ser humano, uma mulher, uma mãe e uma amiga maravilhosa!

Agradeço ao meu co-orientador Dr. Walfrido Moraes Tomas, pelo auxílio nesse trabalho, pela amizade e por todo esse tempo dividindo comigo inúmeras emoções e momentos que jamais esquecerei.

Ao meu amigo Namor por ter sido tão companheiro nessa trajetória.

Agradeço a Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul pelo financiamento do trabalho.

Agradeço a FAMASUL, ao IBAMA, IAGRO, MAPA-MS, EMBRAPA Pantanal e aos Clubes de Tiro do Estado.

Por fim, a todos meus amigos, familiares e aos meus 6 anjos caninos, Jasmim, Dara, Val, Preta, Biju e Tobias.

LISTA DE TABELAS

Capitulo 1 Prioritizing areas for epidemiological surveillance: a study case on the invading wild boar (<i>Sus scrofa</i>) population in Brazil	24
Tabela 1 - Environmental variables used to model the potential distribution of free-ranging wild boar (<i>Sus scrofa</i>) in Southern Mato Grosso do Sul state, Brazil.	24
Tabela 2 - Alternative models used to map the potential distribution of free-ranging wild boar (<i>Sus scrofa</i>) in the southern Mato Grosso do Sul state, Brazil	26
Capitulo 2 Metodologia participativa para levantamento preliminar de áreas de ocorrência do javali asselvajado	
Tabela 1 - Comparações entre os tamanhos de polígonos, demonstrando os valores calculados de probabilidade, chance, probabilidade relativa e razão de chance	45

LISTA DE FIGURAS

Capitulo 1 Prioritizing areas for epidemiological surveillance: a study case on the invading wild boar (<i>Sus scrofa</i>) population in Brazil	
Figura 1- Study area (in blue) in the southern Mato Grosso do Sul state, Brazil	22
Figura 2- Potential occurrence of free-ranging wild boar (<i>Sus scrofa</i>) populations in southern Mato Grosso do Sul state, Brazil, based on maximum entropy models using the distance from forest patches, distance from sugar cane + maize crops, distance from wetlands, and distance from eucalyptus plantations as environmental layers	27
Figura 3- Probability of occurrence of wild boar (<i>Sus scrofa</i>) in the southern Mato Grosso do Sul state, Brazil, as a function of distance from forest patches (black dashed line), distance from sugar cane + maize crops (red dashed line), distance from wetlands (green line), and distance from eucalyptus plantations (blue dashed line), estimated by a maximum entropy model	28
Figura 4 - Priority areas for sanitary surveillance in the free-ranging wild boar (<i>Sus scrofa</i>) populations from southern Mato Grosso do Sul state, Brazil, based on the distance from paved roads, the distance from international border, the distance from state sanitary surveillance offices, and the distance from dense rural settlements	29

Capítulo 2 Metodologia participativa para levantamento preliminar de áreas de ocorrência do javali asselvajado

Figura 1- Mapa de presença e ausência de javalis para o sul do estado de Mato Grosso do Sul. 43

Figura 2- Mapa de presença e ausência de javalis junto aos resultados das metodologias participativas. (A) polígonos obtidos através do mapeamento participativo aplicado aos manejadores. (B) Conjunto de pontos resultantes de questionários aplicados a produtores rurais. 44

RESUMO

MOREIRA, THAMY DE ALMEIDA. MÉTODOS DE PRIORIZAÇÃO DE ÁREAS PARA A VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA DE SUÍDEOS ASSELVAJADOS EM ÁREA LIVRE DE PESTE SUINA CLÁSSICA. 2018. 69p. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2018.

O javali é uma espécie invasora cujas populações em vida livre podem causar impactos diversos, tanto sobre a biodiversidade quanto na produção animal, como transmissor de doenças para a suinocultura e para outras espécies, quanto pela predação de animais. Tendo em vista que o Mato Grosso do Sul está entre os estados considerados livres da Peste Suína Clássica, torna-se necessário empreender esforços no sentido de acessar e mapear as populações de suínos asselvajados, visando estabelecer um monitoramento, vigilância epidemiológica e controle dessas populações. Esse trabalho teve por objetivo determinar áreas para manejo prioritário do javali asselvajado, por meio de mapas de ocorrência potencial da espécie com base em modelo de máxima entropia, utilizando diferentes camadas ambientais; e avaliar o uso de metodologias participativas para um levantamento preliminar da ocorrência de populações de javali no sul do estado de Mato Grosso do Sul. Pode-se observar por meio dos mapas gerados utilizando o modelo de máxima entropia, que existe uma maior probabilidade de ocorrência de javalis em condições específicas de habitat e a necessidade do estabelecimento de áreas prioritárias de vigilância especialmente nas áreas de fronteira. Na comparação das técnicas, observou-se que o mapeamento participativo realizado pelos caçadores esportivos feito através da representação gráfica, apresentou vantagem no levantamento preliminar de áreas de ocorrência de javali quando comparado com a técnica da aplicação dos questionários aos produtores rurais, mostrando que quanto menor o polígono desenhado pelos grupos de respondentes, mais precisa é a informação. Os resultados demonstraram que o modelo gerado poderá ser customizado para a aplicação em outras regiões, com a possibilidade de inserção de camadas adicionais, que representem as variáveis de uso e ocupação da terra no cenário local desejado, com o objetivo de se chegar a um modelo mais representativo possível em relação a ocorrência potencial do animal.

Palavra-chave: Espécie invasora, javalis, Maxent, vigilância epidemiológica.

ABSTRACT

MOREIRA, THAMY DE ALMEIDA. PRIORITIZING AREAS FOR EPIDEMIOLOGICAL SURVEILLANCE: A STUDY CASE ON THE INVADING WILD BOAR (*SUS SCROFA*) POPULATION IN BRAZIL. 2018. 69p. Dissertação de Mestrado –Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2018.

Wild boar is an invasive species whose free-living populations can cause diverse impacts, both on biodiversity and on animal production, as transmission of diseases for swine and other species, as well as for predation of animals. Considering that Mato Grosso do Sul is among the states considered free of Classical Swine Fever, granted by the OIE, it is necessary to make efforts to map, monitor and access populations of swine that have been assaulted, aiming to establish a monitoring, epidemiological surveillance and control of these populations.

This work aims to determine areas for the priority management of the wild boar, modelling potential occurrence of the species based on maximum entropy model, using different environmental layers; evaluating the use of participatory methodologies for a preliminary survey of the occurrence of wild boar populations in the southern state of Mato Grosso do Sul. Using the maximum entropy model that there is a greater probability of occurrence of wild boar under specific habitat conditions and need to establish priority areas for sanitary surveillance, especially in the border region. In the comparison of the techniques, we observed that participatory mapping done by the hunters done through the graphical representation showed an advantage in the preliminary survey of areas of boar occurrence when compared to the technique of applying the questionnaires to the rural producers, showing that when the smaller the polygon drawn by the groups of respondents, more precise is the information. Results showed that the maximum entropy model could be customized for the application in other regions, with the possibility of insertion of additional layers that represent the variables of land use and occupation in the desired local scenario, with the aim of arriving at a more representative model regarding the potential occurrence of the animal.

Keywords: Feral hog, invasive species, Maxent, epidemiology.

Sumário

1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS.....	3
3 REVISAO DE LITERATURA.....	4
<u>3.1. O impacto da introdução de espécies exóticas</u>.....	4
3.2 O javali.....	4
3.3 Vigilância epidemiológica, monitoramento e controle das populações de javali	7
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13
6 CAPÍTULO 1.....	18
INTRODUCTION.....	19
MATERIAL AND METHODS	21
RESULTS	26
DISCUSSION	29
REFERENCES.....	32
7 CAPÍTULO 2.....	37
INTRODUÇÃO	39
MATERIAL E MÉTODOS.....	40
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
ÁREAS DE OCORRÊNCIA E METODOLOGIA PARTICIPATIVA	43
CONCLUSÃO	48
REFERÊNCIAS	49
8. ANEXOS.....	52

1. INTRODUÇÃO

O Brasil se consolidou como o quarto maior produtor de carne suína do mundo, com 3,3 milhões de toneladas produzidas anualmente, das quais 600 mil toneladas são exportadas para 70 países (ABPA, 2018). O Mato Grosso do Sul ocupa o sétimo lugar no ranking dos estados exportadores de carne suína do Brasil, possuindo um rebanho estimado em 868.628 cabeças comerciais. As exportações tem se mostrado ascendentes. No primeiro semestre de 2014, o Estado exportou mais de 7,1 milhões de quilos de carne *in natura* (CERON, 2014), no ano de 2015, 1,4 milhão de suínos foram abatidos representando 127,1 mil toneladas e em 2016 o volume total exportado foi de 9.120 mil toneladas (ABPA, 2016).

As garantias sanitárias do produto são conferidas mediante a operacionalização do Programa Nacional de Sanidade Suídea (PNSS), tendo a Peste Suína Clássica (PSC) como a enfermidade de maior preocupação para os mercados com políticas estritas, a fim de garantir que os rebanhos continuem livres da doença (Brasil, 2004). A política sanitária internacional cujas bases são apresentadas no Terrestrial Code (OIE, 2016) recomenda a adoção de múltiplas ações para a vigilância e o controle da PSC pelos seus 144 estados-membros.

A Peste Suína Clássica é uma doença de notificação obrigatória e certificado do país ou região como área livre é concedido pela Organização Mundial de Saúde Animal (OIE), demandando várias ações relacionadas, entre outras, aos aspectos de capacidade de vigilância pelo serviço veterinário oficial do país, a identificação da presença e o monitoramento das populações de suídeos asselvajados (OIE, 2015). O certificado que garante o status de livre, seja para as regiões, estados ou o país como um todo, contribui para garantir vantagens competitivas frente ao mercado internacional.

A presença e expansão de grupos de javalis asselvajados, no ambiente rural vem se configurando em potencial ameaça a garantia da zona livre de PSC, bem como para a produção de grãos ou a biodiversidade (MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE, 2017)

Diante dos problemas apresentados, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) instituiu medidas para controle da espécie em todo o território nacional, por meio da Instrução Normativa 03/2013 de 31 de janeiro de 2013, publicada no Diário Oficial da União de 1º de fevereiro de 2013. Essa normativa reconheceu a

32 nocividade do javali asselvajado e dispôs sobre o abate para controle, realizado por manejadores
33 cadastrados no órgão (IBAMA, 2013)

34 Recentemente, os Ministérios do Meio Ambiente e da Agricultura, em conjunto,
35 instituíram por meio das Portarias Interministeriais no 231 e nº 232, o Plano Nacional de
36 Prevenção, Controle e Monitoramento do Javali. O Plano tem por finalidade conter a expansão
37 territorial e demográfica da espécie no país e reduzir seus impactos, principalmente em áreas
38 prioritárias de interesse ambiental, social e econômico. O Plano representa um esforço de várias
39 instituições governamentais e não governamentais, além de privadas, que se traduz na execução
40 de 78 ações, distribuídas em 7 objetivos específicos relativos aos temas: arcabouço legal,
41 prevenção, monitoramento, mitigação de impactos, controle, pesquisa e divulgação científica,
42 capacitação, comunicação e sensibilização (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2017).

43 No âmbito do PNSS, o sistema de vigilância deve ser operacionalizado pelos estados,
44 concentrando esforços nas áreas mais críticas. Diante da inexistência de informações que
45 embasem essas ações, o desenvolvimento e/ou validação de metodologias/ferramentas
46 acessórias que permitam essa priorização ou permitam um levantamento rápido de ocorrência
47 de populações asselvajadas, são de ampla utilização pelas políticas sanitária e ambiental, com
48 potencial de garantir economicidade e acurácia (BRASIL,2014).

49

50

51

52

53 **2. OBJETIVOS**

54

55 **2.1. Objetivo geral**

56 Desenvolver estratégias para identificação de áreas prioritárias para o controle e a vigilância
57 epidemiológica de populações de javalis asselvajados, com base em aspectos biogeográficos da
58 espécie.

59

60 **2.2. Objetivos específicos**

61 Modelar a ocorrência potencial de javalis e seus híbridos de vida livre utilizando método de
62 máxima entropia.

63 Avaliar o uso de metodologias participativas para um levantamento preliminar da ocorrência
64 de populações de javali no sul do estado de Mato Grosso do Sul.

65 Criar um modelo para priorização de áreas para controle do javali asselvajado que possa ser
66 extrapolado para outras regiões de interesse de órgãos de defesa sanitária e gestão ambiental.

67 Propor áreas prioritárias para controle e manejo sanitário das populações de javalis no sul do
68 estado de Mato Grosso Do Sul.

69

70

71

72

73

74

75

76

77

78

79

80

81

82

83

84 3.REVISÃO DE LITERATURA

85

86

87 3.1 O impacto da introdução de espécies exóticas

88

89 Uma espécie exótica pode gerar impactos diretos e indiretos no ambiente invadido
90 (DAVIS et al., 2000), podendo acarretar prejuízos não só na economia, mas também a saúde
91 humana, animal e ambiental (PIMENTEL et al., 2001; SALA, 2000). Todo o processo de
92 globalização, somado ao crescimento do deslocamento humano pelo mundo, contribuiu
93 efetivamente para que barreiras ecológicas fossem rompidas. Este fato foi determinante para a
94 introdução e instalação de espécies exóticas invasoras (MEYERSON & MOONEY, 2007).
95 Estas espécies podem favorecer a diminuição da diversidade biológica (LODGE, 1993), assim
96 como afetar a variabilidade genética das populações naturais (FRANKE et al 2005), uma vez
97 que acabam contribuindo para o surgimento de animais híbridos; a translocação de espécies
98 nativas (CROOKS, 1998; HUXEL, 1999), a limitação de recursos (PRIMACK et al., 2001), a
99 transformação de habitats (CROOKS, 1998; CASTILLA et al., 2004), a disputa, a predação, e
100 as conseqüentes modificações na cadeia alimentar (VITOUSEK, 1990). Por essa razão, as
101 introduções de animais exóticos representam hoje a segunda maior causa de ameaça à
102 biodiversidade do planeta (PIMENTEL et al., 2001), causando prejuízos econômicos em todo o
103 mundo (HOFFMANN & BROADHURST, 2016).

104

105 3.2 O javali

106

107 Os porcos-do-mato são pertencentes à ordem dos Artiodáctila, sub-ordem dos Suiformes e
108 famílias Tayassuidae e Suidae. A família Suidae inclui cinco diferentes gêneros e dentre eles o
109 gênero *sus*, que compreende oito espécies, entre suínos domésticos, porcos selvagens e o javali
110 (CUBAS et al., 2006). São animais de comportamento cooperativo, vivem em grupos sociais
111 compostos por ambos os sexos e com idade variada (PEREIRA et al., 2002). O fato de viverem
112 em grupos os deixam em vantagens em relação a outros animais em termos de alimentação,
113 proteção e cuidados com os filhotes (GARCIA et al, 2009).

114 Os javalis adquirem maturidade sexual por volta dos 6 meses de idade, com uma
115 gestação média de 110 dias, dando à luz de 4 á 12 leitões. Uma fêmea pode parir até 3 vezes
116 em um único ano, contribuindo assim para a exacerbada proliferação da espécie (SALVADOR,
117 2012).

118 A União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) classifica os javalis
119 como uma das 100 piores espécies exóticas invasoras no mundo (KAIZER et al., 2011), sendo
120 considerada a espécie praga, dentre os mamíferos, mais bem-sucedida (LOWE et al., 2000).

121 Como espécie exótica, o javali se enquadra em categoria extremamente agressiva e
122 nociva à saúde ambiental, animal e humana (NOVAES et al., 2011), sua proliferação
123 descontrolada cria condições perfeitas para a instalação de inúmeras zoonoses, (ANIMAL
124 DISEASES, 2016).

125 São animais que se adaptam facilmente fora do seu ambiente por serem generalistas e
126 não possuem um predador natural, deixando as espécies nativas em uma situação ainda mais
127 fragilizada (PRIMACK & RODRIGUES, 2001).

128 Na Flórida, no Texas e em pelo menos 39 estados dos Estados Unidos e províncias
129 canadenses, estima-se que a população de javalis chega a 500 mil animais e de 1 a 2 milhões
130 de animais no sudeste dos EUA (FLORIDA FISH, 2012). A Argentina tem mais de um terço
131 do seu território nacional ocupado por javalis asselvajados (KAIZER et al., 2011)

132 No Brasil, a introdução legal da espécie se deu na década de 1990, pelo estabelecimento
133 de criatórios autorizados pelo IBAMA (IBAMA, 2013). Atualmente os javalis e seus híbridos
134 têm sido registrados em mais de 15 estados brasileiros (PEDROSA et al.,2015) sendo motivo
135 de preocupação para o Ministério do Meio Ambiente e Ministério da Agricultura (BRASIL,
136 2017).

137 No Mato Grosso do Sul, a evasão de javalis de criatórios legalmente estabelecidos na
138 região da grande Dourados foi o ponto de partida da disseminação da espécie que, a partir de
139 fugas em diferentes momentos se estabeleceram em vida livre, favorecidos por um ambiente
140 com abundância de alimento (lavouras de milho), água e abrigo (PEDROSA et al., 2015).

141 O impacto mais comum causado pelo javali pode ser observado nas lavouras de milho
142 (FONSECA et al., 2014; BATISTA, 2015; PEDROSA et al., 2015). Na região Sul do país,
143 Salvador (2012) apontou perdas em lavouras de milho que variaram entre de 5-30 ha/ano de
144 lavoura de milho e Pedrosa, no Estado de São Paulo reportaram danos que alcançaram 340 ha
145 de milho/ano e estimativas de 2,84 mil toneladas de grãos (PEDROSA et al., 2015).

146 Os efeitos da intrusão do javali em regiões de agricultura familiar podem ser desastroso
147 para os pequenos produtores, que podem perder seu meio de subsistência em curtíssimo espaço
148 de tempo. Quando entrevistados produtores na região do Parque Nacional das Araucárias
149 (BATISTA, 2015), 17% declararam que o javali já destruiu totalmente os plantios de milho,
150 20,7% informaram que pararam de plantar por causa deste animal, 17,2% começaram a plantar
151 somente perto de casa e 13,8% realizaram a colheita antes do tempo por causa dos danos. A
152 percepção geral dos produtores, levantada por BATISTA (2015) indicou que o dano ao milho
153 esta na ordem de 80% e de soja em torno de 30%. Culturas nativas como a araucária, guabiroba
154 e imbuia também são afetadas estimando-se esse impacto entre 90 e 30%, respectivamente,
155 sendo apontado também que a espécie invasora afeta a regeneração das espécies nativas.
156 Também foram percebidos ataques as espécies domésticas: cães (41,7%), bezerros (16,7%),
157 ovinos (13,9%).

158
159 Segundo Debert e Scherer (2007) o javali é responsável pela predação de espécies e
160 ovos de aves que nidificam no solo, contaminação de nascentes e a depredação de bancos de
161 sementes. São animais com grande potencial no impacto epidemiológico de controle de doenças
162 infecciosas, representando um grande risco na transmissão de doenças economicamente
163 importantes tanto para a suinocultura comercial e de subsistência, como para outras espécies
164 relacionadas a criações pecuárias e mamíferos silvestres. O javali também é responsável por
165 grandes perdas econômicas em culturas agrícolas, ataques a animais de criação, pela dispersão
166 de plantas daninhas e alteração de processos ecológicos, por sua forma de forrageio, sobretudo
167 de regeneração natural.

168 Os javalis (*Sus scrofa*) podem ser atraídos para as suinoculturas pela alimentação, interação
169 social e comportamento reprodutivo. Esta interação é preocupante, uma vez que as doenças
170 podem ser transmitidas em qualquer direção, fazendo com que a vigilância epidemiológica
171 e as medidas de biossegurança se tornem indispensáveis (DEFRA, 2008).

172

173 **3.3 Vigilância epidemiológica, monitoramento e controle das populações de javali**

174

175 A presença de populações de javalis asselvajados, assim como o grande número de
176 criadouros em quase todo o país, levou o IBAMA a instituir novas medidas de manejo para
177 controle e conhecimento da ecologia da espécie em território nacional, por meio da Instrução
178 Normativa Ibama 03/2013 de 31 de janeiro de 2013 publicada no Diário Oficial da União de 1º
179 de fevereiro de 2013 (BRASIL, 2013). A Instrução Normativa do IBAMA de 03/2013
180 estabeleceu a nocividade do javali asselvajado e dispôs sobre o seu controle e manejo
181 operacionalizado por meio de abate por manejadores cadastrados no órgão.

182 A referida IN passou a reconhecer oficialmente a atividade de abate dos animais feita pela
183 caça esportiva como uma forma de manejo de fauna. Essa atividade, até então inexistente
184 formalmente no país, pode ter introduzido um risco ocupacional totalmente desconhecido tanto
185 pelo manuseio, como pelo consumo dos animais abatidos (BRASIL, 2013).

186 Considerando-se o Sul do Estado como uma região de expansão da suinocultura
187 (FAMASUL, 2016), a presença de javalis e seus híbridos representa um risco potencial para a
188 vigilância do Programa de Sanidade Suídea, principalmente para as doenças de notificação
189 obrigatória como a Peste Suína Clássica (PSC) (BRASIL, 2004; BRASIL, 2016)

190 O Mato Grosso do Sul foi reconhecido, no ano de 2015, como uma zona livre de peste
191 suína clássica, de acordo com as recomendações contidas no capítulo 15.2 do Terrestrial Animal
192 Health Code (OIE 2016). A necessidade de responsabilidade compartilhada do problema, para
193 o êxito no controle e vigilância da espécie invasora, deu origem a construção de um arranjo
194 interinstitucional cujo produto, o Plano Nacional de Prevenção, Controle e Monitoramento do
195 Javali (PAN Javali), foi entregue a sociedade em 2017, por meio das Instruções Normativas
196 MMA 231 e 232 (MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE, 2017).

197

198 3.4 Doenças de caráter zoonótico e de impacto na produção

199

200 Com relação aos agentes patogênicos que podem ser transmitidos para os animais de
201 produção, os javalis possuem grande importância como reservatórios persistentes para a doença
202 de Aujeszky (CHIARI et al., 2015), Peste Suína Africana, Hepatite E, Circovírus suíno tipo-2,
203 vírus da Síndrome Reprodutiva e Respiratória dos Suínos (PRRS), o Parvovírus Suíno (MENG
204 et al., 2009), Astrovírus (LEE et al., 2013), Febre Aftosa (DHOLLANDER et al., 2013) e o
205 vírus da Influenza Suína (BIONDO et al., 2014). Os agentes bacterianos descritos na literatura
206 incluem *Mycobacterium bovis*, *Brucella suis*, *Coxiella burnetti*, *Francisella tularensis*,
207 *Leptospira interrogans*, *Yersinia pestis* (MENG et al., 2009), *Mycoplasma hyopneumoniae*
208 (GOEDBLOED, et al., 2015), *Rhodococcus equi* (RZEWUSKA et al., 2014) e evidências
209 sorológicas de Anthrax (BAGAMIAN et al., 2014).

210 No Brasil, BIONDO et al. (2014) descreveram que o vírus da influenza suína H1N2 está
211 presente em javalis de vida livre no estado do Rio Grande do Sul e DONIN et al. (2015)
212 detectaram por meio de testes moleculares a presença de DNA de picornavírus entéricos,
213 Enterovírus-G, Teschovírus suíno, Sapelovírus nos suínos e javalis no estado do Paraná. Surto
214 de Febre Aftosa em países do Leste Europeu, vinculados a transmissão da doença pelos javalis,
215 espécie considerada nativa, tem sido motivo de preocupações recentes por parte da OIE
216 (EUROPEAN COMMUNITY, 2018).

217 Nas várias regiões do mundo onde ocorre a caça do javali, isso promove uma
218 oportunidade para o contato direto dos animais com o homem, fato que cria um ambiente ideal
219 para a transmissão das zoonoses mais comuns (GIBBS, 1997; CDC, 2009), sendo bastante
220 comum, em populações de javalis, a detecção de anticorpos contra vários vírus causadores de
221 zoonoses (MENG et al., 2009).

222 RUIZ-FONS (2015) apontou a ocorrência de vários agentes zoonóticos presentes em
223 javalis e o risco relacionado aos seres humanos. Dentre os agentes descritos, estão os vírus da
224 Hepatite E, Encefalite Japonesa, Influenza e Nipah. Entre os agentes bacterianos são descritos
225 *Salmonella* spp., *Escherichia coli* produtora da toxina Shiga, *Campylobacter* spp. e *Leptospira*
226 spp. Outros agentes são a *Trichinella* spp, o *Toxoplasma gondii*, (MENG et al., 2009), e a
227 *Borrelia burgdorferi* (FARIA et al., 2015), *Rickettsia* spp.(SOMEYA et al., 2015). A

228 contaminação de humanos por *Trichinella* spp. devido ao consumo da carne de contaminada
229 tem sido descrito (FICHI et al., 2014), principalmente devido ao consumo de carne parcialmente
230 cozida e por estas não passarem pelo serviço oficial de inspeção (FABER et al., 2015; GREENE
231 et al., 2014; HOLZBAUER et al., 2014).

232 A brucelose causada pela *Brucella suis* em suínos domésticos tem sido associada à
233 exposição de populações infectadas de suínos ferais e javalis (CDC, 2009); o elevado nível de
234 exposição destes animais sugere que existe uma transmissão ativa, representando uma séria
235 ameaça para os suínos e caçadores (MENG et al, 2009).

236 A leptospirose é uma zoonose de distribuição mundial, causada pela infecção por
237 espiroquetas patogênicas do gênero *Leptospira* e na Europa foi constatado que o javali
238 desempenha um importante papel na cadeia epidemiológica da Leptospirose. Em Portugal soros
239 de javalis caçados foram submetidos ao teste de soro aglutinação microscópica preconizado
240 pela Organização mundial de Saúde e 9 sorovares foram detectados (VALE GONÇALVES et
241 al., 2015). Na Eslovênia (VENGUST et al., 2008) analisaram soros de javalis abatidos na caça
242 e 45,8% dos animais foram positivos.

243 Recentemente, foi confirmado um foco de PSC (Peste Suína Clássica) no município de
244 Forquilha (CE), estado que não pertence a área livre de Peste Suína Clássica (Brasil, 2018).
245 Nessa região, a última ocorrência detectada de PSC havia em janeiro de 1998. O foco foi
246 detectado em criação de subsistência e foi comprovada a não existência de vínculo com criação
247 comercial ou de reprodução estando a uma distante de mais de 500 km da zona livre de PSC
248 do Brasil. Para a confirmação do diagnóstico foram empregadas técnicas moleculares e
249 isolamento viral, com amostras de animal que apresentava sinais clínicos da doença. Estão
250 sendo adotados os procedimentos para eliminação do foco, com sacrifício e destruição dos
251 suínos, e investigação epidemiológica para as propriedades situadas no raio de 10 km em torno
252 do foco e todas as propriedades que possuem algum vínculo epidemiológico com o mesmo
253 (BRASIL, 2018).

254

255

256

257

258 **3.5 Métodos de levantamento e monitoramento de populações**

259

260 A dificuldade em definir ações de vigilância mais efetivas para espécies invasoras, está
261 associada principalmente a falta de informações referente a distribuição e ecologia da espécie
262 nos ambientes invadidos. Em diferentes regiões do globo tem-se utilizado modelos de
263 distribuição potencial, com o objetivo de levantar informações sobre locais ocupados ou
264 passíveis de ocupação por estas espécies, permitindo identificar áreas de maior risco de invasão.

265 Os modelos de distribuição potencial são modelos matemáticos que correlacionam pontos
266 de ocorrência de uma espécie alvo com variáveis ambientais. A partir desta correlação, estes
267 modelos criam limiares ambientais de ocorrência da espécie. O programa utilizado no presente
268 trabalho foi o Maxent (MEROW et al., 2013; PHILLIPS et al., 2006; PHILLIPS & DUDÍK,
269 2008).

270 Modelos de probabilidade de ocorrência de suídeos asselvajados tem sido utilizado com
271 frequência pois, a pesar dos reportados impactos da espécie invasora sobre a produção de grãos,
272 pouco é conhecido sobre os fatores ambientais que mais influenciam sua ocorrência e
273 distribuição mais ampla, (MCCLURE et al. 2015)

274 Ferramentas de abordagem qualitativa também tem sido frequentemente empregada para
275 conhecer o espaço rural e os processos que nele ocorrem, como doenças na população animal,
276 presença de espécies, perdas econômicas devido a fatores diversos, dentre outros
277 (CATLEY,1999; WEBER & HILL, 2014).

278 O Diagnóstico Rural Participativo (DRP) é um conjunto de técnicas e ferramentas que
279 podem ser uma alternativa de ferramenta/metodologia pois permite as comunidades fazerem o
280 seu próprio diagnóstico com resultados diretos para o planejamento e desenvolvimento de ações
281 em nível local/regional, formular políticas públicas, reunir dados epidemiológicos de
282 ocorrência e incidência de doenças, inteligência epidemiológica e avaliação de programas de
283 desenvolvimento. O DRP não está restrito ao meio rural e está baseado no compartilhamento
284 de experiências e troca de experiências e conhecimento. (VERDEJO, 2006, JOST et al., 2007).

285 O ramo do DRP aplicado a epidemiologia é hoje conhecido como epidemiologia
286 participativa e, da mesma forma que do conjunto de metodologias que lhe deu origem,
287 reconhece que as pessoas locais têm conhecimento muito rico e detalhado sobre sua realidade,
288 representada pelos problemas sanitários epidemiológicos ou de outra natureza, do espaço rural
289 (JOST, 2006). Essas metodologias são aplicáveis a regiões que carecem de informações básicas
290 que possam amparar a construção ou implementação de programas de controle, sanitários em
291 sua maior parte (CATLEY & MARINER, 2002).

292 A epidemiologia participativa tem como ponto principal na aquisição de informações o
293 uso de informantes- chave que detém um conhecimento do tema e do local e habilidades que
294 os tornam o grupo de eleição para o fornecimento das informações (CATLEY & MARINER,
295 2002).

296 Outra técnica participativa muito empregada é o painel de especialistas, cujas avaliações
297 são realizadas por profissionais detentores do conhecimento no tema. O painel de especialistas
298 está baseado na pressuposição de que esse conhecimento profundo do tema confere aos
299 integrantes do painel uma capacidade de realizar avaliações válidas (TAYLOR et al., 1987).
300 Essa visão está sendo superada e a palavra especialista passa a adquirir o sentido de indivíduo
301 que, tendo alguma forma de contato com o objeto de estudo, detém um conhecimento local
302 baseado na tradição oral, na informação compartilhada e na experiência de vida (CATLEY &
303 MARINER, 2002).

304 Nesse sentido, os caçadores esportivos, denominados “manejadores” pelo Programa de
305 vigilância de suídeos asselvajados na área livre de Peste Suína Clássica (PVSA) detém o
306 conhecimento e a experiência a respeito do tema e podendo ser considerados especialistas
307 podendo ser elencados como respondentes-chave quando se trata de buscar informações a
308 respeito dos locais de ocorrência de populações de javali asselvajado. Além disso, mantém uma
309 rede de contatos que permuta informações georreferenciadas em tempo quase real que,
310 acessíveis, permite mapear essas populações no espaço rural.

311

312

313

314

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O controle das doenças em javalis requer informações epidemiológicas para a investigação da prevalência dos patógenos e assim obter dados da exposição desta população, juntamente com a determinação da distribuição geográfica antes da aplicação de medidas de controle. Com a inserção do javali asselvajado como objeto de políticas públicas, PNSS, IN IBAMA 3/2013, Plano Javali, se faz necessário o desenvolvimento, a adaptação e a validação de metodologias que permitam melhorar a execução de ações propostas nesses programas.

Esse trabalho apresentou duas ferramentas úteis para a vigilância epidemiológica do javali, que poderão ser apropriadas pelas políticas públicas vigentes: o modelo de ocorrência potencial, que poderá ser continuamente alimentado, permitindo uma acurácia cada vez maior na definição das áreas de manejo e vigilância epidemiológica do javali asselvajado em áreas livres de peste suína clássica.

A segunda ferramenta é uma metodologia de mapeamento participativo adaptado do Diagnóstico rural participativo (DRP), utilizando um painel de especialistas que pode ser empregada para uma identificação preliminar de áreas de ocorrência da espécie, quando ainda não existem dados quantitativos que permitam definir áreas para manejo prioritário. Ambas as ferramentas têm inserção como metodologias para o programa de vigilância de suídeos asselvajados e recomenda-se a sua validação para as outras áreas do país, principalmente aquelas que irão pleitear o certificado como área livre de peste suína clássica.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 345
346
- 347 ABPA, Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório Anual da ABPA 2018. Disponível
348 em <<http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/publicacoes/relatorios-anuais/2018>> Acesso: 10
349 jun. 2018.
- 350 ABPA, Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório Anual da ABPA 2016.133p., 2016.
351 Disponível em <[http://abpa-](http://abpa-br.com.br/storage/files/3678c_final_abpa_relatorio_anual_2016_portugues_web_reduzido.pdf)
352 [br.com.br/storage/files/3678c_final_abpa_relatorio_anual_2016_portugues_web_reduzido.pdf](http://abpa-br.com.br/storage/files/3678c_final_abpa_relatorio_anual_2016_portugues_web_reduzido.pdf)
353 > Acesso em: 17 jun. 2018.
- 354 Batista, G. O. O javali (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758) na região do Parque Nacional das
355 Araucárias: percepções humanas e sua relação com regeneração de *Araucaria angustifolia*
356 (Bert.) O. Ktze. 2015. 128 p. **Tese. (Doutorado em Ecologia)** Universidade Federal de Santa
357 Catarina, Florianópolis, 2015.
- 358 Biondo, N. et al. Genomic analysis of influenza A virus from captive wild boars in Brazil
359 reveals a human-like H1N2 influenza virus. **Veterinary Microbiology**. v. 168, n. 1, p. 34-40.
360 2014.
- 361 Bagamian, K. H. et al. Serological anthrax surveillance in wild boar (*Sus scrofa*) in Ukraine.
362 **Vector-Borne and Zoonotic Diseases**. v. 14, n. 8, p. 618-20. 2014.
- 363 Brasil. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Esclarecimentos do MAPA.
364 Brasília: MAPA. 2018 (Nota). Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/noticias/nota>.
365 Acessado em: 10 nov 2018.
- 366 Brasil. Instrução normativa nº25 de 19 de julho de 2016. Disponível em:
367 <[http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=2&data=20/07/](http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=2&data=20/07/2016)
368 2016. Diário oficial da União, Brasília-DF.Seção I, p.2. Nº138, 20 de julho de 2016> Acesso
369 em: 22 junho 2018.
- 370 Brasil. Instrução normativa Nº 6, de 09 de março de 2004. Aprova as Normas para o Controle
371 e Erradicação da Peste Suína Clássica. **Diário Oficial da União**, Seção 1, p. 3. Disponível
372 em: <[https://www.defesa.agricultura.sp.gov.br/legislacoes/instrucao-normativa-6-de-09-03-](https://www.defesa.agricultura.sp.gov.br/legislacoes/instrucao-normativa-6-de-09-03-2004,738.html)
373 [2004,738.html](https://www.defesa.agricultura.sp.gov.br/legislacoes/instrucao-normativa-6-de-09-03-2004,738.html)>. Acesso em: 22 jun. 2018.
- 374 Castilla, J. C.; Lagos, N. A.; Cerda, M. Marine ecosystem engineering: effects of the alien
375 ascidian *Pyura praeputialis* upon species richness, distribution and spatial turnover in the mid-
376 intertidal rocky shores of northern Chile. **Marine Ecology Progress Series**, v. 268, p. 119-130,
377 2004.
- 378 Catley, A. **Methods on the Move. A review of veterinary uses of participatory**
379 **approaches and methods focussing on experiences in dryland Africa**. International Institute
380 for Environment and Development, London, 1999, 97p.

- 381 CDC - Center for Diseases Control and Prevention. Centers for Disease Control and Prevention
382 (CDC). Brucella suis infection associated with feral swine hunting - three states, 2007-2008.
383 **Morbidity Mortality Weekly Report**. v.58, n.22, p.618-21, 2009.
- 384 Ceron, A. Certificação internacional como zona livre de peste suína clássica é tema do Fonesa
385 Sul. Secretaria de Estado da Agricultura e da Pesca. 14 Jul, 2014 Acesso em: 10 de novembro
386 de 2016. <Disponível em: [http://www.sc.gov.br/index.php/mais-sobre-agricultura-e-](http://www.sc.gov.br/index.php/mais-sobre-agricultura-e-pesca/8729-certificacao-internacional-como-zona-livre-de-pestes-suina-classica-e-tema-do-fonesa-sul)
387 [pesca/8729-certificacao-internacional-como-zona-livre-de-pestes-suina-classica-e-tema-do-](http://www.sc.gov.br/index.php/mais-sobre-agricultura-e-pesca/8729-certificacao-internacional-como-zona-livre-de-pestes-suina-classica-e-tema-do-fonesa-sul)
388 [fonesa-sul](http://www.sc.gov.br/index.php/mais-sobre-agricultura-e-pesca/8729-certificacao-internacional-como-zona-livre-de-pestes-suina-classica-e-tema-do-fonesa-sul)> Acesso em: 23 out. 2018
389
- 390 Chiari, M. et al. Long-Term Surveillance of Aujeszky's Disease in the Alpine Wild Boar (*Sus*
391 *scrofa*). **Ecohealth**. v. 12, n. 4, p. 563-70. 2015.
- 392 Crooks, J. A. Habitat alteration and community-level effects of an exotic mussel, *Musculista*
393 *senhousia*. **Marine Ecology Progress Series**, v. 162, p. 137-152, 1998.
- 394 Cubas, Zalmir Silvino; SILVA, Jean Carlos Ramos; CATÃO-DIAS, José Luiz. Tratado de
395 Animais Selvagens: **Medicina Veterinária**. São Paulo, Roca, 2006.
- 396 Davis, M. A.; Thompson, K. Eight ways to be a colonizer; two ways to be an invader: a
397 proposed nomenclature scheme for invasion ecology. **Bulletin of the Ecological Society of**
398 **America**, v. 81, n. 4, p. 226-230, 2000.
- 399 Deberdt, André Jean. Scherer. Scherezino Barbosa. O javali asselvajado: Ocorrência e manejo
400 da espécie no Brasil. **Natureza & Conservação**, v.5, n.2, p. 31-44, 2007.
- 401 Dhollander, S. et al. Assessing the potential spread and maintenance of foot-and-mouth disease
402 virus infection in wild ungulates: general principles and application to a specific scenario in
403 Thrace. *Transboundary and Emerging Diseases*. v. 63, n. 2, p. 165-74. 2016.
- 404 Donin, D.G. et al. Molecular survey of porcine teschovirus, porcine sapelovirus, and enterovirus
405 G in captive wild boars (*Sus scrofa scrofa*) of Paraná state, Brazil. **Pesquisa Veterinária**
406 **Brasileira**. v.35, n.5, p.403-408. 2015.
- 407 Famasul, Notícias da pecuária. Acesso em: 10 de junho. Disponível em:
408 <http://noticiasdapecuaria.com.br/noticia/javalis-causam-prejuizos-para-o-setor-rural>.
- 409 Faria, A. S. et al. First Detection of *Borrelia burgdorferi* sensu lato DNA in Serum of the Wild
410 Boar (*Sus scrofa*) in Northern Portugal by Nested-PCR. **Ecohealth**. v. 12, n. 1, p. 183-7. 2015.
- 411 Faber, M. et al. Outbreak of trichinellosis due to wild boar meat and evaluation of the
412 effectiveness of post exposure prophylaxis, Germany, 2013. **Clinical Infectious Diseases**. v.
413 60, n. 12, p. e98-e104. 2015.
- 414 Fichi, G. et al. Trichinellosis outbreak caused by meat from a wild boar hunted in an Italian
415 region considered to be at negligible risk for *Trichinella*. **Zoonoses Public Health**, v. 62, n. 4,
416 p. 285-91. 2015.

- 417 Florida Fish and Wildlife Conservation Commission. **Wild Hogs in Florida: An overview.**
 418 Florida: Division of Hunting and Game Management, May 2012. Disponível
 419 em: < http://myfwc.com/media/2102702/6staffreport-wildhog_presentation.pdf>. Acesso em:
 420 12 abr. 2018.
- 421 Franke, C. R et al. **Mata Atlântica e biodiversidade.** Salvador: Ed. UFBA, 2005.480p.
 422 Disponível em:
 423 [https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/3014/1/mata_atlantica_e_biodiversidade%5B1%5D.](https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/3014/1/mata_atlantica_e_biodiversidade%5B1%5D.pdf)
 424 [pdf](https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/3014/1/mata_atlantica_e_biodiversidade%5B1%5D.pdf). Acesso em: 20 out. 2018.
 425
- 426 Garcia, A. R., Kahwage, P. R, Ohashi, O. M. Aspectos reprodutivos de caititus (Tayassu tajacu).
 427 **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 33, n. 2, p. 71-81, 2009.
 428
- 429 Gibbs, E. P. J. The public health risks associated with wild and feral swine. **Revue scientifique**
 430 **et technique** - Office international des épizooties. v.16, n.2, p. 594 –598, 1997.
- 431 Goedbloed, D. J. et al. Increased Mycoplasma hyopneumoniae Disease Prevalence in Domestic
 432 Hybrids Among Free-Living Wild Boar. **Ecohealth**, v. 12, n. 4, p. 571-9. 2015.
- 433 Greene, Y. G. et al. Trichinellosis caused by consumption of wild boar meat - Illinois, 2013.
 434 **Morbidity and Mortality Weekly Report**. v. 63, n. 20, p. 451, May 2014.
- 435 Holzbauer, S. M. et al. Outbreak of Trichinella spiralis infections associated with a wild boar
 436 hunted at a game farm in Iowa. **Clinical Infectious Diseases**. v. 59, n. 12, p. 1750-6. 2014.
- 437 Huxel, G. R. Rapid displacement of native species by invasive species effects of hybridization.
 438 **Biology Conservation**, v. 89, n.2 144-152.
 439
- 440 Ibama. Instrução Normativa nº03 de 31 de janeiro de 2013. Declara a nocividade da espécie
 441 exótica invasora javali-europeu, de nome científico Sus scrofa, em todas as suas formas,
 442 linhagens, raças e diferentes graus de cruzamento com o porco doméstico, doravante
 443 denominados "javalis". **Diário oficial da União**, Brasília-DF. Seção I, p. 88-89.
- 444 Irwin D.M, Kocher T.D, Wilson A.C. Evolution of cytochrome b gene of mammals. Journal
 445 of Molecular Evolution; v. 32, n.2 , p.128–144, 1991.
- 446 IUCN. 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species. Disponível em:
 447 <https://www.iucnredlist.org/>. Acesso em: 23 mar 2018
- 448 Jost C.C, Mariner J.C, Roeder P.L, Sawitri E, Macgregor-Skinner G.J Participatory
 449 epidemiology in disease surveillance and research. **Revue Scientifique et Technique**, v. 26, n.3,
 450 p.537–49, 2007. Disponível em : <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18293603>> Acesso
 451 em:23 nov. 2018.
- 452 Lee, M. H. et al. Phylogenetic analysis of porcine astrovirus in domestic pigs and wild boars
 453 in South Korea. **Virus Genes**. v. 46, n. 1, p. 175-81. 2013.

- 454 Lodge, D. M. Biological invasions: lessons for ecology. **Trends in Ecology and Evolution**, v.
455 8, n.4, p. 133-137, 1993.
456
- 457 Lowe, S. et al. 100 of the World's Worst Invasive Alien Species. The Invasive Species
458 Specialist Group (ISSG). 12pp. 2000. Acesso em: 10 de novembro. Disponível em:
459 <http://www.issg.org/pdf/publications/worst_100/english_100_worst.pdf> Acesso em: 23 ago.
460 2018.
461
- 462 McClure, M.L., Burdett, C.L., Farnsworth, M.L., Lutman, M.W., Theobald, D.M., Riggs, P.D.,
463 Gear, D.A. & Miller, R.S. Modeling and mapping the probability of occurrence of invasive
464 wild pigs across the contiguous United States. **PLoS One**, 10, e0133771, 2015.
- 465 Meng, X. J.; Lindsay, D. S.; Sriranganathan, N. Wild boars as sources for infectious diseases
466 in livestock and humans. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**. v.364, p.2697–
467 2707, 2009.
- 468 Meyerson, L. A.; Mooney, H. A. Invasive alien species in an era of globalization. **Frontiers in**
469 **Ecology and Environment**, v. 5, n. 4, p. 199-208, 2007.
- 470 Ministério Do Meio Ambiente. Portaria interministerial Nº232 de 28 de junho de 2017. Dispõe,
471 sobre o plano nacional de prevenção, controle e monitoramento do javali (*Sus scrofa*) no Brasil
472 – Plano Javali, estabelecendo seu objetivo geral, objetivos específicos, ações, prazo de
473 execução, coordenação e monitoria. **Diário oficial da União**, Brasília-DF. Seção I, p.111.
474 N.214, 8 de novembro de 2017.
- 475 Ministério Do Meio Ambiente.Ministerio da Agricultura. PLANO NACIONAL DE
476 PREVENÇÃO, CONTROLE E MONITORAMENTO DO JAVALI (*Sus scrofa*) NO
477 BRASIL.119 p. 2017. Disponível em:
478 <https://www.ibama.gov.br/phocadownload/javali/2017/2017-PlanoJavali-2017.2022.pdf>.
479 Acesso em 20 de setembro de 2018.
- 480 OIE - Terrestrial Animal Health Code 2016 - Appendix 1.6.10 - Procedures for self declaration
481 and for official recognition by the OIE. Disponível em: <<http://www.oie.int/es/normas/codigo-terrestre/acceso-en-linea/>>. Acesso em: 12 jul. 2018.
482
- 483 OIE - Terrestrial Animal Health Code 2016 - Appendix 15.2.2. - Infection with classical swine
484 fever virus. Disponível em: <<http://www.oie.int/es/normas/codigo-terrestre/acceso-en-linea/>>.
485 Acessado em 12 jul. 2018.
- 486 OIE. World Organisation for Animal Health. One World, One Health. Disponível em:
487 [http://www.oie.int/animal-health-in-the-world/official-disease-status/classical-swine-](http://www.oie.int/animal-health-in-the-world/official-disease-status/classical-swine-fever/list-of-csf-free-member-countries)
488 [fever/list-of-csf-free-member-countries](http://www.oie.int/animal-health-in-the-world/official-disease-status/classical-swine-fever/list-of-csf-free-member-countries)Acesso em: 10 de junho de 2018..
- 489 Pedrosa, F. et al. Current distribution of invasive feral pigs in Brazil: economic impacts and
490 ecological uncertainty. **Natureza & Conservação**. v.13, n. p. 84-87. 2015.

- 491 Pereira, T.M.A.T.; Nogueira, S.S.C. Organização social de caititu (*Tayassu tajacu*) em
 492 cativeiro. In: ENCONTRO ANUAL DE ETOLOGIA, 20., 2002, Natal-RN. Anais, 20 Encontro
 493 anual de etologia. Natal: UFRN - Centro de biociências, 2002. p.293.
- 494 Pimentel, D. et al. Economic and environmental threats of alien plant, animal, and microbe
 495 invasions. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 84, n. 1, p. 1-20, 2001.
- 496 PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina, 2001. 327 p. il.
- 497 Ruiz-Fons, F.; Segalés, J.; Gortázar, C. A review of viral diseases of the European wild boar:
 498 Effects of population dynamics and reservoir role. **The Veterinary Journal**. v.176, p.158-169,
 499 2008.
- 500 Rzewuska, M. et al. Characterization of *Rhodococcus equi* isolates from submaxillary lymph
 501 nodes of wild boars (*Sus scrofa*), red deer (*Cervus elaphus*) and roe deer (*Capreolus capreolus*).
 502 **Veterinary Microbiology**. v. 172, n. 1-2, p. 272-8. 2014.
- 503 Salvador, C. Ecologia e manejo de javali (*Sus scrofa* L.) na América do Sul. 152 f. **Tese**
 504 **(Doutorado em Ecologia)** Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2012.
- 505 Silva, V.S. et al. Muscular sparganosis in Eurasian wild boar (*Sus scrofa*) from southern Brazil.
 506 In: **International Congress On Pathogens At The Human-Animal Interface (Icophai)**, 2.,
 507 2013, Porto de Galinhas. One health for sustainable development. Porto de Galinhas: VPH-
 508 Biotech Global Consortium, 2013.
- 509 Someya, A. et al. Detection of rickettsial DNA in ticks and wild boars in Kyoto City, Japan.
 510 **Journal of Veterinary Medical Science**. v. 77, n. 1, p. 37-43. 2015.
- 511 Vale-Gonçalves et al. Prevalence of *Leptospira* antibodies in wild boars (*Sus scrofa*) from
 512 Northern Portugal: risk factor analysis. **Epidemiology and Infection**, v.143, n.10), p. 2126-
 513 2130, 2015.
- 514 Vengust G, Grom J, Bidovec A, Kramer M. Monitoring of classical swine fever in wild boar
 515 (*Sus scrofa*) in Slovenia. **Journal of Veterinary Medicine**, B v. 53, n.2, 247–249. 2006.
- 516 Verdejo, M.E. **Diagnóstico rural participativo: guia prático DRP**. Secretaria da Agricultura
 517 Familiar/MDA. Brasília. 2006, 62p.
- 518 Viegas, A. **Javali é praga tão perigosa quanto Helicoverpa**, 2014. Acesso em: 10 de junho
 519 de 2018. Disponível em: <http://g1.globo.com/mato-grosso/agrodebate/noticia/2014/01/javali-e-praga-tao-perigosa-quanto-helicoverpa-diz-pesquisador-em-ms.html>
 520
- 521 Vitousek, P. M. Biological invasions and ecosystem processes: towards an integration of
 522 population biology and ecosystem studies. **OIKOS**, v. 57, n1. p. 7-13, 1990.
- 523 Weber, D., & Anderson, D. Contact with nature: Recreation experience preferences in
 524 Australian parks. **Annals of Leisure Research**, v.13, n.1.2, 46–73, 2010.
- 525

526 **6. CAPITULO 1**

527 Normatizado segundo Periódico: PREVENTIVE VETERINARY MEDICINE

528 <https://www.elsevier.com/journals/preventive-veterinary-medicine/0167-5877/guide-for-authors>

529

530 **Prioritizing areas for epidemiological surveillance: a case study on the**
531 **invasive wild boar (*Sus scrofa*) population in Brazil**532 **Thamy de A. Moreira^{a*}, Alda Izabel de Souza^a, Maxwell da Rosa Oliveira^a, Walfrido**
533 **Moraes Tomas^b, Guilherme Mourão^b, Namor Zimmerman^c, Fernando Ibanez Martins^d,**
534 **Paulo Henrique Braz^e, Aiesca Oliveira Pellegrin^b**535 Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, Brazil a. 2443th Senador Felinto Muller, Av.
536 Vila Ipiranga PO Box 79070-900, Campo Grande, MS, Brasil.

537 Embrapa Pantanal, Corumbá, MS, Brazil. b. 1880th 21 de Setembro St, MS, PO Box 79320-900

538 Centro Universitário da Grande Dourados – UNIGRAN. c 2121th Balbina de Matos St, - Jardim Universitario,
539 Dourados - MS, Brazil, PO Box 79824-900540 Prefeitura Municipal de Aquidauana- Aquidauana, MS, Brazil. d. 711th Luiz da Costa Gomes St - Vila Cidade Nova,
541 Aquidauana - MS, Brazil, PO Box 79200-000542 Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Farroupilha, RS, Brazil. e 195th Alameda Santiago do Chile, -
543 Nossa Sra. das Dores, Santa Maria - RS, Brazil, PO Box 97050-685

544

545 **Abstract**546 Background: The introduction of exotic species represents the second major threat to
547 biodiversity. Any invasive exotic species has a direct impact on the environment, causing
548 damage to the economy and animal and human health, often incorporating itself in the once
549 harmonious epidemiological chain. According to the International Union for Conservation of
550 Nature (IUCN), wild boars (*Sus scrofa*) are considered one of the 100 worst invasive exotic
551 species in the world. The introduced *Sus scrofa* populations tend to be abundant and to increase
552 rapidly. The legal introduction of wild boars in Brazil started in the 1990s by authorized captive-
553 management initiatives. In Mato Grosso do Sul state, for example, the escape of wild boars
554 from these captive-management units was the starting point for the spread of wild boars in the
555 state, which was favored by the abundance of maize, sugarcane and soybean crops, water
556 supply, and shelter areas. The sanitary risks and related economic consequences, imposed by
557 abundant, free-ranging wild boar populations are enormous, as the study area and a large portion
558 of Brazil being officially recognized as free of Classical Swine Fever. However, this risk is not
559 homogeneous across the entire surface of the state.

560 * Corresponding author. Tel.: + 55 67993245225. E-mail address: thamy.vet@gmail.com

561

562 Methods: To assess the spatial variability of the sanitary risk associated with the free-ranging
563 wild boar populations in areas close to the Brazil- Paraguay border, the maximum entropy
564 approach was used in the first place with the purpose of shaping the potential occurrence of
565 wild boars (and their hybrids). This potential distribution model was then used to identify
566 priority areas for health surveillance, through additional information on the distance from the
567 borderline, from roads, veterinary service offices, and rural settlements.

568 Results: The distance from forest patches, sugarcane + maize crops and from wetlands layers
569 evidenced a positive relationship with the probability of wild boar occurrence, while the
570 distance from eucalyptus plantations showed a negative relationship up to 5 km. Model A
571 presented the best specificity performance, and included as environmental variables the
572 sugarcane and maize plantations aggregated in a single layer, as well as eucalyptus forests,
573 native forests, and wetlands. Two other models produced comparable results, but the use of
574 distances from sugarcane and maize plantation in separated layers resulted in overfitting. The
575 result is the discrimination of four levels of priority, with the highest priority for surveillance
576 covering 9% of the study area.

577 Conclusion: The approach adopted in this study may be enhanced by including additional
578 information layers, as well as consistent data sets related to the occurrence, abundance, and
579 dispersion of wild boars, in addition to a participatory construction of surveillance models and
580 strategies.

581

582 Keywords: Maxent - invasive species - health surveillance - feral pig - prioritization

583 **1. Introduction**

584 The introduction of invasive exotic species represents the second major threat to
585 biodiversity (Pimentel et al., 2001). One of the main causes of the increasing introduction of
586 species in regions where it did not occur is the globalization and the consequent break in
587 geographic and ecological barriers (Meyerson & Mooney, 2007). Among the numerous impacts
588 caused by these bio-invasions are the decline in species diversity (Lodge, 1993) and the
589 implication of genetic variation within natural populations (Franke et al., 2005). In addition,
590 invasive alien species can hybridize, compete, predate, or parasitize native species, or cause the

591 transformation of habitats (Crooks, 1998; Castilla et al., 2004) and lead to the introduction of
592 pathogens, as well as other changes in the trophic web (Crooks, 1998, Vitousek, 1990; Huxel,
593 1999 Primack; Rodrigues, 2001). Invasive exotic species have a direct impact on the
594 environment (Davis & Thompson, 2000), causing damage to the economy and animal and
595 human health (Sala, 2000; Pimentel et al., 2001), often incorporating itself in the once
596 harmonious epidemiological chain.

597 Invasive alien species cause economic damage worldwide. A study conducted in
598 Australia shows that, between 1996 and 2013, the estimated cost of economic loss and invasive
599 species control accounted for USD 9.8 billion, increasing to USD 13.6 billion (Benjamin D.
600 Hoffmann & Linda M Broadhurst, 2016). According to the International Union for
601 Conservation of Nature (IUCN), wild boars (*Sus scrofa*) are considered one of the 100 worst
602 invasive exotic species in the world. This species is considered negative for environmental,
603 animal and human health (Novaes; Kaizer; Faria, 2011). Debert and Scherer (2007) consider
604 wild boars responsible for the predation of several species, including the eggs of ground-nesting
605 birds, spring contamination and seed bank depredation. Wild boars adapt easily to almost all
606 kinds of environments, as they are generalists and lack a predator in most areas (Salvador,
607 2014).

608 The introduced *Sus scrofa* populations tend to be abundant and to increase rapidly its
609 distribution (Massei, 2004). The wild boar population in 39 Canadian states and provinces
610 reaches up to 500,000 individuals, while only in Texas, USA, the estimated population ranges
611 from 1.8 and 3.4 million pigs (Timmons et al, 2012). One-third of the Argentinian territory is
612 already occupied by introduced wild boars (Kaizer; Novaes; Faria; 2011), while in Brazil the
613 species has been recorded in 472 municipalities, in four of the five political regions of the
614 country (Pedrosa et al., 2015).

615 The legal introduction of wild boars in Brazil started in the 1990s by authorized captive-
616 management initiatives (Beberdt & Scherer, 2007). In the Mato Grosso do Sul state, for
617 example, the escape of wild boars from these captive-management units was the starting point
618 for the free-ranging population of the species, which was favored by the abundance of maize,
619 sugarcane and soybean crops, water supply and shelter areas (Viegas, 2014). Similar processes
620 occurred in other regions of Brazil, associated with intentional active transport and release of
621 wild boars, resulting in its present countrywide distribution (Pedrosa et al., 2015). The risk
622 imposed by abundant, free-ranging populations of wild boars (and its hybrids) is remarkable,
623 as Brazil annually produces 3.3 million tons of swine meat, of which 600,000 tons are exported
624 to 70 countries (ABPA). Thus, Brazil is the fourth worldwide major swine meat producer, and
625 the World Organization for Animal Health certifies that most of the Brazilian States are free
626 from Classical Swine Fever.

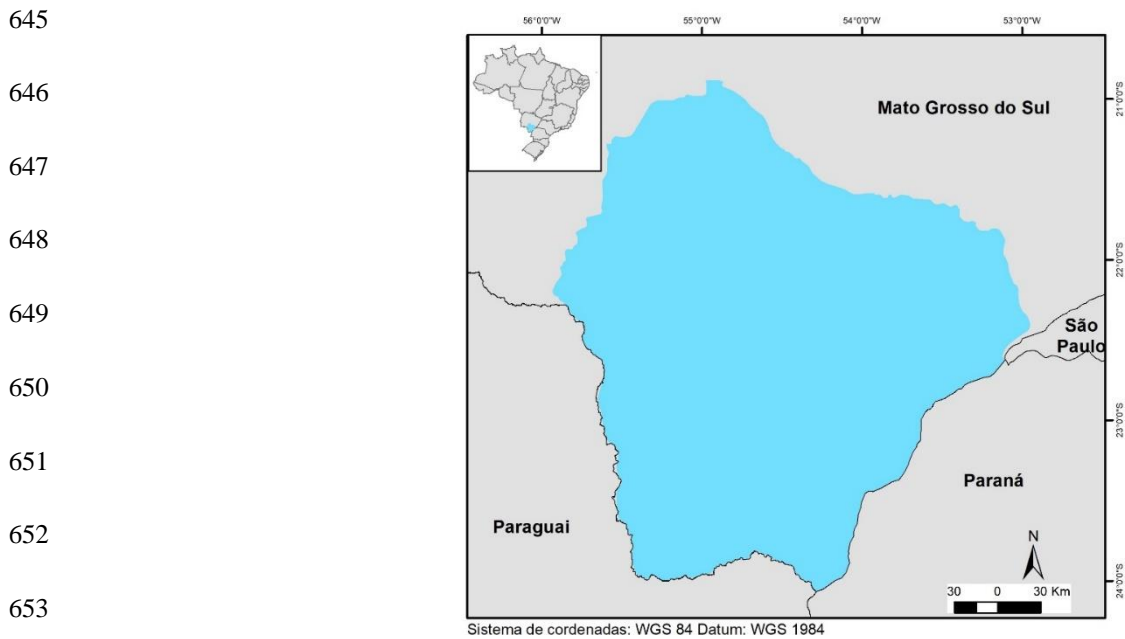
627 The maintenance of this status requires the country to demonstrate its surveillance
628 capability, as well as mapping, controlling and monitoring strategies for those populations
629 (OIE, 2018). Population surveillance and control is an expensive task in a country as vast as
630 Brazil, requiring large numbers of trained personnel; a viable strategy to overcome such
631 limitations would be to prioritize surveillance areas based on sanitary risks and wild boar
632 population abundance, as well as logistics.

633 The present study aims to model the potential occurrence of free-ranging wild boars
634 (and its hybrids with domestic pigs) in a region close to the Brazil-Paraguay border, as well as
635 to implement a strategy to identify priority areas for health surveillance based on geographic
636 information and population distribution.

637 **2. Material and Methods**

638 *2.1 Study area*

639 The study was developed in the southern Mato Grosso do Sul State, Brazil, in an area
 640 of 71,000 km² covering the Ivinhema, Amambaí, and Iguatemi river basins, as well as the
 641 borderline between Brazil and Paraguay (Figure 1). Thirty-four municipalities compose this
 642 region, many of them being large producers of grain, sugarcane and swine meat (IBGE 2016;
 643 IBGE 2016a). The study area shows widespread populations of wild boar, whose abundance
 644 and distribution are poorly known.



654 Fig. 1: Study area (in blue) in the southern Mato Grosso do Sul state, Brazil.

655

656 2.2 Distribution modeling

657 The maximum entropy modeling approach (Phillips et al., 2006 a) was used to map the
 658 potential occurrence of wild boar populations in the study area, based on known occurrence
 659 data and environmental layers at a local scale. Incidence data were donated from biologists and
 660 veterinarians working in the region and is composed by geographic coordinates of tracks,
 661 vestiges, camera trap records and direct observation.

662 Considering the homogeneity of the climatic parameters and the relief of the study area,
 663 local geographic environmental and mesoscale variables were chosen approaches. Thus, based

664 on the biology and behavior of the species, the environmental layers were elaborated
665 considering the following elements: forest patches, wetlands, agricultural lands separated into
666 different crops, such as maize, soybeans, sugarcane, and eucalyptus.

667 The map of forest patches, wetlands, and eucalyptus plantations was elaborated at
668 1:20000 scale using the supervised classification technique over Sentinel 2 satellite images
669 dated July 2017, with 10m of spatial resolution. The areas used for agriculture were obtained
670 from the Agribusiness Geographic Information System of Mato Grosso do Sul (SIGA/MS). The
671 Euclidean distance of each polygon of each soil cover category was used to construct the
672 environmental layers for modeling. The forest polygons were classified according to their area,
673 to perform an additional layer in order to incorporate the patch size in the modeling procedure
674 (Table 1). This procedure generated two different layers. The first layer excluded all forest
675 fragments with areas smaller than 20 ha and in the second layer all forest fragments with an
676 area smaller than 50ha.

677 The potential distribution model for wild boars was prepared using the Maximum
678 Entropy Species Distribution Modeling software (Maxent), version 3.4 (Phillips et al., 2004).
679 Maximum entropy models identify occurrence thresholds considering the environmental layers
680 as covariates, searching for models with the maximum possible entropy (those that better
681 represent the incidence data). Based on these thresholds, every pixel of the study area is
682 classified according to the probabilities with values ranging from 0 to 1 (Phillips et al., 2006 a;
683 Phillips et al., 2008).

684 The model validation procedure, considered the hypothesis testing procedure, was based
685 on a random sample comprising 30% of the available incidence data. Maxent then calculates
686 the values for the ROC (Receiver Operating Characteristics) and the Area Under the Curve
687 (AUC) in a graph representing the test data generating a true positive (Sensitivity) and a false
688 positive (specificity), comparing them with the same curve obtained from random points in the

689 study area (Phillips et al., 2006 a). AUC corresponds to the probability of a given point, both
 690 separated for hypothesis testing and those obtained from random placements, being true
 691 positive and false positive (Phillips et al., 2006 a, Swets 1988; Lopes 2014). Considering that
 692 the area under the ROC curve (AUC) may have the maximum value 1, the values close to 0.5
 693 approximate to a random distribution, meaning that these models have low prediction capacity
 694 or low power to discriminate favorable environmental conditions for the target species. The
 695 permutation importance value (Phillips et al. 2006 b) was calculated to assess the importance
 696 of each environmental variable in the definition of the probability of occurrence of wild boars.
 697 This value is obtained from a random permutation of each variable among the training data,
 698 measuring the decrease in the AUC resulting from such manipulation. Thus, a large decrease
 699 in the AUC value indicates that the model depends heavily on this variable, in particular
 700 (Phillips et al., 2006b).

701 **Table 1. Environmental factors used to model the potential distribution of free-ranging**
 702 **wild boars (*Sus scrofa*) in Southern Mato Grosso do Sul state, Brazil.**

Factor	Description	Basic map source
d_FOR	Distance from forest patches	Land cover map at 1:20000 scale
d_FOR20	Distance from forest patches > 20 ha	Land cover map at 1:20000 scale
d_FOR50	Distance from forest patches > 50 ha	Land cover map at 1:20000 scale
d_WET	Distance from wetlands	Land cover map at 1:20000 scale
d_EUC	Distance from eucalyptus plantations	Land cover map at 1:20000 scale
d_MAI	Distance from maize plantations	SIGA/MS
d_CAN	Distance from sugarcane plantations	SIGA/MS
d_SOY	Distance from soybean plantations	SIGA/MS

dMAI+CAN	Distance from sugarcane + maize plantations	SIGA/MS	703 704
dCAN+MAI+SOY	Distance from sugarcane + maize + soybean plantations	SIGA/MS	705 706 707
			708

709 *2.3 Prioritization of surveillance areas*

710 The delimitation of surveillance areas considered the sanitary risk, the accessibility and
711 the ease of support factors. Potential occurrence of wild boars, distance from Paraguayan
712 border, and distance from dense rural settlements were considered as sanitary-risk factors. The
713 potential occurrence of wild boars corresponds to the model created in this study, from which
714 an arbitrary threshold probability of > 0.60 was adopted. The distance from the border
715 corresponded to the Euclidian distance from the borderline between Brazil and Paraguay, and
716 the same distance was adopted for the distance from rural settlements. The rural settlements
717 were included as sanitary risk factors because settlers usually raise swine in a domestic
718 environment, without adopting biosecurity measures. The accessibility factor corresponded to
719 the distance from paved roads, and the ease of support factor corresponds to the distance from
720 the state health surveillance offices, truncated at 20 km.

721 The map of these factors encompassed spatially explicit layers, of equal relevance in the
722 prioritization process, each one with 20 out of 100. Therefore, the distance classes were
723 weighted as 100, 80, 60, 40, 20 and 1 for distances from 0 to 1, 1.1 to 2, from 2.1 to 3, from 3.1
724 to 4, from 4.1 to 5, and above 5 kilometers, respectively. To prioritize the health surveillance
725 areas based on these information layers, the ArcGIS 10.1 overlay tool was used, which produce
726 a value map corresponding to a weighted mean calculated with the values of all layers and their
727 relevance degrees.

728

729

730 **3. Results**

731 Fifty-six wild-boar occurrence coordinates from the study area were used, 16 of which
 732 separated for validation of the distribution model. Among the alternative models (Table 2),
 733 model A presented the best specificity performance (lower risk of committing commission
 734 errors, or false positives), and included as environmental variables the sugarcane and maize
 735 plantations aggregated in a single layer, as well as eucalyptus forests, native forests, and
 736 wetlands. This model presented an $AUC = 0.92 \pm 0.027$, distant from the $AUC = 0.50$ obtained
 737 from random points created for hypothesis testing procedure. Two other models (B and C)
 738 produced comparable results, but the use of distances from sugarcane and maize plantation in
 739 separated layers resulted in overfitting, which was identified by an incoherent distribution map.

740 **Table 2. Alternative models used to map the potential distribution of free-ranging wild**
 741 **boars (*Sus scrofa*) in the southern Mato Grosso do Sul state, Brazil.**

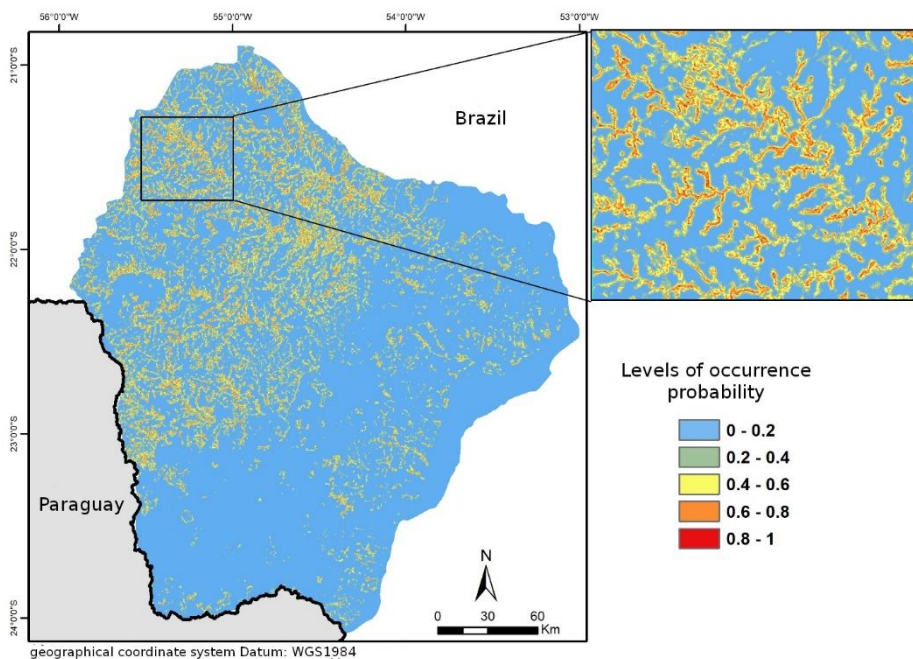
Model	Environmental layers	Model Average
		AUC
A	dFOR; dWET; (dMAI+CAN); dEUC	0.920 ± 0.0267
B	dCAN; dWET; dMAI; dSOY; dEUC	0.948 ± 0.0255
C	dFOR; dWET; dCAN; dMAI; dEUC;	0.953 ± 0.0260
D	dFOR; dWET; (dCAN+MAI+SOY)	0.891 ± 0.0264
E	dFOR; dWET	0.815 ± 0.0357

742

743 Model A indicates the occurrence of wild boars in an area of 3,960 km², considering
 744 regions with a probability of occurrence above 0.5. Also, areas with a probability of occurrence
 745 greater than 0.8 are 111 Km². The environmental layers used to construct this model differed

746 in their relevance in the definition of probabilities: the distance from sugarcane and maize crops
 747 combined (dMAI+CAN) presented a permutation value of 39.9, while the distance from forest
 748 patches (dFOR) had a 29.4 score; the distance from wetlands had 20.5, and the eucalyptus
 749 plantations had 10.2.

750

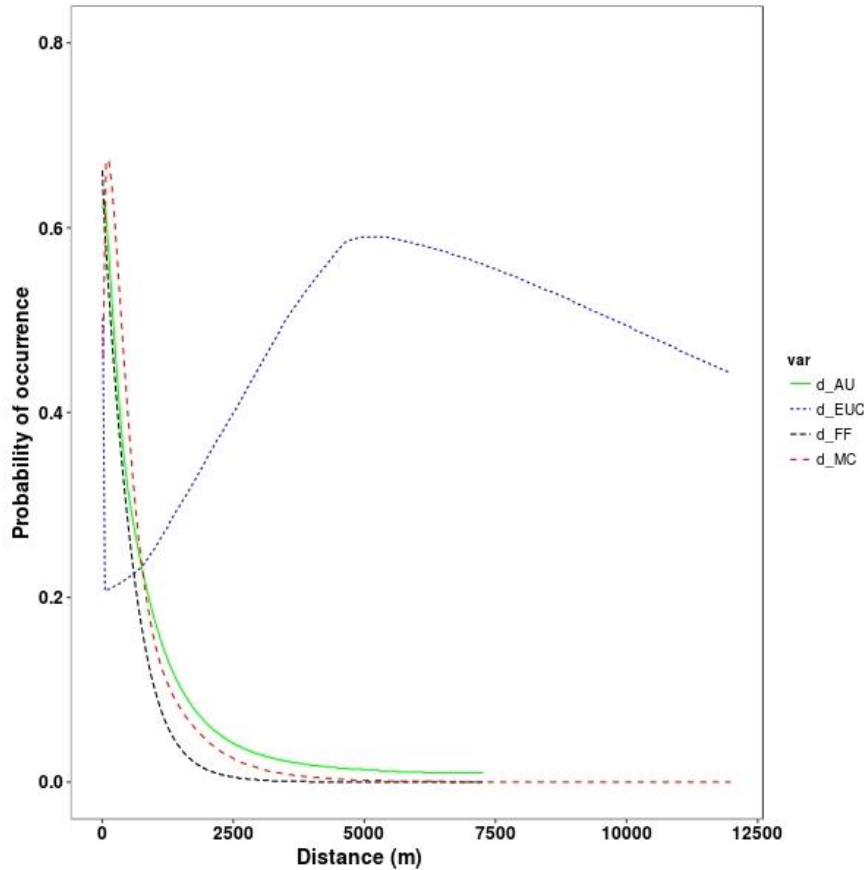


751

752 Fig. 2: Potential occurrence of free-ranging wild boar (*Sus scrofa*) populations in southern Mato
 753 Grosso do Sul state, Brazil, based on maximum entropy models using the distance from forest
 754 patches, distance from sugarcane + maize crops, from wetlands, and distance from eucalyptus
 755 plantations as environmental layers.

756 The distance from forest patches, sugarcane + maize crops and from wetlands layers
 757 evidenced a positive relationship with the probability of wild boar occurrence, while the
 758 distance from eucalyptus plantations showed a negative relationship up to 5 km (Figure 3).

759



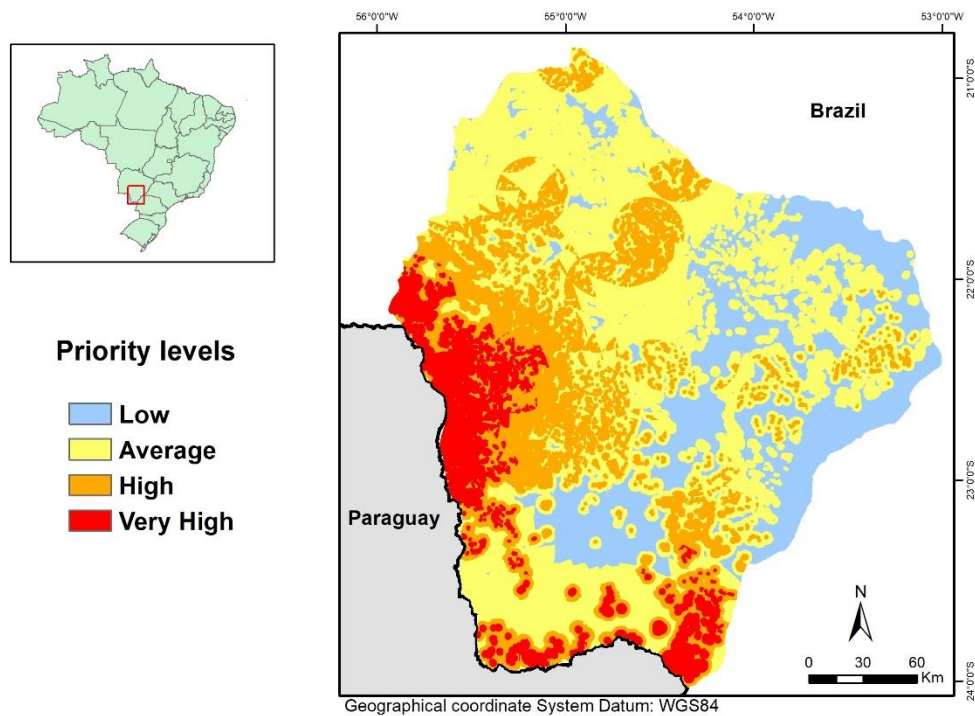
760

761 Fig. 3: Probability of wild boar (*Sus scrofa*) occurrence in the southern Mato Grosso do Sul
 762 state, Brazil, as a function of distance from forest patches (black dashed line), distance from
 763 sugarcane + maize crops (red dashed line), wetlands (green line) and eucalyptus plantations
 764 (blue dashed line), estimated by a maximum entropy model.

765

766 Health surveillance areas with a very high priority correspond to 9% of the study area,
 767 while the high priority area amounted to 22% of the study area. The areas with average and
 768 lower priority correspond to 42.2% and 18.4% of the study area, respectively. The very high-
 769 priority areas are located along the border between Brazil and Paraguay, with contiguous high-
 770 priority areas towards the regions with higher coverage of potential wild boar occurrence
 771 (Figure 4).

772



773

774 Fig. 4: Priority areas for sanitary surveillance in the free-ranging wild boar (*Sus scrofa*)
 775 populations from southern Mato Grosso do Sul state, Brazil, based on the distance from paved
 776 roads, from the international border, from state health surveillance offices, and from dense rural
 777 settlements.

778 4. Discussion

779 The risks caused by the presence of free-ranging wild boars and its crosses with
 780 domestic pig lineages are considerable for pork-meat producer/exporter countries, especially
 781 those that are certified as free of Classical Swine Fever. The World Organization for Animal
 782 Health (OIE) establishes that certified countries have to present evidence of diagnostics and
 783 surveillance programs, distribution and density estimations of feral swine populations, as well
 784 as population control programs (OIE, 2018). Amongst the criteria used to determine the CSF
 785 status of a given country, zone or region, are the knowledge on the present domestic and free-
 786 ranging wild boar populations, the knowledge on the present wild boar and feral swine
 787 populations, the implementation of a surveillance program following specific
 788 recommendations, considering the presence of artificial or natural barriers, the wild boar

789 population ecology, and risk assessments focused on the dissemination of the disease (OIE,
790 2018). The detailed specific recommendations of the OIE includes some challenges such as the
791 need for data on distribution, size, and the behavior of wild boars and feral swine populations.
792 The OIE (2016) recommends that the delimitation of the wild boar and feral swine population
793 ranges should guide the design of epidemiologic units for surveillance. Additionally, in certain
794 situations, a more specific surveillance program can promote a security increment based on the
795 identification of high-risk zones: the existence of subregions with larger free-ranging
796 populations; the frontiers between regions or countries affected by CSF; the interfaces between
797 captive and free-ranging populations; and the existence of farms with free-ranging populations
798 (OIE 2018).

799 The results of this study, while not estimating true population size and distribution based
800 on extensive field research, show that the free-ranging wild boars and respective crosses with
801 domestic lineages of swine occurred most likely under specific habitat conditions, such as
802 proximity to water, wetlands, and forests, as well as crops as a food supply. These suitable
803 habitats are widespread in the southern region of Mato Grosso do Sul state, which is a well-
804 developed agricultural region. The Brazilian legislation requires the maintenance of a certain
805 percentage of native vegetation in the rural properties as legal reserves, as well as the vegetation
806 along the rivers, wetlands, and springs as permanent protection areas (Law nº 12.651/2012).
807 The result of this is a composition of habitat and landscape very suitable for the establishment
808 and the increase of populations of wild boars, with riverbank vegetation serving as corridors
809 for the dispersion of the species, besides offering adequate cover for the species. Our model
810 clearly reflects these conditions, as shown in the detail of Figure 2, as well as the estimated
811 relevance of each environmental layer in the final model (in decreasing order, the distances
812 from crops, forests, and wetlands). This pattern has been often described in the literature
813 (McClure et al., 2015; Allwin et al., 2016, Lombardini et al., 2017). Choquenot et al. (1996)

814 reported that the wild boar population density is strongly related to habitat productivity,
815 expressed by the abundance of three essential resources in the landscape: food, shelter and water
816 supply.

817 Often, prioritization is recommended due to the large-scale distribution areas of free-
818 ranging populations of wild boar and feral domestic swine lineages (Boadella et al., 2011,
819 Commonwealth of Australia 2017). The use of spatial prediction on habitat suitability may be
820 incorporated as an improved variable to design surveillance frameworks (Froese et al., 2015).
821 However, this approach has been little used in surveillance programs for epidemiological
822 monitoring. Our spatially explicit model indicates that the closer to the international border, the
823 higher the probability of wild boars' occurrence, as well as the ease of logistics and support.
824 Thus, all these factors combine to make the areas near the international border the first choice
825 to conduct health surveillance. The advantages are the resulting small percentage of the study
826 area to be covered (9%) with more intensive sampling, instead of surveying elsewhere in such
827 a large region.

828 As the study area is located in a region certified as CSF-free, it makes sense that border
829 zones are chosen as a priority. Despite Paraguay is also certified as CSF-free, the approach
830 presented in this study may be adequate border areas between free and non-free regions, or
831 countries, elsewhere in Brazil. The prioritization of border regions does not imply that other
832 priority zones in the study area should be neglected by health surveillance. Those areas may be
833 less intensely sampled and rely more on citizen-based surveillance (hunter, for example, to
834 obtain samples) than the highest priority zone, which may be subject to direct and intensive
835 surveillance by official veterinarians.

836 **5. Conclusion**

837 The aim of the prioritization is to give support to the decision-making process rather
838 than imposing a rigid zoning or rigid surveillance intensity based on the map. Instead, the

839 proposed exercise may be applied to help define areas for immediate control actions, as well as
840 to set priorities for health vigilance goals (Saito et al., 2012). It may be advantageous that the
841 highest priority zone covers only 9% of the study area, providing a better basis for a more
842 efficient allocation of resources and personnel to an effective surveillance program.

843 The approach adopted in this study may be enhanced by including additional
844 information layers, as well as consistent data sets related to the occurrence, abundance, and
845 dispersion of wild boars, in addition to a participatory construction of surveillance models and
846 strategies.

847 **Funding**

848 *This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil*
849 *(CAPES) Finance Code 001.*

850 This work was supported by the Foundation for Support to the Development of Teaching, Science and Technology
851 (FUNDECT) of the State of Mato Grosso do Sul, Brazil.

852

853 **Declaration of interest**

854 The authors declare that they have no competing interests.

855 **References**

856 ABPA, Associação Brasileira de Proteína Animal, 2018. Relatório Anual da ABPA. (Accessed
857 on 10 June 2018). <http://abpabr.com.br/setores/avicultura/publicacoes/relatoriosanuais/2018>.

858 Allwin, B., Swaminathan, R., Mohanraj, A., Suhas, G.N., Vedaminckam, S., **Gopal, S.,**
859 **Kumar, M.** 2016. The Wild Pig (*Sus scrofa*) Behavior – A Retrospective Study. Journal of
860 Veterinary Science & Technology. 7, 1-10.

861 Benjamin D.H, Linda M.B. The economic cost of managing invasive species in Australia.2016.
862 Neobiota 31, 1-18.

863 Boadella, M., Gortazar, C., Acevedo P., Carta T., Martín-Hernando, M.P., de la Fuente J.,
864 Vicente, J., 2011. Six recommendations for improving monitoring of diseases shared with
865 wildlife: examples regarding mycobacterial infections in Spain. European Journal of Wildlife
866 Research. 57, 697–706.

867 Brasil, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2014. Norma Interna Nº 3, de 18
868 de setembro de 2014. (Accessed on 10 June 2018).

- 869 [http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/saude-animal/programas-](http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/saude-animal/programas-de-saude-animal/anexo14PNSSnormassanit.pdf)
870 [de-saude-animal/anexo14PNSSnormassanit.pdf](http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/saude-animal/programas-de-saude-animal/anexo14PNSSnormassanit.pdf)>
- 871 Castilla, J.C., Lagos, N.A., Cerda, M., 2004. Marine ecosystem engineering: effects of the alien
872 ascidian *Pyura praeputialis* upon species richness, distribution and spatial turnover in the mid-
873 intertidal rocky shores of northern Chile. *Marine Ecology Progress Series*. 268, 119-130.
- 874 Crooks, J.A., 1998. Habitat alteration and community-level effects of an exotic
875 mussel, *Musculista senhousia*. *Marine Ecology Progress Series*. 162, 137-152.
- 876 Davis, M.A., Thompson K., 2000. Eight ways to be a colonizer; two ways to be an invader: a
877 proposed nomenclature scheme for invasion ecology. *Bulletin of the Ecological Society of*
878 *America*. 81, 226-230. (Accessed on 11 june 2018). <https://www.jstor.org/stable/20168448>
- 879 Deberdt, A.J., Scherer, S.B., 2007. O javali asselvajado: Ocorrência e manejo da espécie no
880 Brasil. *Natureza & Conservação*. 5, 31-44.
- 881 European Comission. Policies, Information and Services. African Swine Fever. (Accessed on
882 07 october 2018). https://ec.europa.eu/food/animals/animal-diseases/control-measures/asf_en.
- 883 Franke, C.R., et al. 2005. Mata Atlântica e biodiversidade, ed. UFBA, Salvador. (Acessed on 4
884 december 2018).
885 [https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/3014/1/mata_atlantica_e_biodiversidade%5B1%5D.](https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/3014/1/mata_atlantica_e_biodiversidade%5B1%5D.pdf)
886 pdf.
- 887 Froese, J.G., Smith, C.S., McAlpine, C.A., Durr, P.A., van Klinken, R.D., 2015. Modelling
888 habitat suitability and connectivity of feral pigs for exotic disease surveillance in northern
889 Australia. In: 21st International Congress on Modelling and Simulation, At Broadbeach,
890 Australia.
- 891 Huxel, G.R., 1999. Rapid displacement of native species by invasive species effects of
892 hybridization. *Biological Conservation*. 89, 144-152.
- 893 IBAMA, 2013. Instrução Normativa nº03 de 31 de janeiro de 2013. Diário oficial da União,
894 Brasília-DF. Seção I, 88-89.
- 895 IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal. Rio de
896 Janeiro, v. 43, p. 1-62. ISSN: 0101-3963.

- 897 IBGEa. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da Pecuária Municipal. Rio de
898 Janeiro, v. 44, p.1-51. ISSN: 0101-4234.
- 899 IUCN, 2008. IUCN Red List of Threatened Species. (Accessed on 10 julho 2018)
900 <https://www.iucnredlist.org>.
- 901 Kaizer, M.C., Novaes, C.M., Faria, M.B., 2011. Aspectos Sócio Ecológicos da Introdução de
902 Javalis (*SusScrofa*) na região de Tombos, Zona da mata Mineira. In: X Congresso de Ecologia
903 do Brasil, São Lourenço – MG.
- 904 Lodge, D. M., 1993. Biological invasions: lessons for ecology. Trends in Ecology and
905 Evolution. 8, 133-137.
- 906 Lombardini, M., Meriggi, A., Fozzi, A., 2017. Factors influencing wild boar damage to
907 agricultural crops in Sardinia (Italy). Current Zoology. 63, 507–514.
- 908 Lopes, B., Ramos, I.C.O., Ribeiro, G., Correa, R., Valbon, B.F., Luz, A.C., Salomão, M., Lyra,
909 J.M., Ambrósio Junior R., 2014. Bioestatísticas: conceitos fundamentais e aplicações práticas.
910 Revista Brasileira de Oftalmologia. 73, 16-22.
- 911 Massei, G., Genov, P.V., 2004. The environmental impact of wild boar. Galemys. 16, 135-145.
- 912 McClure, M.L., Burdett, C.L., Farnsworth, M.L., Lutman, M.W., Theobald, D.M., Riggs, P.D.,
913 Theobald, D.M., Riggs, P.D., Grear, D.A., Miller, R.S., 2015. Modeling and Mapping the
914 Probability of Occurrence of Invasive Wild Pigs across the Contiguous United States. PLoS
915 ONE. 10, e0133771. [\(accessed 07.05.18\)](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0133771)
- 916 Meyerson, L.A., Mooney, H.A., 2007. Invasive alien species in an era of
917 globalization. Frontiers in Ecology and the Environment. 5, 199-208.
- 918 OIE - World Organisation for Animal Health. Terrestrial Animal Health Code 2018. Chapter
919 1.6 - Procedures for self declaration and for official recognition by the OIE. 2018. (Accessed
920 on 10 august 2018).http://www.rr-africa.oie.int/docspdf/en/Codes/en_csat-voll.pdf.
- 921 OIE - World Organisation for Animal Health. Terrestrial Animal Health Code 2018. Chapter
922 15.2 - Infection with classical swine fever virus. 2018. (Accessed on 10 june 2018).
923 http://www.oie.int/index.php?id=169&L=0&htmfile=chapitre_csf.htm.

- 924 Pedrosa, F., Salermo, R., Borges, P.F.V., Galetti, M., 2015. Current distribution of invasive
925 feral pigs in Brazil: economic impacts and ecological uncertainty. *Natureza & Conservação*.
926 13, 84-87.
- 927 Phillips, S.J., Anderson, R.P., Schapire, R.E. 2006a. Maximum entropy modeling of species
928 geographic distributions. *Ecological Modelling*. 190, 231–259.
- 929 Phillips, S. 2006b. A brief tutorial on Maxent. (Accessed on 15 march 2018).
930 <http://www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent/tutorial/tutorial.doc>.
- 931 Phillips, S.J., Dudík, M. 2008. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions
932 and a comprehensive evaluation. *Ecography*. 31, 161-175.
- 933 Pimentel, D., McNair, S., Janecka, J., Wightman, J., Simmonds, C., O'Connell, C., Wong, E.,
934 Russel, L., Zern, J., Aquino, T., Tsomondo, T., 2001. Economic and environmental threats of
935 alien plant, animal, and microbe invasions. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 84, 1-
936 20.
- 937 Pimentel, D., Zuniga, R., Morrison, D., 2005. Update on the environmental and economic costs
938 associated with alien-invasive species in the United States. *Ecological Economics*. 52, 273-
939 288.
- 940 Primack, R.B., Rodrigues, E., 2001. *Biologia da conservação*, ed. do Autor, Londrina.
- 941 Salvador, C.; Fernandez, F.A.S. Using the Eurasian Wild Boar Phenotype as a Basis to
942 Document a New Process of Invasion by *Sus scrofa* L. in a Neotropical Biodiversity Hotspot.
943 *Wildlife Biology in Practice*, v.10, n.3, 2014.
- 944
- 945 Swets, J.A., 1988. Measuring the accuracy of diagnostic systems. *Science*. 240, 1285–1293
- 946 Timmons Jared B. et al. Feral hogs negatively affect native plant communities. Texas:
947 TSSWCB, 2012. (Accessed on 03 may 2018).
948 [https://invasivespecies.wa.gov/documents/squealompigs/FeralHogsNegativelyAffectNativePla](https://invasivespecies.wa.gov/documents/squealompigs/FeralHogsNegativelyAffectNativePlantCommunities.pdf)
949 [ntCommunities.pdf](https://invasivespecies.wa.gov/documents/squealompigs/FeralHogsNegativelyAffectNativePlantCommunities.pdf).
- 950 Timmons Jared B. et al. Feral hog population growth, density and harvest in Texas. Texas:
951 TSSWCB, 2012. (Accessed on 20 april 2018).
952 [https://invasivespecies.wa.gov/documents/squealompigs/FeralHogPopGrowthDensity&Harves](https://invasivespecies.wa.gov/documents/squealompigs/FeralHogPopGrowthDensity&HarvestinTX.pdf)
953 [tinTX.pdf](https://invasivespecies.wa.gov/documents/squealompigs/FeralHogPopGrowthDensity&HarvestinTX.pdf).

954 Viegas, A., 2014. Javali é praga tão perigosa quanto Helicoverpa. (Accessed on 17 may 2018).
955 [.http://g1.globo.com/mato-grosso/agrodebate/noticia/2014/01/javali-e-praga-tao-perigosa-
quanto-helicoverpa-diz-pesquisador-em-ms.html](http://g1.globo.com/mato-grosso/agrodebate/noticia/2014/01/javali-e-praga-tao-perigosa-
956 quanto-helicoverpa-diz-pesquisador-em-ms.html).

957 Vitousek, P.M., 1990. Biological invasions and ecosystem processes: towards an integration of
958 population biology and ecosystem studies. *Ecosystem Management*. 57, 7-13.

959

960

961

962

963

964

965

966 **7.0 CAPÍTULO 2**

967 Normatizado segundo periódico: Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia

968 <http://www.scielo.br/revistas/abmvz/pinstruc.htm>

969

970 **METODOLOGIA PARTICIPATIVA PARA LEVANTAMENTO PRELIMINAR DE**
971 **ÁREAS DE OCORRÊNCIA DO JAVALI ASSELVAJADO.**

972 **PARTICIPATORY METHODOLOGY FOR PRELIMINARY SURVEY OF WILD**
973 **BOAR OCCURRENCE AREAS.**

974

975 Thamy de Almeida Moreira ¹

976 Maxwell Da Rosa Oliveira¹

977 Aiesca Oliveira Pellegrin²

978 Walfrido Moraes Tomás²

979 Namor Pinheiro Zimmermann³

980

981 Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, Brasil.¹

982 Embrapa Pantanal, Corumbá, MS, Brasil.²

983 Centro Universitário da Grande Dourados – UNIGRAN³.

984

985 **Resumo**

986 O javali é uma espécie invasora cujas populações em vida livre podem causar impactos
987 diversos, tanto na biodiversidade, como na transmissão de doenças de relevância para animais
988 de produção e para a saúde pública. O Mato Grosso do Sul está na área livre de Peste Suína
989 Clássica, fazendo-se necessário empreender esforços no sentido de mapear, monitorar e acessar
990 as populações de suínos asselvajados, gerando parte das informações necessárias atender a

991 certificação. Esse trabalho objetivou avaliar uma metodologia baseada no uso de mapeamento
992 participativo, cujas vantagens incluem o baixo custo e a facilidade de aplicação, para um
993 levantamento preliminar da ocorrência de populações de javali no sul do estado de Mato Grosso
994 do Sul. A metodologia participativa utilizou de imagens impressas georreferenciadas da região
995 e teve como respondentes chaves os caçadores esportivos cadastrados nos clubes de tiro da
996 região e que foram acessados de forma coletiva em dinâmicas de grupo. Paralelamente,
997 questionários foram aplicados a produtores rurais da área de estudo, com a finalidade de acessar
998 informações georreferenciadas. Ambas as metodologias foram comparadas e pode se observar
999 que o mapeamento realizado com os caçadores foi mais eficiente para a obtenção de
1000 informações em relação a ocorrência das populações de javali.

1001 **Palavras-chave:** suínos exóticos, população, georreferenciamento, questionário.

1002

1003 **Abstract**

1004 Wild boar is an invasive species and free-living populations can cause diverse impacts, both
1005 on biodiversity, and on the transmission of diseases of relevance to production animals and to
1006 public health. Mato Grosso do Sul is in the Classical Swine fever free zone and it is necessary
1007 to undertake efforts to map, monitor and access the populations of swine hogs, generating part
1008 of the necessary information to attend certification. This work aimed to evaluate a
1009 methodology based on participatory mapping, whose advantages include the low cost and the
1010 ease of application, for a preliminary survey of the occurrence of wild boar populations in the
1011 southern state of Mato Grosso do Sul. Participatory methodology used of georeferenced
1012 printed images of the region and had as answer keys the sports hunters registered in the
1013 shooting clubs of the region and who were accessed collectively in group dynamics. At the
1014 same time, questionnaires were applied to rural producers in the study area, with the purpose
1015 of accessing georeferenced information. Both methodologies were compared and it can be
1016 observed that the mapping performed with the hunters was more efficient to obtain
1017 information regarding the occurrence of wild boar populations.

1018

1019 **Keywords:** Exotic pigs, population, geo-referencing, questionnaire.

1020

1021

Introdução

1022

1023

1024

1025

1026

1027

O javali é uma espécie invasora que acarreta acentuados prejuízos, cuja expansão no território brasileiro deu origem a ações sinérgicas entre órgãos públicos e organizações não governamentais para normatizar o seu controle. Essa gestão tem objetivos tanto de gestão de risco epidemiológico no âmbito do programa de controle da peste suína clássica (PSC) e da certificação das áreas livres para a doença, quanto de mitigação dos impactos ambientais sobre as culturas de grãos decorrentes da proliferação da espécie no ambiente rural. (BRASIL, 2017)

1028

1029

1030

1031

1032

1033

Em diferentes regiões do globo tem-se utilizado modelos de distribuição potencial, com o objetivo de levantar informações sobre locais ocupados ou passíveis de ocupação por estas espécies, permitindo identificar áreas de maior risco de invasão. Ferramentas de abordagem qualitativa tem sido frequentemente associadas para conhecer o espaço rural e os processos que nele ocorrem, como doenças na população animal, presença de espécies, perdas econômicas devido a fatores diversos, dentre outros (Weber & Anderson, 2010; Catley et al., 2012)

1034

1035

1036

1037

1038

1039

1040

1041

A dificuldade em definir ações de vigilância mais efetivas para espécies invasoras está associada principalmente a falta de informações referentes a distribuição e ecologia da espécie nos ambientes invadidos. Nesse sentido, as técnicas utilizadas no Diagnóstico Rural participativo como o mapeamento participativo associado ao georreferenciamento, o PGis (Participatory Gis), podem ser exitosas, aproveitando o conhecimento agregado de grupos de respondentes permitindo preencher, com baixo custo, lacunas do conhecimento sobre a distribuição de determinadas espécies em um ambiente conhecido (Catley, 1999, Catley & Mariner, 2002; Dickinson et al., 2016; Jost et al., 2007; Verdejo, 2006).

1042

1043

1044

1045

1046

1047

Essas metodologias são aplicáveis a regiões que carecem de informações básicas que possam amparar a construção ou implementação de programas de controle, sanitários em sua maior parte (Taylor, 1987). A epidemiologia participativa tem como ponto principal para aquisição de informações, o uso de informantes-chave, que detém um conhecimento do tema e do local, assim como habilidades que os tornam o grupo de eleição para o fornecimento das informações (Catley & Mariner, 2002).

1048

1049

1050

1051

Mapeamento é qualquer método em que as pessoas são encorajadas a usar mapas para comunicar seus conhecimentos a respeito do ambiente e tudo que nele está contido com maior clareza. Forrester & Cinderby (2011) introduziram o termo mapeamento comunitário apresentando uma chave de decisão com critérios para a escolha da melhor metodologia.

1052 Segundo os autores, o mapeamento comunitário é uma forma de mapeamento participativo
1053 realizado com grupos da comunidade e não com indivíduos e que pode ser usado para
1054 representar as visões de alguns ou de todos os membros dessa comunidade.

1055 Uma técnica de pesquisa qualitativa também muito utilizada é o painel de especialistas,
1056 cujas avaliações são realizadas por profissionais altamente qualificados, como pesquisadores.
1057 O painel de especialistas está baseado na pressuposição dessa habilidade “superior” dos
1058 profissionais, que deteriam um conhecimento mais profundo do tema que lhes conferiria a
1059 capacidade de realizar avaliações válidas (Forester & Cinderby, 2011). Essa visão está sendo
1060 superada e a palavra especialista adquire o sentido de indivíduo que possui alguma forma
1061 de contato com o objeto de estudo e que detém um conhecimento local baseado na tradição
1062 oral, na informação compartilhada e na experiência de vida dos indivíduos (Catley & Mariner,
1063 2002).

1064 Esse trabalho objetivou avaliar uma metodologia baseada no uso de mapeamento
1065 participativo, de baixo custo e fácil aplicação, para um levantamento preliminar da ocorrência
1066 de populações de javali no sul do estado de Mato Grosso do Sul.

1067 **Material e Métodos**

1068 **Área de estudo**

1069 A área de estudo foram os municípios de Ponta Porã, Itaporã, Rio Brillhante, Nova
1070 Alvorada e Dourados, na região sul do Mato Grosso do Sul (Figura 1). Essa região é
1071 caracterizada por uma expressiva produção de grãos, principalmente milho e soja, e também
1072 por uma suinocultura comercial em expansão.

1073 **Mapeamento participativo**

1074 Foram utilizadas duas técnicas de metodologia participativa: a primeira consiste de uma
1075 adaptação da técnica de Diagnostico Rural Participativo (Catley et al. 2012), onde foram
1076 utilizadas informações levantadas em dinâmicas de grupo, durante encontros realizados com
1077 manejadores (caçadores) associados aos clubes de tiro locais.

1078 Ao início da dinâmica os manejadores recebiam informações sobre as questões
1079 relacionadas ao risco representado pelas populações de javali em vida livre e eram informados
1080 sobre a importância do monitoramento de populações de javali bem como sobre seu papel no
1081 Plano de vigilância de suídeos asselvajados na área livre de peste suína clássica. Uma das

1082 principais perguntas norteadoras da dinâmica era: onde você ou sua equipe caçam ou avistam
1083 javalis. Posteriormente, imagens da área de estudo, impressas e georreferenciadas do Google
1084 Earth®, contendo pontos de referência como estradas, pistas de pouso, rios ou córregos da região
1085 eram dispostas em local plano e os manejadores, utilizando pinceis marcadores, eram
1086 convidados a representar, graficamente as áreas de avistamentos e/ou manejo das populações
1087 de javali.

1088 **Questionários**

1089 Foi aplicado aos produtores rurais na região de estudo pela Federação de Agricultura de
1090 Mato Grosso do Sul (FAMASUL) um questionário para levantar a ocorrência de javalis nas
1091 propriedades rurais. Esses questionários eram aplicados em eventos e feiras agropecuárias da
1092 região. As duas perguntas principais: (1) “Você já avistou javali em sua propriedade ou em
1093 propriedade vizinha?”, (2) “Caso a resposta acima seja positiva, indicar local e coordenada
1094 geográfica” permitiram obter um segundo conjunto de coordenadas geográficas da ocorrência
1095 do animal.

1096 **Definição das áreas de distribuição potencial**

1097 Para definição das áreas de distribuição do javali (*Sus scrofa*) foi utilizado o modelo
1098 Maxent de distribuição potencial elaborado anteriormente (Moreira, 2018).

1099 Os 56 pontos de ocorrência utilizados na modelagem foram cedidos por diferentes
1100 profissionais que atuam na área de estudo, deste trabalho, realizando pesquisas com fauna. As
1101 camadas ambientais utilizadas na modelagem foram distância de ambientes florestais (d_AF);
1102 distância de áreas de cultivo de cana (d_CC); distância de áreas de cultivo de milho (d_CM);
1103 distância de áreas úmidas (d_AU) (Moreira, 2018)

1104 As camadas foram elaboradas a partir de informações disponíveis no Sistema de
1105 Informação Geográfica do Agronegócio de Mato Grosso do Sul (SIGA-MS) e por meio de
1106 mapeamento de uso e cobertura do solo da área de estudo (Famasul, 2018). Neste mapeamento
1107 foram utilizadas imagens do satélite Sentinel2, que possuem 10 metros de resolução espacial.
1108 Neste trabalho foi priorizada a produção de camadas ambientais com alta resolução espacial,
1109 permitindo assim a comparação do modelo de distribuição com os métodos participativos.

1110 O programa Maxent, foi configurado para saída logística, assim como para realizar 30
1111 repetições seguindo o método Bootstrap. Deste modo, o programa gerou quatro imagens

1112 principais com os valores de média, máximo, mínimo e desvio padrão, os quais foram
1113 calculados a partir dos valores das repetições. No nosso trabalho apenas os valores médios
1114 foram utilizados nas análises.

1115 Para validação do modelo o programa foi configurado para coletar uma amostra
1116 aleatória compreendendo 30% do valor total dos pontos de ocorrência. Para essa validação o
1117 programa calcula a Curva Característica de Operação (ROC) e a Área sobre a curva (AUC),
1118 essas análises consideram a especificidade e a sensibilidade dos pontos amostrados. Como
1119 resultado dessas análises se tem valores que variam em uma escala de 0 a 1, sendo que quanto
1120 mais próximo de 1 maior é a capacidade preditiva do modelo, ou seja do javali ser encontrado
1121 no local onde o modelo aponta como de ocorrência.

1122 **Comparação das metodologias**

1123 Para avaliar a eficiência dos métodos participativos no mapeamento de populações de
1124 javali de vida livre foi utilizado como parâmetro a chance de um ponto sorteado aleatoriamente
1125 cair em um local de ocorrência da espécie, sendo considerado como áreas de ocorrência da
1126 espécie todas as regiões que apresentaram no modelo de distribuição potencial valores acima
1127 de 0.6. Os pontos foram sorteados de modo aleatório seguindo uma densidade de 1 ponto a cada
1128 quilometro quadrado.

1129 Foram sorteados três conjuntos de pontos. O primeiro conjunto de pontos foi sorteado
1130 para todo o território da área estudada, este conjunto foi considerado como modelo nulo. O
1131 segundo conjunto foi sorteado utilizando as áreas dos polígonos desenhados pelos caçadores.
1132 Os polígonos ainda foram divididos em três classes: pequenos, (menores que 100 km²), médios
1133 (100 a 500 km²) e grandes (>500km²). Em uma primeira análise comparamos o modelo nulo
1134 com o conjunto dos polígonos, sem levar em consideração as classes acima citadas. Em uma
1135 segunda análise, comparamos o modelo nulo e levamos em consideração as diferentes classes
1136 dos tamanhos dos polígonos.

1137 Para o terceiro conjunto os pontos aleatórios foram sorteados considerando as áreas de
1138 *buffers* com raios de 1km, 2km e 3km. A confecção dos *buffers* teve como base as coordenadas
1139 obtidas através dos questionários aplicados aos produtores rurais da área de estudo. O modelo
1140 nulo foi comparado com cada tamanho de buffer. Para todas as comparações entre os conjuntos
1141 de pontos, foram calculados a probabilidade, probabilidade relativa, chance e razão de chance.

1142

1143

Resultados e Discussão

1144 **Áreas de ocorrência e Metodologia participativa**

1145 A área predita pelo modelo como área de presença da espécie, ou seja, locais com valores iguais
1146 ou acima de 0.6, totalizaram 2.099,974 km² (Figura 1). No mapeamento participativo foram
1147 obtidos 14 polígonos, com área mínima de 8,9 km², média correspondendo a 283,9 km², valor
1148 máximo com 1095,6 km² e desvio padrão de 324,8 km² (Figura 2). Com a aplicação dos
1149 questionários foram obtidos 22 pontos (Figura 2).

1150

1151

1152

1153

1154

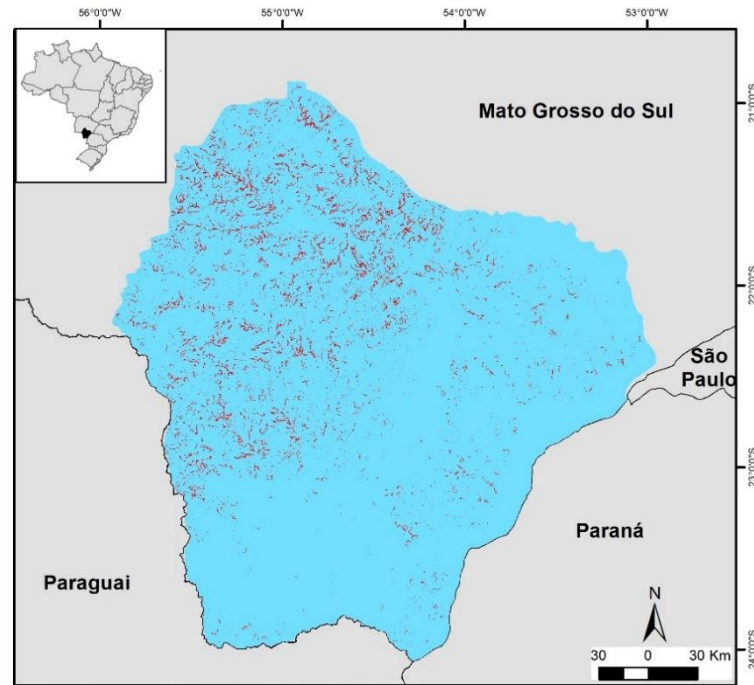
1155

1156

1157

1158

1159



Sistema de coordenadas: WGS 84 Datum: WGS 1984

1160

Figura 1. Mapa de presença e ausência de javalis para o sul do estado de Mato Grosso do Sul. Em vermelho áreas representando presença da espécie.

1161

1162

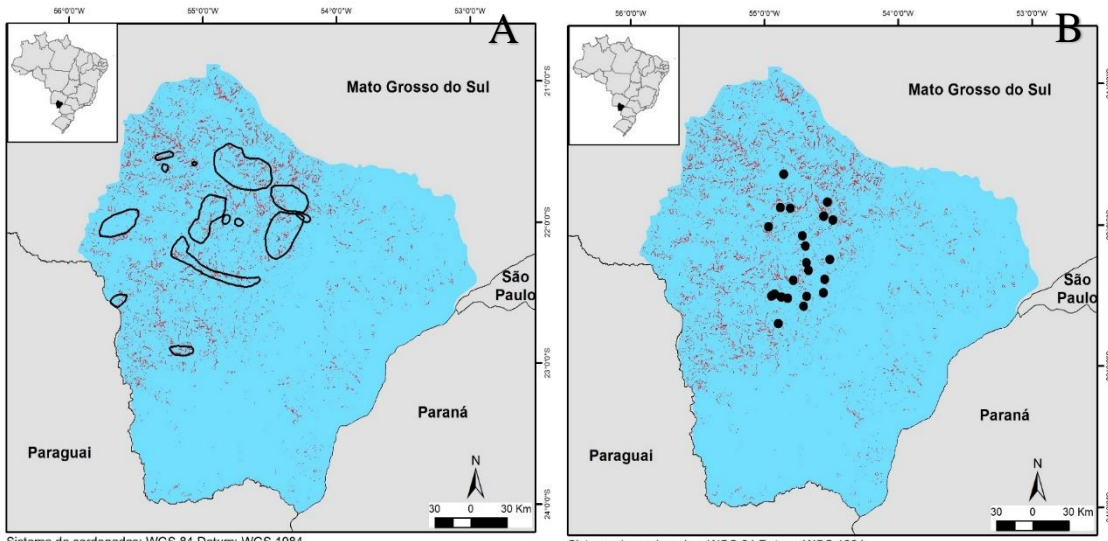


Figura 2. Mapa de presença e ausência de javalis junto aos resultados das metodologias participativas. (A) polígonos obtidos através do mapeamento participativo aplicado aos manejadores. (B) Conjunto de pontos resultantes de questionários aplicados a produtores rurais.

1163

1164 **Validação dos dados da Metodologia participativa**

1165 A probabilidade dos pontos sorteados para os polígonos da classe pequeno apresentou
 1166 os maiores valores, em relação as outras classes de tamanho. Os polígonos classificados como
 1167 grande, apresentaram valores maiores em relação aos polígonos da classe média (Tab. 1). Em
 1168 relação aos *buffers* gerados através dos questionários, os valores de probabilidade reduziram
 1169 conforme houve o aumento dos raios, ou seja, o aumento na área dos *buffers* (Tab. 1).

1170

1171

1172

1173

1174 **Tabela 1.** Comparações entre os tamanhos de polígonos, demonstrando os valores calculados
1175 de probabilidade.

<i>Classe de polígonos</i>		<i>Buffers</i>	
Probabilidade		Probabilidade	
Pequeno	0,1	1 km	0,090
Médio	0,058	2 km	0,066
Grande	0,081	3 km	0,037

1176

1177

1178 O comportamento esperado para os valores de probabilidade era que estes reduzissem
1179 conforme houvesse aumento da área em análise, comportamento esse que ocorreu na avaliação
1180 dos *buffers*. Esse comportamento é esperado, pois a proporção entre as áreas de presença e
1181 ausência são desiguais, assim como suas distribuições não são homogêneas. Deste modo, ao
1182 aumentar a área analisada, a tendência é agregar a esta área uma quantidade maior de áreas de
1183 ausência da espécie em relação as áreas de presença.

1184 Esse comportamento não foi observado nos polígonos, devido aos diferentes formatos
1185 expressados graficamente pelos manejadores. Apesar dos polígonos pertencentes a classe
1186 “grandes” representarem grandes extensões territoriais, a liberdade dos manejadores quanto ao
1187 formato do desenho possibilitou que estes fizessem indicações de regiões com uma proporção
1188 maior de áreas de presença em relação a ausência da espécie. Contudo, a falta de critérios para
1189 tamanho e área dos polígonos desenhados pode ser considerado um ponto negativo na
1190 metodologia, devido a variação na acurácia da metodologia.

1191 O conjunto de pontos dos polígonos (sem distinção de tamanho) mostrou valores de
1192 probabilidade relativa e razão de chance, em relação ao modelo nulo, igual a 2.4 e 2.52
1193 respectivamente. Quando os polígonos foram separados em classes de tamanho, a classe
1194 pequena apresentou os maiores valores de probabilidade relativa e de razão de chance, enquanto
1195 a classe de tamanhos médios apresentou os menores valores. A falta de um critério para o
1196 tamanho dos polígonos teve um impacto negativo sobre o método, visto que os respondentes
1197 eram orientados a expressar graficamente sua área de manejo independente da extensão da área.

1198 Para a metodologia que utilizou os questionários individualizados, diferentemente da
1199 metodologia participativa com os caçadores esportivos, os valores de probabilidade relativa
1200 reduziram conforme houve o aumento da área amostrada. Deste modo, os buffers de 1 km
1201 apresentaram os maiores valores com 0,09 de probabilidade, quando comparado com o modelo
1202 nulo. Os menores valores foram apresentados pelo buffer com 3km de raio. Além de ser
1203 utilizado como método comparativo, as coordenadas de ocorrência de javalis, obtidas junto aos
1204 produtores rurais também podem ser consideradas uma forma de triangulação, definida como
1205 o uso de dois ou mais métodos, fontes de dados ou observadores para o mesmo objeto visando
1206 aumentar a validade das informações obtidas (Bradter et al, 2018). Esse conjunto de dados foi
1207 considerado independente pois os produtores rurais não participaram das dinâmicas de grupo e
1208 não conheciam previamente o trabalho.

1209 As metodologias participativas têm sido largamente empregadas para levantamento da
1210 distribuição de espécies da fauna, com acurácia bastante elevada (Dickinson et al, 2012; Catley,
1211 1999). Bradter et al (2018) produziram mapas de adequação de habitats em todo o país do gaio
1212 siberiana, uma espécie de ave, que concordaram com os registros sistematicamente coletadas
1213 por observadores de aves. A diferença entre os métodos só ocorreu quando em escalas
1214 geográficas mais refinadas demonstrando a o quanto essa metodologia pode ser empregada e
1215 fornecer dados para levantamentos preliminares de biodiversidade.

1216 O modelo de distribuição potencial apresentou um valor de AUC de 0.920 com desvio
1217 padrão de 0.0267. A área predita pelo modelo como áreas de presença da espécie, ou seja, com
1218 valores acima de 0.6, somam 2.088 km² distribuídos na área de estudo (Figura 1).

1219 Nesse trabalho, os caçadores esportivos, denominados “manejadores” pelo Plano de
1220 vigilância de suídeos asselvajados na área livre de peste suína clássica (PVSA), foram
1221 considerados como detentores do conhecimento sobre a ocorrência da espécie invasora podendo
1222 ser considerados também como especialistas para o processo de validação. Para o mapeamento
1223 eles foram considerados simultaneamente como os respondentes-chave pois além de sua
1224 experiência individual, mantém uma rede de contatos que permite mapear essas populações no
1225 espaço rural. No âmbito de um sistema de vigilância, como o instituído pelo PVSA, os
1226 manejadores fornecem as informações que permitem a formação de um banco de dados
1227 georreferenciado, assim como material biológico para a vigilância da PSC, (Brasil, 2014)

1228 Formas alternativas de coleta de dados científicos com a colaboração de cidadãos
1229 voluntários tem sido cada vez utilizada seja para desenvolvimento de modelos preditivos para
1230 tomada de decisão em ações de manejo e conservação seja para controle de espécies invasoras
1231 (Kadoya e Washitani, 2007). A denominada “ciência cidadã”, que pode ser definida como um
1232 engajamento dos cidadãos a um projeto público (Kobori et al., 2016) está baseada na
1233 participação informada consciente e voluntária de cidadãos que tem por propósito gerar e/ou
1234 analisar uma grande quantidade de dados para atingir o denominado objetivo, partilhando esse
1235 conhecimento com a sociedade científica e as instituições nacionais ou internacionais que tem
1236 a governança sobre determinados temas, como por ex. as espécies exóticas invasoras. Nesse
1237 caso a interação produtiva entre os manejadores de javali, cadastrados no IBAMA e
1238 pesquisadores pode desempenhar um papel fundamental na aquisição e gestão dos dados,
1239 compensando falta de infraestrutura ou pessoal, de forma a embasar e monitorar as políticas
1240 públicas para o controle da espécie invasora que permita tanto prevenir a sua introdução em um
1241 território como mitigar o risco de expansão quando essa já tiver instalada (Buckley, 2008)

1242 A internalização do papel dos caçadores como atores na vigilância da PSC é
1243 fundamental para que ela possa ser executada da forma como está delineada no PVSA. Schulz
1244 et al. (2016) apontaram a importância dos caçadores como atores-chave na vigilância da PSC
1245 naquele país, pois desde 2012 o país é reconhecido como livre de PSC e a demonstração desse
1246 status sanitário tem sido amparado na amostragem realizada pela caça e seus agentes. As
1247 metodologias participativas, como no âmbito de avaliação dos programas sanitários (Schultz et
1248 al., 2012) tem sido utilizada também para avaliar a confiança dos manejadores no sistema de
1249 vigilância de suídeos asselvajados e a sua compreensão do sistema de vigilância adotado. Nesse
1250 trabalho a etapa inicial da dinâmica constava de uma apresentação sobre o PVSA, o contexto
1251 em que ele foi criado e implantado e o papel do manejador no Programa.

1252 Os manejadores eram convidados por suas associações (clubes de Tiro) para participar
1253 das reuniões. Não havendo uma confirmação, a priori, do número de participantes para cada
1254 reunião foi disponibilizado um conjunto de mapas dos municípios da região e seu entorno, dessa
1255 forma muitas equipes representaram graficamente seu território de caça em uma mesma
1256 imagem, o que pode ter influenciado a independência das informações.

1257 Nas várias dinâmicas realizadas, os indivíduos se agrupavam em “equipes” de manejo
1258 e a equipe fornecia as informações sobre sua área de manejo. Essa configuração do grupo
1259 informante é, via de regra, a que se reproduz no campo embora também houve participação de

1260 manejadores que estavam isolados, representando seu grupo, que não participou da reunião por
1261 razões diversas.

1262 Observamos que os manejadores, embora estivessem familiarizados com seu papel no
1263 controle do javali asselvajado em sua quase totalidade desconheciam o vínculo da atividade as
1264 ações do PVSA e seu papel como colaboradores do programa. Diante disso entende-se que o
1265 PVSA deve articular ações que permita sensibilizar, capacitar e integrar os agentes de manejo
1266 para a formação de uma sólida rede de ciência cidadã, permitindo a operacionalização do Plano
1267 como delineado (Brasil, 2014).

1268 **Conclusão**

1269 A utilização do mapeamento participativo gerando mapas georreferenciados, assim
1270 como a obtenção de coordenadas de avistamento de javalis por meio de questionários aplicados
1271 individualmente são de grande valor para o levantamento preliminar da ocorrência de
1272 populações de javali asselvajado em regiões, onde essa informação é desconhecida ou
1273 parcialmente conhecida.

1274 A escolha dos respondentes-chave, grupos de caçadores (nas dinâmicas de grupo) e
1275 proprietários rurais (questionários) foi um dos maiores fatores de sucesso na obtenção das
1276 informações. Os caçadores representam uma maior sensibilidade de detecção da presença do
1277 javali por parte das de caçadores, pois se deslocam por um território mais extenso (estado)
1278 podendo “amostrar” um maior número de locais em menor espaço de tempo.

1279 Comparando as duas técnicas pode-se observar que o mapeamento feito através de
1280 representação gráfica da área de ocorrência das populações de javali apresentou vantagem,
1281 comparando-se com a aplicação de questionários, mostrando que quanto menor polígono
1282 desenhado pelos grupos de respondentes, mais precisa é a informação. Dessa forma,
1283 recomenda-se que em dinâmicas futuras os respondentes sejam orientados a delimitar com a
1284 maior precisão possível suas áreas de manejo registrando um número maior de polígonos de
1285 menor tamanho. Uma alternativa viável para que uma estimativa da área possa ser feita é a
1286 utilização de marcadores adesivos em formato hexagonal, que representem uma área de
1287 tamanho conhecido pelos respondentes visando um melhor dimensionamento da mesma. Para
1288 isso recomenda-se também que os mapas contenham um conjunto maior de pontos de
1289 referência, que orientem os respondentes e que sejam utilizados conjuntos de mapas tantos

1290 quantos forem as equipes participantes de cada dinâmica, a fim de garantir a independência das
1291 observações.

1292 **AGRADECIMENTOS**

1293 *Este estudo foi financiado em parte pelo Código Financeiro de Coordenação de*
1294 *Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) 001.*

1295 *Agradeço a Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do*
1296 *Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT) pelo financiamento do trabalho e a concessão da*
1297 *bolsa de Mestrado.*

1298 *A FAMASUL e seus técnicos, especialmente o Eng Agron. Leonardo Carlotto Portalete e aos*
1299 *Clubes de Tiro e Sindicatos Rurais dos municípios onde foi realizado o trabalho.*

1300

1301 **Referências**

1302 AMANO, T.; LAMMING, J.; SUTHERLAND, W.J. Spatial gaps in global biodiversity
1303 information and the role of citizen science. *BioScience*, v.66, p.393–400, 2016.

1304 BRADTER, U; MAIR, L; JÖNSSON, M. et al. Can opportunistically collected Citizen
1305 Science data fill a data gap for habitat suitability models of less common species? *Methods in*
1306 *Ecology and Evolution*, v.9, p.1667-1678, 2018.

1307 BUCKLEY, Y. M. The role of research for integrated management of invasive species,
1308 invaded landscapes and communities. *Journal of Applied Ecology*, v.45 , p. 397-402, 2008.

1309

1310 CALBA, C.; GOUTARD, F.L.; HOINVILLE, L. et al. Surveillance systems evaluation: a
1311 systematic review of the existing approaches. *BMC Public Health*. 2015.

1312

1313 CATLEY, A.; ALDERS, R.G.; WOOD, J.L.N. Participatory epidemiology: approaches,
1314 methods, experiences. *Veterinary Journal*, v.191, p.151–160, 2012.

1315

1316 CATLEY, A.; MARINER, J. Where there is no data: Participatory approaches to veterinary
1317 epidemiology in pastoral areas of the Horn of Africa. *International Institute for Environmental*
1318 *and Development*, 2002.

1319

- 1320 CATLEY, A. *Methods on the Move. International Institute for Environment and Development,*
1321 1999.
- 1322
- 1323 DENZIN, N.K.; LINCOLN, Y. A disciplina e a pratica da pesquisa qualitativa. In: Denzin,
1324 Norman K.; Lincoln Y (orgs). *Planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens.* 2 ed.
1325 Porto Alegre: ARTMED, 2006.
- 1326
- 1327 DICKINSON, J.; SHIRK, J.; BONTER, D. et al. The current state of citizen science as a tool
1328 for ecological research and public engagement. *Frontiers in Ecology and the Environment.*
1329 2012.
- 1330
- 1331 FORRESTER, J.M.; CINDERBY, S. A Guide to using Community Mapping and Participatory-
1332 GIS. *Tweed Forum, UK.* 2011.
- 1333
- 1334 HUTCHINSON, G.E. Population studies - animal ecology and demography - concluding
1335 remarks. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*, v.22, p.415-427, 1957.
- 1336
- 1337 JOST, C.C.; MARINER, J.C.; ROEDER, P.L. et al. Participatory epidemiology in disease
1338 surveillance and research. *Revue Scientifique et Technique*, v.26, p. 537–49, 2007.
- 1339
- 1340 KADOYA, T.; WASHITANI, I. An adaptive management scheme for wetland restoration
1341 incorporating participatory monitoring into scientific predictions using dragonflies as an
1342 indicator taxon. *Global Environmental Research*, v.11, p. 179-185, 2007.
- 1343
- 1344 KOBORI, H.; DICKINSON, J.L.; SAKURAI, I.W.R. et al. Citizen science: a new approach to
1345 advance ecology, education, and conservation. *Ecological Research*, v.31, p.1–19, 2016.
- 1346
- 1347 MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE. MINISTERIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E
1348 ABASTECIMENTO. *Plano Nacional de Prevenção, Controle e Monitoramento do javali (Sus*
1349 *scrofa) no Brasil.* Brasilia, DF, 2017, 119p.
- 1350
- 1351 BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Norma Interna Nº 3, de 18 de
1352 setembro de 2014. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

- 1353 <http://www.cidasc.sc.gov.br/defesasanimariaanimal/files/2012/09/NORMA-INTERNA-03->
1354 [2014.pdf](http://www.cidasc.sc.gov.br/defesasanimariaanimal/files/2012/09/NORMA-INTERNA-03-2014.pdf).
- 1355
- 1356 MOREIRA, T. A. *Priorizando áreas para vigilância epidemiológica: um estudo de caso para*
1357 *populações invasoras de javali (Sus Scrofa) no Brasil*. Programa de Pós-Graduação em
1358 Ciências Veterinárias. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. 69p. 2018. Dissertação
1359 (Mestrado em Ciências Veterinárias), Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo
1360 Grande, MS.
- 1361
- 1362 PHILLIPS, S.J.; DUD'IK, M.; SCHAPIRE, R.E. A maximum entropy approach to species
1363 distribution modeling. In: Proceedings of the 21st International Conference on Machine
1364 Learning, *ACM Press*, New York, p.655–662, 2004.
- 1365
- 1366 PHILLIPS, S.J.; ANDERSON, R.P.; SCHAPIRE, R. E. Maximum entropy modeling of
1367 species geographic distributions. *Ecological Modelling*, v.190, p.231-259, 2006.
- 1368
- 1369 SCHULZ, J.; STAUBACH, C.; CONRATHS, F.J.; SCHULZ, K.A. Simulation model to
1370 determine sensitivity and timeliness of surveillance strategies. *Transboundary and Emerging*
1371 *Diseases*, 2016
- 1372
- 1373 SCHULZ, K.; CALBA, C.; PEYRE, M. et al. Hunters' acceptability of the surveillance system
1374 and alternative surveillance strategies for classical swine fever in wild boar - a participatory
1375 approach. *BMC Veterinary Research*, v.12, p.1–10, 2016.
- 1376
- 1377 TAYLOR, J.G.; ZUBE, E.H.; SELL, J.L. Landscape assessment and perception research
1378 methods. In R.B. Bechtel, R.W. Marans, & W. Michelson (Orgs.). *Methods in environmental*
1379 *and behavioral research*, p. 361-393, 1987.
- 1380
- 1381 VERDEJO, M. *Diagnóstico Rural Participativo: Um Guia Prático*, Brasília, 2006.
- 1382
- 1383 WEBER, D.; ANDERSON, D. Contact with nature: Recreation experience preferences in
1384 Australian parks. *Annals of Leisure Research*, v.13, p.46–73, 2010.
- 1385
- 1386

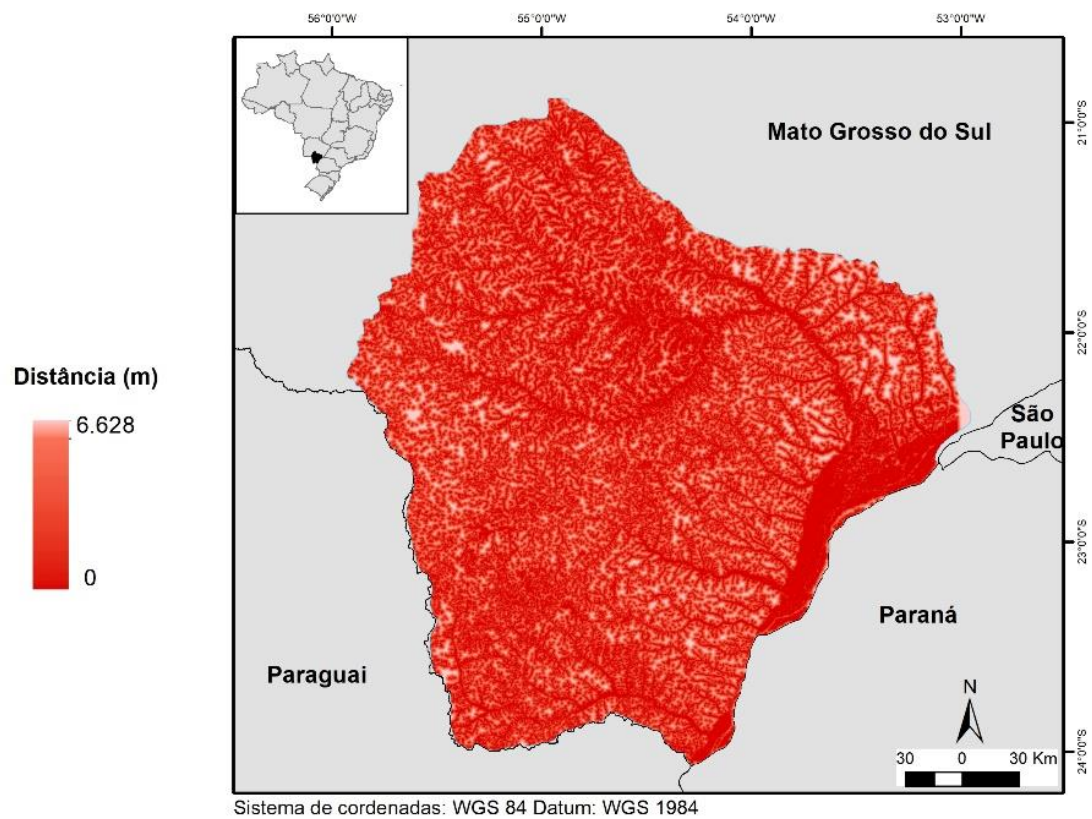
1387 **8. ANEXOS**

1388

1389 **8.1 Mapa representando a camada de área úmida utilizada para construção do modelo**
1390 **de ocorrência potencial.**

1391

1392



1393

1394

1395

1396

1397

1398

1399

1400

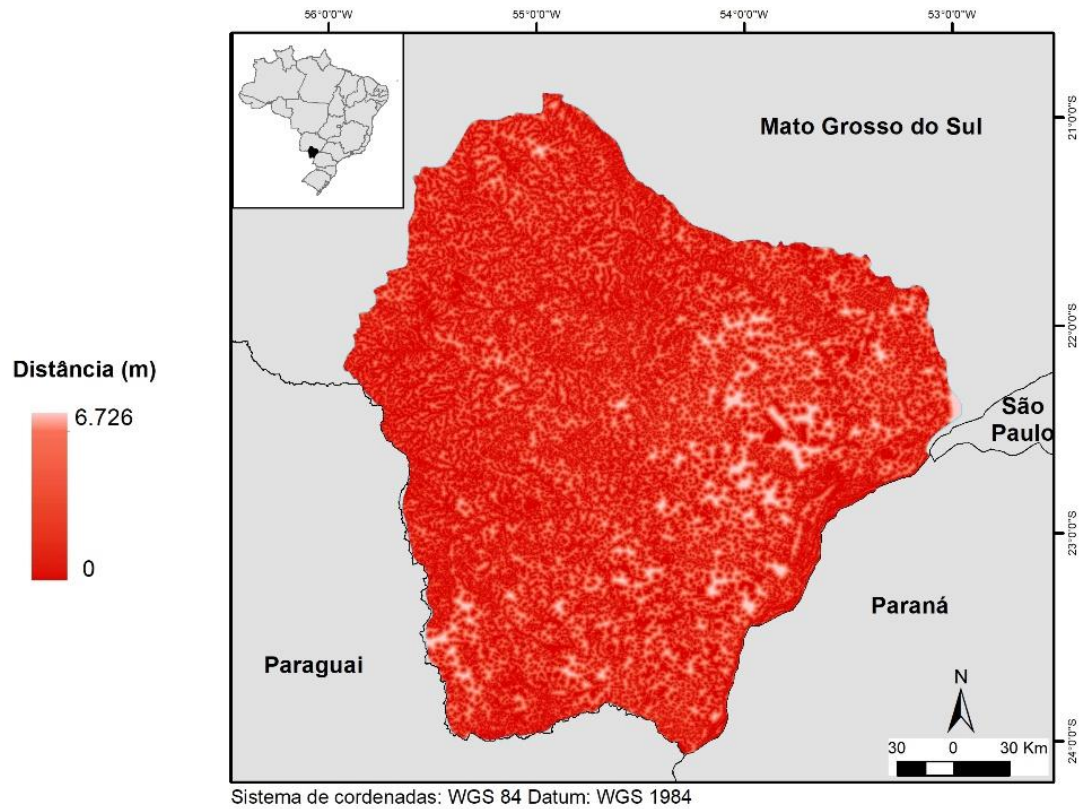
1401

8.2 Mapa representando a camada de fragmento de mata utilizado para construção do modelo de ocorrência potencial.

1402

1403

1404



1405

1406

1407

1408

1409

1410

1411

1412

1413

1414

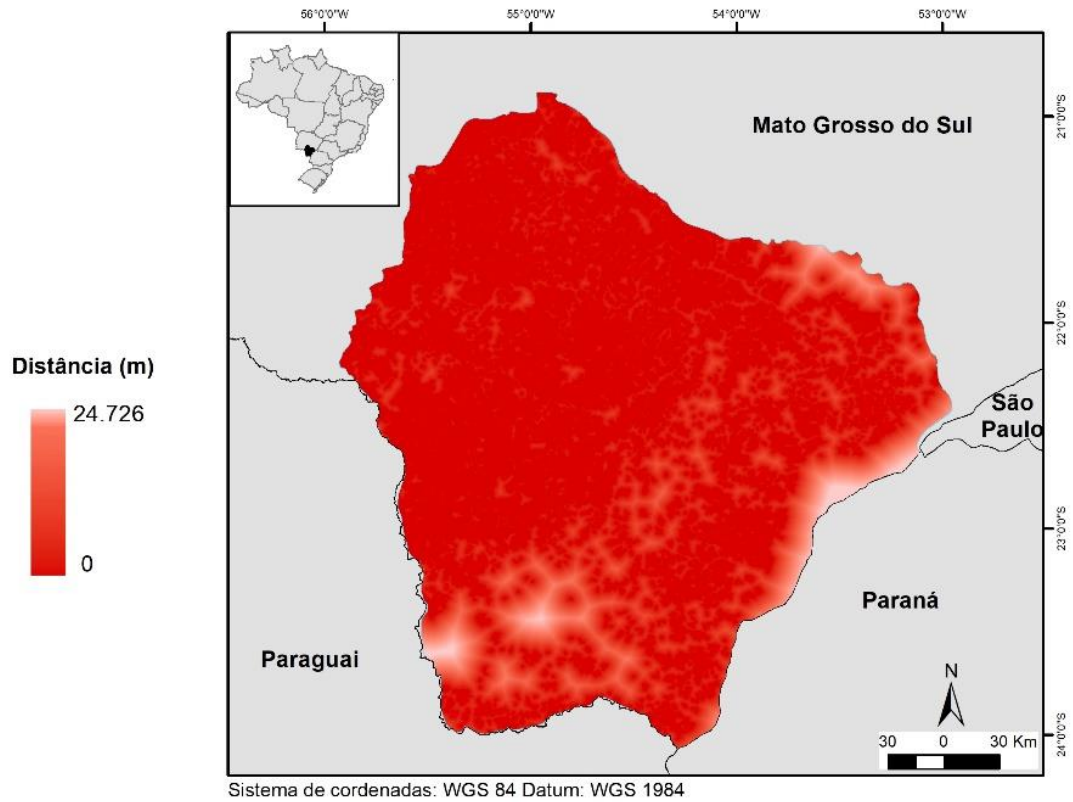
1415

1416
1417

8.3 Mapa representando a camada de plantação de soja, milho e cana utilizado para construção do modelo de ocorrência potencial.

1418

1419



1420

1421

1422

1423

1424

1425

1426

1427

1428

1429

1430

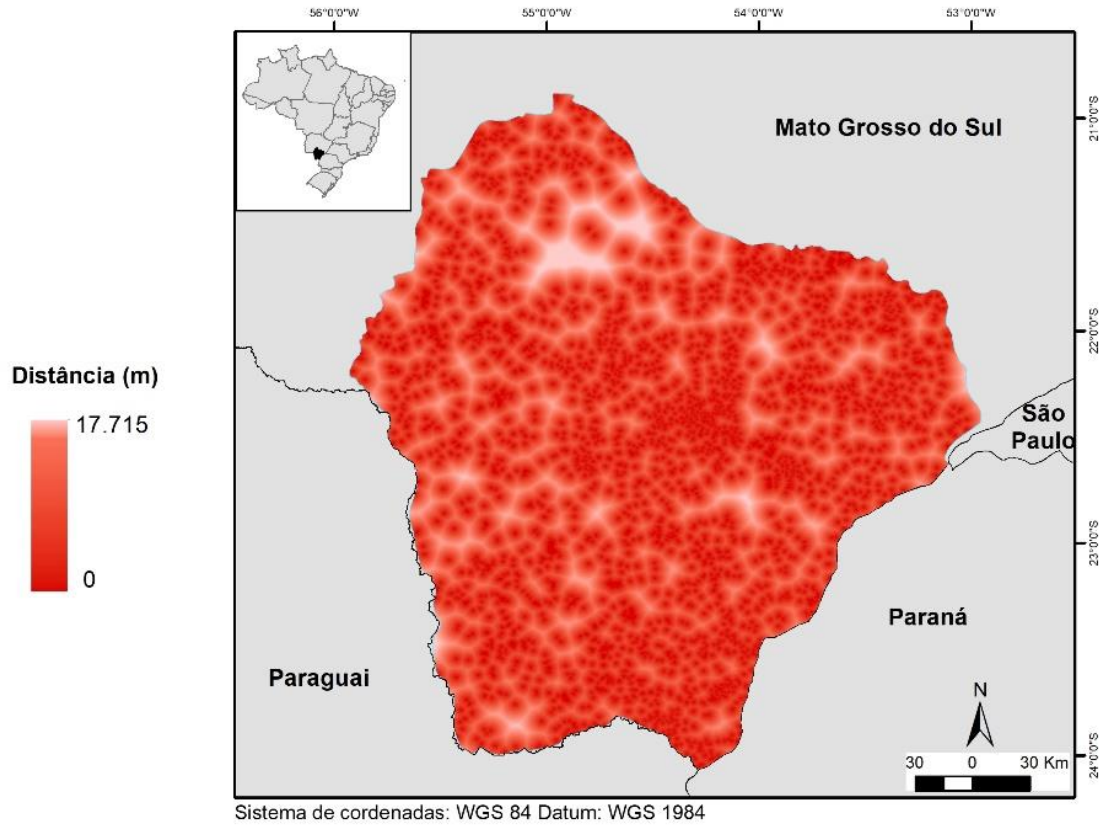
1431

8.4 Mapa representando a camada de plantação eucalipto utilizada para construção do modelo de ocorrência potencial.

1432

1433

1434



1435

1436

1437

1438

1439

1440

1441

1442

1443

1444

1445