



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



**PRIORIZAÇÃO DE ÁREAS DE VIGILÂNCIA, BASEADO
EM MODELAGEM E RISCO EPIDEMIOLÓGICO DA
PRESENÇA DE JAVALIS (*Sus scrofa*) NO MATO
GROSSO DO SUL PARA FORTALECIMENTO DO
PLANO DE CONTROLE DE PESTE SUÍNA CLÁSSICA**

GIULIANA DA FONTE NOGUEIRA

Campo Grande – MS

2022

GIULIANA DA FONTE NOGUEIRA

**PRIORIZAÇÃO DE ÁREAS DE VIGILÂNCIA, BASEADO
EM MODELAGEM E RISCO EPIDEMIOLÓGICO DA
PRESENÇA DE JAVALIS (*Sus scrofa*) NO MATO
GROSSO DO SUL PARA FORTALECIMENTO DO
PLANO DE CONTROLE DE PESTE SUÍNA CLÁSSICA**

***PRIORITIZATION OF SURVEILLANCE AREAS, BASED ON MODELING
AND EPIDEMIOLOGICAL RISK OF THE PRESENCE OF WILD BOARS (*Sus
scrofa*) IN MATO GROSSO DO SUL TO STRENGTHEN THE CLASSICAL
SWINE FEVER CONTROL PLAN***

GIULIANA DA FONTE NOGUEIRA

Orientador: Aiesca Oliveira Pellegrin

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias.

Campo Grande – MS

2022

Folha de Aprovação

Aiesca Oliveira Pellegrin

Raquel Soares Juliano

Paulo Henrique Braz

A Julio Cesar da Fonte Nogueira (*In memorian*) e Magali da Fonte Nogueira, meus amados pais, meus heróis, meus modelos de bondade, de retidão de caráter, de coragem e resiliência.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida, por todas as bênçãos que me concede, por sua presença fortalecedora nas tribulações, pelas oportunidades diárias de aprendizado e de crescimento e a Nossa Senhora, pelo cuidado incessante de Mãe.

Aos meus avós (*In memoriam*), Petras e Maria Genny, que partiram cedo demais, sem que tivesse o prazer de conhecê-los, mas que souberam deixar marcas de amor que me foram transmitidas por minha mãe e por meu pai. Pelos mais amorosos, divertidos, participativos avós, fãs incondicionais de cada um de seus netos, avó Gorda (Maria), avô Jayme e avó Nena (Aurora), com certeza minha vida tem um brilho diferente por causa de todo amor que recebi, dos conselhos, das histórias vivenciadas juntos, das orações que direcionaram a Deus em meu favor.

Aos meus pais, por todo amor, dedicação e companheirismo.

A meu filho Eduardo, que fez minha vida mais feliz no momento que descobri que o estava esperando e nasceu exatamente como eu o imaginava. Eu me esforço em ser uma pessoa melhor, em vencer minhas falhas e não esconder minha humanidade, meu filho, para que tire de exemplo de mim apenas o que é digno e bom. Ser sua mãe é a melhor e mais importante tarefa da minha vida.

A Professora Dra. Aiesca Oliveira Pellegrin, pela oportunidade a mim concedida como sua orientada, pela paciência, confiança, por todas as palavras de incentivo, pelo exemplo de dedicação e amor aos estudos, pela gentileza em dividir conhecimentos e experiências. Mais que uma orientadora, você se faz presente como amiga.

Aos queridos MSc. Maxwell da Rosa Oliveira e Dr. Thiago Phillipe de Camargo e Timo pelo incentivo, orientações e toda a contribuição com as análises.

Ao Prof. Dr. Paulo Henrique Braz e Profa. Dra. Raquel Juliano, componentes da banca, gratidão pela disponibilidade e generosidade com as orientações.

Ao meu irmão e melhor amigo, Pedro Cesar, companheiro de todas as horas, você faz do mundo um lugar melhor, tenho muito orgulho de ser sua irmã.

Ao meu tio 'paidrinho' Jorge, por estar ao meu lado, me aconselhar, me incentivar a crescer, por apoiar minhas decisões e se alegrar com minhas vitórias.

Aos meus tios e primos, minha vida tem mais cor pelos momentos que dividimos e que estão marcados em meu coração.

Aos meus sobrinhos, Maria Valentina, Pedro, Lucas, Rafael, Maitê e Carolina, seus sorrisos são como raios de sol que aquecem minha alma. Ser tia de seres tão iluminados como vocês é um privilégio. Eu os amo muito!

Ao Raniere. Você me faz bem.

Aos meus amigos queridos, Tati Ichioka, Beatriz Cristina (Bia), Ju Borges, Dani Teixeira, Fernando (Dano), Jules, Eduardo Lima, Odilon, José Rodolfo, Rodrigo, Isis, Mauro, Paulo Lucca, Keyse, Ana Emília, Robson, Aldis, Ju Miguel, Tamara, Marquinhos, gratidão por ter vocês em minha vida.

A IAGRO, gratidão por poder afirmar que amo meu trabalho. Tenho orgulho de ser servidora pública do Serviço Veterinário Oficial do Mato Grosso do Sul.

Aos amigos e colegas da IAGRO, Luciano Chiochetta (*In memorian*), Janine, Reny, Natal, Fernando, Tati, Joelson, Vivi Dantas, Osma, Ilda, Jusci, Suzana, Kathi, Dani Cazola, Venise, Noirce, Shiroma, Marcinha, Carol, Camila, Dorsa, Gerson, Ritinha, Odilon, Angela, Roberto, Rubens, Patricia, Flavia, Kelly Noda, Jacque, Marco Aurélio, Marcelo, Cristiano, Glaucy, Gelson, Rosi, Cido, Carlão, Noemi, Janaina, aos companheiros de Porto Murtinho, Marcos Camargo, Tiago, Zunilda, Juarez, Juvenal e todos os outros colegas não nomeados, mas com os quais já dividi ou divido momentos e aprendizados diários.

Aos Docentes, em especial Profa. Dra. Alda Izabel e Profa. Dra. Raquel Juliano, minhas professoras também na graduação, e aos Discentes do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da UFMS, que dividiram comigo esses dois anos desafiadores, pelos conhecimentos e momentos compartilhados.

Aos sempre atenciosos Fernando Patez e Ricardo dos Santos, pela paciência e orientações recebidas.

Ao Dr. Vivaldo Marques, mais que médico, um amigo, e ao Dr. Fernando Mazer por trazer luz em um momento que eu estava na escuridão.

A Juliana Miguel, Eduardo Lima, Paulo Lucca e Adriana Espinóza, pelo auxílio e incentivo.

Ao Sr. Robson dos Anjos, pelo auxílio com os dados.

A IAGRO, EMBRAPA Pantanal, FUNDECT, FAMASUL, APROSOJA, SENAR, ASUMAS-MS, IBAMA, SEMAGRO, IMASUL, MAPA/SFA-MS, e suas respectivas equipes, por disponibilizarem dados e materiais de apoio para realização do trabalho.

A FAMASUL pela concessão do Premio Agrociência Famasul 2021 - categoria de melhor projeto de Pós-Graduação ao projeto o qual originou o presente trabalho.

A Bela, orelhuda amadinha e ao Nick, meu companheiro, que permaneceu ao meu lado em muitas das aulas *on line*, como um verdadeiro guardião.

A Marina Martins (*In memorian*), Maria de Lourdes, Hélio, Katia, colaboradores que, com dedicação e carinho, tornam o dia a dia mais fácil.

A todos que já passaram por minha vida, aos que caminham comigo no momento, cada um tem sua parcela de contribuição em minha história, meu crescimento. Toda minha gratidão.

RESUMO

NOGUEIRA, Giuliana da Fonte. **Priorização de áreas de vigilância baseado em modelagem e risco epidemiológico da presença de javalis (*Sus scrofa*) no Mato Grosso do Sul para fortalecimento do Plano de Controle de Peste Suína Clássica.** 2022. 134 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Veterinárias, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2022.

Os surtos de doenças animais representam riscos aos setores pecuários em todo o mundo. A presença de javalis ou suínos asselvajados potencializa esses riscos para ocorrência de Peste Suína Clássica e Peste Suína Africana, doenças transfronteiriças, alvos do Plano Integrado de Vigilância de Doenças de Suínos. O objetivo do trabalho foi o desenvolvimento de um modelo de risco para orientar as ações relacionadas ao monitoramento e ao risco da presença de populações de javali na área geográfica do estado de Mato Grosso do Sul. Para identificar as áreas de vigilância sanitária, onde o potencial risco de contato e transmissão de doenças é maior, utilizou-se um processo analítico de combinação e priorização de variáveis aplicando como principal ferramenta o método AHP, considerando padrões demográficos, como a densidade de criações não tecnificadas e a probabilidade de ocorrência do javali, estimada através de modelos de distribuição potencial. As criações tecnificadas se encontram distribuídas em diferentes níveis de prioridade de vigilância sanitária: considerando-se um cenário de risco neutro, onde as variáveis são igualmente priorizadas, as criações tecnificadas foram posicionadas em nível de prioridade moderadamente alto (41,2%), alto (33%), muito alto (11%) e média (7,9%). Considerando um cenário moderado, o nível de prioridade para a vigilância foi de médio-alto para 47% das granjas e médio para 34,8% dessas. O modelo desenvolvido pode ser utilizado com uma ferramenta para o estabelecimento de prioridades em ações do Serviço Veterinário Oficial do estado, no âmbito das ações de vigilância do Plano Integrado de Vigilância de Doenças de Suínos. O trabalho indica a necessidade do fortalecimento das bases de dados de ocorrência de javalis na área geográfica abrangida pelo Serviço Veterinário Oficial do estado, bem como da manutenção e constante atualização e ampliação dos demais Sistemas com informação geográfica acurada dos estabelecimentos de produção de suínos, tecnificados e não tecnificados, para suprir a construção de modelos de previsão e de risco cada vez mais robustos e aprimorados.

Palavras-chave: suínos asselvajados, vigilância, modelagem, gestão de risco.

ABSTRACT

NOGUEIRA, Giuliana da Fonte. **Prioritization of surveillance areas based on modeling and epidemiological risk of wild boar (*Sus scrofa*) in Mato Grosso do Sul to strengthen the Classical Swine Fever Control Plan.** 2022. 134 f. Dissertation (Master's) - Course of Veterinary Sciences, Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science, Federal University of Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2022.

Animal disease outbreaks pose risks to livestock industries around the world. The presence of wild boar potentiates these risks for the occurrence of Classical Swine Fever and African Swine Fever, transboundary diseases, targets of the Integrated Swine Disease Surveillance Plan. The objective of the work was to build a risk model to direct and strengthen actions related to the monitoring and risk of the presence of wild boar populations throughout the geographic area of the state of Mato Grosso do Sul. To identify the areas of health surveillance, where the potential risk of contact and transmission of diseases is greater, an analytical process of combination and prioritization of variables was used, applying the AHP method as the main tool, considering demographic patterns, such as the density of breeding sites, and the probability of wild boar occurrence, calculated using potential distribution models. We observed that commercial farms are distributed in different levels of priority of sanitary surveillance. Considering a neutral risk scenario, that is, the variables are equally prioritized, the results presented commercial farms positioned at a moderately high (41.2%), high priority level (33%), very high (11%) and medium (7.9%), respectively. Considering a moderate scenario, the level of priority for surveillance was medium-high for 47% of the farms and medium for 34.8% of them. The model obtained can be used as a tool for prioritizing actions by the State's Official Veterinary Service within the scope of surveillance actions. The work indicates the need to strengthen the wild boar occurrence databases in the geographic area covered by the State's Official Veterinary Service, as well as the maintenance and constant updating and expansion of other Systems with accurate geographic information of pig production establishments, technified and non-technified, to support the construction of forecasting and risk models that are increasingly robust and improved.

Keywords: wild boar, surveillance, modeling, risk management.

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I

Figura 1.	Mapa com a representação dos países, conforme o status sanitário para Peste Suína Clássica, até o mês de junho de 2022.....	28
Figura 2.	Situação mundial da Peste Suína Clássica no período de janeiro de 2015 a junho de 2022, por região (doença presente).....	29
Figura 3.	Distribuição mundial da Peste Suína Clássica, em populações domésticas e selvagens, no período de janeiro de 2015 a junho de 2022.....	29
Figura 4.	Status sanitário oficial de PSC dos países da América do Sul	31
Figura 5.	Situação sanitária do Brasil para a PSC	32
Figura 6.	Situação mundial da Peste Suína Africana no período de janeiro de 2015 a junho de 2022.....	38
Figura 7.	Distribuição mundial da Peste Suína Africana, em populações domésticas e selvagens, no período de janeiro de 2015 a junho de 2022	38
Figura 8.	Mapa com a representação dos países com presença (em vermelho) da Peste Suína Africana, no período de janeiro de 2015 a junho de 2022	39
Figura 9.	Percepção da ocorrência de suínos asselvajados no Brasil.....	51
Figura 10.	Índice de suínos asselvajados abatidos no Brasil por município.....	52
Figura 11.	Total de municípios brasileiros com registro confirmado da presença de populações selvagens do javali (<i>Sus scrofa</i>) entre 1965 e 2019.....	65

Capítulo II

Figura 1.	Processo analítico para o estabelecimento de áreas prioritárias para as ações de vigilância sanitária no escopo do Plano Integrado de Vigilância de Doenças dos Suínos no estado de Mato Grosso do Sul.....	124
-----------	---	-----

Figura 2.	Criação de ausências e filtragem das mesmas para os dados de ocorrência filtrados de javali. A – dados de ocorrência filtrados; B – Circunscrição e 50 km a partir de cada ocorrência; C – Ausências criadas nas circunscrições; D – Presenças (azul) e ausências (vermelho) filtradas para a região do estado do Mato Grosso do Sul.....	125
Figura 3.	Áreas em hectares de Floresta Nativa (flo_ha), Floresta Plantada (flo_p_ha), Áreas úmidas (au_ha), Água (agu_ha), Cana-de-açúcar (can_ha), Milho (mil_ha), Milheto (mto_ha), Sorgo (srg_ha) e Áreas Urbanas (urb_ha) para os hexágonos no estado do MS.....	126
Figura 4.	Passos da AHP aplicada a esse estudo.....	128
Figura 5.	Probabilidades de ocorrência potencial de javalis baseadas em ocorrências.....	128
Figura 6.	Criatórios de subsistência de suínos no estado do Mato Grosso do Sul. (Fig. à esquerda) e valores padronizados da densidade de criatórios de subsistência em raio de 5 km, a partir de kernel quártico. (Fig. à direita).....	129
Figura 7.	Resposta das variáveis no modelo binomial (GLM).....	130
Figura 8.	Respostas das variáveis no modelo Gaussiano (GLM).....	131
Figura 9.	Extrapolação das estimativas de probabilidades de ocorrência de javalis para área em hectares de floresta nativa e milho com base no modelo linear generalizado Gaussiano.....	131
Figura 10.	Porcentagem de contribuição de cada variável ao modelo de máxima entropia para as ocorrências de javali.....	132
Figura 11.	Resposta de cada variável do modelo de máxima entropia e respectivos valores preditos para a probabilidade de ocorrência de javalis.....	133
Figura 12.	Extrapolação das estimativas de probabilidades de ocorrência de javalis as variáveis ambientais com base no modelo de máxima entropia.....	133
Figura 13.	Resposta de cada variável do modelo de floresta aleatória e respectivos valores preditos para a probabilidade de ocorrência de javalis.....	134
Figura 14.	Extrapolação das estimativas de probabilidades de ocorrência de javalis as variáveis ambientais com base no modelo de floresta	

aleatória.....	135
Figura 15. Média ponderada pelos valores de AUC dos modelos GLM, Maxent e Random Forest das ocorrências de javalis.....	135
Figura 16. Probabilidades de risco com base nos critérios de Probabilidade de Ocorrência e de Densidade de Criatórios de Subsistência.....	137
Figura 17. Prioridades de Vigilância Sanitária de acordo com a probabilidade de ocorrência de javalis para as alternativas neutra e moderada.....	137
Figura 18. Cenário segundo as ocorrências de javalis (os pontos representam as criações tecnificadas).....	138
Figura 19. Número de criações tecnificadas segundo nível de prioridade, alternativa e cenário. A imagem à esquerda é referente ao mapa de risco no cenário neutro.....	138

LISTA DE TABELAS

Capítulo I

Tabela 1. Ocorrências da PSC no Brasil a partir dos dados de notificações reportadas a WOHAI do ano 2006 a junho de 2022.....	33
---	----

Capítulo II

Tabela 1. Escala de importância relativa para comparações pareadas entre critérios de priorização.....	129
Tabela 2. Pesos atribuídos aos critérios nos diferentes cenários.....	136
Tabela 3. Autovetor Máximo (λ_{max}), Índice de Consistência (CI) e Razão de Consistência (CR) para as alternativas.....	136

SUMÁRIO

	CAPÍTULO 1	13
1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	17
2.1	Objetivo geral	17
2.2	Objetivos específicos	17
3	REVISÃO DE LITERATURA	18
3.1	Importância da sanidade	18
3.2	Doenças transfronteiriças (TADs)	19
3.3	Importância do fortalecimento do SVO	20
3.4	A suinocultura	24
3.5	A peste suína clássica e a peste suína africana	27
3.5.1	Peste Suína Clássica.....	27
3.5.1.1	Situação atual da doença.....	27
3.5.2	Peste Suína Africana.....	34
3.5.2.1	A ocorrência no Brasil e a situação atual da doença.....	34
3.6	O javali	39
3.6.1	Espécie invasora.....	39
3.6.2	Espécie como praga.....	41
3.6.3	Características da espécie.....	44
3.6.4	Riscos sanitários.....	47
3.6.5	Biosseguridade.....	58
3.6.6	Ações dos Serviços Veterinários Oficiais (SVO)	61
3.6.7	Modelagem.....	72

4	CONSIDERAÇÕES	78
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79
	CAPÍTULO 2.....	121
	Contribuição ao Plano Integrado de Vigilância de Doenças dos Suínos no Mato Grosso do Sul: risco epidemiológico da presença de javalis (<i>Sus scrofa</i>) (Normatizado segundo Periódico: Pesquisa Veterinária Brasileira)	121
6	CONCLUSÕES GERAIS.....	150
7	IMPACTO ECONÔMICO, SOCIAL, TECNOLÓGICO E/OU INOVAÇÃO.....	151

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO

O estado de Mato Grosso do Sul (MS) está situado na Região Centro-Oeste do Brasil, faz divisa com os estados de Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais, São Paulo e Paraná, além de fronteira internacional com Bolívia e Paraguai. Sua área territorial de 357.147,994 km² apresenta destaque nas atividades agropecuárias (BRASIL, 2021c; MS GOV, 2016). No ano de 2021, as exportações do agronegócio sul-mato-grossense representaram 95,25% do montante exportado pelo estado, sendo a soja (em grão, óleo e farelo), os produtos florestais e o segmento de carnes os principais produtos exportados pelo segmento (FAMASUL, 2022a, 2022b).

A demanda por alimentos de origem animal é impulsionada pelo aumento das populações, pela melhoria das condições financeiras e pela urbanização (ENAHORO *et al.*, 2021). A ocorrência de doenças afeta a produção e produtividade da pecuária, dessa maneira, é fundamental entender a dinâmica da doença para seu manejo. Pesquisas na área da sanidade são importantes para suprir as demandas do setor pecuário em crescimento (GRACE, 2020; HERRERO *et al.*, 2018; WOA, 2021a).

A suinocultura é uma atividade importante para o fornecimento de proteína animal e como fonte de renda. A carne suína representa a proteína de animais terrestres mais consumida, com seu consumo global correspondendo a mais de 36%, com crescimento constante da atividade nas últimas décadas (DELGADO *et al.*, 1999; DREW, 2011; FAO, 2014).

Em 2021, no Mato Grosso do Sul, foram produzidos 2,65 milhões de suínos para abate, valor que representa um aumento de 6,88% em relação aos 2,48 milhões de suínos abatidos no ano de 2020. Esse desempenho colocou o estado na sexta posição do ranking nacional de exportação de carne suína no ano de 2021, com um total de 16,7 mil toneladas embarcadas para o exterior, o que gerou um faturamento de US\$ 31,55 milhões e aumento de 28,72% no faturamento de 2020 para 2021 (FAMASUL, 2022a, 2022b). A suinocultura

altamente tecnicizada do Mato Grosso do Sul é responsável por mais de 16 mil empregos formais (MS GOV, 2021; OLIVEIRA *et al.*, 2016).

O Serviço Veterinário Oficial (SVO) trabalha para manter e conquistar novos mercados e garantir credibilidade e competitividade perante parceiros comerciais e comunidade internacional para os produtos agropecuários brasileiros, sempre mantendo transparência nas ações desenvolvidas (BRASIL, 2017; BRASIL, 2022a,b; WOAAH, 2021b). O Capítulo 1.4 do Código Sanitário dos Animais Terrestres, no Artigo 1.4.6, traz recomendações para a manutenção do status sanitário de uma doença, uma dessas recomendações é que a doença não esteja estabelecida na vida selvagem (WOAH, 2021a; BRASIL, 2021d).

O controle das doenças que podem ocorrer tanto em rebanhos domésticos como em populações silvestres e/ou asselvajados requer desenvolvimento de estratégias para mitigar riscos de transmissão de patógenos entre os animais domésticos, animais silvestres e/ou asselvajados e população humana (GORTAZAR *et al.*, 2015). A Febre Aftosa (FA), a Peste Suína Africana (PSA), a Peste Suína Clássica (PSC), a Doença de Aujeszky (DA), a Síndrome Reprodutiva e Respiratória dos Suínos (PRRS), são algumas das enfermidades animais que oferecem prejuízos para as relações comerciais (WOAH, 2021b).

O javali é um animal exótico da fauna brasileira, porém, as características dos ecossistemas do país são adequadas para sua manutenção, com isso os javalis vem se dispersando e proliferando intensamente, inclusive com suínos domésticos, dando origem a híbridos, por isso, a denominação javali é utilizada no trabalho como referência aos javalis puros e seus cruzamento híbridos. São suscetíveis às mesmas doenças que os suínos domésticos, sua presença representa riscos potenciais para o controle de doenças infecciosas economicamente importantes. A presença de javalis infectados representa um risco constante de transmissão do vírus da peste suína clássica (VPSC) aos suínos domésticos. A presença de populações de javalis e seus híbridos asselvajados acarreta riscos para o status sanitário dos rebanhos do Brasil (MARTINS *et al.*, 2019; PEDROSA *et al.*, 2015; MOREIRA, 2018; BRAZ *et al.*, 2019; ISODA, 2020; GUINAT *et al.*, 2016a, 2016b; ARTOIS *et al.*, 2002).

A vigilância e o monitoramento de doenças na vida selvagem são baseados na coleta e análise de dados relacionados a saúde animal, sendo essas medidas aplicadas quando a doença está ausente (GORTAZAR *et al.*, 2015). O SVO precisa dispor de dados atualizados dessas populações e seus habitats, além de realizar vigilância sorológica de amostras de indivíduos asselvajados, para complementar a validação da ausência de doenças que constam no Plano Integrado de Vigilância de Doenças dos Suínos, sendo de grande relevância mapear as áreas com maior probabilidade de ocorrência da espécie, considerando como javali todos os níveis de cruzamento vivendo em vida livre, sem supervisão (BRASIL, 2021d; SILVA, 2013; RECH, 2014; BRAZ *et al.*, 2019).

Apesar da presença conhecida de populações de javalis no estado de Mato Grosso do Sul (BRASIL 2019b, Hegel *et al.* 2022), o Serviço Veterinário Oficial (SVO) não dispõe de informações atualizadas sobre os locais de ocorrência e de dados que permitam estimar tamanho populacional da espécie invasora. Essas informações são solicitadas pela World Organization for Animal Health (WOAH) (WOAH, 2022) para a certificação e para a manutenção do status sanitário do estado como zona livre de Peste Suína Clássica, do mesmo modo, esses dados servirão para a melhor execução do Plano Integrado de Vigilância de Doenças dos Suínos (BRASIL, 2021a).

Modelos de ocupação tem grande aplicação em estratégias de gestão de risco que, associadas a modelos de decisão podem beneficiar diretamente a gestão de risco epidemiológico, a implementação de ações de controle, de comunicação de risco e de prontidão, reduzindo as consequências sociais e econômicas da introdução e dispersão de enfermidades (WHO, 2012). Utilizando variáveis e modelagem já definidas por Braz *et al.* (2019) e Moreira (2018) como base para a criação de modelos de distribuição potencial das populações de suídeos asselvajados, sendo um dos modelos baseado em variáveis ambientais e demográficas para presença da espécie, e o outro baseado nas variáveis demográficas da suinocultura comercial e de subsistência, é possível estabelecer áreas de risco sanitário para ocorrência do javali no Mato Grosso do Sul, demonstrar a importância de cada variável na definição da ocorrência do javali e, deste modo, indicar as áreas prioritárias

para as ações de vigilância e controle do Programa Nacional de Sanidade Suídea - PNSS no estado (BRAZ *et al.*, 2019; MOREIRA, 2018).

A construção dos mapas baseados nos modelos de risco é de ampla utilidade para incentivar a implantação de medidas de biossegurança nas suinoculturas, fornecer evidências da sanidade dos rebanhos suínos do estado, otimizar a vigilância epidemiológica da PSC e das outras doenças incluídas no Plano Integrado de Vigilância de Doenças dos Suínos, podendo servir de base para o estabelecimento de estratégia semelhante em outros estados do Brasil, dependendo da existência de bases de dados robustas.

2 OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Identificar, através de modelos de distribuição potencial, as áreas de ocorrência e distribuição de populações de suídeos asselvajados no Mato Grosso do Sul, onde o potencial risco de contato e transmissão de doenças para os rebanhos de suínos domésticos é maior, e, disponibilizar um mapa de risco como ferramenta para o SVO do estado atuar com maior precisão e objetividade nas ações de prevenção e vigilância do Plano Integrado de Vigilância de Doenças dos Suínos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Construir um modelo de distribuição potencial das populações de suídeos asselvajados baseado em variáveis ambientais e demográficas para estabelecer áreas de risco sanitário para a PSC e PSA.

Construir um modelo de distribuição potencial das populações de suídeos asselvajados associando as variáveis demográficas da suinocultura comercial e de subsistência para estabelecer áreas de risco sanitário.

Produzir mapa de risco como ferramenta para otimizar estratégias e priorizar áreas para a vigilância epidemiológica da PSC e PSA no estado de Mato Grosso do Sul.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Importância da sanidade

Com o aumento da população humana, juntamente com a melhoria das condições financeiras e urbanização, a necessidade e demanda por proteínas também é ampliada. Em decorrência desse aumento da pressão sobre a produção animal, estudos com o propósito de entender as alterações na demanda, oferta e comércio de produtos pecuários, analisando também a intensificação e expansão do setor e os impactos a ele relacionados, buscando aliar a produção eficiente de alimentos, realizada de forma a garantir a segurança ambiental e considerando o bem-estar animal (ENAHORO *et al.*, 2021; TORRES-VELEZ *et al.*, 2019; GRACE, 2020; HERRERO *et al.*, 2018; WOA, 2021a).

Em 1995, visando proteger a saúde humana e animal, a sanidade vegetal, a segurança do consumidor e a proteção do meio ambiente por meio de normas, procedimentos e controles aplicáveis ao comércio internacional, a Organização Mundial do Comércio (OMC) estabeleceu o Acordo sobre Medidas Sanitárias e Fitossanitárias (SPS). O Acordo tem padrões estabelecidos pelas Organizações Internacionais como o Codex Alimentarius, a Organização Mundial de Saúde Animal (WOAH) e a Convenção Internacional de Proteção dos Vegetais (CIPV) que, por meio de medidas regulatórias técnicas, sanitárias ou fitossanitárias, tem o objetivo de impedir que medidas que estimulem a proteção à saúde humana, saúde animal e à sanidade vegetal constituam barreiras para o desenvolvimento do comércio, facilitando a produção e otimizando as relações comerciais, assegurando a inocuidade e a qualidade dos alimentos destinados ao consumo interno e os exportados, conseqüentemente, proteção aos territórios contra pragas e doenças (BRASIL, 2017; ZEPEDA *et al.*, 2005; ENAHORO *et al.*, 2021; WOA, 2021a; ANDRADE, 2007).

Um dos princípios fundamentais do Acordo (SPS) é a transparência. Os países membros, através de notificação à Secretaria Geral da OMC,

apresentam documentos com informações sobre alterações no padrão sanitário em animais vivos e produtos de origem animal, bem como produtos de origem vegetal, reportam dados a respeito da criação e/ou alteração de normas e regulamentos que possam influenciar o comércio internacional. No Brasil, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), por meio da Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA) e a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), são os órgãos governamentais responsáveis por disponibilizar e enviar essas notificações à OMC (WOAH, 2021a; ANDRADE, 2007; ALMEIDA, 2005).

3.2 Doenças transfronteiriças (TADs)

As doenças transfronteiriças são doenças de relevância mundial devido aos prejuízos e impactos que ocasionam. Quando uma TAD acomete uma região, constitui um problema significativo de saúde única, mesmo quando não zoonótica, pois causam danos tanto para seres humanos quanto ao meio ambiente, afetam meios de subsistência e nutrição, ocasionam sofrimento aos animais acometidos e geram contaminação ambiental através da extensa área necessária para descarte de carcaças (CLEMMONS *et al.*, 2021; TORRES-VELEZ *et al.*, 2019).

As TADs resultam em alteração da disponibilidade de alimentos, em perda de produtividade, consequências para a saúde humana se zoonose, impactos na área socioeconômica por afetar os meios de subsistência de produtores e de outros integrantes das cadeias produtivas relacionadas, inclusive agricultura, resultam em redução da disponibilidade de produtos de origem animal, até mesmo os não destinados a alimentação humana, os custos relacionados as medidas para seu controle e erradicação são extremamente elevados, suscitam restrições comerciais que visam evitar a disseminação da doença para outros países, entre outros (WOAH, 2021a,c; FAO, 2021; FAO, 1997; SCHULZ *et al.*, 2017; NGUYEN-THI *et al.*, 2021; TORRES-VELEZ, *et al.*, 2019).

Quando uma TAD ocorre e persiste, é necessário a adoção de medidas coletivas, um trabalho internacional conjunto, com compartilhamento de dados

e o fortalecimento do Serviço Veterinário Oficial (SVO) (WOAH, 2021a). Os SVOs devem estar preparados para fornecer serviços adequados, em conformidade com as diretrizes de avaliação da WOAH (ZEPEDA, 2001). É essencial que os custos dos possíveis impactos econômicos das TADs sejam avaliados, como forma de assegurar o comprometimento do governo e do público com os programas de controle de doenças (CLEMMONS *et al.*, 2021).

3.3 Importância do fortalecimento do SVO

Os SVOs exercem papel fundamental na proteção dos animais, da saúde pública e da segurança comercial, pois através do trabalho desenvolvido, são obtidos efeitos a longo prazo relevantes à economia de um país e aos meios de subsistência dos indivíduos, como a redução da pobreza, desenvolvimento econômico, redução dos riscos à saúde animal, segurança alimentar global, abertura e manutenção de mercados (BRÜCKNER, 2012 *apud* WOAH, 2021a).

Os SVOs devem ter adequada capacidade de detecção de doenças animais e zoonoses transfronteiriças, da comprovação dos controles sanitários, da eficiência das medidas de vigilância e fornecimento de dados, informações epidemiológicas confiáveis a outros países, uma vez que a vigilância, preparação e resposta a ocorrência de TADs devem ser tratadas de modo global, baseadas em esforços coletivos. Disponibilizar essas informações é vital para o melhor entendimento da disseminação e do desenvolvimento de estratégias rápidas e eficazes para responder a uma pandemia e estabelecer confiança entre os países em tempos de surtos globais (WOAH, 2021a; ZEPEDA *et al.*, 2001; CLEMMONS *et al.*, 2021; ROMERO *et al.*, 1999).

Mesmo com fortalecimento e desenvolvimento de melhorias do serviço público veterinário, a participação e o comprometimento dos produtores e do público em geral são fundamentais para o sucesso da sanidade. O estado sanitário dos animais influencia diretamente o comércio de animais e produtos pecuários. As doenças de notificação obrigatória determinam o acesso a mercados e, como resultado, o investimento público e privado no setor

pecuário (DOHERR *et al.*, 2012; ENAHORO *et al.*, 2021; BELTRAN-ALCRUDO *et al.*, 2019).

O compartilhamento de informações científicas e situações epidemiológicas significativas, bem como do registro e atendimento das notificações demonstra transparência nas ações de vigilância do SVO (WOAH, 2021a; WOA, 2018a; ALMEIDA, 2005). O Sistema Mundial de Informação de Saúde Animal da WOA (WAHIS), é a plataforma internacional que coleta, classifica e verifica as informações das doenças animais que recebe dos países (WOAH, 2017).

As informações inseridas pelos países na plataforma WAHIS são analisadas por especialistas da WOA, que as transformam em dados úteis como, a identificação de áreas com prioridade para pesquisa em animais, o desenvolvimento de formas eficazes de prevenção e controle de doenças incluídas na lista da WOA, além de viabilizar atividades de apoio técnico que incluem capacitação regional a todos os interessados (WOAH, 2017). A WOA tem o mandato da OMC para fazer o reconhecimento oficial das áreas livres de doenças e pragas dos países para finalidades comerciais (WOAH, 2021a,c).

Os requisitos a serem cumpridos pelos países para que obtenham o reconhecimento oficial da WOA são regidos por Procedimentos Operacionais Padrão que podem resultar na concessão, suspensão ou recuperação do estado oficial de saúde animal ou *status* sanitário livre. Um país que obtém o reconhecimento oficial do estado de saúde animal livre de doenças aumenta a atratividade comercial de seus produtos (WOAH, 2021a, 2021c; WOA, 2018a, 2018b, 2018c).

Ao almejar adquirir o *status* oficial livre o país deverá comprovar, através de evidências científicas documentais, o cumprimento dos requisitos dispostos nos capítulos pertinentes do Código Sanitário de Animais Terrestres, demonstrar transparência, promover a saúde animal, a saúde pública, garantindo assim a confiança da comunidade internacional. Ao receberem essa certificação, os países continuam a prestar contas anualmente a WOA, através do preenchimento dos formulários de reconfirmação anual, de modo a comprovar que continuam a cumprir as exigências para manutenção de *status* sanitário livre (WOAH, 2018a, 2018b, 2018c).

No Brasil, a Instrução Normativa Nº. 50 de 24 de setembro de 2013 foi elaborada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e traz a lista de doenças passíveis da aplicação de medidas de defesa sanitária animal, baseada no Código Sanitário para Animais Terrestres da WOA (BRASIL, 2013). A suspeita ou ocorrência de qualquer doença listada no Anexo da IN Nº 50 /2013 deve ser notificada imediatamente, no prazo máximo de 24 (vinte e quatro) horas de seu conhecimento e essa comunicação pode ser feita em qualquer uma das instâncias do SVO, representados pelos Órgãos Estaduais de Sanidade Agropecuária e pelas Superintendências Federais de Agricultura (SFA) do MAPA. No estado do Mato Grosso do Sul (MS) o SVO é representado pela Agência Estadual de Defesa Sanitária Animal e Vegetal (IAGRO) e pela SFA – MS (BRASIL, 2013; BRASIL, 2022d; IAGRO, 2022a).

A notificação pode ser feita de forma presencial, em qualquer uma das unidades do SVO, através dos telefones fixos e móveis, via *e-mail* notifica@iagro.ms.gov.br ou pelo sistema e-SISBRAVET. O Sistema Brasileiro de Emergência Veterinária (e-SISBRAVET) é a ferramenta eletrônica desenvolvida pelo MAPA para o registro e acompanhamento das notificações imediatas de suspeitas de doenças e das investigações realizadas pelo Serviço Veterinário Oficial. O e-SISBRAVET é um canal de comunicação aberto para qualquer cidadão fazer a notificação de uma suspeita de doença ou mortalidade ao SVO, de modo *on line*, sem a necessidade de cadastro prévio, inscrição ou senha (BRASIL, 2022d; IAGRO, 2022a).

As garantias sanitárias da não introdução ou reintrodução de uma doença em um país não são absolutas, por mais rigorosas que sejam as medidas sanitárias de proteção adotadas. Várias são as rotas de introdução de um patógeno. Atualmente os riscos são sempre exacerbados em decorrência da facilidade e rapidez do trânsito internacional de pessoas, da movimentação formal e informal de animais e seus produtos, de insumos, de materiais de multiplicação animal, de produtos e subprodutos de origem animal (HUGUE, 2011; JURADO *et al.*, 2019; ITO *et al.*, 2020; ZHOU *et al.*, 2018; MILLER; PEPIN, 2019).

A vigilância da saúde animal fornece informações essenciais para permitir que a ação seja tomada para proteger a saúde e o bem-estar animal, o que está relacionado à proteção da saúde humana (HOINVILLE *et al.*, 2013). A

compreensão epidemiológica de como as doenças podem ocorrer é necessária para garantir a preparação de todas as partes interessadas, para evitar a entrada de patógenos através das diferentes vias e para detectar, investigar e controlar adequadamente e prontamente os surtos (ZHOU *et al.*, 2018).

Hoje o mundo é interdependente e toda essa integração, aliada ao aumento das atividades comerciais, tornam vital a definição de estratégias de vigilância que sejam confiáveis e robustas (SCHULZ *et al.*, 2017; HOINVILLE *et al.*, 2013). Há ainda o comércio de animais selvagens/ silvestres, oferecem meios de transmissão de doenças que não só causam surtos de doenças humanas, mas também ameaçam a pecuária, o comércio internacional, os meios de subsistência rural, as populações nativas da vida selvagem e a saúde dos ecossistemas (KARESH *et al.*, 2005). Esse comércio formal ou informal da vida selvagem, sua carne ou carcaça e mesmo seus parasitas, podem atuar como fonte de disseminação de doenças (KARESH *et al.*, 2005; KRASSNIG *et al.*, 1995).

Deve se considerar também, como uma séria fonte de propagação, a movimentação de espécies selvagens através de fronteiras geográficas. A persistência de doenças nessas populações está relacionada a sua epidemiologia e ecologia, sendo o sucesso do seu controle dependente de fatores como: espécies existentes e a densidade de animais na área em questão; presença de indivíduos recuperados da infecção; ocorrência de animais considerados portadores; o tipo de estrutura social das espécies existentes na área afetada; o total de indivíduos na população; a história natural da doença e características do patógeno; o acesso facilitado a ferramentas de diagnóstico; características dos hospedeiros domésticos, da vida selvagem e de vetores; a extensão geográfica do problema; condições ambientais da região; proporção das medidas de controle; participação dos interessados (*stakeholders*), e atividades humanas como a caça e a criação de rebanhos ao ar livre (ALEXANDROV *et al.*, 2013; OĽŠEVSKIS *et al.*, 2016; KRAMER-SCHADT *et al.*, 2007; RUIZ-FONS *et al.*, 2008; EFSA, 2012a, 2012b; GORTAZAR *et al.*, 2015).

Em atenção a estreita relação da saúde humana, animal e ambiental, organizações como a WOA, a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO-ONU), a Organização Mundial de Saúde

(OMS) e Banco Mundial, desenvolveram em conjunto um documento com uma série de medidas necessárias para estruturar mais adequadamente as políticas de saúde médica e veterinária, considerando as exigências para a prevenção e controle das zoonoses, esclarecendo e promovendo assim a cooperação multidisciplinar colaborativa, multissetorial e transdisciplinar para proteger a saúde de humanos, animais e do meio ambiente (WOAH, 2009). A estratégia “One World One Health” foi pensada de modo a trazer a consciência coletiva da ligação entre doenças animais e saúde pública, difundir a percepção de que os seres humanos, os animais e o meio ambiente são intrínsecos e que a manutenção da harmonia e a sinergia entre ecologia, doenças animais e saúde pública é algo fundamental (WOAH, 2009; TORRES-VELEZ *et al.*, 2019; GARG; BANERJEE, 2022).

3.4 A suinocultura

As atividades produtivas são de grande relevância para a economia nacional, dentre elas a suinocultura, atividade que a cada ano vem crescendo e ganhando maior destaque na conjuntura econômica e social de várias regiões do país. A cadeia suínica tem muitos envolvidos, tanto de forma direta como indireta, e é composta pelos segmentos de insumos para a agropecuária, da produção agropecuária básica, da agroindústria e de agrosserviços (CEPEA, 2022; SEBRAE; ABCS, 2016).

A suinocultura mundial possui muitas variações entre formas de produção e níveis de biossegurança, onde coexistem produções tradicionais de pequeno porte e subsistência, junto a grandes produções industrializadas, representando uma ameaça constante à sanidade suína (DIETZE *et al.*, 2012). É uma atividade importante tanto para o fornecimento de proteína animal, mas também como fonte de renda, sendo a proteína de animais terrestres mais consumida no mundo (DELGADO *et al.* 1999; DREW, 2011; FAO, 2014).

A modernização do processo de produção da carne suína, faz com que seja considerada uma das carnes mais seguras para o consumo humano. Isso é resultado das condições higiênico-sanitárias de criação e abate, dos cuidados no preparo e comercialização dos subprodutos, em redes de supermercados

ou na exportação para outros países, atendendo inclusive a solicitação prévia de cortes especiais pelo importador (TERÁN *et al.*, 2004).

A condição sanitária dos rebanhos, a qualidade dos produtos, a estrutura da cadeia produtiva, a oferta de mão de obra qualificada faz da suinocultura uma das cadeias produtivas que mais cresce no MS, obtendo destaque notável nos últimos anos em função de incentivos e avanços tecnológicos (SEBRAE; ABCS, 2016; OLIVEIRA *et al.*, 2016). É uma atividade complexa, que envolve diversas etapas e funções antes da granja, na granja e depois da granja, contribuindo nos elos da cadeia, na movimentação da economia, geração de empregos, renda e tributos (SEBRAE; ABCS, 2016; ROSSI; PFÜLLER, 2008).

O Valor Bruto de Produção (VPB) da produção agropecuária representa o volume financeiro arrecadado dos principais produtos produzidos, sendo a cadeia suinícola responsável pelo faturamento de cerca de R\$30,82 bilhões, ou seja, R\$2,75% do VBP brasileiro no ano de 2021. Nesse mesmo ano, Mato Grosso do Sul faturou em torno de R\$ 1,4 bilhão, ocupando a sétima posição no ranking do VBP da suinocultura dos estados (PRESENTE RURAL, 2021).

O agronegócio responde por US\$120,58 bilhões da receita referente a exportações brasileiras no ano de 2021. Somente a região Centro-Oeste exportou 13,52% do total brasileiro, equivalente a US\$ 37,94 bilhões de receita, com crescimento de US\$5,58 bilhões em relação ao total registrado no ano anterior, consolidando a importância do setor para a economia da região e do país (FAMASUL, 2021b).

A suinocultura brasileira teve no ano de 2021 um total de 2.015.000 matrizes alojadas, contabilizando 4,701 milhões de toneladas produzidas, ocupando a quarta posição no ranking da produção mundial de carne suína. Do total produzido, 76% são destinados ao mercado interno e os 24% restantes destinados à exportação. Em 2021 houve um aumento de 11,03% no total exportado em relação a 2020, deixando o Brasil na quarta posição no ranking de exportações, com um total de 1,137 milhões de toneladas exportadas (EMBRAPA, 2022).

O MS possui uma localização estratégica e se sobressai nas atividades agropecuárias. Em 2020 o estado atingiu a quinta posição no ranking nacional de produção de grãos. Foi o quinto maior produtor nacional de soja e sexto maior exportador desse produto, enquanto na cultura do milho foi o quarto

maior produtor nacional e terceiro maior exportador. No mesmo ano, o estado atingiu a sétima posição no ranking da produção nacional de carne suína e foi o sexto maior exportador nacional do produto (FAMASUL, 2021a; BRASIL, 2021c).

No ano de 2021, as exportações do agronegócio sul-mato-grossense também se destacaram, sendo a soja, os produtos florestais e o segmento de carnes os produtos que mais se sobressaíram. A produção de suínos para abate chegou a 2,65 milhões de cabeças, com aumento de 6,88% em relação ao total produzido no ano anterior. Mato Grosso do Sul embarcou 16,7 mil toneladas de carne suína embarcadas para o exterior e se manteve na sexta posição no ranking nacional de exportação do produto em 2021, obtendo um aumento de 28,72% no faturamento do ano de 2020 para 2021 (FAMASUL, 2022a, 2022b).

MS obteve um saldo positivo na geração de empregos no setor agropecuário, com 3.632 vagas de trabalho preenchidas no período de janeiro a dezembro do ano de 2021 (FAMASUL, 2022a,b), sendo que a suinocultura tecnificada responde por mais de 16 mil empregos formais (MS GOV, 2021). No ano de 2021 a população de suínos domésticos do estado somou um total de 1.658.272 cabeças (saldo até 31/12/2021, incluindo rebanho tecnificado e de subsistência), com o setor em crescimento exponencial, com um total de 396 granjas tecnificadas cadastradas como ativas no estado na respectiva data do saldo (IAGRO, 2022b).

O setor industrial da carne suína vem se qualificando como um dos grandes responsáveis pela sustentação do desenvolvimento econômico e social de muitos municípios brasileiros (ABPA, 2021). Mato Grosso do Sul possui 20 indústrias com cadastro ativo para abate de suínos, sendo que 10 funcionam sob Serviço de Inspeção Municipal (SIM), 07 possuem selo de Inspeção Estadual (SIE) e 03 possuem selo de Inspeção Federal (SIF), deste total, 08 plantas funcionam apenas para abate da espécie suína. Das plantas SIF, uma está localizada no município de Campo Grande e abate outras espécies além de suínos, já as outras duas indústrias processadoras SIF são específicas de abate suíno e encontram-se, respectivamente, nas regiões Norte, no município de São Gabriel do Oeste e Centro-Sul do estado, no

município de Dourados, onde se concentra um maior número de criações de suínos tecnificadas (IAGRO, 2021b).

O PNSS concentra seus esforços nas doenças da lista da WOA, que se caracterizam pelo grande poder de difusão, consequências econômicas ou sanitárias graves e repercussão no comércio internacional (BRASIL, 2004a). Com intenção de fortalecer o sistema de vigilância para as doenças de importância para a cadeia suinícola foi estabelecido pelo MAPA o Plano Integrado de Vigilância de Doenças dos Suínos, implementado em agosto de 2021 (BRASIL, 2021d).

3.5 A Peste Suína Clássica e a Peste Suína Africana

Segundo o Comitê Internacional de Taxonomia Viral (ICTV), os vírus são classificados em espécies, gêneros e famílias. A família é classificada como a unidade fundamental para nomear os vírus e é baseada no tipo e no tamanho do seu genoma, na estrutura do vírion e na estratégia de replicação (COSTA; MARTINS, 2009).

Apesar da semelhança nos nomes, de ambas serem consideradas doenças transfronteiriças (TADs) e por estarem inseridas no Código Sanitário para Animais Terrestres da Organização Mundial de Saúde Animal (WOAH) como doenças de notificação obrigatória, a PSC e a PSA são doenças virais distintas. (BELTRAN-ALCRUDO *et al.*, 2019). O Vírus da Peste Suína Clássica (VPSC) é membro da família *Flaviviridae*, gênero *Pestivirus*. (SIMMONDS *et al.*, 2017; SMITH *et al.*, 2017). Já o Vírus da Peste Suína Africana (VPSA) é o único membro da família *Asfarviridae*, gênero *Asfivirus*. (GALINDO; ALONSO, 2017; ALONSO *et al.*, 2018).

3.5.1 Peste Suína Clássica

3.5.1.1 Situação atual da doença

De 2016 a 2020 a doença esteve presente em regiões do território da Rússia, ocorrendo em suínos domésticos e javalis. Conforme a Figura 1, é

possível avaliar a dimensão da situação da doença no mundo, até o mês de junho de 2022, sendo a área em vermelho correspondente ao Cazaquistão, país que, por não cumprir integralmente os requisitos do artigo 15.2.3 do Código Terrestre, teve seu status livre suspenso a partir da data de 14 de junho de 2022. As áreas em verde representam as regiões com status livre da doença reconhecido pela WOAH e, as regiões em cinza, representam regiões onde não há status oficial reconhecido (WOAH, 2022b).

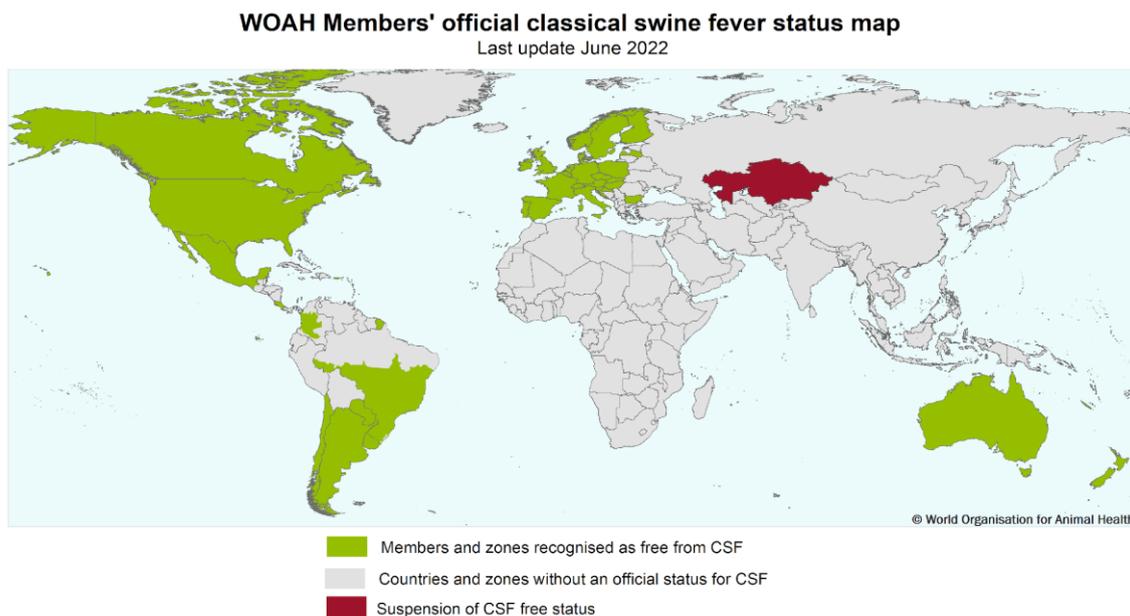


Figura 1. Mapa com a representação dos países, conforme o status sanitário para Peste Suína Clássica, até o mês de junho de 2022. (WOAH, 2022b).

A doença vem apresentando diminuição no número de ocorrências ao longo dos últimos anos (Figuras 2 e 3). Como as consequências para a economia são graves, os países buscam manter a doença erradicada (USDA APHIS, 2013).

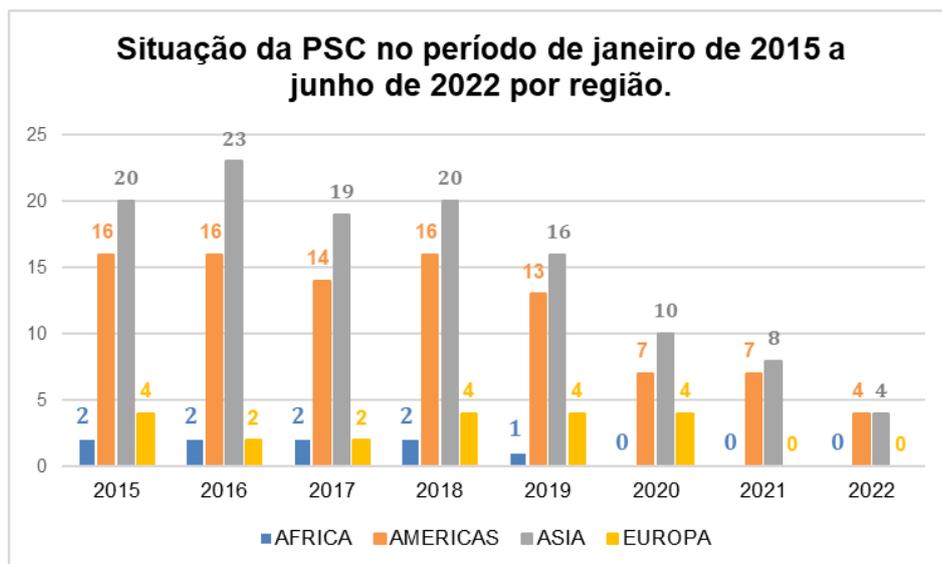


Figura 2. Situação mundial da Peste Suína Clássica no período de janeiro de 2015 a junho de 2022, por região (doença presente). (WOAH, 2022b).

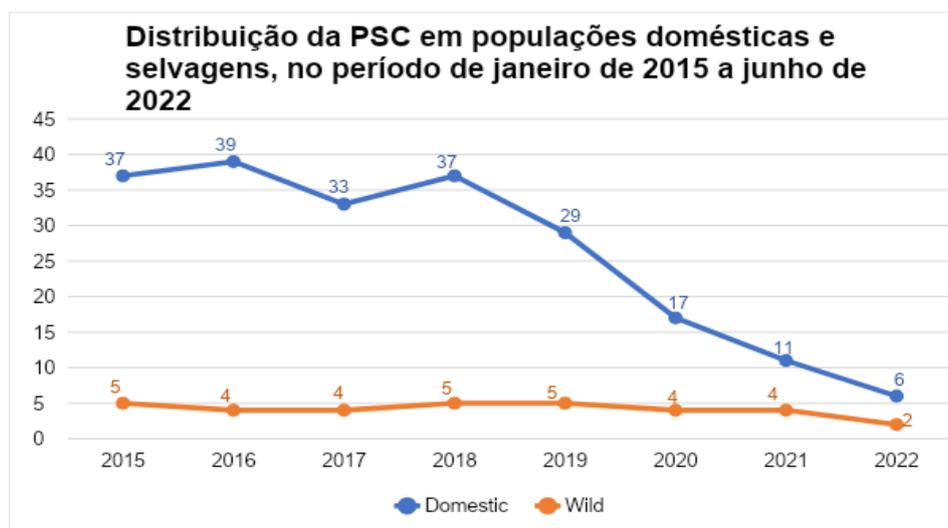


Figura 3. Distribuição mundial da Peste Suína Clássica, em populações domésticas e selvagens, no período de janeiro de 2015 a junho de 2022. (WOAH, 2022b).

São muitas as possíveis rotas de transmissão que auxiliam na disseminação da doença, entre elas o trânsito de suínos infectados, a movimentação de caminhões contaminados, alimentação contaminada e através da ação do homem (antrópica). Além de regulamentações e legislações atualizadas, um sistema de vigilância e banco de dados fidedignos, entre outras ações de prevenção da incursão da doença, vigilâncias voltadas para as populações de suínos asselvajados são primordiais (ELBERS *et al.*, 2001; FRITZEMEIER *et al.*, 2000; MINTIENS *et al.*, 2003; USDA APHIS, 2013).

No Brasil, no ano 2000, um estudo soroepidemiológico foi realizado em 14 estados, de modo a avaliar a transmissão do vírus nessas Unidades da Federação (UF) e obter o reconhecimento dessas como áreas livres da doença no Brasil. Com os resultados desse estudo, foram reconhecidos nacionalmente, no ano de 2001, as 14 UF avaliadas como livres de PSC (BRASIL, 2019a).

Os estados que fizeram parte desse estudo foram Bahia, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Sergipe, São Paulo, Tocantins e o Distrito Federal. No ano de 2009 o reconhecimento nacional de livre de PSC foi ampliado em 2009, sendo incluído o estado de Rondônia, e no ano de 2013, foram incluídos o estado do Acre e dois municípios pertencentes ao estado do Amazonas (BRASIL, 2019a; BRASIL, 2020).

A partir de 2014, a WOAHL passou a reconhecer o status de países ou zonas livres de PSC, o que fez os países intensificarem seus esforços para obter a certificação internacional. Na América do Sul, são membros reconhecidos como status livres de PSC, conforme disposto no Capítulo 15.2 do Código Terrestre, os seguintes países: Argentina, Paraguai, Uruguai, Chile e Guiana Francesa. Brasil, Colômbia e Equador são membros reconhecidos como tendo uma zona livre de PSC em parte do seu território. Guiana, Suriname, Venezuela, Peru e Bolívia não possuem status oficial reconhecido pela WOAHL, conforme demonstrado no mapa da Figura 4 (WOAHL, 2022b).

SOUTH AMERICA: WOAAH Members' official classical swine fever status map



Figura 4. Status sanitário oficial de PSC dos países da América do Sul. (WOAH, 2022b).

Em setembro de 2014, foi solicitado o reconhecimento de status ao Diretor-Geral, e na Assembleia Mundial de Delegados em 2015, o Brasil recebeu o primeiro reconhecimento internacional de zona livre de PSC, concedido aos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina pela WOAAH. Na Assembleia Mundial de Delegados do ano de 2016, Acre, Bahia, Distrito Federal, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro, Rondônia, São Paulo, Sergipe, Tocantins e os municípios de Guajará, Boca do Acre, Sul do município de Canutama e Sudoeste do município de Lábrea, pertencentes ao estado do Amazonas, obtiveram também o reconhecimento internacional. O estado do Paraná pleiteou junto à WOAAH uma nova certificação, como zona livre independente de PSC, a recebendo em maio de 2021 (BRASIL, 2020; BRASIL, 2022c).

A zona livre de PSC no país possui três subdivisões (Figura 5). Atualmente, em torno de 83% do rebanho suíno brasileiro está localizada na ZL de PSC, envolvendo, aproximadamente, 50% do território nacional. A zona não livre do país é composta pelos estados de Alagoas, Amapá, Amazonas (exceto

região pertencente à ZL), Ceará, Maranhão, Pará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Roraima (BRASIL, 2019a; BRASIL, 2021d).



Figura 5. Situação sanitária do Brasil para a PSC. (BRASIL, 2021d).

Com objetivo de erradicar a PSC também nesses estados, tornando o país livre da doença, foi publicado no ano de 2019 o Plano Estratégico Brasil Livre de PSC no intuito de promover o fortalecimento do SVO e dos sistemas de vigilância da região para as doenças dos suínos. Para alguns desses estados, a vacinação foi instituída no programa de controle, juntamente com ações de eliminação de focos e melhorias nas condições de biossegurança das granjas (BRASIL, 2019a).

A última ocorrência da doença na zona livre de PSC no Brasil ocorreu em 1998, em SP. Desde 2018 registros de detecção clínica da doença vem

ocorrendo nos estados do Ceará, Piauí e Alagoas, localizados na zona não livre da doença, conforme Tabela 1 (BRASIL 2021a; WOA, 2022a).

Tabela 1. Ocorrências da PSC no Brasil a partir dos dados de notificações reportadas a WOA do ano 2006 a junho de 2022.

Ano / UF	Ocorrências
2006	4
Ceará	2
Paraíba	2
2007	2
Ceará	2
2008	2
Maranhão	2
2009	6
Amapá	2
Para	2
Rio Grande do Norte	2
2018	2
Ceará	2
2019	10
Alagoas	2
Ceara	4
Piauí	4
2020	2
Piauí	2
2021	3
Ceará	1
Piauí	2
2022	1
Ceará	1
Total Geral	32

Fonte: (WOA, 2022a).

3.5.2 Peste Suína Africana

3.5.2.1 A ocorrência no Brasil e a situação atual da doença

A PSA foi identificada no Brasil no ano de 1978. Uma mortalidade elevada ocorreu em propriedade localizada no município de Paracambi-RJ, em 10 de maio de 1978, sendo a suspeita do produtor como causa para as mortes a ração fornecida aos animais. Questionado pelo produtor, o médico veterinário que vendeu a ração buscou auxílio para o diagnóstico com um pesquisador da EMBRAPA. A partir da anamnese e das lesões observadas (rebanho vacinado contra PSC, 15% de mortalidade em uma semana), houve a suspeita de se tratar de PSA. Durante a visita, verificaram que os suínos eram alimentados com restos de comida provenientes do Aeroporto Internacional do Galeão, de Companhias Aéreas Internacionais, principalmente oriundas de Portugal e Espanha, que enfrentavam focos de PSA na época. O pesquisador solicitou a opinião de um professor visitante da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) que tinha experiência com a doença e a suspeita de PSA foi confirmada, sendo sugerida a notificação imediata às autoridades sanitárias. A comunicação ao SVO foi feita, mas no intervalo entre a ocorrência da alta mortalidade, a necropsia do pesquisador, a visita do professor e a comunicação ao SVO, ocorrida no dia 13 de maio de 1978, o proprietário comercializou animais e produtos (TOKARNIA *et al.*, 2004; BRASIL, 2018).

Com a notificação, foi decretada a emergência sanitária e uma equipe foi designada para a atuação. Com a investigação foi descoberto que, apesar de haver fiscalização no aeroporto, restos alimentares do serviço de bordo das aeronaves eram aproveitados há anos tanto para animais como para pessoas (TOKARNIA *et al.*, 2004; BRASIL, 2018).

A emergência sanitária foi declarada por meio do Decreto nº 81.798/1978, onde foram sancionadas as ações emergenciais, como por exemplo, a ampliação da fiscalização de portos, aeroportos e correios, resultando na eliminação de um total de 7.008 kg de produtos, no período de 1978 a 1979. Houve controle dos voos oriundos de áreas de risco e não houve mais importação de suínos (LYRA *et al.*, 1986).

As amostras colhidas no país foram encaminhadas ao laboratório de Plum Island, Estados Unidos, no dia 26 de maio de 1978 e, em 1º de junho de 1978 saiu a confirmação de isolamento do vírus da PSA em oito amostras de suínos recebidas do Brasil. Com a ocorrência da PSA no Brasil, houve uma mobilização internacional, no intuito de proteger o continente americano da PSA (BRASIL, 2018).

As ações de sacrifício dos suínos nos focos e a incineração em valas profundas repercutiram na imprensa, pois não havia plano de ação emergencial e o desconhecimento das medidas emergenciais acabou gerando notícias contraditórias por parte dos meios de comunicação. Na época não existiam ações educação sanitária e, com a emergência, foi criada a Operação de Comunicação Social e Educação Sanitária. Como a propriedade onde ocorreu o primeiro foco ficava situada próxima a um posto de gasolina, o proprietário aproveitou para comercializar suínos, antes da interdição, para motoristas de caminhões, com destino a diferentes municípios e estados vizinhos. A propriedade foi interditada e foi realizado o sacrifício de todas as espécies animais, destruição das instalações, dedetização e desinfecções. Uma fêmea oriunda da propriedade foi vendida para a favela Nova Brasília, localizada na área urbana do Rio de Janeiro, onde o MAPA efetuou o abate e incineração de todos os suínos existentes no local. No local foi identificada a criação de suínos em lixões (BRASIL, 2018).

Suínos do foco primário foram comercializados para os municípios de Nova Iguaçu, Magé, Alcântara, São Gonçalo, Duque de Caxias, onde houve amplificação da doença, com distribuição de animais suínos para Friburgo, Petrópolis, Cordeiro e Teresópolis, totalizando 24 notificações no Rio de Janeiro, sendo 18 positivas para PSA. Também foram vendidos suínos para Ourinhos-SP, município vizinho de Jacarezinho no Paraná, de lá a doença foi para a região Sul (MACHADO JUNIOR, 1990).

Na ocorrência da PSA no país foi constatada a importância do componente social na ocorrência e manutenção da doença, pois a maior incidência ocorreu em criatórios com baixas condições de higiene, sem controle do ingresso de animais e pessoas, que utilizavam restos de alimentos na alimentação dos suínos. Impactos sociais semelhantes foram relatados em

outros países, o que sugere mais estudos de investigação social para entender as estratégias adotadas na erradicação da PSA (GUINAT *et al.*, 2016a, 2016b).

O entendimento das medidas estabelecidas pelos regulamentos sanitários por parte dos produtores é fundamental, isso favorece a eficácia das ações. Para tanto, é necessário divulgar amplamente os planos de emergência entre os produtores e profissionais de Ciências Agrárias, imprensa (BRASIL, 2018).

As medidas ocasionaram muitos problemas sociais, pois as propriedades eram interditadas por seis meses, os produtores não foram ressarcidos pelos lucros que deixaram de ter, os pequenos produtores foram os mais prejudicados, a suinocultura industrial foi prejudicada pela paralisação das exportações, com enorme repercussão política (LYRA; GARCIA, 1982). Os custos diretos e indiretos das ações emergenciais superaram o valor de U\$13 milhões de dólares, com indenizações de suínos abatidos, perdas derivadas dos suínos eliminados, queda de consumo de carne suína, diminuição do abate, desestímulo do setor, falência de pequenos proprietários e desemprego, exportações paralisadas, restrições às exportações brasileiras de produtos de origem vegetal (LYRA *et al.*, 1986).

O isolado do vírus da PSA que ocorreu no Brasil foi de baixa patogenicidade. A deficiência no controle sanitário na propriedade do primeiro foco, juntamente com a intercorrência de outras doenças, ocasionou a mortalidade elevada, nos outros focos a mortalidade foi baixa, e isso acabou gerando dúvidas nos diagnósticos. A forma da ocorrência da doença nos focos do Brasil, com baixa mortalidade, foi relatada (LYRA, 1980). Na França, baixa mortalidade também foi descrita com a difusão lenta da doença (CARNERO *et al.*, 1974), assim como na Espanha, com relatos de focos de baixa patogenicidade, com mortalidade somente de animais lactentes (BOTIJA *et al.*, 1969). Após análise do vírus isolado no Brasil, foi observado que se tratava de um isolado diferente do vírus clássico da PSA, recebendo dos autores a denominação de “Amostra Brasil”, que apresentava menos virulência e baixa patogenicidade (MEBUS *et al.*, 1978).

Distinguir as formas subclínica de PSA da PSC é difícil (MEBUS; SCHAFLER, 1982), houve discordância do diagnóstico de outros focos por parte de pesquisadores, mas registros das fichas epidemiológicas que

acompanhavam os materiais enviados aos laboratórios relatam a origem, os indicadores epidemiológicos e os resultados laboratoriais. Havia relação epidemiológica entre os focos (BRASIL, 2018).

Em 1978 também foram notificados 287 focos de PSC. Com a ocorrência da PSA foi criado, no ano de 1980, o Programa de Combate à Peste Suína, com objetivo de controlar a PSC e erradicar a PSA. As ações emergenciais foram mantidas e foi implantada a vigilância ativa na busca de casos residuais (BRASIL, 2018).

Após a erradicação dos focos de PSA com sacrifício dos animais doentes e contatos (o último caso no Brasil ocorreu em 15/11/1981) (BRASIL, 2018), além do levantamento sorológico, a PSA foi declarada erradicada no Brasil e, em 05/12/1984, o país recebeu a certificação de livre da PSA pela WOA (TOKARNIA *et al.*, 2004; BRASIL, 2018).

Em 2007, a doença apareceu na Geórgia, região do Cáucaso e de lá se espalhou para a Federação Russa (2007), Ucrânia (2012), Bielo-Rússia (2013), regiões do Báltico e a Polônia em 2014, se disseminando para Centro e Europa Ocidental em 2017 e 2018. O vírus foi notificado pela primeira vez na China em agosto de 2018 (SÁNCHEZ-VIZCAÍNO *et al.*, 2019; ROWLANDS *et al.*, 2008; GOGIN *et al.*, 2013; CHENAIS *et al.*, 2018).

A introdução do vírus no Cáucaso em 2007 foi inesperada e resultou em uma propagação sem precedentes, através da lenta expansão geográfica por meio de populações de javalis e translocações de longa distância mediadas por humanos e, incursões em javalis que nunca tiveram contato com o vírus da PSA e em populações de suínos domésticos. A doença está agora disseminada na Europa Oriental e Central e, desde 2018, na China e em muitos outros países da Ásia (ROWLANDS *et al.*, 2008; CHENAIS *et al.*, 2018; DIXON *et al.*, 2020; GOGIN *et al.*, 2013; ZHOU *et al.*, 2018). A epidemia atual envolve tanto suínos domésticos quanto javalis, embora em algumas partes da Europa a infecção seja mantida em populações de javalis independentemente de suínos domésticos (CHENAIS *et al.*, 2018).

Atualmente a doença está presente em cinco continentes (Figuras 6 e 7), sendo observada uma redução das ocorrências da doença na África, o aumento de ocorrências na Ásia e a introdução da doença nas Américas e na Oceania, quando analisado o período de 2015 a 2022 (WOAH, 2022a, 2022b).

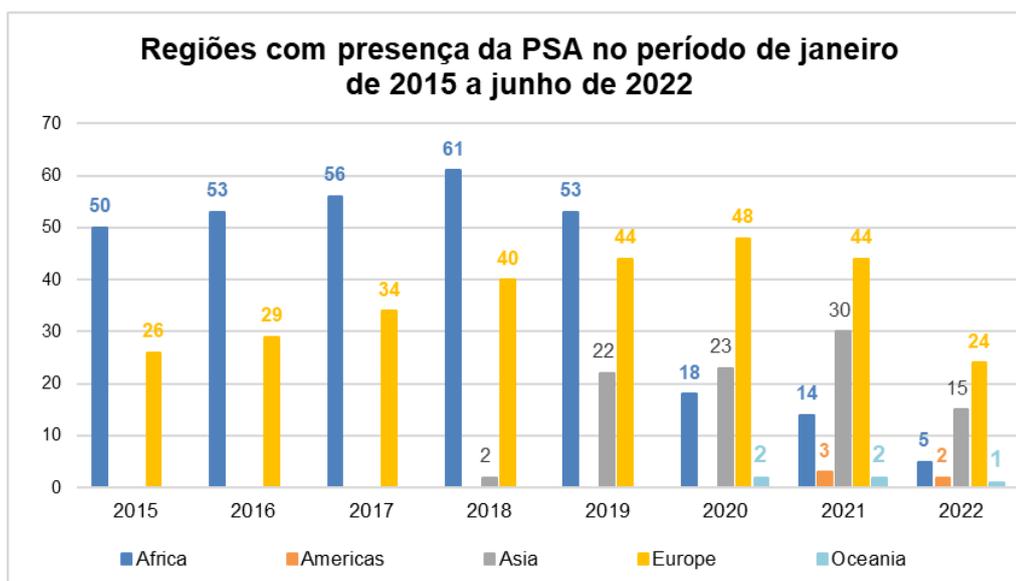


Figura 6. Situação mundial da Peste Suína Africana no período de janeiro de 2015 a junho de 2022. (WOAH, 2022a, 2022b).

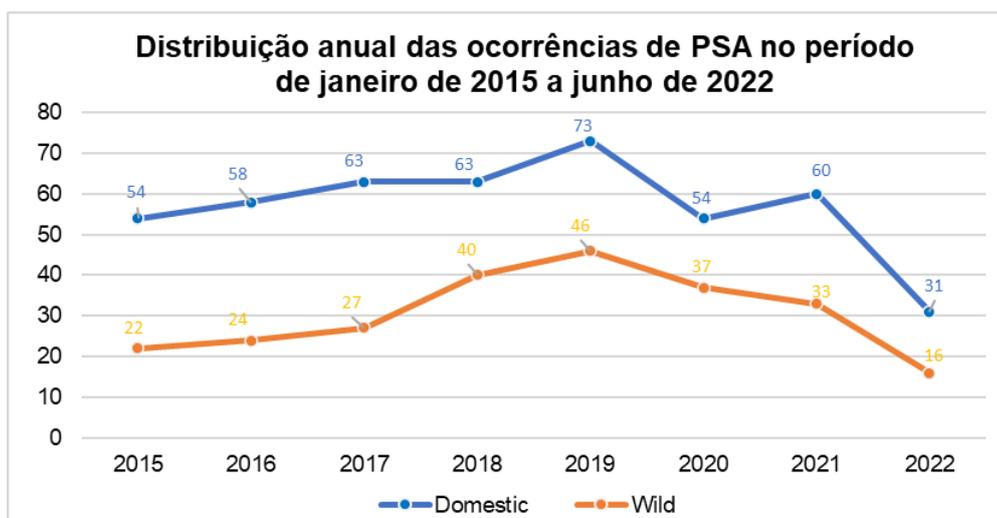


Figura 7. Distribuição mundial da Peste Suína Africana, em populações domésticas e selvagens, no período de janeiro de 2015 a junho de 2022. (WOAH, 2022a, 2022b).

Após a incursão do vírus na Geórgia, a PSA se espalhou de modo gradual para países da região do Cáucaso, acometendo suínos domésticos e javalis e, no ano de 2014, com uma disseminação mais lenta, a doença chegou a União Europeia (UE), afetando vários países. Somente no período de 2020 a 2022, 16 países da UE notificaram a doença. Mesmo com os desafios para seu controle e erradicação, dois países europeus já conseguiram eliminar a doença, se autodeclarando livres de PSA, Bélgica (evento resolvido em março

de 2020) e República Checa (evento resolvido em abril de 2018). A primeira ocorrência de PSA na Ásia ocorreu em agosto de 2018, quando a doença chegou a China, de lá se espalhou no continente, afetando 16 países a partir de 2021. A PSA também se expandiu para a Oceania, relatada no Timor-Leste em 2019 e, posteriormente, em Papua Nova Guiné em 2020. Após quase 40 anos ausente nas Américas, a doença voltou a ocorrer em 2021, com registro na República Dominicana e Haiti. Assim como ocorreu na América, em 2022 a doença voltou a ser registrada na parte continental da Itália após quase 40 anos ausente, onde foi identificado a ocorrência do genótipo II do vírus da PSA. Em 2022 a Macedônia do Norte, Tailândia e Nepal relataram a primeira ocorrência da doença em seus territórios (WOAH, 2022a; STEPIEN; COLE, 2021).

Na Figura 8 é possível avaliar a situação da doença no mundo, no período de janeiro de 2015 a junho de 2022, com as áreas em vermelho indicando a presença da PSA.

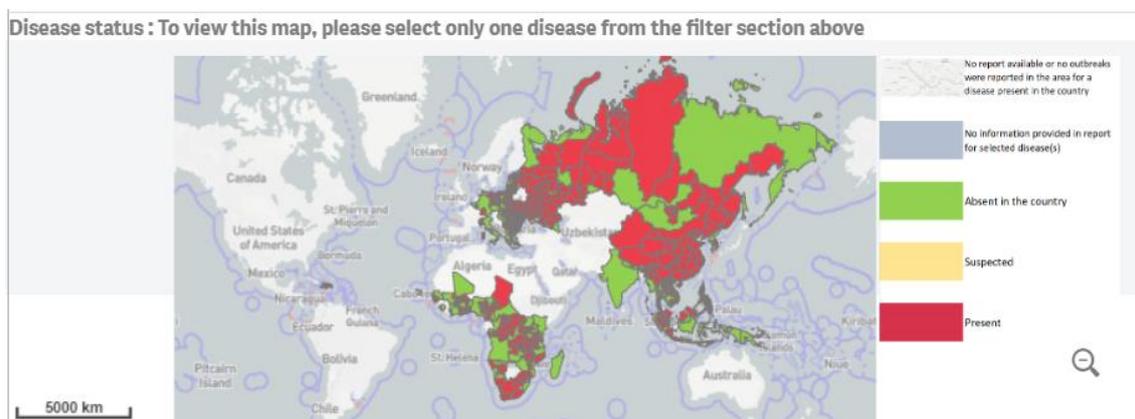


Figura 8. Mapa com a representação dos países com presença (em vermelho) da Peste Suína Africana, no período de janeiro de 2015 a junho de 2022. (WOAH, 2022a, 2022b).

3.6 O Javali

3.6.1 Espécie invasora

Nativos da Europa, regiões Norte e Noroeste da África, Ásia, Japão, Sri Lanka, Sumatra, Malásia e Indonésia, o javali é uma espécie cada vez mais abundante. Indivíduos da espécie foram introduzidos, por meio da ação do

homem, em várias regiões do mundo e, na atualidade, são encontrados em todos os continentes, com exceção da Antártica (ARTOIS *et al.*, 2002; MAYER; BRISBIN, 2009; COURCHAMP *et al.* 2003; LONG, 2003; MASSEI; GENOV, 2004; SALVADOR; FERNANDEZ, 2013).

Os suínos selvagens são amplamente distribuídos em regiões temperadas e tropicais do mundo. Podem ser encontrados em áreas de floresta e arbustos ao redor de poços de água, em florestas ribeirinhas ou em pântanos. A quantidade de cobertura vegetal necessária depende das pressões de caça, do clima e habitat disponível, mas são frequentemente encontrados em arbustos densos ou perto de cobertura vegetal densa (GRAVES, 1984; WEST *et al.*, 2009).

Considerados como os grandes mamíferos mais prolíficos na terra, os javalis podem crescer rapidamente em um bom habitat, e esse crescimento populacional e sua subsequente dispersão podem resultar em rápida colonização de novas áreas (WAITHMAN *et al.*, 1999). Nos Estados Unidos (EUA), o aumento da população de javalis e sua dispersão por áreas geográficas antes não alcançadas vem ocorrendo com intensidade ao longo dos últimos anos, sendo que, em estimativas dos custos provocados por esses animais, as perdas chegaram a somar o valor de US\$ 800 milhões/ano (PIMENTEL *et al.*, 2005; SEWARD *et al.*, 2004; PIMENTEL, 2007; SHWIFF *et al.*, 2020).

Reconhecido o perigo que essa espécie exótica representa para os ecossistemas, gestores florestais e de recursos naturais dos EUA estão implementando programas de gerenciamento de danos em todo território americano (PIMENTEL *et al.*, 2005; SEWARD *et al.*, 2004). Esse aumento populacional constante de suínos selvagens e javalis também foi documentado na Europa, Japão e Austrália (SPENCER; HAMPTON, 2005; ACEVEDO *et al.*, 2007; SAITO *et al.*, 2012).

Entre os anos de 1890-1950, ocorreram várias importações de pequenos grupos de javalis (<10) com origens na Eurásia e com intuito de utilizar a espécie como caça em locais específicos do Uruguai, Argentina e dos EUA. Na Argentina os primeiros registros datam de 1904 e 1906 (WEST *et al.*, 2009; SALVADOR, 2012; SALVADOR; FERNANDEZ, 2014; FISHER, 2017).

No Brasil, na década de 1990 ocorreram novas importações de javalis puros originários da Europa e do Canadá, sendo as últimas nos anos de 1996-1997. Nessa época os grupos eram um pouco maiores que os das importações anteriores, chegando a 109 indivíduos, com destinação principalmente a criadouros nos estados de São Paulo e do Rio Grande do Sul. Foram feitas novas regulamentações para importação e criação da espécie, sendo que, em 1998 foi determinada a proibição de novos criadores. Com a fuga, liberação intencional e posterior proliferação sem controle desses animais, é grande a probabilidade dessas populações terem provocado impactos nos ambientes naturais, como diminuição de espécies nativas da flora e fauna, por competição ou predação, e, ainda, a transmissão de doenças para animais nativos e domésticos, além da aceleração do processo de erosão e o aumento do assoreamento dos rios, interferindo nos serviços ambientais (BRASIL, 1998a, 1998b; SALVADOR, 2012; BRASIL, 2019b).

3.6.2 Espécie como praga

Considerados uma das 100 piores espécies exóticas invasoras do mundo, de acordo com a União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) e o Grupo de Especialistas em Espécies Invasoras (ISSG), uma vez que, fora de sua região nativa, pode não haver predadores naturais ou, quando existem, o número não é suficiente para controlar os javalis selvagens na maioria das regiões fora de sua área nativa (LOWE *et al.* 2000). Os javalis desempenham papel importante na predação ou dispersão de sementes daninhas. Na Argentina eles comem e destroem as sementes do arbusto *Prosopis flexuosa* e da árvore *Araucaria araucana* (CAMPOS; OJEDA, 1997; SANGUINETTI; KITZBERGER, 2010).

Os prejuízos ocasionados por essa espécie exótica demonstram a estreita relação existente entre a ecologia e a economia (PERRINGS *et al.*, 2002; JULIÁ *et al.*, 2007). Os danos ocasionados por javalis são enquadrados em três categorias: destruição, depredação e transmissão de doenças. Os danos ou impactos primários se referem aos efeitos econômicos diretamente observados resultantes de danos causados pelo invasor e esses impactos ou

perdas primárias ocasionam impactos secundários, que afetam a economia de modo mais amplo (SHWIFF *et al.*, 2020; BARRIOS-GARCIA; BALLARI, 2012).

Os javalis não ocasionam danos apenas em regiões onde foram introduzidos e são considerados espécie exótica. Nas regiões onde são nativos também causam prejuízos, como, por exemplo, em plantações da Espanha, em vinícolas da França, onde as uvas maduras são preferência, entre outros (HERRERO *et al.*, 2006; CALENGE *et al.*, 2004; BARRIOS-GARCIA; BALLARI, 2012).

Danos primários tendem a ser melhores para quantificar, porque seus impactos são observados de imediato, mas alguns danos não podem ter relacionados os custos econômicos gerados, como, por exemplo, os danos a ecossistemas, onde não há como se indicar um valor pecuniário preciso. Nesses casos, métodos alternativos de avaliação são frequentemente usados para quantificar danos (LOOMIS; WALSH, 1997).

A espécie exótica invasora provoca destruição de propriedades, equipamentos, habitat, alguns locais não são apenas destruídos, mas pode haver a redução de atividades de lazer, oportunidades turísticas perdidas. Danificam estátuas, campos de golfe, ecossistemas, ocasionam acidentes e colisões de veículos, danos a culturas, ataques a rebanhos e muitas outras (CAMPBELL; LONG, 2009; KALLER; KELSO 2006; ENGEMAN *et al.*, 2007; BEVINS *et al.*, 2014; DASZAK *et al.*, 2000; DEPENBUSCH *et al.*, 2011; GUNDUZ *et al.*, 2007; DOODY *et al.*, 2014; HARTIN *et al.*, 2007; JONES *et al.*, 2008; LOSS *et al.*, 2013; SHWIFF *et al.*, 2010; YANG *et al.*, 2014; TISDELL, 1982; SEWARD *et al.*, 2004).

A depredação refere-se especificamente ao consumo de culturas, animais domésticos ou silvestres. A predação de culturas e animais tem sido particularmente bem documentada, dado seus mercados claramente definidos. Já os danos relacionado à saúde, seja de humanos, animais de companhia, animais domésticos e animais selvagens, está relacionada à mortalidade ou morbidade devido a patógenos associados aos javalis. Esses são mais difíceis de se quantificar, mas, são especialmente importantes, devido a probabilidade de afetar a saúde humana e animal (ROSA *et al.*, 2018; SHWIFF *et al.*, 2020; WITMER *et al.*, 2003; CAMPBELL *et al.*, 2008; HALL *et al.*, 2008; USDA, 2002; BARRIOS-GARCIA; BALLARI, 2012).

O impacto destrutivo de suínos domésticos, silvestres ou asselvajados no meio ambiente se justifica em parte devido a seus hábitos alimentares onívoros e em parte devido a seus métodos de obtenção de alimentos por meio do enraizamento (GRAVES, 1984). Suínos selvagens foram amplamente introduzidos em regiões em que a espécie não era nativa da fauna, isso contribuiu para diminuição e extinção de inúmeras espécies em ilhas oceânicas e impactos ecológicos negativos em áreas continentais, quando presentes em alta densidade (WAITHMAN *et al.* 1999).

Em locais onde o solo apresenta condições favoráveis, os suínos selvagens conseguem enraizar-se a uma profundidade de 1 metro. Esse enraizamento altera as propriedades do solo e suas propriedades nutritivas por lixiviação de cálcio, cobre, magnésio, fósforo e zinco do solo. Eles também podem ocasionar alterações na disponibilidade de vertebrados aquáticos, além de carrear micróbios para bacias hidrográficas, danificar os habitats das zonas úmidas, competir com a vida selvagem nativa por recursos limitados e através da predação (KALLER; KELSO, 2006; ENGEMAN *et al.*, 2007; MAPSTON, 2004; SINGER *et al.*, 1984; KALLER *et al.*, 2007).

A capacidade de afetar de forma considerável as produções agrícolas, a capacidade de transmitir doenças aos rebanhos e aos seres humanos e o potencial de complicar a proteção de espécies de fauna e flora ameaçadas e em perigo são alguns dos riscos da presença dessa espécie exótica. O danos por enraizamento em áreas agrícolas e áreas florestais, chafurdação, perdas produtivas nas lavouras por alimentação e pisoteio, a atuação como vetores de doenças, danos por predação, competição, presas alternativas, ataques a humanos, danos à propriedade, absorção de contaminantes e impactos no tráfego (colisões com veículos, danos à vias ao longo de passagens de ferrovias e estradas vicinais, danos a pistas de pouso de aeronaves leves) e prejuízos ao turismo (MAYER; BRISBIN, 2009; TISDELL, 1982; STEVENS, 1996 apud MAYER, 2009; CAMPBELL; LONG, 2009; KALLER; KELSO, 2006; LOPO *et al.*, 2018; ROSA *et al.*, 2018).

Os resíduos de suínos são fontes de nutrientes orgânicos e inorgânicos em alta concentração, coliformes fecais e outros patógenos, e, quando despejados em fontes de água, comprometem a composição e qualidade dessas. A água receptora se torna turva, com condições anaeróbicas e

concentrações excessivas de nutrientes, clorofila e micro-organismos (LOPO *et al.*, 2018; KALLER *et al.*, 2007; MALLIN *et al.*, 1997).

Como os javalis são comuns em ambientes úmidos, próximos a corpos d'água, sua presença afeta a composição e qualidade dessas águas, favorece a erosão das margens e compactação do solo. A biota aquática de riachos é afetada com a atividade de javalis. Pesquisas de rastreamento genético possibilitaram vincular bactérias transmitidas pela água com bactérias de suídeos asselvajados/ javalis. Bactérias coliformes que foram isoladas da água apresentaram uma semelhança acima de 95% com bactérias isoladas de amostra colhida em javali residente na mesma bacia hidrográfica estudada. (WEST *et al.*, 2009; KALLER *et al.*, 2007; MALLIN *et al.*, 1997).

Sua ação prejudicial foi demonstrada através de estudos realizados na década de 1970, que descreviam as consequências da presença desses animais para trutas nativas e na alteração da composição bacteriana em regiões de charcos e riachos (KALLER *et al.* 2007; KALLER; KELSO, 2003; DOUTEL-RIBAS, 2015). Essa predileção por locais com proximidade a águas, sua capacidade de afetar a vegetação ribeirinha e revolver margens, pode fornecer uma dimensão dos impactos potenciais desses animais em organismos aquáticos. As matas ciliares podem servir como corredores de dispersão para esses animais, provocando sérios agravos ao meio ambiente nessas áreas, devido ao pisoteio causado pela movimentação dos animais (SEWARD *et al.*, 2004; DOUTEL-RIBAS, 2015).

3.6.3 Características da espécie

Os javalis possuem plasticidade dos padrões espaciais e de atividade da espécie, o que, aliado as altas taxas reprodutivas os fazem capazes de prosperar onde quer que sejam introduzidos (DZIECIOŁOWSKI *et al.*, 1992; BALLARI; BARRIOS-GARCÍA, 2014; BOITANI *et al.*, 1994). O comportamento social é muito desenvolvido em suínos. Os javalis machos e fêmeas adultos ocupam áreas de vida separadas, cujos tamanhos podem variar sazonalmente. As áreas-núcleo dos machos são mais espalhadas e menos intensivamente

usadas do que as áreas-núcleo das fêmeas (GRAVES, 1984; BOITANI *et al.*, 1994).

Esses animais não costumam se dispersar muito longe e nem muito rápido. A dimensão da área de vida dos javalis pode ter influência da disponibilidade de recursos alimentares, densidade da população e do tamanho corporal. Utilizam a floresta como abrigo/ esconderijo e para reprodução e usam os campos circundantes (até 1 km da floresta) para forragear. Um grupo de porcas precisa de aproximadamente 4 km² cobertos com no mínimo 25% de floresta ou vegetação natural (CHOQUENOT *et al.*, 1996; CALEY, 1997; SAUNDERS; MCLEOD, 1999; JEDRZEJEWSKA *et al.*, 1994).

A dimensão do *home range* ou área de vida é um fator que pode influenciar na transmissão de doenças, por indicar a provável movimentação de animais quando infectados, por isso estudos para avaliar esses dados são realizados em diversas regiões. No Brasil, no estado de Mato Grosso do Sul, em estudo realizado na região da bacia hidrográfica do rio Ivinhema, foram estimadas áreas de vida de animais capturados e monitorados através de colares GPS, durante um período que variou entre 19 a 77 dias, resultando em áreas de vida estimadas entre 273 ha e 1253 ha (2,73 km² e 12,53 km²) quando utilizado o Método Polígono Convexo Mínimo e, 129 ha e 779 ha (1,29 km² a 7,79 km²) pelo Método Kernel de Ponte Aleatório Polarizada. Os dados observados foram condizentes com resultados de estudos anteriores (MARTINS *et al.*, 2019).

Os javalis são animais gregários, mas não chegam a formar grandes rebanhos, sua unidade social nuclear é estabelecida por machos solitários e grupos de fêmeas e leitões. Outros indivíduos podem estar vagamente associados a esta unidade social básica, e os machos adultos associam-se com as fêmeas no período de receptividade sexual (GRAVES, 1984; GABOR *et al.* 1999).

Esses agrupamentos ou manadas consistem em até 3 gerações relacionadas e normalmente o número 8 ou menos indivíduos com 1 a 3 adultos. Os leitões normalmente são desmamados aos 3 meses de idade. Quando as fêmeas completam por volta de um ano de idade ou permanecem com o grupo ou iniciam o processo de dispersão. As fêmeas que se dispersam geralmente o fazem com suas irmãs e criam outro grupo familiar juntas. Os

machos essencialmente sempre se dispersam do grupo familiar, geralmente por volta dos 16 meses de idade (GABOR *et al.* 1999).

As ninhadas ficam misturadas, embora cada porca continue a amamentar apenas seus próprios filhotes. Elas compartilham o cuidado dos filhotes para que possam se alternar no forrageamento sozinhas, garantindo maior eficiência do que no caso de grupos de mães solteiras. O objetivo de permanecer em um grupo de prole de múltiplas mães parece ser a proteção dos filhotes. Ao ser surpreendido por um predador, o grupo se dispersa em várias direções, talvez confundindo o predador, ou de modo a conseguir uma defesa cooperativa (GRAVES, 1984).

Os leitões menores de 4 meses de idade são a faixa etária de maior ocorrência de morte natural. A mortalidade de javalis ocasionada por fatores não naturais está relacionada a ação humana, como caça e por acidentes rodoviários, sendo esses os fatores que ocasionam maior impacto na sobrevivência desses animais (KEULING *et al.*, 2013; BIEBER; RUF, 2005).

A Europa vem apresentando índices de crescimento dessa população superiores aos índices de mortalidade. Esse aumento da população pode ser justificado pela disponibilidade de alimentos altamente energéticos provenientes de fontes alimentares antropogênicas, como colheitas e alimentação suplementar (fornecida por caçadores), proporcionando aos javalis condições adequadas para seu aumento populacional. Isso pode ser observado em um estudo realizado na República Tcheca, onde cereais compunham mais de 50% da biomassa estomacal dos javalis, sendo esses grãos oriundos tanto de culturas agrícolas como de alimentação complementar fornecida por caçadores (VEEROJA; MÄNNIL, 2014; KEULING *et al.*, 2013; BIEBER; RUF, 2005; JEŽEK *et al.*, 2016).

Áreas de vida dos javalis foram associadas a áreas de proteção permanentes (APP) e áreas agrícolas. A disponibilidade de forragem e de água são fatores importantes que influenciam na distribuição e abundância. Esses animais buscam locais onde tenham segurança, costumam demonstrar maior atividade noturna e menor atividade durante o dia, quando costumam descansar em habitats florestais. São animais bastante rústicos e com rápida rotatividade da população, ocasionada principalmente pela alta pressão de caça. Não foram observadas diferenças relacionadas ao sexo nas áreas de

vida dos javalis (SPITZ; JANEAU, 1995; MARTINS *et al.*, 2019; BOITANI *et al.*, 1994; WAITHMAN *et al.*, 1999).

São poucas as informações disponíveis sobre o uso do espaço de javalis em áreas agrícolas do Brasil. Esses dados sobre uso de habitat e seleção de espécies invasoras podem ter aplicação direta no manejo e controle populacional. Suas populações de vida livre podem aumentar rapidamente quando as condições são adequadas. Condições ambientais favoráveis, como grande oferta de alimentos, podem fazer com que as populações de javalis aumentem ininterruptamente (DOUTEL-RIBAS *et al.*, 2019; HEISE-PAVLOV *et al.*, 2009; BIEBER; RUF, 2005).

Como sua dieta é dominada por material vegetal, o agroecossistema do Centro-Oeste brasileiro fornece grande quantidade de alimentos para javalis, sem haver uma estacionalidade nessa oferta pelo modelo de uso do solo, onde monoculturas de milho (*Zea mays*), soja (*Glycine max*) e cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.) se alternam durante o ano, bem como áreas de proteção nas florestas ribeirinhas remanescentes e zonas úmidas nos seus arredores. Dessa forma, os javalis têm espaço para plena expansão no estado, ocupando principalmente os vários municípios que têm sua economia baseada na agricultura comercial, sendo registrada sua presença em pelo menos até 46 municípios em MS (SCHLEY; ROPER, 2003; PEDROSA *et al.*, 2015; MARTINS *et al.*, 2019).

3.6.4 Riscos sanitários

Os javalis são reservatórios de doenças zoonóticas e não zoonóticas que podem ocasionar grandes impactos para a economia dos países. A transmissão de doenças é um dos danos ocasionados pela presença desses animais mais difícil de estimar (MILLER *et al.* 2017; SHWIFF *et al.*, 2020). A superabundância da população de javalis observada na Europa, é um fator que pode favorecer a ocorrência e disseminação de doenças infecciosas (PITTIGLIO *et al.*, 2018).

Javalis têm potencial para contrair e transmitir doenças virais, bacterianas (pelo menos 30 doenças virais e bacterianas) e fúngicas

importantes dos suínos domésticos, conseqüentemente podem atuar como reservatório de doenças que podem acometer rebanhos suínos domésticos. Podem disseminar doenças para as criações pecuárias ou atuar como um potencial reservatório de doenças, assim como podem carrear e/ou transmitir patógenos zoonóticos a seres humanos. Podem atuar como vetores para novas formas de vírus como, por exemplo, o vírus Influenza, pois as células do sistema respiratório dos suínos podem fazer o rearranjo genômico entre diferentes vírus de influenza e os receptores servem para as cepas aviárias, suínas e humanas (HUTTON *et al.* 2006; ZANELLA *et al.*, 2016; HALL *et al.*, 2008; BENGTSEN *et al.*, 2014).

Com o aumento da população e das áreas de distribuição dos javalis, aumenta também o risco de transmissão de patógenos para os suínos domésticos e outras espécies, já que suínos são suscetíveis e podem ser portadores de várias doenças economicamente prejudiciais de rebanhos domésticos. Membros da espécie *Sus scrofa*, tanto os suínos domésticos como os javalis são suscetíveis ao vírus da febre aftosa, considerados amplificadores da doença (COOPER *et al.*, 2010).

Além da PSA, PSC e FA, outras doenças preocupantes para a suinocultura e para outras espécies de criação pecuária, como: a DA, a leptospirose, brucelose suína e bovina, a tuberculose, a estomatite vesicular, (SEWARD *et al.*, 2004; GASKAMP *et al.*, 2016; CIARELLO *et al.*, 2020). Uma pesquisa sorológica realizada com 286 javalis, no intuito de estimar a prevalência de alguns patógenos nesses animais, conseguiu detectar anticorpos de *Parvovirus* suíno (VPP) (78%), o *Circovirus* suíno tipo 2 (PCV-2) (99%), o vírus da gripe suína (SIV) (3,8%), *Erysipelothrix rhusiopathiae* (17,5%), *Mycoplasma hyopneumoniae* (24,8%) e *Toxoplasma gondii* (28,6%) das amostras, reforçando o risco de transmissão de doenças que o javali representa (MALMSTEN *et al.*, 2018).

A triquinelose é uma infecção parasitária, zoonótica, causada pelo parasita nematóide *Trichinella spiralis*. Através de uma pesquisa nacional, realizada no período de junho de 2012 a setembro de 2017, foram analisados um total de 554 soros de javalis, sendo as amostras provenientes de oito estados brasileiros, com resultados positivos para anticorpos contra *Trichinella* sp em javalis abatidos nos estados de Santa Catarina, Rio Grande do Sul, São

Paulo e Mato Grosso. Pesquisas assim demonstram a importância da biossegurança na suinocultura e servem como exemplo para sensibilizar populações em risco por exposição aos javalis. Assim que foram identificados os casos positivos (24) e casos suspeitos (3), foi encaminhada a notificação ao MAPA para a comunicação da WOA. A triquinose foi detectada no Brasil apenas em javalis, em suínos domésticos (comerciais) a doença nunca foi registrada (SILVA *et al.*, 2017).

Quando a PSA ocorre em javalis, o controle da situação é mais complicado, pois há a necessidade de definição da área infectada, a caça deve ser proibida de modo a evitar a movimentação do javali, as carcaças encontradas devem ser removidas rapidamente, pois podem agir como fonte de infecção, essa remoção das carcaças infectadas deve ser realizada com extremo cuidado, de forma a não ocorrer vazamentos durante seu transporte até as plantas de incineração (EFSA, 2018b; DEPNER *et al.*, 2017). Mesmo o javali eurasiático sendo habitante da região Sudeste Asiático, as informações sobre sua distribuição, densidade, ecologia e sua interface com suínos domésticos na região são restritas, deixando assim uma lacuna se essa população seria capaz de manter o ciclo javali-habitat do vírus da PSA no Sudeste Asiático, como fazem na Europa Oriental, e se eles se poderão se tornar reservatório para suínos domésticos (GRAY *et al.*, 2012; GUO *et al.*, 2017; RASPHONE *et al.*, 2019; BLOME *et al.*, 2013).

No Sudoeste Asiático era comum ter javalis forrageando em campos de milho e mandioca, sendo que essas colheitas eram utilizadas com frequência como fonte de alimentação para suínos domésticos nas respectivas aldeias, assim como evidências do cruzamento de javalis com suínos domésticos de vida livre (criados soltos) foram observadas em diferentes níveis durante estudo e com diferenças em relação à quantidade entre os países da região. Essa comprovação de relacionamento direto e indireto de javalis e suínos domésticos é um facilitador do espalhamento viral, em caso de ocorrência de doenças (DENSTEDT *et al.*, 2021).

A carne de javali pode abrigar muitos patógenos transmissíveis aos seres humanos, e um risco aumentado de aquisição de infecções por carne de javali tem sido observado nos últimos anos como resultado do aumento da caça recreativa de javalis e uma crescente popularidade da carne de javali em

diferentes partes do mundo. Assim como a triquinelose, os caçadores, suas famílias e amigos podem estar em maior risco de adquirir toxoplasmose pelo consumo de carne de javali mal-cozida. Devido à alta prevalência de infecção relatada, os javalis podem ser um modelo biológico adequado para analisar a dinâmica do *T. gondii* no ambiente (MENG *et al.*, 2009; BERAL *et al.*, 2012; ROSTAMI *et al.*, 2017).

Além do risco de transmissão de doenças para os seres humanos, há o risco de acidentes com javalis, esses ocasionam graves lesões e, algumas situações levam a óbito, como exemplo do ocorrido em 2018, na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, e na região metropolitana de Belo Horizonte, com óbitos. Relatos de ataques são facilmente encontrados na internet, como javalis roubando comida e espantando turistas na Europa, um ocorrido em uma praia da ilha Rügen, na Alemanha, onde turista foi atacado por um javali que estava sozinho no mar, toque de recolher após ataques de javalis em bairros do Norte de Roma, invasão de cidades japonesas, de Hong Kong, entre outros. Essas situações podem afetar o turismo, dependendo do tipo de lazer comum da região (NOTÍCIAS AGRÍCOLAS, 2018; HORA 7 do R7, 2021; HORA 7 do R7, 2022; BOKLUND *et al.*, 2008).

Os riscos decorrentes da expansão dos javalis em vida livre no Brasil carecem de maiores estudos (SILVA, 2013). É considerada como área de risco toda região que tem populações de suínos domésticos e tenha evidências da presença de javalis, principalmente locais onde não existem barreiras físicas suficientes para garantir a separação dessas populações. Um dos objetivos da adoção de medidas de biossegurança é impedir a intrusão de javalis nos recintos de produção (BORDIN *et al.*, 2013; BRAZ *et al.*, 2019).

No Brasil, o desenvolvimento de estratégias de vigilância baseadas em áreas de risco vêm sendo testadas e avaliadas. Um estudo piloto teve início na região Sul do país, devido a condições relativas a comércio, portarias estaduais que autorizam o abate de javalis e pelo apoio de organizações não-governamentais que executam a atividade de caça. Esses estudos de dinâmica populacional são direcionados às áreas de risco e podem vir a ser ampliados a outras regiões, gerando dados para o programa de manejo do controle populacional e também para ações de vigilância (SILVA, 2013).

A percepção da presença de javalis nos municípios sul-mato-grossenses foi evidenciada em um recorte baseado na percepção da ocorrência de suínos asselvajados em todo o Brasil, resultando na indicação de que o javali está bem distribuído em áreas de suinocultura e de criatórios de subsistência (Figura 9). Já são encontrados em todos os biomas brasileiros, o que reforça a alta capacidade de adaptação e disseminação dessa espécie. Informações sobre a ocorrência e o habitat dos javalis vão gerar dados epidemiológicos que auxiliarão no planejamento tanto das ações de vigilância e projetos de monitoramento sobre a doença, a demonstração de áreas livres e possíveis intervenções e medidas de contenção de surtos (BRASIL, 2021d).

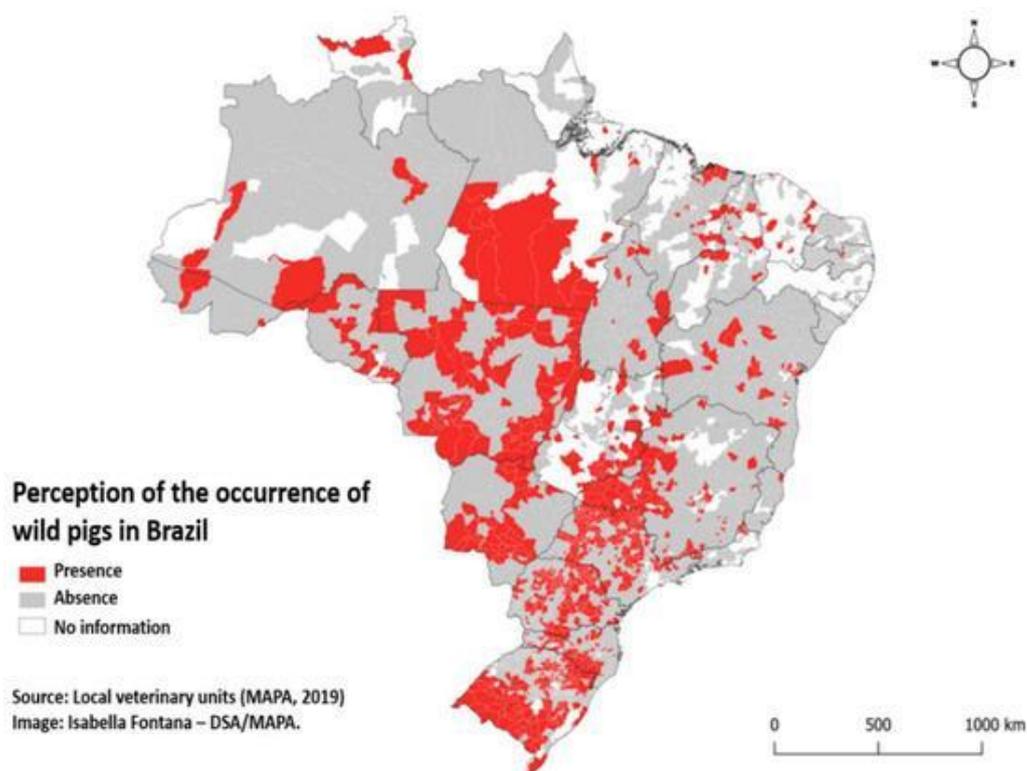


Figura 9. Percepção da ocorrência de suínos asselvajados no Brasil. (BRASIL, 2019d).

O risco sanitário para as populações de suínos domésticos possui estreita relação com o aumento da densidade populacional dos javalis, em decorrência do total de hospedeiros disponíveis e uma maior taxa de contato entre populações suscetíveis. O papel dos javalis na manutenção de doenças é de fundamental importância epidemiológica (BRASIL, 2021d).

A melhor estratégia para gerenciar os danos dos suínos selvagens em áreas onde eles não ocorrem é impedir sua chegada e estabelecimento, o que não é uma tarefa fácil (CAMPBELL; LONG, 2009). Uma das limitações para a

melhoria da vigilância das populações de javali asselvajado no Estado de Mato Grosso do Sul é a falta de informações referentes a distribuição e ecologia da espécie nos ambientes invadidos, a falta de bases de dados robustas sobre a ocorrência e distribuições dessas populações (Figura 10). Os dados disponíveis são os registrados no SIMAF por manejadores da espécie, além de registros de avistamentos ou perdas de produção agrícola (BRASIL, 2021d).

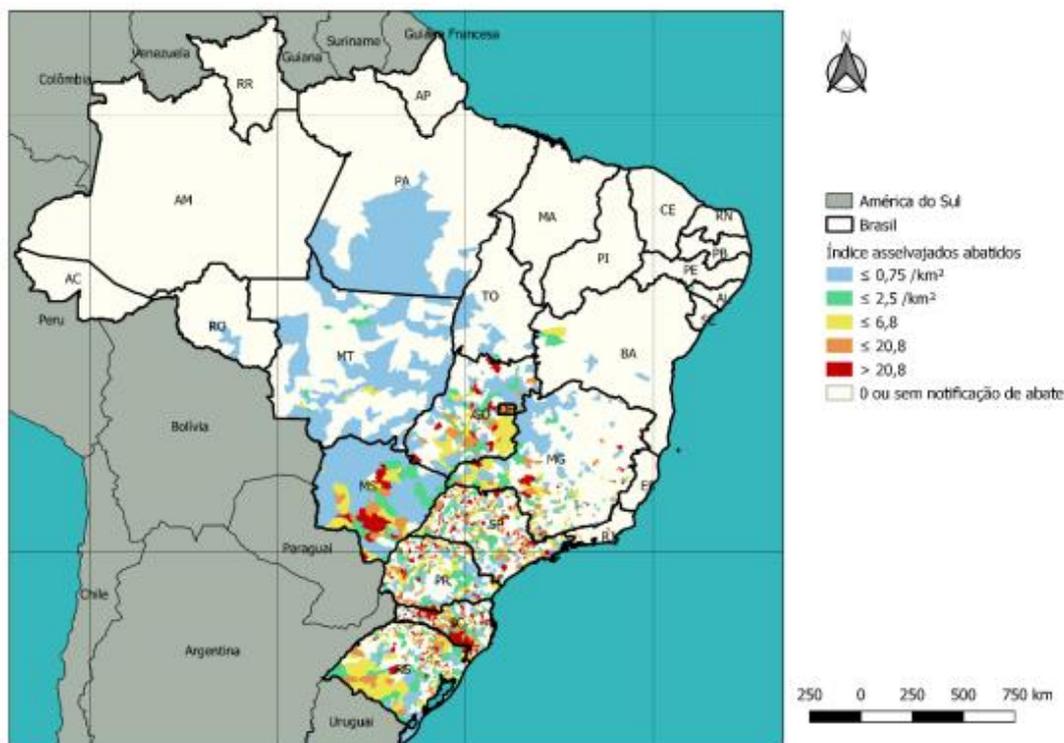


Figura 10. Índice de suínos asselvajados abatidos no Brasil por município. (BRASIL, 2021d).

Em MS, houve registros de ocorrência desses animais na região do Pantanal em oito dos 14 municípios pantaneiros, com concentração principalmente na porção Sul, indicando que há compartilhamento do mesmo espaço entre os javalis e os porcos-monteiros, mesmo que em áreas periféricas da planície. Um índice de biomassa relativo de javali foi estimado em 69% em duas áreas experimentais do município de Rio Brilhante-MS, região considerada o epicentro do problema no estado de Mato Grosso do Sul (FISHER, 2017; SALVADOR; FERNANDEZ, 2013; DOUTEL-RIBAS *et al.*, 2019; LOPO *et al.*, 2018).

Esse índice relativo de biomassa foi medido para cada espécie nativa do local e para javalis em uma propriedade de lavoura de milho, por meio do uso

de armadilhas fotográficas e esse nível de biomassa demonstrado indica a alta capacidade dos javalis de invadirem as áreas. Os agricultores da região acreditam que cães podem controlar o acesso das populações de javalis as lavouras, porém o estudo demonstrou que as espécies fazem uso do ambiente em diferentes horários do dia, concluindo que o uso de cães para esse propósito é ineficiente (DOUTEL-RIBAS *et al.*, 2019; LOPO *et al.*, 2018).

A complexidade da situação exige abordagens sistêmicas, avançadas e confiáveis para o controle efetivo do problema. A invasão pelo javali e seus híbridos no Brasil é favorecida por uma suinocultura de subsistência praticada com um mínimo de infraestrutura de biossegurança e também por conta de sua dispersão ativa, o que faz a erradicação parecer inatingível. Devido a condições econômicas, tem crescido o número de indivíduos ou famílias com criações de aves, suínos ou pequenos ruminantes em seus pátios ou mesmo dentro de suas casas, de modo que a produção animal de subsistência forneça renda e proteína animal muito necessária para muitos dos pobres do mundo, porém essa interação estreita entre animais e pessoas pode facilitar a introdução e a disseminação de doenças zoonóticas. Geralmente, esses pequenos produtores não têm conhecimento sobre biossegurança e nem acesso a cuidados veterinários (IASTATE, 2020; OLIVEIRA *et al.*, 2020; BRASIL, 2019a; BRASIL, 2022c; GAVA *et al.*, 2019).

Gramma fresca e sementes potencialmente contaminadas por secreções de javalis selvagens infecciosos são possíveis fontes de infecção para fazendas de quintal. Esses dados também foram relatados por Bellini *et al.* (2016), considerando um importante fator de risco a alimentação de forragem fresca (por exemplo, feno ou grama), colhidas em áreas afetadas pela PSA para fornecimento a suínos em propriedades de subsistência (quintal) (EC, 2014; BELLINI *et al.*, 2016; BOKLUND *et al.*, 2020).

Diferentemente, a palha não mostrou a mesma relevância para disseminação de doenças. A suposição é que, devido ao seu período de colheita mais longo e sua colheita ocorrer, normalmente, em condições climáticas quentes, a probabilidade de a palha conter o vírus da PSA infeccioso baixa (OLESEN *et al.*, 2018).

Áreas de plantio de culturas atraentes aos javalis ao redor da fazenda, também são consideradas como fator de risco, sendo um atrativo aos javalis e

identificada como uma possível causa da sazonalidade da PSA em suínos domésticos, observada na atual epidemia de PSA na União Europeia. Líquidos como água contaminada, mesmo contendo baixas doses do vírus, são mais infecciosos que forrageiras contaminadas (EFSA, 2018a, 2018b; NIEDERWERDER *et al.*, 2019).

A criação de suínos em regime de subsistência / quintal é uma atividade bastante significativa, em muitas regiões esse tipo de criação representa a única fonte de proteína animal para a comunidade rural e uma importante fonte de renda. Os suínos de subsistência costumam ser abatidos em casa quando é necessário reabastecer o estoque de carne e sempre na época do Natal (WORLD BANK, 2008; RELUN *et al.*, 2016).

Javalis são considerados importantes reservatórios de doenças, gerando preocupação quanto aos esforços de controle de doenças infecciosas como a peste suína (ROSSI *et al.*, 2005). Na Dinamarca, onde não existem populações de javalis livres, pesquisadores avaliaram através de simulação, se haveria risco de transmissão de PSC da população de suínos domésticos para javalis, caso houvesse rebanho de suínos domésticos infectado em proximidade a uma área com presença de javalis e o resultado indicou que uma distância <5 km já é considerada de risco para a situação simulada. Também simularam a situação em surto iniciado em uma população de javalis, a epidemia terá maior duração, pois, devido à transferência periódica de vírus de grupos de javalis infectados para rebanhos de suínos domésticos, ocasionalmente podem ocorrer vários novos registros de casos (BOKLUND *et al.*, 2008).

Nas últimas ocorrências de PSC na Europa, as principais fontes de surtos foram o contato com javalis infectados, alimentação com lavagem (o que é ilegal) e pela movimentação de caminhões de transporte animal contaminados. (FRITZEMEIER *et al.*, 2000). Nos países que obtiveram êxito em manter sua população de javalis livre de PSC, a espécie não representa um problema em relação à disseminação de infecção. Nessas situações, mesmo quando há a ocorrência da doença na população de suínos domésticos, os javalis não são necessariamente infectados, caso o sacrifício dos suínos domésticos positivos para PSC seja realizado imediatamente após o diagnóstico. Por isso a educação sanitária e o diagnóstico precoce são fundamentais no controle da PSC (KLINKENBERG *et al.*, 2005).

Os fatores epidemiológicos da PSA se misturam com os determinantes da presença de javalis. A densidade populacional dessa espécie importa para a persistência do vírus, porém, mesmo em locais onde são executadas medidas de despovoamento dos javalis ou quando ocorrem altas taxas de mortalidade nessa espécie, a disponibilidade do agente viral em carcaças infectadas permite sua persistência na região (BELTRÁN-ALCRUDO *et al.*, 2017; EFSA, 2017).

Entre as ocorrências de PSA do passado para a ocorrência atual, temos uma diferença entre a densidade populacional de javalis, pois, além do aumento dessa população houve também a ocupação de novos territórios (MORILLA GONZÁLEZ *et al.*, 2002a; SáAEZ-ROYUELA; TELLERÍA, 1986). A persistência do vírus no ambiente também é beneficiada por temperaturas mais frias e pela umidade. Na epidemia atual de PSA, a geografia, ecologia, meteorologia e demografia dos javalis afetam a epidemiologia, e cada um desses fatores cooperam para a viabilidade do ciclo javali-habitat. Esta associação sugere ainda que o VPSA pode persistir no habitat apesar da baixa disponibilidade de hospedeiros suscetíveis (CHENAIS *et al.*, 2018).

Os fatores antropogênicos podem funcionar como fatores de disseminação de doenças e muitas vezes auxiliam a sustentação e ampliação da área geográfica na transmissão (CHENAIS *et al.*, 2018). As atividades humanas ou fatores antropogênicos na cadeia de criação doméstica de suínos, impulsionaram a transmissão do vírus da PSA na África e no mundo (MULUMBA-MFUMU *et al.*, 2019; PENRITH *et al.*, 2019; VERGNE *et al.*, 2016; VERGNE *et al.*, 2017).

Um estudo realizado com javalis demonstrou que apenas os animais mais fracos e magros podem ser infectados diretamente com doses muito baixas do vírus da PSA através da via oronasal, sendo o outro resultado observado no estudo foi o papel importante do contato direto na transmissão do vírus em sondas (grupos familiares) de javalis (PIETSCHMANN *et al.*, 2015). Pesquisas com os isolados caucasianos da PSA demonstraram ser fortemente virulentos em experimentos com javalis selvagens e permitiram demonstrar que os javalis têm a mesma suscetibilidade que os suínos domésticos em relação à infecção pelo VPSA, podendo ocorrer infecções pelas via oral, nasal e

intramuscular, resultando em 100% de mortalidade (GABRIEL *et al.*, 2011; BLOME *et al.*, 2012; PIETSCHMANN *et al.*, 2015).

As sondas são territoriais, os encontros entre sondas ou grupo costumam ser evitados, sendo os contatos físicos discretos e raros, levando a crer que, o contato entre esses grupos contribua para a disseminação espacial do vírus tanto quanto a disseminação por carcaças infectadas (lenta, disseminação local) ou a disseminação antropogênica (disseminação rápida e de longa distância) (LANGE *et al.*, 2018). A manutenção da PSA em populações de javalis europeus pode ser estimulada através dos contatos de animais suscetíveis com carcaças infectadas e/ou com o ambiente contaminado (CHENAIS *et al.*, 2018).

As criações não tecnificadas costumam ter rebanhos pequenos, com poucos animais por fazenda, mas podem desempenhar um papel importante na dinâmica local de doenças, o que pode acarretar alteração no status de doença de um país e ocasionar uma série de impactos relacionados. Isso porque a biossegurança insuficiente ou inexistente é uma particularidade geralmente verificada nessas explorações (ZANI *et al.*, 2019; BELLINI *et al.*, 2016).

Os suínos de criações não tecnificadas costumam receber alimentação com restos de alimentos, cereais e grama fresca, esse tipo de alimento é propenso a ser contaminado, representando risco para a introdução de doenças. A alimentação de lavagem é proibida, porém, é uma prática de difícil controle (BELLINI *et al.*, 2016; BOKLUND *et al.*, 2020). A lavagem contaminada foi classificada como a fonte mais provável de introdução da infecção nos surtos ocorridos em propriedades de quintal romenas, e, dentro das propriedades, a fonte mais provável para a propagação do vírus é o contato direto ou indireto entre suínos (ARDELEAN *et al.*, 2021). A alimentação de suínos com produtos de origem animal importados de forma ilegal foi reconhecida como uma importante forma de transmissão de doenças como Febre Aftosa, PSC e PSA (PEARSON; JEFFREY, 2002).

A participação humana é um dos principais riscos para a introdução de PSA nas granjas de suínos. Isso reforça a relevância das práticas de biosseguridade, o que deve ser reforçado com todos os *stakeholders* ou partes interessadas (agricultores, veterinários, funcionários, manejadores), assim

como a detecção precoce / vigilância passiva deve ser reforçada em áreas de risco da PSA (LAMBERGA *et al.*, 2019). Para os viajantes que desembarcam em território brasileiro, foi publicado no ano de 2019 um regulamento estabelecendo uma lista produtos de origem animal presumivelmente não veiculadores de doenças contagiosas, em bagagem de viajantes, para consumo próprio e sem entrar no Brasil, determinados bens de interesse agropecuário necessitam de certificação sanitária internacional emitida pelos Serviços Oficiais do país de origem, que deverá atender aos requisitos sanitários brasileiros específicos.

Em relação a vida selvagem, a estrutura de contato entre os indivíduos de uma espécie ou entre espécies é dinâmica, ou seja, pode ter variações sazonais, seja por conta de períodos de nascimento, por padrões de recursos sazonais ou por comportamento relacionado ao clima (SAH *et al.*, 2018; MILLER; PEPIN, 2019). As diferenças na estrutura de contato entre populações de animais domésticos e animais selvagens podem resultar em uma mudança na apresentação epidemiológica de uma doença. Os surtos que ocorrem em populações bem misturadas são tipicamente caracterizados por surtos mais rápidos e graves em relação àqueles em populações com diferenças na sua distribuição (KEELING, 1999; BANSAL *et al.*, 2007; WHITE *et al.*, 2018).

A destinação das carcaças nos casos em que o total de animais mortos em decorrência de doenças ou das medidas de sacrifício para controle e erradicação é muito elevado, caracteriza-se como um desafio para a sanidade e saúde pública. Registros de descarte de carcaças infectadas em rios e córregos foram documentadas e podem ter promovido uma maior disseminação da PSA, já que tanto as carcaças quanto a água contaminada vão rio abaixo. Esse tipo de prática de descarte pode prolongar a presença da doença. Tanto as práticas de biosseguridade insuficientes como o descarte de carcaças inadequado aumentam a diversidade das formas de transmissão de doenças como a PSA (DENSTEDT *et al.*, 2021; BELTRAN-ALCRUDO *et al.*, 2017).

Animais necrófagos podem acabar dispersando pequenos pedaços de material infeccioso nos arredores de uma carcaça em uma região afetada, mas não parece possível que isso tenha um impacto relevante na disseminação de PSA na região afetada, por exemplo. Esses animais podem sim contribuir para

reduzir o potencial de transmissão, através da remoção do material infectado do ambiente, mas desde que não sejam hospedeiro competente para os patógenos expostos por seu alimento, ou seja carcaça (PEISLEY *et al.*, 2017; COOK *et al.*, 2004).

Larvas de insetos necrófagos, também parecem não desempenhar um papel relevante como vetores mecânicos. Os necrófagos, portanto, auxiliam na remoção de carcaças de javalis selvagens e contribuem para reduzir o risco de persistência do vírus no ambiente (FORTH *et al.*, 2017; PROBST *et al.*, 2019).

3.6.5 Biosseguridade

Programas e políticas de prevenção são baseados em fatores de risco, ou seja, a análise do desenvolvimento e das capacidades do risco determinam as estratégias das ações preventivas. A análise de risco é orientada por vários parâmetros e critérios (ROCHA; CARDOSO, 2004; CARDOSO; NAVARRO *et al.*, 2008).

Várias transformações ambientais, demográficas, tecnológicas e socioeconômicas vêm ocorrendo ao longo dos anos, sendo que essas também afetam os agentes patogênicos, que podem sofrer adaptações e mutações, favorecendo assim o surgimento e ressurgimento de doenças. Na atualidade temos a circulação destes patógenos facilitada pelo aumento do fluxo de movimentações humanas e animais, trocas comerciais, redefinições geopolíticas e por ações predatórias do ambiente, que favorecem a disseminação de enfermidades (ROCHA, 2011; ALARCÓN *et al.*, 2021).

Pelo conceito, tanto a biosseguridade quanto a biossegurança intentam a prevenção e devem implementar estratégias comuns de proteção baseadas na avaliação de risco e aplicar seus diferenciais em busca de complementar seus domínios. A biossegurança (biosafety) relaciona-se a princípios de contenção, tecnologias e práticas que devem ser aplicadas no intuito de evitar a exposição involuntária ou liberação acidental de agentes patogênicos e toxinas. A biosseguridade (biosecurity) abrange medidas que devem ser aplicadas no intuito de impedir a introdução no ambiente natural de agentes biológicos, patógenos, que possam comprometer a segurança das pessoas e

dos ecossistemas, articulando esforços para impedir este uso, além da utilização indevida seja de habilidades científicas, das tecnologias ou do conhecimento (CARDOSO; NAVARRO *et al.*, 2008; FISCHER, 2004).

A implementação de medidas que reduzem o risco de introdução e disseminação de agentes de doenças é definida como biossegurança. A biossegurança exige a adoção de um conjunto de ações com intuito de reduzir o risco em todas as atividades envolvendo animais domésticos, exóticos de cativeiro, silvestres e seus produtos (FAO; WOAHA *et al.*, 2010; PENRITH *et al.*, 2021).

A introdução de um novo agente patogênico em uma criação pode acarretar sérias consequências, não somente nas fazendas afetadas, mas para cada um dos elos que compõem a cadeia suinícola. A forma de compreender as doenças mudou, deixando a visão de indivíduo para fazenda e, de fazenda para a região, em busca de manter as doenças afastadas da produção animal (WOODS, 2011; CARR; HOWELLS, 2018).

No Brasil, o principal campo de aplicação da biossegurança é o controle de risco e o monitoramento de doenças de origem animal que podem ocorrer no processo de produção de alimentos, principalmente nas cadeias produtivas de suínos e aves, pelos riscos decorrentes da densidade animal, fator que propicia a multiplicação e a disseminação de patógenos. As medidas de biossegurança são utilizadas para evitar a entrada de patógenos em um rebanho ou fazenda (biossegurança externa) e para evitar a propagação de doença para animais não infectados dentro de um rebanho ou fazenda, bem como para outras fazendas, quando o patógeno já está presente (biossegurança interna) (GROTTO; TUCKER, 2006; CARDOSO; NAVARRO *et al.*, 2008; FISCHER, 2004; FAO; WOAHA *et al.*, 2010).

A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), a Organização Mundial para a Saúde Animal (WOAHA) e o Banco Mundial, como forma de estimular e melhorar as práticas de biossegurança na produção de suínos, priorizam o desenvolvimento de ferramentas que desenvolvam melhor os princípios de biossegurança. Os princípios de biossegurança procedem do conhecimento científico da epidemiologia e da transmissão dos principais patógenos suínos, e buscam limitar a transmissão de doenças entre a espécie, reduzir o impacto das doenças infecciosas na

espécie, reduzir as perdas econômicas resultantes da ocorrência de doenças (FAO; WOAHA *et al.*, 2010).

Para a definição das medidas de biossegurança a serem tomadas e a melhor aplicação dessas, é fundamental avaliar previamente o tipo de sistema de produção de suínos praticado, as condições geográficas e condições socioeconômicas da região. A capacidade de investimento e condição socioeconômica dos produtores locais, além da conscientização de produtores e veterinários para a adoção das práticas, vão resultar em melhor desempenho e maior retorno financeiro, de forma que os agricultores possam investir de volta na melhoria da biossegurança em suas fazendas e aumentar sua produção de suínos (FAO; WOAHA *et al.*, 2010; ALARCÓN *et al.*, 2021; MUTUA; DIONE, 2021).

Conforme documento FAO; WOAHA *et al.*, (2010), a variedade de tipos de sistemas de produção de suínos é grande, desde aqueles mais simples, com pouco ou nenhum investimento aplicado, até aqueles sistemas de empresas de grande escala destinados ao mercado:

➤ O sistema de criação de suínos livres, conhecido como suínos de limpeza ou necrófagos, é o tipo mais básico de criação de suínos relatado em áreas urbanas e rurais dos países em desenvolvimento, onde a estrutura de alojamento disponível aos suínos é mínima, sendo os animais criados soltos no quintal e arredores para procurar comida, vasculham livres em busca de alimento;

➤ O sistema de produção de suínos confinados em pequena escala é comum em países em desenvolvimento e em transição, onde os animais ficam confinados em abrigo, que pode variar de um curral simples a um alojamento mais moderno e dependem de alimentação fornecida por seu tratador. Esses pequenos produtores criam suínos tanto para fins de subsistência quanto para fins comerciais;

➤ As granjas comerciais de produção de suínos confinados em grande escala podem variar de tamanho entre elas. A produção pode ocorrer em apenas um local ou em vários locais que fazem parte da mesma estrutura. Essas criações podem ser familiares, filiadas a empresas ou cooperados;

➤ Na produção de suínos ao ar livre em larga escala, os animais são confinados por cercas, mas ficam principalmente ao ar livre. A biossegurança

para esses sistemas de produção precisa se concentrar principalmente no controle de alimentos, contaminação de água e pastagens, vida selvagem e visitantes humanos (FAO; WOAHA *et al.*, 2010).

A transmissão de doenças de javalis para suínos domésticos é dificultada por medidas de biossegurança. A adoção de medidas de biossegurança para prevenção, interrupção de transmissão e o controle de doenças abordagens é fundamental, porém, muitas vezes a implantação dessas medidas não é acessível em criações não tecnificadas, devido aos recursos dispensados, mas a prevenção da PSA, por exemplo, pode ser alcançada com implantação de medidas que podem ser acordadas com os suinocultores (ORAVAINEN *et al.*, 2011; PENRITH *et al.*, 2021).

3.6.6 Ações dos Serviços Veterinários Oficiais (SVO)

Os países têm utilizado a ferramenta epidemiológica de avaliação de riscos, para avaliar o risco de entrada de TADs, como PSC, a PSA e a Febre Aftosa em seus territórios. O SVO no Brasil é responsável pela condução da política de saúde animal em conjunto com a iniciativa privada, produtores e a população, em busca de cumprimento das exigências sanitárias e medidas que objetivam melhorar e garantir a sanidade dos rebanhos brasileiros. Os programas de saúde animal visam fortalecer a situação sanitária do país, mediante aplicação de diretrizes de prevenção, vigilância, controle e erradicação de doenças dos animais terrestres e aquáticos (BRASIL, 2004a, 2004c; EMPRES, 2004).

É importante que os governos reconheçam a importância e necessidade de fortalecer a capacidade de seus serviços veterinários para lidar com surtos de doenças (OZAWA *et al.*, 2006). Mesmo em locais onde a PSC nunca foi relatada, como o estado de Mato Grosso (MT), Brasil, seu território faz fronteira com parte da zona não livre da doença, estados do Amazonas e do Pará, e também possui divisa com a Bolívia, país onde a situação da PSC é desconhecida, definindo o risco do MT como alto risco para a introdução do VPSC (SCHETTINO *et al.*, 2021; EMPRES, 2004; WOAHA, 2022b).

As ações de controle sanitário nos estabelecimentos de criação de suínos que desenvolvam atividades relacionadas com a produção, reprodução, comercialização, distribuição de animais e material de multiplicação, Tem objetivo de impedir a entrada de doenças exóticas, controlar ou erradicar aquelas existentes no Brasil, atribuída ao Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), de acordo com o Regulamento Técnico do Programa Nacional de Sanidade Suídea (PNSS), aprovado pela Instrução Normativa nº 47, de 18/6/2004. As atividades de defesa sanitária animal do PNSS são executadas no Mato Grosso do Sul pela Agência Estadual de Defesa Sanitária Animal e Vegetal de MS (IAGRO) (BRASIL, 2004a; MS GOV, 2020).

Em 1981, foi instituído pelo MAPA o Programa Nacional de Controle e Erradicação da PSC (PNCEPSC) que definiu as ações de vigilância e de investigações das suspeitas de enfermidades hemorrágicas dos suínos. No ano de 2001, após sorologia realizada em 14 estados, esses foram declarados, por meio da Instrução Normativa nº 01, de 4 de janeiro de 2001, nacionalmente livres de PSC (BRASIL, 2001). Como as situações se modificam, se modernizam, no ano de 2004 foi publicada a Instrução Normativa nº 6, de 09 de março de 2004, que aprova as normas para a erradicação da PSC a serem observadas em todo o território nacional e, com o estabelecimento de uma zona livre de Peste Suína Clássica no país, através da Instrução Normativa nº 27, de 20 de abril de 2004, foi implantado o Plano de Contingência para Peste Suína Clássica (BRASIL, 2018; BRASIL, 2004b).

A Instrução Normativa nº 25, de 19 de julho de 2016 faz a declaração da zona livre de PSC do Brasil, definindo os requisitos para entrada de suínos vivos, produtos, subprodutos, assim como amostras biológicas para diagnóstico na área de zona livre. Essa IN nº 25 / 2016 foi alterada pela Instrução Normativa nº 63, de 6 de dezembro de 2019, no intuito de declarar, de modo separado, as áreas livres da PSC, com a zona livre I - composta pelos estados do Rio Grande do Sul (RS) e Santa Catarina (SC), a zona livre II - composta pelo estado do Paraná (PR); e a zona livre III - composta pelos estados do Acre (AC), Bahia (BA), Espírito Santo (ES), Goiás (GO), Mato Grosso (MT), Mato Grosso do Sul (MS), Minas Gerais (MG), Rio de Janeiro (RJ), Rondônia (RO), São Paulo (SP), Sergipe (SE) e Tocantins (TO), pelo Distrito Federal (DF), e por parte do estado do Amazonas (AM), composta pelos municípios de Guajará

e Boca do Acre, sul do município de Canutama e sudoeste do município de Lábrea (BRASIL, 2019a; BRASIL, 2021a).

Em busca da certificação livre de PSC para todo o território, o MAPA instituiu o Plano Estratégico Brasil Livre de PSC, publicado em 2019 para implementação nos 11 estados brasileiros considerados zonas não livres (ZnL) (BRASIL, 2019a). A Instrução Normativa nº 10, de 06 de abril de 2020, autoriza o uso da vacina contra Peste Suína Clássica (PSC) na Zona não Livre da doença, de acordo com o estabelecido no Plano Estratégico Brasil Livre de Peste Suína Clássica, de acordo com a situação epidemiológica da doença, sendo a vacinação prevista nas estratégias de controle, mediante avaliação e autorização do DSA.

Com o avanço da PSA no mundo, para evitar sua entrada no Brasil e reforçar também a vigilância da PSC, foi publicada pelo setor de Vigilância Agropecuária Internacional do MAPA, a Instrução Normativa MAPA nº 11, de 09 de maio de 2019, que estabelece o regulamento para ingresso, no território nacional, de produtos de origem animal presumivelmente não veiculadores de doenças contagiosas, em bagagem de viajantes, para consumo próprio e sem fins comerciais, como medida de reduzir os riscos de entrada de produtos que atuem como potenciais disseminadores tanto do VPSC como o VPSA (BRASIL, 2019a).

Em 2021, a PSA voltou a ocorrer em território americano após 40 anos, com focos confirmados na República Dominicana e no Haiti. Em 2022, novos focos da doença foram identificados nesses países, com doença presente em ambos. Os países colocaram seus SVO em estado de alerta. O Brasil também intensificou as medidas de vigilância para prevenir a introdução da doença no Brasil (WOAH, 2022; BRASIL, 2021e).

O PNSS alterou suas estratégias de vigilância. Antes o programa atuava com ênfase na PSC e suas legislações de referência, a Norma Interna nº 05 / 2009 (Manual de Procedimentos do Sistema de Vigilância Sanitária na Zona Livre de Peste Suína Clássica) e a Norma Interna nº03 / 2014 (Plano de Vigilância em Suídeos Asselvajados na Zona Livre de Peste Suína Clássica do Brasil), com as quais o país recebeu a certificação internacional de Livre de PSC, sendo as mesmas revogadas pelo Ofício-Circular nº79/2021/DSA/SDA/MAPA (BRASIL, 2021a, 2021d).

O Plano Integrado de Vigilância de Doenças dos Suínos, entrou em vigência em agosto de 2021, com novas estratégias para o sistema de vigilância do PNSS, como a redefinição e ampliação da doenças-alvo (PSC, a PSA e a PRRS) e mudanças também nos componentes do sistema de vigilância. A Peste Suína Clássica (PSC), que tem ainda um zona considerada não livre no território brasileiro, a Peste Suína Africana (PSA), que foi erradicada em 1984, sendo o Brasil considerado livre da doença pela WOAHP, e a Síndrome Reprodutiva e Respiratória dos Suínos (PRRS) nunca foi registrada no país (BRASIL, 2021a, 2021b, 2021d).

São objetivos do Plano Integrado:

- O fortalecimento da capacidade de detecção precoce de casos de PSC, PSA e PRRS;
- A demonstração da ausência de PSC, PSA e PRRS nas populações de suínos domésticos e reforçar evidências de ausência das doenças;
- A consideração aos diferentes tipos de riscos e diferentes tipos de sistemas de produção, incluindo a população de suínos asselvajados (tamanho da população existente e seus habitats, os dados dos padrões de distribuição e de movimentações da população);
- A promoção da participação ativa e do compartilhamento de responsabilidades entre as partes envolvidas;
- A alteração da execução das vigilâncias de transversal para longitudinal, para o acompanhamento de amostras do rebanho suíno (BRASIL, 2021a, 2021b, 2021d).

A inclusão dos suínos asselvajados na vigilância é fundamental para a formação de uma base de dados quantitativos dessa população existente no Brasil. A percepção de sua distribuição pelo território nacional pode ser acessada através do sistema gerido pelo IBAMA, o Sistema de Informação de Manejo de Fauna (SIMAF), através das informações repassadas pelos agentes de manejo da espécie (Figura 11). As informações da percepção da espécie registradas nesse sistema permitiram o desenvolvimento de mapas de percepção da presença de suínos asselvajados no Brasil, realizado pelo MAPA (SILVA, 2013).

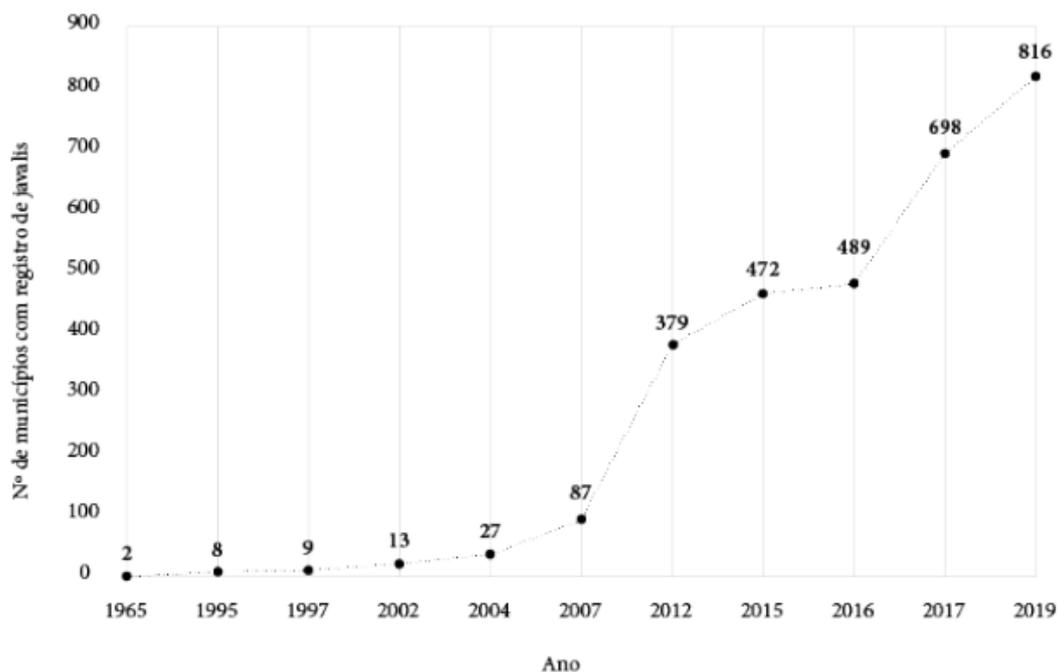


Figura 11. Total de municípios brasileiros com registro confirmado da presença de populações selvagens do javali (*Sus scrofa*) entre 1965 e 2019. (BRASIL, 2019c).

A inclusão dos suínos asselvajados na vigilância do Plano Integrado é importante para o status das doenças pela Organização Mundial de Saúde Animal (WOAH), pois os Serviços Veterinários Oficiais precisam ter embasamento no que se refere ao tamanho da população existente e seus habitats, os dados dos padrões de distribuição e de movimentações dessa população (SILVA, 2013).

A adoção de práticas de prevenção de uma doença requer conhecimento da situação epidemiológica local, do tipo da população suscetível presente, se há envolvimento de vetores e se esses estão presentes, conhecer a legislação vigente, disponibilidade de recursos financeiros e logística. O sucesso das ações preventivas depende também do envolvimento dos *stakeholders*, que precisam estar cientes da importância de sua participação no processo e estar aptos a identificar rapidamente caso haja suspeita de doença ocorrendo em animal ou rebanho. Falhas na identificação e demora na notificação ao SVO ocasionam atraso na resposta ao surto e resultar em disseminação da doença (ARIAS *et al.*, 2017; ARIAS; SÁNCHEZ-VIZCAÍNO, 2002; DIONE *et al.*, 2016; GALLARDO *et al.*, 2015; BELLINI *et al.*, 2016).

A viabilidade depende da localização da exploração, tipo de exploração, tipo de produção, movimentação dos animais, situação sanitária dos animais a de substituição e padrões de biossegurança da fazenda (ARIAS *et al.*, 2017). A biossegurança pode ser reforçada com a construção de barreiras físicas, como cercas internas e externas; instalação de redes para pássaros; criar instalações de quarentena para animais e vestiários para trabalhadores e visitantes; execução de programas de controle de pragas; erguer recintos sanitários; descartar com segurança o esterco; seguindo as boas práticas agrícolas; e lavagem e desinfecção veículos de transporte (ARIAS; SÁNCHEZ-VIZCAÍNO, 2002; BELLINI *et al.*, 2016).

As ações de gestão e políticas destinadas a mitigar os problemas associados aos javalis e seus híbridos são complexas, em parte porque o aumento das populações de suínos selvagens é o resultado de introduções mediadas pelo homem. Nos Estados Unidos essa espécie invasora já está estabelecida, o que complica e torna a erradicação inviável na escala de todo o território continental do país. Para que ações de manejo sejam bem-sucedidas é necessário o uso de múltiplas técnicas de controle populacional e dados sobre números e locais de presença dessa população. Como essas informações são bastante limitadas, a necessidade de pesquisas contínuas e registros fidedignos é urgente (BEVINS *et al.*, 2014; EZANNO *et al.*, 2020).

A prevenção do contato entre javalis e suínos domésticos é fundamental, principalmente nas criações de quintal e propriedades com adoção de medidas mínimas de biossegurança, bem como priorizar ações de vigilância ativa nas áreas com presença de javalis, além de capacitar e estimular a vigilância passiva, com notificação ao identificar carcaças de javalis (MUR *et al.*, 2016; CHENAIS *et al.*, 2015; BECH-NIELSEN *et al.*, 1993). No MS, a Portaria IAGRO Nº 1077, de 21 de outubro de 2021 descreve as normas de biossegurança mínima estabelecidas para propriedades que produzem suínos para fins comerciais no estado (IAGRO, 2021a). A adoção dessas medidas de biossegurança exigem mudanças de hábitos já tradicionais de criação e comercialização. É mais provável a adoção e cumprimento dessas quando os suinocultores recebem algum benefício significativo para colocar em prática dessas regulamentações (COSTARD *et al.*, 2009).

Os contatos diretos de suínos domésticos com javalis infectados são bastante relevantes, principalmente em regiões onde a criação de suínos ao ar livre é praticada, propiciando os contatos diretos entre javalis e porcos domésticos, que nessa situação tem mais probabilidade de ocorrer (EFSA, 2018b, 2020). Na epidemia atual, foram observados na Rússia, alguns casos da doença detectados principalmente em javalis selvagens antes de serem observados em suínos domésticos, assim como a morte de javalis em decorrência da doença foi observada nas proximidades de fazendas afetadas pelo vírus (GOGIN *et al.*, 2013).

Como as formas de transmissão da PSC e da PSA são parecidas, as ações de prevenção e controle podem ser aplicadas para ambas:

O vírus da PSC pode ser encontrado em todas as secreções e excreções do animal infectado e pode ser transmitido de forma horizontal ou vertical. Como via direta temos o contato entre os animais infectados e os suscetíveis, através de aerossóis, sangue e/ou sêmen, secreções e excreções. Como via indireta pode haver transmissão através de água, alimentos, resíduos/lavagem, lixo, por fômites, trânsito de pessoas, equipamentos, materiais, veículos, vestuários, carne e produtos de origem animal provenientes de animais infectados que servem como reservatório (VANDEPUTTE; CHAPPUIS, 1999; VAN OIRSCHOT, 1999; TERPSTRA, 1991; WEESENDORP *et al.*, 2008; WEESENDORP *et al.*, 2009; FLOEGEL *et al.*, 2000; MOENNIG; GREISER-WILKE, 2008). A transmissão indireta via pessoas pode ocorrer quando a biossegurança é deficiente, por exemplo, visitantes que entram nas instalações sem trocar de roupa e botas fornecidas pela fazenda (ELBERS *et al.*, 2001; RIBBENS *et al.*, 2004; RIBBENS *et al.*, 2007; DE VOS *et al.*, 2004). Veículos (caminhões, reboques, carros) podem transportar fezes e urina contaminadas por vírus por longas distâncias (KIRKLAND *et al.*, 2019; RIBBENS *et al.*, 2004; RIBBENS *et al.*, 2007; DE VOS *et al.*, 2004).

A PSA pode ser transmitida através de contato direto, ou seja, quando suínos saudáveis têm contato com suínos domésticos ou selvagens infectados, ou por contato com saliva infectada, urina, fezes ou secreções respiratórias/aerossóis, tosse ou espirro, contato através de fômites, por meio da ingestão de produtos suínos contaminados e picadas de carrapatos. Essa transmissão e manutenção do agente pode variar entre os países. A

transmissão aérea ocorre somente em pequenas distâncias, como por exemplo, entre porcos mantidos nos mesmos currais. A transmissão da PSA para suínos domésticos provavelmente será influenciada por atitudes sociais e considerações econômicas (GUINAT *et al.*, 2016a, 2016b; USDA/ APHIS, 2022; OLESEN *et al.*, 2017). A transmissão indireta da PSA ocorre quando suínos saudáveis ingerem ração contaminada, produtos suínos ou quando entram em contato com roupas, sapatos, equipamentos, veículos ou resíduos alimentares contendo o vírus. A transmissão por insetos vetores pode auxiliar no processo de disseminação (OLESEN *et al.*, 2018; USDA/ APHIS, 2022).

A atual pandemia da PSA teve início na Geórgia. Ocorreram falhas que facilitaram a disseminação do vírus, a começar pelo atraso na detecção da doença e sua comunicação a autoridade sanitária do país, pois o relato à WOAH foi feito em 5 de junho de 2007, mas os primeiros casos clínicos foram observados antes de maio de 2007, na região do porto de Poti. O atraso no reconhecimento (diagnóstico inicial equivocado), a adoção de medidas de controle inadequadas, as pequenas distâncias entre os países da região do Cáucaso, a presença de javalis suscetíveis ao longo dos rios que correm do Pequeno Cáucaso ou Cáucaso Menor, somados ao fato de que a produção de suínos na Geórgia é composta principalmente (mais de 90%), contribuíram para a dispersão da PSA para os países vizinhos (BELTRAN-ALCRUDO *et al.*, 2008; GOGIN *et al.*, 2013).

Entender os padrões do trânsito de animais vivos e ser capaz de rastrear essa movimentação em situações de emergência é fundamental para prevenir, permitir a detecção precoce, controlar rapidamente e até mesmo prever surtos de doenças. Porém, há situações em que essas informações não estão disponíveis, como por exemplo criações de quintal/ subsistência, a coleta de dados nessas propriedades é quase sempre limitada e os fatores que impulsionam o comércio são em sua maioria desconhecidos e podem mudar repentinamente em resposta às flutuações do mercado ou ao aparecimento de doenças infecciosas (HARDSTAFF *et al.*, 2015; YATABE *et al.*, 2015; ZHOU *et al.*, 2015; MARTÍNEZ-LÓPEZ *et al.*, 2014).

Na Espanha, após a propagação da doença com consequências devastadoras para o setor produtivo, o país instituiu um programa de medidas para erradicação da PSA no ano de 1985, obtendo êxito de erradicar a doença

na região Nordeste do país em dois anos, através de atividades de monitoramento, o programa de erradicação concentrou-se na melhoria da biossegurança nas fazendas, controles rígidos de movimentação de animais e aumento da conscientização sobre doenças dos criadores de suínos (COSTARD *et al.*, 2009).

A caça tem sido tradicionalmente usada para reduzir o número de javalis. As áreas onde a caça não é permitida podem atrair javalis de áreas de caça vizinhas. Este fenômeno é chamado de “efeito de reserva” e pode causar altas densidades temporariamente localizadas de javalis em áreas onde a caça é proibida. O ‘efeito reserva’ foi observado em duas reservas naturais do Parque Natural de Montseny, Catalunha, Espanha, sendo que na área do parque a caça regular de javali não é permitida, pois após a caça nos terrenos circundantes, o número de javalis aumenta dentro das reservas. Caças ocasionais são realizadas nas reservas para redução do número de indivíduos, sendo que a redução é efetiva por pelo menos 45 dias. A caça interrompe a organização social do javali, pois o tamanho do grupo foi significativamente reduzido. Esses resultados sugerem que o direcionamento de áreas de refúgio, uma vez que a caça no entorno faz com que os javalis se concentrem nessas áreas, é eficaz para o controle populacional (COLOMER *et al.*, 2021).

Estudos realizados no Parque Natural de Montseny, que possui um programa de monitoramento da presença de javalis, indicaram, após uma análise da estimativa da densidade de javalis registradas no período de 2012 a 2015, foi demonstrado um indicativo de aumento de 10 indivíduos/ km² em 2012/2013 para 16 indivíduos/ km² em 2015/2016, sendo esse o maior valor registrado ao longo de 20 anos de monitoramentos (DARP, 2016 *apud* COLOMER *et al.*, 2021).

Quando são realizadas caçadas dirigidas, envolvendo grande número de caçadores e cães, os javalis procuram se refugiar em áreas de reserva onde a caça é proibida. Os resultados também indicaram que esse comportamento parece particularmente aparente em grupos matriarcais e que a caça afeta o tamanho e a composição do grupo (COLOMER *et al.*, 2021). Esse estudo mostrou também que o tamanho do grupo e a proporção de grupos matriarcais aumentaram significativamente dentro das reservas durante a temporada de caça (outono e inverno). Essas variações podem ser devidas tanto à pressão

de caça, mas também a variações sazonais na organização social no início da estação de acasalamento (COLOMER *et al.*, 2021; ROSELL *et al.*, 2004).

Estudos sobre o efeito da caça na perturbação social dos javalis são necessários, embora esta última possa ter efeitos significativos no controle de doenças, particularmente para aquelas doenças que são dependentes da taxa de contato ou densidade. Essas descobertas têm implicações importantes para mitigar os conflitos entre humanos e javalis. Em contextos em que as altas densidades de javalis estão associadas a impactos negativos, como danos às culturas, redução da biodiversidade (COLOMER *et al.*, 2021).

Foram observadas correlações espaciais entre casos de ocorrência de PSA em suínos domésticos e javalis em áreas a noroeste da Rússia, onde foram encontradas um alto número de carcaças de javalis infectados perto das fronteiras nacionais do país (VERGNE *et al.*, 2016; VERGNE *et al.*, 2017; GALLARDO *et al.*, 2014). Isso pode ter influência das tentativas de reduzir o número de javalis selvagens na região através de práticas intensivas de caça, porém, essa estratégia pode acarretar mudanças em relação à distância da sua área de permanência enquanto esses animais tentam escapar, auxiliando assim a dispersão por regiões maiores (GUINAT *et al.*, 2016a; SODEIKAT; POHLMAYER, 2007; THURFJELL *et al.*, 2013).

A organização de redes sociais em espécies gregárias é mais eficiente na prevenção de surtos de patógenos moderadamente contagiosos do que espécies socialmente hierárquicas. Por outro lado, redes de espécies socialmente hierárquicas experimentam menos surtos de doenças infecciosas de rápida disseminação em comparação com espécies gregárias (SAH *et al.*, 2018).

A introdução de produtos suínos ou outros produtos de origem animal/vegetal ilegais infectados, restos alimentares de aviões e navios oriundos de países endêmicos são exemplos de risco e ameaça para os rebanhos suínos. A Europa e Estados Unidos possuem regras semelhantes que regem o descarte de resíduos para redução do risco de introdução de doenças. A vigilância eficiente, políticas de rastreio ao longo das cadeias de abastecimento e produtos básicos não industrializados, políticas de controle e prevenção rigorosas com o objetivo de permitir a detecção precoce de surtos de doenças

e o abate de todos os animais de instalações infectadas, combinado com compensação para as partes interessadas afetadas (COSTARD *et al.*, 2008).

No Brasil, o Plano de Contingência para Peste Suína Clássica foi aprovado pela Instrução Normativa MAPA Nº 27 de 20 de abril de 2004 na forma de anexo dessa IN. O Plano de Contingência para PSC traz as orientações para atuação em casos de suspeita, foco, assim como medidas preventivas para a doença. Resumidamente, as orientações para prevenção da doença e, medidas em caso de confirmação de foco de PSC:

Medidas instituídas no Brasil para foco de PSC:

➤ Em focos de PSC em suínos de criação comercial ou de subsistência será feita a eliminação de casos e contatos na unidade epidemiológica, destruição das carcaças, desinfecção, introdução de animais sentinelas e comprovação da ausência de circulação viral, zonificação e vigilâncias dentro da zona de contenção e proteção.

➤ A vacinação é proibida nas zonas livres de PSC, porém, poderá ser aplicada em resposta a foco, após a avaliação e autorização do DSA, conforme a situação epidemiológica verificada na investigação oficial. As medidas encontram-se detalhadas no Plano de Contingência para PSC (IN MAPA 27/2004). Nas regiões da zona não livre de PSC, as medidas serão adotadas conforme a situação epidemiológica da doença, com vacinação prevista nas estratégias de controle, após avaliação e autorização do DSA.

➤ Em caso de foco de PSC em suínos asselvajados as medidas aplicadas devem ser a intensificação das ações de vigilância na população de suínos asselvajados, nos estabelecimentos de suínos de criação comercial ou subsistência situados na região, bem como a comunicação de risco para intensificação de medidas de biossegurança (BRASIL, 2004b; BRASIL, 2021a).

A Coordenação de Emergências Zoossanitárias revisou o Plano de Contingência para Peste Suína Africana, que traz orientações para atuação em casos de suspeita, foco, assim como medidas preventivas para a doença.

Medidas instituídas no Brasil em caso de ocorrência de foco de PSA:

➤ Em caso de focos de PSA em suínos de criação comercial ou de subsistência, eliminação dos casos e dos contatos na unidade epidemiológica, a destruição das carcaças, desinfecção, comprovação de ausência de

circulação pela utilização de animais sentinelas e, zonificação e vigilância dentro da zona de contenção e proteção.

➤ Em caso de foco de PSA em suínos asselvajados as ações de vigilância na população de suínos asselvajados deve ser intensificada, assim como dos estabelecimentos de suínos de criação comercial ou subsistência, situados na mesma região, ampliando-se também a comunicação de risco para intensificação de medidas de biossegurança (BRASIL, 2021b, 2021e).

3.6.7 Modelagem

A área da ciência da computação que desenvolve programas e máquinas, denominada Inteligência Artificial (IA), é capaz de analisar uma grande proporção de dados, identificar padrões, tendências e formular previsões de forma automática com velocidade e precisão. São várias as técnicas de IA que estão sendo usadas como auxiliares na solução de problemas relacionados à conservação da biodiversidade e ao gerenciamento de recursos naturais (CHEN *et al.*, 2008; RUSSELL; NORVIG, 2004).

A modelagem de distribuição de espécies é uma técnica de IA que permite estimar modelos baseados em nichos ecológicos e pode ser utilizada para avaliar impactos de alterações climáticas, monitorar da variação espaço-temporal na adequação de espécies ao habitat, estudar a delimitação de espécies e gerenciar a propagação de espécies invasoras (BARTEL; SEXTON, 2009; SIQUEIRA; PETERSON, 2003; THOMAS *et al.*, 2004; FITZPATRICK *et al.*, 2008; RAXWORTHY *et al.*, 2007; PETERSON; VIEGLAIS, 2001; PETERSON *et al.*, 2003; GUIBAN; ZIMMERMANN, 2000).

Modelos de ocupação tem grande aplicação em estratégias de gestão de risco e, quando associadas a modelos de decisão, auxiliam a gestão de risco epidemiológico, a implementação de ações de controle, de comunicação de risco e prontidão para ação, reduzindo as consequências sociais e econômicas da introdução e dispersão de enfermidades (WHO, 2012). A modelagem preditiva de distribuição geográfica de espécies, com base nas condições ambientais de locais de ocorrência conhecida, constitui importante técnica em biologia analítica, com aplicações em conservação e planejamento

de reservas, ecologia, evolução, epidemiologia, manejo de espécies invasoras e outras (CORSI *et al.*, 1999; PETERSON; SHAW, 2003; PETERSON *et al.*, 1999).

Os padrões espaciais e temporais de movimentação são relacionados às necessidades do animal em buscar alimento, abrigo, se reproduzir, reduzir a competição e evitar predadores, comportamentos esses que interligam geograficamente o animal ao ambiente. Os recursos e condições ambientais atuam promovendo ou restringindo o comportamento e a distribuição espacial de um animal (MACKEY; LINDENMAYER, 2001).

A modelagem de distribuição de espécies é bastante empregada para apoiar na tomada de decisões relacionadas à conservação e preservação ambiental. Algumas técnicas requerem um tempo maior de execução, demandando algumas horas ou até dias para terminar a modelagem (PHILLIPS *et al.*, 2006; RUSSELL; NORVIG, 2004; RODRIGUES *et al.*, 2010).

A modelagem, portanto, corresponde a uma representação de comportamento ou de características de um processo, sendo que essa representação recebe a denominação de modelo. A ferramenta fornece uma perspectiva em larga escala sobre as distribuições geográficas das espécies, fatores ecológicos e históricos (RUSSELL; NORVIG, 2004; PETERSON; SHAW, 2003).

Para que a distribuição de uma determinada espécie em uma região ocorra, é necessário que existam condições ambientais adequadas. Nicho ecológico de uma espécie é o conjunto de condições ambientais necessárias para uma espécie se estabelecer, ou seja, as relações intraespecíficas (entre indivíduos da mesma espécie) e interespecíficas (entre indivíduos de espécies diferentes) estabelecidas por um organismo, sendo a distribuição de espécies relacionada com o nicho ecológico. Para que uma espécie viva e se reproduza um conjunto de condições ambientais são necessárias, incluindo fatores bióticos, como predação e competição, e fatores abióticos, como temperatura e umidade (BERGER *et al.*, 1996; RODRIGUES, 2012).

Modelos de distribuição potencial de espécies são, portanto, modelos matemáticos utilizados para estabelecer estratégias de gestão de risco de populações, no caso, suínos asselvajados, criando limiares ambientais de ocorrência da espécie através da correlação de pontos de ocorrência da

espécie com as variáveis ambientais que influenciam a sua distribuição (MEROW *et al.*, 2013; PHILLIPS *et al.*, 2006; PHILLIPS; DUDÍK, 2008; ZURELL, 2020). A construção de um modelo que represente a distribuição geográfica de uma espécie específica, delimitando regiões onde determinados eventos ocorrem, como tipos de vegetação, condições climáticas, ocorrências de populações, entre outros, é desenvolvida pela modelagem de distribuição de espécies (BERGER *et al.*, 1996; RODRIGUES, 2012).

A modelagem tem como objetivo apresentar a melhor explicação para um conjunto de informações e representá-las de forma exata e compacta. O algoritmo MaxEnt (Máxima Entropia) é um dos mais utilizados para modelagem de distribuição de espécies (PHILLIPS *et al.*, 2006).

O software Maxent foi desenvolvido por Phillips, Anderson e Schapire (2006) e é específico para modelagem de distribuição geográfica de espécies com o algoritmo MaxEnt (PHILLIPS *et al.*, 2006; RODRIGUES, 2012). Como determinar a ausência ou não existência de uma espécie em uma região específica é algo bastante complexo, devido a fatores podem influenciar na observação dessa espécie, é mais comum encontrar bases de dados que apresentem mais registros de presença de uma espécie na região de estudo e, em menor proporção, registros de ausência da espécie (ELITH *et al.*, 2011; DALAPICOLLA, 2016).

Tanto o MaxEnt, RANFOR (*Random Forest* ou Floresta Aleatória) e SVM (*Support Vector Machine* ou Máquina de Vetores Suporte) são modelos de aprendizado de máquina que consideram presença e ausência ou presença e dados de fundo (HIJMANS *et al.* 2016). Maxent é um método de aprendizado de máquina de uso geral com uma formulação matemática simples e precisa, e possui vários aspectos que o tornam adequado para modelagem de distribuição de espécies (PHILLIPS *et al.*, 2006).

Maxent pode ser aplicado a dados de presença/ausência de espécies usando um modelo condicional (BERGER *et al.*, 1996). Ele calcula a provável distribuição dentro da área de estudo que satisfaz restrições derivadas das condições ambientais nos locais de presença atuais. Em seguida, seleciona uma área que tem entropia máxima dentro da área de distribuição especificada (PHILLIPS *et al.*, 2006).

O algoritmo MaxEnt possui um parâmetro especial para evitar o *Overfitting* (superajuste) dos modelos, o parâmetro de regularização. Geralmente, essa definição de valores padrão para os parâmetros de um algoritmo é feita com grande quantidade de experimentos, demandando um certo tempo, de horas e até dias. Para analisar o desempenho de modelos classificatórios são utilizados estimadores estatísticos como o tamanho do conjunto de dados, a acuidade dos modelos, a curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*), a área sob a curva AUC (*Area Under the Curve*) e o número de iterações utilizadas pelo algoritmo (RUSSELL; NORVIG, 2004; RODRIGUES, 2012).

A curva ROC é um dos estimadores mais utilizados e consiste em uma representação gráfica da performance de um modelo de dados quantitativos (HOO *et al.*, 2017). O indicador de dimensão do efeito para as curvas ROC é área sob a curva AUC. A combinação de modelos é a soma dos resultados desses modelos ponderada pela área sob a curva, ou seja, é uma forma de medida do desempenho de problemas de classificação (FIELDING; BELL, 2002).

A AUC computa de forma simultânea a sensibilidade e a especificidade, é uma maneira de resumir a curva ROC em um único valor, agregando todos os limiares da ROC, calculando a “área sob a curva”, ou seja, é a acurácia do teste (PHILLIPS *et al.*, 2006; SHCHEGLOVITOVA; ANDERSON, 2013; DALAPICOLLA, 2016). O estudo compara o desempenho do modelo com dados de boa qualidade da ocorrência de espécies e, em vários estudos a AUC já indicou maior poder discriminativo do MaxEnt em prever os locais adequados/inadequados, sugerindo assim uma vantagem do MaxEnt em relação a outros modelos (BABAR *et al.*, 2012; PHILLIPS *et al.*, 2006; STOCKWELL; PETERSON, 2002; PADALIA *et al.*, 2014).

Informações sobre distribuição geográfica na forma de dados de ocorrência de pontos primários são colhidas de fontes de informação de biodiversidade, nichos de espécies são modelados no espaço ecológico e projetados em paisagens potencialmente invadidas. A vantagem da modelagem é que a possibilidade de invasão pode ser avaliada antes da introdução real da espécie. Como as introduções e os efeitos negativos de uma invasão específica são difíceis de prever, a construção de conjuntos de

projeções no ecossistema para examinar os riscos de invasões de espécies para todas as espécies em uma determinada região é de grande valia, pois permite substituir a natureza reativa das soluções atuais para lidar com invasões por uma atuação mais proativa e preditiva (PETERSON; VIEGLAIS, 2001).

A prevenção de invasões em áreas vulneráveis requer compreensão dos possíveis impactos econômicos associados a entrada de uma espécie exótica. O conhecimento desses impactos facilita a obtenção de recursos, seja para atuação no combate da espécie invasora ou de modo a evitar maior expansão da mesma (SHWIFF *et al.*, 2020). As abordagens existentes para os desafios apresentados pelas invasões de espécies são de natureza reativa e, por essa razão, estarão sempre tentando alcançar o problema mais recente. Quando uma espécie exótica consegue invadir uma determinada região, ela se torna alvo de ações voltadas ao seu controle e/ou redução, visando a erradicação (PETERSON; VIEGLAIS, 2001).

Já existem modelos científicos de invasões de espécies desenvolvidos para abordar a capacidade de dispersão (possibilidade de invasão), a biologia populacional de espécies invasoras (dinâmica populacional) e a dinâmica espacial da invasão (difusão das populações invasoras em uma paisagem). Também existem ferramentas da informática da biodiversidade e da geografia quantitativa que se concentram em identificar porções de paisagens habitáveis para as espécies invasoras, sendo que mapas que mostram onde são previstas invasões são úteis quando integrado com modelos de simulação de propagação (PETERSON; VIEGLAIS, 2001; HIGGINS *et al.*, 1996; LE MAITRE *et al.* 1996; HIGGINS; RICHARDSON, 1998; HIGGINS *et al.*, 1999; ZALBA *et al.*, 2000).

O objetivo do conhecimento da estrutura teórica para o tratamento de espécies invasoras e a projeção de um modelo ecológico em paisagens que podem por elas ser invadidas, é proporcionar o desenvolvimento de uma ferramenta que permite prever problemas e encontrar soluções para avaliação de risco dessas espécies invasoras (PETERSON; VIEGLAIS, 2001). Houve uma expansão expressiva de suínos selvagens nos últimos 30 anos, e eles são um reservatório potencial de doenças zoonóticas e não zoonóticas que podem

impactar a economia (BEVINS *et al.*, 2014; SPENCER; HAMPTON, 2005; MILLER *et al.*, 2017; ACEVEDO *et al.*, 2006; SAITO *et al.* 2012).

Compreender a ecologia do hospedeiro é importante para prevenção da introdução de doenças e gerenciamento em caso introduções de doenças em populações de animais domésticos. Os modelos podem ser utilizados de modo a desenvolver estratégias para evitar invasões de espécies exóticas e ser incorporada às atividades de instituições que nelas se concentram, porém, o desenvolvimento e a instalação dessa ferramenta necessitam do envolvimento dos *stakeholders* com o projeto, já que eles obtém informações sobre a biodiversidade e terão que compartilhar dados dos quais são detentores (PLOWRIGHT *et al.*, 2017; PETERSON; VIEGLAIS, 2001).

4 CONSIDERAÇÕES

A manutenção do status livre de PSC e PSA do Mato Grosso do Sul requer do SVO o desenvolvimento de estratégias para identificação e monitoramento das populações de suínos asselvajados existentes no estado. A identificação das áreas onde a espécie já está estabelecida e daquelas onde a espécie ainda não teve registros de presença é fundamental para as ações de controle e prevenção, respectivamente. As informações sobre a distribuição e densidade populacional dos suínos asselvajados devem ser reportadas como protocolo para manutenção de certificação junto a WOA. H.

O monitoramento das populações de javalis de vida livre no território do Mato Grosso do Sul, é parte da estratégia de gestão do risco de entrada da Peste Suína Clássica e da Peste Suína Africana, enfermidades alvo do Plano Integrado de Doenças dos Suínos, e o desenvolvimento de um banco de dados que seja compartilhado entre as instituições governamentais se faz necessário.

Os modelos de risco baseados em variáveis demográficas e ambientais relacionadas à suinocultura e a ocorrência e distribuição de populações de suídeos asselvajados apresentados no trabalho subsidiam as estratégias de operacionalização das ações de vigilância do SVO quanto ao Plano Integrado de Vigilância de Doenças dos Suínos, permitindo otimizar as ações de vigilância no estado de Mato Grosso do Sul, com concentração das ações nas principais áreas de risco sanitário.

Os resultados desse trabalho servem não apenas como uma ferramenta para apoiar a gestão de risco e desenvolver estratégias de vigilância, mas servem como ferramenta estratégica de políticas públicas em busca do fortalecimento da comunicação e engajamento das diferentes partes interessadas da cadeia da suinocultura no estado de Mato Grosso do Sul.

5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACEVEDO, P.; ESCUDERO, M. A.; MUÑOZ, R. *et al.* Factors affecting wild boar abundance across an environmental gradient in Spain. **Acta Theriologica**, [S. l], v. 51, p. 237-336, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF03192685>.

ACEVEDO, P.; VICENTE, J.; HÖFLE, U. *et al.* Estimation of European wild boar relative abundance and aggregation: a novel method in epidemiological risk assessment. **Epidemiology & Infection**, [S. l], v. 135, n. 3, p. 519-527, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0950268806007059>.

ALARCÓN, L.V., ALLEPUZ, A. *et al.* Correction to: Biosecurity in pig farms: a review. **Porcine Health Management**, v. 7, 24 (2021). DOI: <https://doi.org/10.1186/s40813-021-00202-5>.

ALEXANDROV, T.; STEFANOV, D.; KAMENOV, P. *et al.* Surveillance of foot-and-mouth disease (FMD) in susceptible wildlife and domestic ungulates in southeast of Bulgaria following a FMD case in wild boar. **Veterinary Microbiology**, [S. l], v. 166, n. 1-2, p. 84-90, 2013.

ALMEIDA, J. S. **Acordo sobre a aplicação de medidas sanitárias e fitossanitárias: balanço de uma década buscando o equilíbrio entre a proteção do comércio e a proteção da saúde dos consumidores**. Santiago de Chile: CEPAL - Divisão de Comércio Internacional e Integração, 2005. (Série Comércio Internacional, 59).

ALONSO, C.; BORCA, M.; DIXON, L. *et al.* ICTV report consortium: ICTV virus taxonomy profile: asfarviridae. **Journal of General Virology**, [S. l], v. 99, n. 5, p. 613-614, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1099/jgv.0.001049>.

ANDRADE, R. L. P. de. **Consequências positivas das barreiras não-tarifárias no comércio internacional de produtos do agronegócio: o caso da cadeia de carne bovina**. 2007. 214 f. Tese (Doutorado) - Curso de Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

ARDELEAN, F.; GLOBIG, A.; GÂRDAN NĂVĂLICI, A. I., *et al.* The course of African swine fever in Romanian backyard holdings – A case report. **Veterinary**

Medicine and Science, v. 7, n. 6, p.: 2273-2279. DOI: <https://doi.org/10.1002/vms3.592>

ARIAS, M.; JURADO, C.; GALLARDO, C. *et al.* Gaps in African swine fever: Analysis and priorities. **Transboundary and Emerging Diseases**, [S. l.], v. 65, p. 235–247, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1111/tbed.12695>.

ARIAS, M.; SÁNCHEZ-VIZCAÍNO, J. M. African swine fever eradication: the Spanish model. In: MORILLA, A.; YOON, K. J.; ZIMMERMAN, J. (Eds.) **Trends in emerging viral infections of swine**. [S.l.]: State University Press, 2002. p. 133–139. DOI: <https://doi.org/10.1002/9780470376812.ch4c>.

ARTOIS, M.; DEPNER, K. R.; GUBERTI, V. *et al.* Classical swine fever (hog cholera) in wild boar in Europe. **Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)**, [S.l.], v. 21, p. 287–303. 2002. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11974616/>. Acesso em: 12 out. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório anual 2021**. 2021. Disponível em: https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2021/04/ABPA_Relatorio_Anual_2021_web.pdf.

BABAR, S.; AMARNATH, G.; REDDY, C.S. *et al.* Species distribution models: ecological explanation and prediction of an endemic and endangered plant species (*Pterocarpus santalinus* L.f.). **Current Science**, [S. l.], v. 102, n. 8, p. 1157-1165, 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/235767100_Species_distribution_models_Ecological_explanation_and_prediction_of_an_endemic_and_endangered_plant_species_Pterocarpus_santalinus_Lf.

BALLARI, S. A.; BARRIOS-GARCÍA, M. N. A review of wild boar *Sus scrofa* diet. **Mammal Review**, [S. l.], v. 44, p. 124-134, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1111/mam.12015>.

BANSAL, S.; GRENFELL, B. T.; MEYERS, L. A. When individual behaviour matters: homogeneous and network models in epidemiology. **Journal of The Royal Society Interface**, [S. l.], v. 4, n. 16, p. 879–891, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1098/rsif.2007.1100>.

BARRIOS-GARCIA, M. N.; BALLARI, S. A. Impact of wild boar (*Sus scrofa*) in its introduced and native range: a review. **Biological Invasions**, [S. l.], v. 14, n. 11, p. 2283–2300, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10530-012-0229-6>.

BARTEL, R. A.; SEXTON, J. O. Monitoring habitat dynamics for rare and endangered species using satellite images and niche-based models. **Ecography**, [S. I], v. 32, n. 5, p. 888–896, 2009. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/20696298>.

BECH-NIELSEN, S.; BONILLA, Q. P.; SANCHEZ-VIZCAINO, J. M. Benefit-cost analysis of the current African swine fever eradication program in Spain and of an accelerated program. **Preventive Veterinary Medicine**, [S. I], v. 17, n. 3–4, p. 235-249, 1993. DOI: [https://doi.org/10.1016/0167-5877\(93\)90032-O](https://doi.org/10.1016/0167-5877(93)90032-O).

BELLINI, S.; RUTILI, D.; GUBERTI V., 2016. Preventive measures aimed at minimizing the risk of African swine fever virus spread in pig farming systems. **Acta Veterinaria Scandinavica**, [S. I], v. 58, n. 82, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13028-016-0264-x>.

BELTRAN-ALCRUDO, D.; ARIAS, M.; GALLARDO, C. *et al.* **African swine fever: detection and diagnosis: a manual for veterinarians**. Rome: FAO Animal Production and Health Rome; Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2017. 88 p. (Manual, n. 19). Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i7228e.pdf>.

BELTRÁN-ALCRUDO, D.; EMPRES; LUBROTH, J. *et al.* **African swine fever in the Caucasus**. Empress Watch. 2008. Disponível em: <https://www.fao.org/3/aj214e/aj214e.pdf>.

BELTRÁN-ALCRUDO, D.; FALCO, J. R.; RAIZMAN, E. *et al.* Transboundary spread of pig diseases: the role of international trade and travel. **BMC Veterinary Research**, [S.I.], v. 15, n. 1, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12917-019-1800-5>.

BELTRÁN-ALCRUDO, D.; FALCO, J. R.; RAIZMAN, E. *et al.* Transboundary spread of pig diseases: the role of international trade and travel. **BMC Veterinary Research**, [S.I.], v. 15, n. 1, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12917-019-1800-5>.

BENGSEN, A. J.; GENTLE, M. N.; MITCHELL, J. L. *et al.* Wild pig impacts and management. **Mammal Review**, [S.I.], v. 44, p. 135-147, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1111/mam.12011>.

BERAL, M.; ROSSI, S.; AUBERT, D. *et al.* Environmental factors associated with the seroprevalence of *Toxoplasma gondii* in Wild Boars (*Sus scrofa*), France. **Ecohealth**., [S.I.], v. 9, p. 303-309, 2012. DOI: [10.1007/s10393-012-0786-2](https://doi.org/10.1007/s10393-012-0786-2)

BERGER, A. L.; PIETRA, S. A. D.; PIETRA, V. J. D. A maximum entropy approach to natural language processing. **Computational Linguistics**, [S.l.], v. 22, n. 1, p. 39–71, 1996. Disponível em: <https://aclanthology.org/J96-1002.pdf>.

BEVINS, S. N.; PEDERSEN, K.; LUTMAN, M. W. *et al.* Consequences associated with the recent range expansion of nonnative feral swine. **BioScience Online**, [S.l.], v. 64, n. 4, p. 291-299, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1093/biosci/biu015>.

BIEBER, C.; RUF, T. Population dynamics in wild boar *Sus scrofa*: ecology, elasticity of growth rate and implications for the management of pulsed resource consumers. **Journal of Applied Ecology**, [S.l.], v. 42, p. 1203-1213, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2005.01094.x>.

BLOME, S.; GABRIEL, C.; BEER, M. Pathogenesis of African swine fever in domestic pigs and European wild boar. **Virus Research**, [S.l.], v. 173, p. 122–130, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2012.10.026>.

BLOME, S.; GABRIEL, C.; DIETZE, K. *et al.* High virulence of African swine fever virus caucasus isolate in European wild boars of all ages. **Emerging Infectious Diseases**, [S.l.], v. 18, n. 4, 2012. DOI: <https://doi.org/10.3201/eid1804.111813>.

BOITANI, L.; MATTEI, L.; NONIS, D. *et al.* Spatial and activity patterns of wild boars in Tuscany, Italy. **Journal of Mammalogy**, [S.l.], v. 75, n. 3, p. 600–612, 1994. DOI: <https://doi.org/10.2307/1382507>.

BOKLUND, A.; DHOLLANDER, S.; CHESNOIU VASILE, T. *et al.* Risk factors for African swine fever incursion in Romanian domestic farms during 2019. **Scientific Reports**, [S.l.], v. 10, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-66381-3>.

BOKLUND, A.; GOLDBACH, S. G.; UTTENTHAL, Å. *et al.* Simulating the spread of classical swine fever virus between a hypothetical wild-boar population and domestic pig herds in Denmark. **Preventive Veterinary Medicine**, [S.l.], v. 85, n. 3-4, p. 187–206, 2008.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2008.01.012>.

BOKLUND, A.; GOLDBACH, S. G.; UTTENTHAL, Å. *et al.* Simulating the spread of classical swine fever virus between a hypothetical wild-boar population and domestic pig herds in Denmark. **Preventive Veterinary**

Medicine, [S.l.], v. 85, n. 3-4, p. 187–206, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2008.01.012>.

BORDIN, L. C.; KRAMER, B.; SILVA, V. S. **Biosseguridade na suinocultura: proteja sua granja contra suídeos asselvajados**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2013. 2 p. Folder. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/96880/1/final7305.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2020.

BOTIJA, C. L.; ORDAZ, A.; GONZALES, J. G. Investigación de la presencia de anticuerpos en cerdos de focos de peste porcina africana de baja mortalidade: su valor para el diagnóstico. **Bulletin - Office International des épizooties**, [S.l.], v. 72, p. 841-847, 1969.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados: Mato Grosso do Sul**. Brasília: IBGE, 2021c. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ms.html>.

BRASIL. Instituto Brasileiro Do Meio Ambiente Dos Recursos Naturais Renováveis. **Portaria nº 93, de 07 de julho de 1998**. Dispõe sobre a importação e a exportação de espécimes vivos, produtos e subprodutos da fauna silvestre brasileira e da fauna silvestre exótica. Diário Oficial da União. Brasília, 08 jul. 1998a. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/IBAMA/PT0093-070798.PDF>

BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente dos Recursos Naturais Renováveis. **Portaria nº. 102 de 15 de julho de 1998**. Normatiza os Criadores Comerciais de Fauna Silvestre Exótica. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. Brasília: IBAMA, 1998b. Em vigor. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/IBAMA/PT0102-150798.PDF>

BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Manual de boas práticas para o controle de javali** [recursos eletrônicos]. Brasília. IBAMA. 2020. 40 p. Disponível em: https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/notas/2020/manejo-e-controle-de-javalis/20201217Manual_do_Javali_Digital.pdf.

BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Relatório sobre áreas prioritárias para o manejo de javalis: aspectos ambientais, socioeconômicos e sanitário**/Grazielle Oliveira Batista (org.). Brasília: IBAMA, 2019c. 51 p. Disponível em: http://www.ibama.gov.br/phocadownload/biodiversidade/javali/2020-01-08-Relatorio___Versao_A4_para_web___completo___versao_3___23_12_2019.pdf.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Arquivos SISA. **Instrução Normativa MAPA nº. 50, de 23 de setembro de 2013.** Lista das doenças animais de notificação obrigatória ao Serviço Veterinário Oficial brasileiro. Brasília: MAPA, 2013. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/saude-animal-e-vegetal/saude-animal/arquivos-sisa/Listadoencomasanimaisdenotificaoobrigatoria.pdf/view>.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Defesa Agropecuária.** Brasília: MAPA, 2022a. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/internacional/portugues/>.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Diálogos para prevenção da peste suína africana.** São Paulo: CES-SFA/SP, 2022c. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/ptbr/assuntos/sustentabilidade/cesesp/publicacoes/livros/dialogos-pestesuina-africana>.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Ficha Técnica Peste Suína Africana.** Brasília: MAPA, 2021b. Última atualização: Agosto de 2021. Disponível em: https://sistemasweb.agricultura.gov.br/pages/fichas_tecnicas/Ficha-Tecnica-PSA-12-08-21.pdf

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Ficha Técnica Peste Suína Clássica.** Brasília: MAPA, 2021a. Última atualização: Agosto de 2021. Disponível em: https://sistemasweb.agricultura.gov.br/pages/fichas_tecnicas/Ficha-Tecnica-PSC-12-08-21.pdf

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa Ministerial nº. 1 de 4 de janeiro de 2001.** Aprova as Normas para a entrada na Zona Livre, constituída pelos Estados que especifica, de suídeos, seus produtos e subprodutos, presumíveis veiculadores do vírus da Peste Suína Clássica. Brasília, MAPA, 2001. Alterada pela Instrução Normativa nº 7, de 27/02/2009. Disponível em: <https://www.defesa.agricultura.sp.gov.br/legislacoes/instrucao-normativa-1-de-04-01-2001,837.html>

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n. 47, de 18 de junho de 2004.** Aprova o Regulamento Técnico do Programa Nacional de Sanidade Suídea (PNSS). Brasília: MAPA, 2004a. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/saude-animal-e-vegetal/saude-animal/programas-de-saude-animal/arquivos-programas-sanitarios/2004IN47PNSS.pdf/view>.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº. 27, de 20 de abril de 2004.** Aprova o Plano de Contingência para Peste Suína Clássica, a ser observado em todo o Território Nacional, na forma do anexo à presente Instrução Normativa. Brasília: MAPA, 2004b. Disponível em: <http://www.abcs.org.br/images/materiais-tecnicos/Instrucao-Normativa-27-20-abril-2004.pdf>.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº. 47, de 18 de junho de 2004.** Aprova o Regulamento Técnico do Programa Nacional de Sanidade Suídea (PNSS). Brasília: MAPA, 2004a. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/saude-animal/programas-de-saude-animal/arquivos-programas-sanitarios/2004IN47PNSS.pdf/view>.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº. 6, de 9 de março de 2004.** Aprova as normas para a erradicação da peste suína clássica (PSC) a serem observadas em todo o Território Nacional, na forma do anexo à presente Instrução Normativa. Brasília: MAPA, 2004c. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/saude-animal/programas-de-saude-animal/sanidade-suidea/legislacao-suideos/2004IN06PSC.pdf/view>.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº. 63, de 06 de dezembro de 2019.** Altera a IN 25 de 2016 (zona livre de PSC). Brasília: MAPA, 2019b. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/saude-animal/programas-de-saude-animal/sanidade-suidea/legislacao-suideos/2019IN63de6dedezembrode2019AlteraalN25de2016.pdf>.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Mapa reforça vigilância após ocorrências de Peste Suína Africana na República Dominicana.** Brasília: MAPA, 2021e. Publicado em 30/07/2021 Atualizado em 30/07/2021 Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/mapa-reforca-vigilancia-apos-ocorrencias-de-pestes-suina-africana-na-republica-dominicana>

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Notificar suspeita de doenças em animais (e-SISBRAVET).** Brasília: MAPA, 2022d. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sisbravet/manterNotificacao!abrirFormInternet.action>.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Percepção da ocorrência de suínos asselvajados no Brasil.** Brasília, MAPA, 2019d.

Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/saude-animal/programas-de-saude-animal/arquivos-programas-sanitarios/PercepodaocorrnciadesunosasselvajadosMAPA2019.pdf.png>

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano integrado de vigilância de doenças dos suínos**. Brasília: MAPA, 2021d. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/saude-animal/programas-de-saude-animal/sanidade-suidea/PlanoIntegradodeVigilanciaPNSS.pdf>.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Relações Internacionais**. Negociações não-tarifárias. Multilaterais. Brasília: MAPA, 2022b. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/relacoes-internacionais/negociacoes-nao-tarifarias/multilaterais>.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Defesa agropecuária: histórico, ações e perspectivas**. Brasília: MAPA, 2018. 298p. ISBN 978-85-7991-119-4. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/centrais-de-conteudo/revistas/livro-defesa-agropecuaria.pdf>.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Vigiagro: produtos proibidos**. Conheça os produtos não autorizados a ingressar no Brasil sem documentação sanitária. Brasília: MAPA, 2019a. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/vigilancia-agropecuaria/viajantes-e-bagagens/produtos-proibidos-1>.

BRASIL. Ministério das Relações Exteriores. **Barreiras sanitárias e fitossanitárias**. Brasília: Itamaraty, 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/mre/pt-br/assuntos/politica-externa-comercial-e-economica/barreiras-ao-comercio/barreiras-sanitarias-e-fitossanitarias>.

BRAZ, P. H.; OLIVEIRA, M. R.; SILVA, V. S. *et al.* Risk of exposure of farms and subsistence nurseries to contact with wild boar in southern Mato Grosso do Sul. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, [S.l.], v. 39, n. 02, p. 148-154, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-5888>.

BRÜCKNER, G. The OIE/FAO Global FMD Strategy – the rationale and perspectives. In: COSALFA Meeting, 10 May 2012, Asunción. **Lecture** [...]. Asunción: WOA, 2012. Disponível em: https://www.panaftosa.org/cosalfa39/dmdocuments/OIE_Bruckner1_COSALFA39.pdf.

CALENGE, C.; MAILLARD, D.; FOURNIER, P. *et al.* Efficiency of spreading maize in the garrigues to reduce wild boar (*Sus scrofa*) damage to Mediterranean vineyards. **European Journal of Wildlife Research**, [S.l.], v. 50, n. 3, p. 112–120, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10344-004-0047-y>.

CALEY, P. Movements, activity patterns and habitat use of feral pigs (*Sus scrofa*) in a tropical habitat. **Wildlife Research**, v. 24, n. 1, p. 77–87, 1997. DOI: <https://doi.org/10.1071/WR94075>.

CAMPBELL, T. A.; DEYOUNG, R. W.; WEHLAND, E. M. *et al.* Feral swine exposure to selected viral and bacterial pathogens in southern Texas. **Journal of Swine Health and Production**, [S.l.], v. 6, n. 6, p. 312-315, 2008.

CAMPBELL, T. A.; LONG, D. B. Feral swine damage and damage management in forested ecosystems. **Forest Ecology and Management**, [S.l.], v. 257, n. 12, p.2319–2326, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.03.036>.

CAMPOS, C. M.; OJEDA, R. A. Dispersal and germination of *Prosopis flexuosa* (Fabaceae) seeds by desert mammals in Argentina. **Journal of Arid Environments**, [S.l.], v. 35, p. 707–714, 1997. DOI: <https://doi.org/10.1006/jare.1996.0196>.

CARDOSO, T. A. O.; NAVARRO, M. A.; SOARES, B. E. C. *et al.* Biosseguridade e biossegurança: Aplicabilidades da segurança biológica. **Interciencia**, 33(8), 561-568, 2008. Disponível em: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442008000800005&lng=es&nrm=iso&tlng=pt.

CARNERO, R.; GAYOT, G.; COSTES, C. *et al.* Peste Porcine africaine: données épidémiologiques, symptomatologiques et anatomopathologiques collectées en France en 1964 et pouvant servir de base audiagnostic clinique. **Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary**. Lyon, v. 76, n. 5, p. 349-358, 1974.

CARR, J.; HOWELLS, M. Biosecurity on pig and poultry farms: principles for the veterinary profession. **In Practice**, v. 40, n. 6, p.: 238-248, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/inp.k2593>

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **PIB do Agronegócio**. 2022. Disponível em: https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Cepea_CNA_PIB_JAn_De_z_2021_Mar%C3%A7o2022.pdf.

CHEN, S. H.; JAKEMAN, A. J.; NORTON, J. P. Artificial intelligence techniques: an introduction to their use for modelling environmental systems. **Mathematics and Computers in Simulation**, [S.I.], v. 78, n. 2-3, p. 379–400, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.matcom.2008.01.028>.

CHENAIS, E.; BOQVIST, S.; STERNBERG-LEWERIN, S. *et al.* Knowledge, attitudes and practices related to African swine fever within smallholder pig production in northern Uganda. **Transboundary and Emerging Diseases**, v. 64, p. 101–115, 2015.

CHENAIS, E.; STÅHL, K.; GUBERTI, V. *et al.* Identification of wild boar-habitat epidemiologic cycle in African swine fever epizootic. **Emerging Infectious Diseases**, [S.I.], v. 24, n. 4, p. 810-812, 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29553337/>.

CHOQUENOT, D.; MCILROY, J.; KORN, T. **Managing vertebrate pests: feral pigs**. Canberra: Australian Government Publishing Service, 1996. Disponível em: https://www.ohcg.org.au/uploads/1/0/1/5/101578888/managing_vertebrate_pests._pigs.pdf

CIARELLO, F.P.; CAPUCCHIO, M.T.; IPPOLITO, D. *et al.* First report of a severe outbreak of aujeszky's disease in Cattle in Sicily (Italy). **Pathogens**, [S.I.], v. 9, n. 954, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/pathogens9110954>.

CLEMMONS, E. A.; ALFSON, K. J.; DUTTON, J. W., III. Transboundary animal diseases, na overview of 17 diseases with potential for global spread and serious consequences. **Animals**, [S.I.], v. 11, n. 7, p. 2039, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani11072039>.

CLEMMONS, E. A.; ALFSON, K. J.; DUTTON, J. W., III. Transboundary animal diseases, na overview of 17 diseases with potential for global spread and serious consequences. **Animals**, [S.I.], v. 11, n. 7, p. 2039, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani11072039>.

CLEMMONS, E. A.; ALFSON, K. J.; DUTTON, J. W., III. Transboundary animal diseases, na overview of 17 diseases with potential for global spread and serious consequences. **Animals**, [S.I.], v. 11, n. 7, p. 2039, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani11072039>.

COLOMER, J.; ROSELL, C.; RODRIGUEZ-TEIJEIRO, J. D. *et al.* “Reserve effect”: an opportunity to mitigate human-wild boar conflicts. **Science of The**

Total Environment, [S.I.], v. 795, n. 148721, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148721>.

COOK, W. E.; WILLIAMS, E. S.; DUBAY, S. A. Disappearance of bovine fetuses in northwestern Wyoming. **Wildlife Society Bulletin**, [S.I.], v. 32, n. 1, p. 254-259, 2004. DOI: [https://doi.org/10.2193/0091-7648\(2004\)32\[254:DOBFIN\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2193/0091-7648(2004)32[254:DOBFIN]2.0.CO;2).

COOPER, S. M.; SCOTT, H. M.; DE LA GARZA G. R. *et al.* Distribution and interspecies contact of feral swine and cattle on rangeland in south Texas: implications for disease transmission. **Journal of Wildlife Diseases**, [S.I.], v. 46, n.1, p. 152-64, 2010. DOI: <https://doi.org/10.7589/0090-3558-46.1.152>.

CORSI, F.; DUPRÈ, E.; BOITANI, L. A large-scale model of wolf distribution in Italy for conservation planning. **Conservation Biology**, [S.I.], v. 13, n.1, p. 150–159, 1999. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/2641574>.

COSTA, A. M.; MARTINS, C. **Estrutura e evolução dos genomas**. Planaltina: Embrapa Cerrados; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 110 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/897774>.

COSTARD, S. Exploratory multivariate analysis for differentiating husbandry practices relevant to disease risk for smallholder pig farms in Madagascar. In: SOCIETY FOR VETERINARY EPIDEMIOLOGY AND PREVENTIVE MEDICINE, 1., 2008, Liverpool, Uk. Proceedings [...]. Liverpool, Uk: Society For Veterinary Epidemiology And Preventive Medicine, 2008. p. 228-238.

COSTARD, S.; WIELAND, B.; DE GLANVILLE, W. *et al.* African swine fever: how can global spread be prevented? **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, [S.I.], v. 364, n. 1530, p. 2683–2696, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0098>

COURCHAMP, F.; CHAPUIS, J.-L.; PASCAL, M. Mammal invaders on islands: impact, control and control impact. **Biological Reviews**, [S.I.], v. 78, n. 3, p. 347–383, 2003. DOI: [doi:10.1017/s1464793102006061](https://doi.org/10.1017/s1464793102006061).

DALAPICOLLA, J. **Tutorial de modelos de distribuição de espécie: guia teórico**. Vitória: Laboratório de Mastozoologia e Biogeografia, Universidade Federal do Espírito Santo, 2016. Disponível em: <http://blog.ufes.br/lamab/tutoriais>.

DARP (Departament d'Agricultura Ramaderia Pesca i Alimentació) Programa de seguiment de les poblacions de senglar a Catalunya. Temporada 2015–2016. Apud COLOMER, J.; ROSELL, C.; RODRIGUEZ-TEIJEIRO, J. D. *et al.*, 2021. "Reserve effect": An opportunity to mitigate human-wild boar conflicts. *Science of The Total Environment*, v. 795, art. 148721, 2021. doi:10.1016/j.scitotenv.2021.148721

DASZAK, P.; CUNNINGHAM, A. A.; HYATT, A. D. Emerging infectious diseases of wildlife--threats to biodiversity and human health. *Science*, [S.l.], v. 287, n. 5452, p. 443-449, 2000. DOI: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.287.5452.443>.

DE VOS, C.J.; SAATKAMP, H.; NIELEN, M. *et al.* Scenario tree modeling to analyze the probability of classical swine fever virus introduction into member states of the European Union. *Risk Analysis*, [S.l.], v. 24, p. 237–253, 2004.

DELGADO, C. M.; ROSEGRANT, H.; STEINFELD, *et al.* **Livestock to 2020: the next food revolution**. Washington, DC: IFPPI, 1999. Disponible em: <https://hdl.handle.net/10568/333>.

DENSTEDT, E.; PORCO, A.; HWANG, J. *et al.* Detection of African swine fever virus in free-ranging wild boar in Southeast Asia. *Transboundary and Emerging Diseases*, [S.l.], v. 68, p. 2669– 2675, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1111/tbed.13964>

DEPENBUSCH, B. E.; DROUILLARD, J. S.; LEE, C. D. Feed depredation by european starlings in a Kansas feedlot. *Human–Wildlife Interactions*, [S.l.], v. 5, n. 1, 2011. DOI: <https://doi.org/10.26077/10k0-wt13>.

DEPNER, K.; GORTAZAR, C., GUBERTI, V. *et al.* Epidemiological analyses of African swine fever in the Baltic States and Poland. *EFSA Journal*, [S.l.], v. 15, n. 11, 2017. DOI: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.5068>

DIETZE, K.; BELTRAN-ALCRUDO, D.; PINTO, J. Factors affecting emergence of diseases in swine (keynote lecture). In: **INTERNATIONAL PIG VETERINARY SOCIETY (IPVS) CONGRESS, 1., 2012**. Proceedings [...]. IPVS: Jeju, Korea, 2012; pp. 11–15. Disponible em: <http://www.theipvs.com/wp-content/uploads/2019/06/IPVS%202012%20compressed.pdf>.

DIONE, M.; OUMA, E.; OPIO, F. *et al.* Qualitative analysis of the risks and practices associated with the spread of African swine fever within the smallholder pig value chains in Uganda. *Preventive Veterinary Medicine*,

[S.I.], v. 135, p. 102–112, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27931922/>.

DIXON, L. K.; STAHL, K.; JORI, F. *et al.* African swine fever epidemiology and control. **Annual Review of Animal Biosciences**, [S.I.], v. 8, n. 1, p. 221-246, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-animal-021419-083741>.

DOHERR, M. G.; CALAVAS, D.; CAMERON, A. *et al.* First International Conference on Animal Health Surveillance (ICAHS). **Preventive Veterinary Medicine**, [S.I.], v. 105, n. 3, p.165-168, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2012.03.014>

DOODY, J.; MAYES, P.; CLULOW, S. *et al.* Impacts of the invasive cane toad on aquatic reptiles in a highly modified ecosystem: the importance of replicating impacts studies. **Biological Invasions**, [S.I.], v. 16, n. 11, p. 2303-2309, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10530-014-0665-6>.

DOUTEL-RIBAS, C. **O papel das Áreas de Proteção Permanente e da Reserva Legal na conservação de mamíferos de médio e grande porte e como abrigo do javali em duas áreas de agroecossistemas no estado de Mato Grosso do Sul.** 2015. 39 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ecologia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2015.

DOUTEL-RIBAS, C.; MARTINS, F. I.; CAMPOS, Z. *et al.* Invasive wild boars and native mammals in agroecosystems in the Atlantic Forest of Western Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [S.I.], v. 54, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2019.v54.00241>.

DREW, T. W. The emergence and evolution of swine viral diseases: to what extent have husbandry systems and global trade contributed to their distribution and diversity? **Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)**, [S.I.], v. 30, n. 1, p. 95-106, 2011. DOI: <https://doi.org/10.20506/rst.30.1.2020>.

DREW, T. W. The emergence and evolution of swine viral diseases: to what extent have husbandry systems and global trade contributed to their distribution and diversity? **Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)**, [S.I.], v. 30, n. 1, p. 95-106, 2011. DOI: <https://doi.org/10.20506/rst.30.1.2020>.

DZIĘCIOŁOWSKI, R.; CLARKE, C.; FRAMPTON, C. Reproductive characteristics of wild pigs in New Zealand. **Acta Theriologica**, [S.I.], v. 37, p. 259-270, 1992. DOI: <https://doi.org/10.4098/AT.ARCH.92-24>.

ELBERS, A. R. W.; STEGEMAN, J. A.; de JONG, M. C. M. Factors associated with the introduction of classical swine fever virus into pig herds in the central area of the 1997/98 epidemic in the Netherlands. **Veterinary Record**, [S.l.], v. 149, n. 13, p. 377–382, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1136/vr.149.13.377>.

ELITH, J.; PHILLIPS, S. J.; HASTIE, T. *et al.* 2011. A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. **Diversity and Distributions**, [S.l.], v. 17, n. 1, p. 43–57, 2011. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/41058138>.

EMPRES. **Transboundary Animal Diseases Bulletin**. Participatory disease surveillance techniques. Classical swine fever. [S.l.], n. 26, p.08-10, 2004. Disponível em: <https://www.fao.org/3/y5754e/y5754e.pdf>.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA. **Central de inteligência de aves e suínos: estatísticas**. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas>.

ENAHORO D.; BAHTA S.; MENSAH C. *et al.* Current and future trade in livestock products. **Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)**, [S.l.], v. 40, n. 2, p. 395-411, 2021. DOI: <https://doi.org/10.20506/rst.40.2.3232>.

ENAHORO D.; BAHTA S.; MENSAH C. *et al.* Current and future trade in livestock products. **Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)**, [S.l.], v. 40, n. 2, p. 395-411, 2021. DOI: <https://doi.org/10.20506/rst.40.2.3232>.

ENGEMAN, R. M.; CONSTANTIN, B. U.; SHWIFF, S. A. *et al.* Adaptive and economic management methods for feral hog control in Florida. **Human-Wildlife Conflicts**, [S.l.], v. 1, n. 2, p. 178–185, 2007. Disponível em: https://digitalcommons.unl.edu/icwdm_usdanwrc/691.

EUROPEAN COMMISSION. **Update on African swine fever situation in Latvia**. ASF Fax048/2014 Date 07/08/2014. Received 7th August 2014. Disponível em: https://rr-europe.woah.org/wp-content/uploads/2020/04/2015-05_sge-asf_latvia_en.pdf

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY *et al.* Epidemiological analyses of African swine fever in the European Union (November 2018 to October 2019). **EFSA Journal**, [S.l.], v. 18, n. 1, p. 5996, 2020. DOI: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2020.5996>.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY *et al.* Scientific Opinion on the African swine fever in wild boar. **EFSA Journal**, [S.l.], v. 16, n. 7, p. 5344, 2018b. DOI: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5344>.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY *et al.* Scientific report on the epidemiological analyses of African swine fever in the Baltic States and Poland. **EFSA Journal**, [S.l.], v. 15, n. 11, p. 5068, 2017. DOI: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.5068>

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY *et al.* Scientific report on the epidemiological analyses of African swine fever in the European Union (November 2017 until November 2018). **EFSA Journal**, [S.l.], v. 16, n. 11, p. 5494, 2018a. DOI: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5494>.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY. Assessment of different monitoring strategies for early detection of FMD incursion in a free wild boar population area: a simulation modelling approach. **EFSA Journal**, [S.l.], v. 10, n. 4, p. 2656, 2012b. DOI: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2012.2656>.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY. Scientific Opinion on foot-and-mouth disease in Thrace: EFSA Panel on Animal Health and Welfare. **EFSA Journal**, [S.l.], v. 10, n. 4, p. 2635, 2012a. DOI: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2012.2635>.

EZANNO, P.; ANDRAUD, M.; BRAUNÉE, G. *et al.* How mechanistic modelling supports decision making for the control of enzootic infectious diseases. **Epidemics**, [S.l.], v. 32, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.epidem.2020.100398>.

FAMASUL - Federação da Agricultura e Pecuária de Mato Grosso do Sul. **Aliança Agroeconômica**. Relatório Agroeconômico do Centro-Oeste: 4º trimestre de 2021. 2021a. Disponível em: https://portal.sistemafamasul.com.br/sites/default/files/boletimcasapdf/Relatorio%20Alian%C3%A7a-4_tri_21_.pdf.

FAMASUL - Federação da Agricultura e Pecuária de Mato Grosso do Sul. **Boletim Casa Rural**: Pecuária, economia e mercados: bovinos, aves e suínos. Boletim n. 135. 2022a. Disponível em: <https://portal.sistemafamasul.com.br/sites/default/files/boletimcasapdf/BOLETIM%20ECONOMIA%20E%20MERCADO%20-%20BOVINOS%20AVES%20SUINOS%20Ed.%20132%202021.pdf>. Acesso em 23 jan. 2022.

FAMASUL - Federação da Agricultura e Pecuária de Mato Grosso do Sul. **Boletim Casa Rural: Pecuária, economia e mercados: bovinos, aves e suínos.** Boletim n. 136. 2022b. Disponível em: https://portal.sistemafamasul.com.br/sites/default/files/boletimcasapdf/BOLETIM%20ECONOMIA%20E%20MERCADO%20-%20BOVINOS%20AVES%20SUINOS%20Ed.%20136%202022_0.pdf.

FAMASUL - Federação da Agricultura e Pecuária de Mato Grosso do Sul. **Relatório de Atividades 2020.** 2021b. Disponível em: https://portal.sistemafamasul.com.br/sites/default/files/servicos-produtor/relatorio_atividades_2020_0.pdf.

FELZENSZWALB, I.; CAMPOS, A. S. F.; HONÓRIO, J. G. A extensão universitária como ferramenta para introduzir os conceitos de biossegurança e biosseguridade em alunos matriculados na Escola Municipal Madrid no Rio de Janeiro. **Raízes e Rumos**, v. 03, n. 01, 2015. Disponível em: <http://seer.unirio.br/index.php/raizeserumos/article/download/5105/4601/25595>

FIELDING, A. H.; BELL, J. F. A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. **Environmental Conservation**, [S.l.], v. 24, n. 1, p. 38-49, 1997. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/44519240>.

FISCHER, W.; GODOI, R.; PARANHOS FILHO, A. C. Invasão de porcos exóticos: quando o choque de gerações vira conflito racial. **Revista Ciência Pantanal**, [S.l.], v. 3, n. 1, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/321709651_Invasao_de_porcos_exoticos_Quando_o_choque_de_geracoes_vira_conflito_racial

FITZPATRICK, M. C.; GOVE, A. D.; SANDERS, N. J. *et al.* Climate change, plant migration, and range collapse in a global biodiversity hotspot: the Banksia (Proteaceae) of Western Australia. **Global Change Biology**, [S.l.], v. 14, n. 16, p. 1337–1352, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2008.01559.x>.

FLOEGEL, G.; WEHREND, A.; DEPNER, K.R. *et al.* Detection of classical swine fever virus in semen of infected boars. **Veterinary Microbiology**, [S.l.], v. 77, p. 109–116, 2000.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, WORLD ORGANISATION FOR ANIMAL HEALTH *et al.* **Good practices for biosecurity in the pig sector** – Issues and options in developing and transition countries. FAO Animal Production and Health Paper n^o. 169. Rome: FAO, 2010. Disponível em: <https://www.fao.org/3/i1435e/i1435e.pdf>.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Meat Market Review: Emerging trends and outlook.** Rome: FAO, 2021. Disponível em: <https://www.fao.org/3/cb7886en/cb7886en.pdf>.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Report of the FAO Expert Consultation on the Emergency Prevention System (EMPRES) for Transboundary Animal and Plant Pests and Diseases. **Prevention and control of transboundary animal diseases.** Rome: FAO, 1997. Disponível em: <https://www.fao.org/3/w3737e/W3737E00.htm#TOC>.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Sources of meat.** Rome: FAO, 2014. http://www.fao.org/ag/againfo/themes/en/meat/backgr_sources.html

FORTH, J. H.; AMENDT, J.; BLOME, S. *et al.* Evaluation of blowfly larvae (Diptera: Calliphoridae) as possible reservoirs and mechanical vectors of African swine fever virus. **Transboundary and Emerging Diseases**, [S.l.], v. 65, p. 210 - 213, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1111/tbed.12688>.

FRITZEMEIER, J.; TEUFFERT, J.; GREISER-WILKE, I. *et al.* Epidemiology of classical swine fever in Germany in the 1990s. **Veterinary Microbiology**, [S.l.], v. 15, n. 77, p. 29-41, 2000. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0378-1135\(00\)00254-6](https://doi.org/10.1016/s0378-1135(00)00254-6).

GABOR, T. M.; HELLGREN, E. C.; BUSSCHE, R. A. *et al.* Demography, sociospatial behaviour and genetics of feral pigs (*Sus scrofa*) in a semi-arid environment. **Journal of Zoology**, [S.l.], v. 247, n. 3, p. 311–322, 1999. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1999.tb00994.x>.

GABRIEL, C.; BLOME, S.; MALOGOLOVKIN, A. *et al.* Characterization of African swine fever virus Caucasus isolate in European wild boars. **Emerging Infectious Diseases**, [S.l.], v. 17, n. 12, p. 2342-2345, 2011. DOI: <https://doi.org/10.3201/eid1712.110430>.

GALINDO, I.; ALONSO, C. African swine fever virus: a review. **Viruses**, [S.l.], v. 9, n.103, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3390/v9050103>.

GALLARDO, C.; DE LA TORRE, A.; FERNÁNDEZ-PINERO, J. *et al.* African swine fever: a global view of the current challenge. **Porcine Health Management.**, [S.l.], v. 1, n. 21, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40813-015-0013-y>.

GALLARDO, C.; FERNÁNDEZ-PINERO, J.; PELAYO, V. *et al.* Genetic variation among african swine fever genotype II viruses, Eastern and Central Europe. **Emerging Infectious Diseases**, [S.l.], v. 20, n. 9, p. 1544-1547, 2014. DOI: <https://doi.org/10.3201/eid2009.140554>.

GARG. S.; BANERJEE, B. One world, one health. **Indian Journal of Community Medicine**, [S.l.], v. 46, n. 4, p. 581-583, 2022. DOI: https://doi.org/10.4103/ijcm.ijcm_1230_21.

GASKAMP, J. A.; GEE, K. L.; CAMPBELL, T. A. *et al.* Damage caused to rangelands by wild pig rooting activity is mitigated with intensive trapping. **Cogent Environmental Science**, [S.l.], v. 4, n. 1, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1080/23311843.2018.1540080>.

GAVA, D.; SCHAEFER, R.; SILVA, V. S. *et al.* **Peste suína clássica e peste suína africana: a situação mundial e os desafios para o Brasil**. Santa Catarina: Embrapa. 2019. 35p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1117268/peste-suina-classica-e-peste-suina-africana-a-situacao-mundial-e-os-desafios-para-o-brasil>.

GOGIN, A.; GERASIMOV, V.; MALOGOLOVKIN, A. *et al.* African swine fever in the North Caucasus region and the Russian Federation in years 2007–2012. **Virus Research**, [S.l.], v. 173, n. 1, p. 198–203, 2013. DOI: <https://doi.org/doi:10.1016/j.virusres.2012.12.007>.

GORTAZAR, C.; DIEZ-DELGADO, I.; BARASONA, J.A. *et al.* The wild side of disease control at the wildlife-livestock-human interface: a review. **Frontiers in Veterinary Science**, [S.l.], v. 1, n. 27, p. 1-12, 2015. DOI: <https://doi.org/10.3389/fvets.2014.00027>.

GRACE, D. Animal disease research: key issues. **Engineering**, [S.l.], v. 6, n. 1, p. 8-9, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eng.2019.11.005>.

GRAVES, H. Behavior and ecology of wild and feral swine (*Sus scrofa*). **Journal of Animal Science**, [S.l.], v. 58, p. 482-492, 1984. Disponível em: http://seaturtle.org/library/GravesHB_1984_JAnimSci.pdf.

GRAY, T. N. E.; PHAN, C.; PIN, C. *et al.* Establishing a monitoring baseline for threatened large ungulates in eastern Cambodia. **Wildlife Biology**, [S.l.], v. 18, p. 406– 413, 2012. DOI: <https://doi.org/10.2981/11-107>.

GROTTO, A. J.; TUCKER, J. B. **Biosecurity**: A Comprehensive Action Plan. Center for American Progress, 53 p., 2006.

GUINAT, C.; GOGIN, A.; BLOME, S. *et al.* Transmission routes of African swine fever virus to domestic pigs: current knowledge and future research directions. **Veterinary Record**, [S.I.], v. 178, p. 262-267, 2016a. DOI: <https://doi.org/10.1136/vr.103593>

GUINAT, C.; WALL, B.; DIXON, L. *et al.* English Pig Farmers' Knowledge and Behaviour towards African Swine Fever Suspicion and Reporting. **Plos One**, [S.I.], v. 11, n. 9, 2016b. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0161431>.

GUISAN, A.; ZIMMERMANN, N. E. Predictive habitat distribution models in ecology. **Ecological Modelling**, [S.I.], v. 135, n. 2-3, p. 147–186. 2000. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(00\)00354-9](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(00)00354-9).

GUNDUZ, A.; TUREDI, S.; NUHOGLU, I. *et al.* Wild boar attacks. **Wilderness and Environmental Medicine**, [S.I.], v. 18, n. 2, p. 117-119, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1580/06-WEME-CR-033R1.1>.

GUO, W.; CAO, G.; QUAN, R.-C. Population dynamics and space use of wild boar in a tropical forest, Southwest China. **Global Ecology and Conservation**, [S.I.], v. 11, p. 115–124, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2017.04.005>.

HALL, J. S.; MINNIS, R. B.; CAMPBELL, T. A. *et al.* Influenza exposure in United States feral swine populations. **The Journal of Wildlife Diseases**, [S.I.], v. 44, n. 2, p. 362–368, 2008. DOI: <https://doi.org/10.7589/0090-3558-44.2.362>.

HARDSTAFF, J. L.; HÄSLER, B.; RUSHTON, J. R. Livestock trade networks for guiding animal health surveillance. **BMC Veterinary Research**, [S.I.], v. 11, n. 82, 2015. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25889738/>. Acesso em: 14 dez. 2021.

HARTIN, R. E.; RYAN, M. R.; CAMPBELL, T. A. Distribution and Disease Prevalence of Feral Hogs in Missouri. **Human–Wildlife Interactions**, [S.I.], v. 1, n. 2, 2007. DOI: <https://doi.org/10.26077/jepr-xr24>.

HEISE-PAVLOV, P. M.; HEISE-PAVLOV, S. R.; NELSON, J. E. *Sus scrofa*: population structure, reproduction and condition in tropical north-eastern Australia. **Acta Silvatica & Lignaria Hungarica**, [S.I.], v. 5, p. 179-188, 2009.

Disponível em: <https://www.cabi.org/ISC/abstract/20103019299>. Acesso em: 12 dez. 2022

HERRERO, J.; GARCÍA-SERRANO, A.; COUTO, S. *et al.* Diet of wild boar *Sus scrofa* L. and crop damage in an intensive agroecosystem. **European Journal of Wildlife Research**, [S.l.], v. 52, n. 4, p. 245–250, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10344-006-0045-3>.

HERRERO, M. Livestock, land and the environmental limits of animal source-food consumption. In: SCIENCE FORUM, 1., 2018, Rome, Italy. **Background Papers**. Rome, Italy: Cgiar Independent Science And Partnership Council, 2018. p. 1-2. Disponível em: https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/98842/SF18_background_paper_herrero.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 12 dez. 2022.

HERRERO, M.; MASON-D'CROZ, D.; GODDE, C. M., *et al.* Livestock, land and the environmental limits of animal source-food consumption. In: SCIENCE FORUM, 1., 2018, Rome, Italy. **Background Papers**. Rome, Italy: Cgiar Independent Science And Partnership Council, 2018. p. 1-2. Disponível em: https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/98842/SF18_background_paper_herrero.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 12 dez. 2021.

HIGGINS, S. I.; RICHARDSON, D. M. Pine invasions in the southern hemisphere: modelling interactions between organism, environment and disturbance. **Plant Ecology**, [S.l.], v. 135, p. 79–93, 1998. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1009760512895>.

HIGGINS, S. I.; RICHARDSON, D. M.; COWLING, R. M. *et al.* Predicting the landscape-scale distribution of alien plants and their threat to plant diversity. **Conservation Biology**, [S.l.], v. 13, p. 303-313, 1999. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1999.013002303.x>.

HIGGINS, S. I.; RICHARDSON, D. M.; COWLING, R. M. Modeling invasive plant spread: the role of plant-environment interactions and model structure. **Ecology**, [S.l.], v. 77, p. 2043-2054, 1996. DOI: <https://doi.org/10.2307/2265699>.

HIJMANS, R. J.; PHILLIPS, S.; LEATHWICK, J. *et al.* **Dismo**: species distribution modeling. 2016. Disponível em: <https://rsatial.org/raster/sdm/>.

HOINVILLE, L. J.; ALBAN, L.; DREWE, J. A. *et al.*, 2013. Proposed terms and concepts for describing and evaluating animal-health surveillance systems.

Preventive Veterinary Medicine, [S.l.], v. 112, n. 1–2, p. 1-12, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2013.06.006>.

HOO, Z. H.; CANDLISH, J.; TEARE, D. What is an ROC curve? **Emergency Medicine Journal**, [S.l.], v. 34, n. 6, p. 357–359, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1136/emered-2017-206735>.

HORA 7. Homem tenta filmar javali para o filho e é mordido violentamente. 2021. HORA 7 do R7. Disponível em: <https://www.r7.com/BT9Z>.

HORA 7. Moradores apavorados organizam toque de recolher após onda de ataques de javali. 2022. HORA 7 do R7. Disponível em: <https://www.r7.com/yiF4>.

HUGUE, L. **Biossegurança e a Febre Aftosa no Brasil**: um panorama histórico das ações direcionadas à erradicação. 2011. 344f. Dissertação (Mestrado em Pesquisa Clínica em Doenças em Biossegurança) - Fundação Oswaldo Cruz, Instituto de Pesquisa Clínica Evandro Chagas, Rio de Janeiro, 2011.

HUTTON, T.; DELIBERTO, T. J.; OWEN, S. *et al.* **Disease risks associated with increasing feral swine numbers and distribution in the United States**: Michigan Bovine Tuberculosis Bibliography and Database. 2006. Disponível em: <https://digitalcommons.unl.edu/michbovinetb/59>.

IAGRO. Agência Estadual de Defesa Sanitária Animal e Vegetal. Portaria IAGRO N. 1077, de 21 de outubro de 2021. Estabelece a biosseguridade mínima para propriedades que produzem suínos para fins comerciais. **Diário Oficial Eletrônico**, ANO XLIII, n. 10.661, p.: 52-56. Campo Grande, 2021a.

IAGRO. Agência Estadual de Defesa Sanitária Animal e Vegetal. **Relatório e-Saniagro**: Cadastro_ Estabelecimentos_ saldo até 31/12/2021. Campo Grande, MS. [2022b]. Acesso em: 10 jan. 2022.

IAGRO. Agência Estadual de Defesa Sanitária Animal e Vegetal. **Relatório e-Saniagro**: Relatórios de Saldos de Animais por Núcleo - Suínos - Processamento Diário_ retirado dia 31/05/2021. Campo Grande. [2021b]. Acesso em: 31 maio 2021.

IAGRO. Agência Estadual de Defesa Sanitária Animal e Vegetal. **Você sabe notificar uma suspeita ou caso de doença a IAGRO?** Campo Grande, MS.

[2022a]. Disponível em: <http://www.iagro.ms.gov.br/voce-sabe-notificar-uma-suspeita-ou-caso-de-doenca-a-iagro/>. Acesso em: 25 abr. 2022.

IASTATE. Iowa State University. **Causas y consecuencias de las enfermedades transfronterizas y emergentes de los animales: rol del médico veterinario.** 2020. Disponível em: <https://www.cfsph.iastate.edu/Assets/sites/2/ETA-informacion.pdf>.

ISODA N.; BABA, K.; ITO, S. *et al.* Dynamics of Classical Swine Fever Spread in Wild Boar in 2018-2019, Japan. **Pathogens**, [S.I.], v. 9, n. 2, p. 119, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/pathogens9020119>.

ITO, S.; JURADO, C.; SÁNCHEZ-VIZCAÍNO, J. M. *et al.* Quantitative risk assessment of African swine fever virus introduction to Japan via pork products brought in air passengers' luggage. **Transboundary and Emerging Diseases**, [S.I.], v. 67, n. 2, p. 894-905, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1111/tbed.13414>.

JEDRZEJEWSKA, B.; OKARMA, H.; JEDRZEJEWSKI, W. *et al.* effects of exploitation and protection on forest structure, ungulate density and wolf predation in Bialowieza Primeval Forest, Poland. **The Journal of Applied Ecology**, [S.I.], v. 31, n. 4, p. 664, 1994. DOI: <https://doi.org/10.2307/2404157>

JEŽEK, M.; HOLÁ, M.; KUŠTA, T. *et al.* Creeping into a wild boar stomach to find traces of supplementary feeding. **Wildlife Research**, [S.I.], v. 43, n. 7, p. 590-598, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1071/WR16065>.

JONES, K.; PATEL, N.; LEVY, M. *et al.* Global trends in emerging infectious diseases. **Nature**, [S.I.], v. 451, p. 990–993, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature06536>.

JULIÁ, R.; HOLLAND, D. W.; GUENTHNER, J. Assessing the economic impact of invasive species: the case of yellow starthistle (*Centaurea solstitialis* L.) in the rangelands of Idaho, USA. **Journal of Environmental Management**, [S.I.], v. 85, n. 4, p. 876-882, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2006.10.024>.

JURADO, C.; PATERNOSTER, G.; MARTÍNEZ-LÓPEZ, B. *et al.* Could African swine fever and classical swine fever viruses enter into the United States via swine products carried in air passengers' luggage? **Transboundary and Emerging Diseases**, [S.I.], v. 66, n.1, p. 166-180, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1111/tbed.12996>.

KALLER, M. D.; HUDSON III, J. D.; ACHBERGER, E. C. *et al.* Feral hog research in western Louisiana: expanding populations and unforeseen consequences. **Human-Wildlife Conflicts**, [S.l.], v. 1, n. 2, p. 168–177, 2007. Disponível em: <https://digitalcommons.unl.edu/hwi/101/>.

KALLER, M. D.; KELSO, W. E. Effects of feral swine on water quality in a coastal bottomland stream. In: ANNUAL CONFERENCE SOUTHEASTERN ASSOCIATION OF FISH AND WILDLIFE AGENCIES, 57., 2003, [S.L.]. **Proceedings** [...]. [S.l.]: Seafwa, 2003. p. 1-8. Disponível em: <https://seafwa.org/sites/default/files/journal-articles/Kaller-291-298.pdf>.

KALLER, M. D.; KELSO, W. E. Swine activity alters invertebrate and microbial communities in a coastal plain watershed. **The American Midland Naturalist**, [S.l.], v. 156, n. 1, p. 163-177, 2006. DOI: [https://doi.org/10.1674/0003-0031\(2006\)156\[163:SAIAM\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1674/0003-0031(2006)156[163:SAIAM]2.0.CO;2).

KARESH, W. B.; COOK, R. A.; BENNETT, E. L. *et al.* Wildlife trade and global disease emergence. **Emerging Infectious Diseases**, [S.l.], v. 11, n. 7, p. 1000–1002, 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.3201/eid1107.050194>.

KEELING, M. J. The effects of local spatial structure on epidemiological invasions. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 266, n. 1421, p. 859–867, 1999. DOI: <https://doi.org/10.1098/rspb.1999.0716>

KEULING, O., BAUBET, E., DUSCHER, A. *et al.* Mortality rates of wild boar *Sus scrofa* L. in central Europe. **European Journal of Wildlife Research**, [S.l.], v. 59, p. 805–814, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10344-013-0733-8>.

KIRKLAND, P. D.; LE POTIER, M.-F.; FINLAISON, D. Pestiviruses. In: ZIMMERMAN, J. J. *et al.* **Diseases of Swine**. Iowa, USA: Blackwell Publishing, 2019. p. 623-630.

KLINKENBERG, D.; NIELEN, M.; MOURITS, M. C. M. *et al.* The effectiveness of classical swine fever surveillance programmes in The Netherlands. **Preventive Veterinary Medicine**, [S.l.], v. 67, n. 1, p. 19-37, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2004.10.003>.

KRAMER-SCHADT, S.; FERNÁNDEZ, N.; THULKE, H.-H. Potential ecological and epidemiological factors affecting the persistence of classical swine fever in wild boar *Sus scrofa* populations. **Mammal Review**, [S.l.], v. 37, n. 1, p. 1–20, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2907.2007.00097.x>.

KRASSNIG, R.; SCHULLER, W.; HEINRICH, J. *et al.* **Isolation of hog cholera virus (HCV) in imported frozen meat of wildboars.** Germany: Deutsche Tierärztliche Wochenschrift, 1995

LAMBERGA, K.; SERŽANTS, M.; OLŠEVSKIS, E. **African swine fever outbreak investigations in a large commercial pig farm in Latvia: a case report.** Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift, [S.l.], v. 132, p. 151–155, 2019. DOI: <https://doi.org/10.2376/0005-9366-18031>.

LANGE M.; GUBERTI V.; THULKE, H.-H. Understanding ASF spread and emergency control concepts in wild boar populations using individual based modelling and spatio temporal surveillance data. EFSA Supporting Publications, [S.l.], v. 15, n. 11, 2018. DOI: <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2018.EN-1521>.

LE MAITRE, D. C.; VAN WILGEN, B. W.; CHAPMAN, R. A. *et al.* Invasive plants and water resources in the Western Cape Province, South Africa: modelling the consequences of a lack of management. **Journal of Applied Ecology**, [S.l.], v. 33, n. 1, p.: 161–172, 1996. DOI: <https://doi.org/10.2307/2405025>.

LONG, J. L. **Introduced mammals of the world: their history, distribution and influence.** Australia: CABI Publishing; United Kingdom: CSIRO Publishing, 2003.

LOOMIS, J. B.; WALSH, R. G. **Recreation economics decisions: comparing benefits and costs.** [S.l.]: Venture Publishing, 1997.

LOPO, L. C. P.; OLIVEIRA, M. da R.; MOREIRA, T. de A. *et al.* Prejuízos do javali nas lavouras do sul do Mato Grosso do Sul. In: EVENTO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO PANTANAL, 6., 2018, Corumbá. Resumos. Corumbá: Embrapa, 2018. p. 1-2. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1100934>.

LOSS, S. R.; WILL, T.; MARRA, P. P. The impact of free-ranging domestic cats on wildlife of the United States. **Nature Communications**, [S.l.], v. 4, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1038/ncomms2380>.

LOWE, S.; BROWNE, M.; BOUDJELAS S. *et al.* **100 de las Especies Exóticas Invasoras más dañinas del mundo: una selección del global invasive species database.** [S.l.]: GEEI, 2004. Disponível em: <https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/2000-126-Es.pdf>.

LYRA, T. M. P. A peste suína africana de baixa mortalidade. **Boletins de Defesa Sanitária Animal**, [S.I.], número especial, p. 50-59, 1980.

LYRA, T. M. P.; GARCIA, G. S. Impacto da ocorrência da peste suína africana no Brasil. **Comunicações científicas da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Univ. São Paulo**, v. 6-7, n. 1-4, p. 35-48, 1982.

LYRA, T. M. P.; SARAIVA, V. E. F.; HERMIDA, G. E. *et al.* Eradication of African Swine Fever in Brazil. **Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)**, [S.I.], v. 5, n. 3, p. 771-787, 1986. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355242/0/PSA+-+Eradication+of+African+swine+fever+from+Brazil.pdf>.

MACHADO JUNIOR, T. L. **The development of aids to the prevention and control of exotic animal diseases in Brazil**. 1990. 176 f. Tese (Doutorado), University Of Reading, Great Britain, 1990.

MACKEY, B. G.; LINDENMAYER, D. B. Towards a hierarchical framework for modelling the spatial distribution of animals. **Journal of Biogeography**, [S.I.], v. 28, n. 9, p. 1147-1166, 2001. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/827505>.

MALLIN, M. A.; BURKHOLDER, J. M.; MCIVER, M. R. *et al.* Comparative effects of poultry and swine waste lagoon spills on the quality of receiving streamwaters. **Journal of Environmental Quality**, [S.I.], v. 26, n. 6, p. 1622-1631, 1997. DOI: <https://doi.org/10.2134/jeq1997.00472425002600060023x>.

MALMSTEN, A.; MAGNUSSON, U.; RUIZ-FONS, F. *et al.* A serologic survey of pathogens in wild boar (*Sus scrofa*) in Sweden. **Journal of Wildlife Diseases**, [S.I.], v. 8, n. 54, p. 229–237, 2018. DOI: <https://doi.org/10.7589/2017-05-120>.

MAPSTON, M. E. **Feral hogs in Texas**. 2004. Disponível em: <https://hdl.handle.net/1969.1/87218>.

MARTÍNEZ-LÓPEZ, B.; ALEXANDROV, T.; MUR, L. *et al.* Evaluation of the spatial patterns and risk factors, including backyard pigs, for classical swine fever occurrence in Bulgaria using a Bayesian model. **Geospat Health**, [S.I.], v.8, n. 2, p.489–501, 2014. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24893026/>.

MARTINS, F. I.; MOURÃO, G. M.; CAMPOS, Z. *et al.* Activity pattern and habitat selection by invasive wild boars (*Sus scrofa*) in Brazilian agroecosystems. **Mastozoologia neotropical**, [S.I.], v. 26, n. 1, p. 129-141, 2019. Disponível em:

http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0327-93832019000100009&lng=es.

MARTINS, F. I.; MOURÃO, G. M.; CAMPOS, Z. *et al.* Activity pattern and habitat selection by invasive wild boars (*Sus scrofa*) in Brazilian agroecosystems. **Mastozoología neotropical**, [S.l.], v. 26, n. 1, p. 129-141, 2019. Disponível em: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0327-93832019000100009&lng=es.

MASSEI, G.; GENOV, P. V. The environmental impact of wild boar. **Galemys Spanish Journal of Mammalogy**, [S.l.], v. 16, n. 1, p. 135–145, 2004. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/28203128_The_environmental_impact_of_wild_boar.

MAYER, J. J.; BRISBIN JUNIOR, I. L. **Wild pigs: biology, damage, control techniques and management**. Aiken, South Carolina: Savannah River National Laboratory, 2009. Disponível em: <https://www.clemson.edu/extension/wildlife/wildhogs/documents/srnl-2009-wild-pigs-biology-damage-mgmt.pdf> .

MEBUS, C. A.; DARDIRI, A. H. Additional characteristics of disease caused by the African swine fever viruses isolated from Brazil and the Dominican Republic. In: ANNUAL MEETING OF THE US ANIMAL HEALTH ASSOCIATION, 83, 1978, [S.l.]. **Proceedings** [...]. 1978. p. 227-239.

MEBUS, C. A.; SCHAFLEER, D. H. African swine fever in Americas: a changing disease. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE IMPACT OF VIRAL DISEASE ON THE DEVELOPMENT OF LATIN AMERICAN AND THE CARIBBEAN REGION, 1., 1982, Rio de Janeiro. **Proceedings** [...]. Rio de Janeiro: Instituto Oswaldo Cruz, 1982. p. 198-202.

MENG, X.; LINDSAY, D.; SRIRANGANATHAN, N. Wild boars as sources for infectious diseases in livestock and humans. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Science**, [S.l.], v. 364, p. 2697–2707, 2009. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2865094/>.

MEROW, C.; SMITH, M. J.; SILANDER JR, J. A. A practical guide to MaxEnt for modeling species' distributions: what it does, and why inputs and settings matter. **Ecography**, [S.l.], v. 36, n. 10, p. 1058-1069, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2013.07872.x>.

MILLER, R. S.; SWEENEY, S. J.; SLOOTMAKER, C. *et al.* Cross-species transmission potential between wild pigs, livestock, poultry, wildlife, and humans: implications for disease risk management in North America. **Scientific Reports**, [S.l.], v. 7, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-07336-z>.

MILLER, R. S.; PEPIN, K. M. Board invited review: prospects for improving management of animal disease introductions using disease-dynamic models. **Journal of Animal Science**, [S.l.], v. 97, n. 6, p. 2291–2307, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1093/jas/skz125>.

MINTIENS, K.; LAEVENS, H.; DEWULF, J. *et al.* Risk analysis of the spread of classical swine fever virus through “neighbourhood infections” for different regions in Belgium. **Preventive Veterinary Medicine**, [S.l.], v. 60, n. 1, p. 27–36, 2003. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0167-5877\(03\)00080-1](https://doi.org/10.1016/S0167-5877(03)00080-1).

MOENNIG, V.; GREISER-WILKE, I. **Classical swine fever virus**: encyclopedia of virology. 3. ed. [S.l.]: Academic Press, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/b978-012374410-4.00425-8>.

MOREIRA, T. de A. **Métodos de priorização de áreas para a vigilância epidemiológica de suídeos asselvajados em área livre de Peste Suína Clássica**. 2018. 55 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Veterinárias, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2018.

MORILLA GONZÁLEZ, A.; YOON, K. -J.; ZIMMERMAN, J. J. *et al.* African swine fever eradication: the spanish model, seccion 4, p.: 133–139. In:

MORILLA, A.; YOON, K.-J.; ZIMMERMAN, J. J. (Eds.). **Trends in emerging viral infections of swine**. 2002a. DOI: <https://doi.org/10.1002/9780470376812.ch4c>.

MS GOV. Governo do Estado de Mato Grosso do Sul. **DECRETO Nº 15.519, DE 14 DE SETEMBRO DE 2020**. Reorganiza a estrutura básica da Agência Estadual de Defesa Sanitária Animal e Vegetal (IAGRO), e dá outras providências. Campo Grande, MS GOV, 2020. Disponível em: <http://aacpdappls.net.ms.gov.br/appls/legislacao/secoge/govato.nsf/1b758e65922af3e904256b220050342a/72caed286b4190ba042585e4004c4c25?OpenDocument&Highlight=2,15.519>

MS GOV. Portal do Governo de Mato Grosso do Sul. **Dados geográficos**. Campo Grande, 2016. Disponível em: <http://www.ms.gov.br/dados-demograficos/>. Acesso em: 09 dez. 2021.

MS GOV. Portal do Governo de Mato Grosso do Sul. **MS tem hoje o cenário ideal para o desenvolvimento da suinocultura.** Campo Grande, MS. 2021. Disponível em: <http://www.ms.gov.br/ms-tem-hoje-o-cenario-ideal-para-o-desenvolvimento-da-suinocultura/>. Acesso em: 09 dez. 2021.

MULUMBA-MFUMU, L. K.; SAEGERMAN, C.; DIXON, L. K. *et al.* African swine fever: update on Eastern, Central and Southern Africa. **Transboundary and Emerging Diseases**, [S.l.], v. 66, p.1462-1480, 2019.

MUR, L.; ATZENI, M.; MARTÍNEZ-LOPEZ, B. *et al.* Thirty-five-year presence of African swine fever in Sardinia: history evolution and risk factors for disease maintenance. **Transboundary and Emerging Diseases**, [S.l.], v. 63, p. 165–177, 2016.

MUTUA, F.; DIONE, M. The Context of Application of Biosecurity for Control of African Swine Fever in Smallholder Pig Systems: Current Gaps and Recommendations. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 8, art. 689811, 2021. DOI: 10.3389/fvets.2021.689811.

NGUYEN-THI, T.; PHAM-THI-NGOC, L.; NGUYEN-NGOC, Q. *et al.* An assessment of the economic impacts of the 2019 african swine fever outbreaks in Vietnam. **Frontiers in Veterinary Science**, [S.l.], v. 8, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.686038>.

NIEDERWERDER, M. C.; STOIAN, A. M. M.; ROWLAND, R. R. R. *et al.* Infectious dose of african swine fever virus when consumed naturally in liquid or feed. **Emerging Infectious Diseases**, [S.l.], v. 25, n. 5, p. 891-897, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3201/eid2505.181495>.

NOTÍCIAS AGRÍCOLAS. **Mortes por ataques de javalis em Minas Gerais comprovam riscos da proibição do manejo, diz SRB.** 2018. Disponível em: https://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/agronegocio/224011-mortes-por-ataques-de-javalis-em-minas-gerais-comprovam-riscos-da-proibicao-do-manejo-diz-srb.html#.Y5_BRr3MLIX. Acesso em: 20 jun. 2022.

OLESEN, A. S.; LOHSE, L.; BOKLUND, A. *et al.* Transmission of African swine fever virus from infected pigs by direct contact and aerosol routes. **Veterinary Microbiology**, [S.l.], v. 211, p. 92-102, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2017.10.004>.

OLESEN, A. S.; LOHSE, L.; HANSEN, M. F. *et al.* Infection of pigs with African swine fever virus via ingestion of stable flies (*Stomoxys calcitrans*).

Transboundary and Emerging Diseases, [S.l.], v. 65, n. 5, p. 1152-1157, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1111/tbed.12918>.

OLIVEIRA, D. V. de; FAGUNDES M. B. B.; SILVA, L. C. da *et al.* A Importância da suinocultura para a geração de emprego e renda nos municípios do Estado do Mato Grosso do Sul - Brasil. **Revista Espacios**, [S.l.], v. 37, n. 26, 2016. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a16v37n26/16372611.html>.

OLIVEIRA, L. G. de; GATTO, I. R. H.; MECHLER-DREIBI, M. L. *et al.* Achievements and challenges of classical swine fever eradication in Brazil. **Viruses**, [S.l.], v. 12, n. 11, p. 1327, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/v12111327>.

OLŠEVSKIS, E.; GUBERTI, V.; SERŽANTS, M., *et al.* African swine fever virus introduction into the EU in 2014: experience of Latvia. **Research in Veterinary Science**, [S.l.], v. 105, p. 28-30, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27033903/>. Acesso em: 12 dez. 2022.

ORAVAINEN, J.; SAHLSTRÖM, L.; LYYTIKÄINEN, T. Possible routes of entry into the country for African swine fever-risk profile. **Evire Research Reports** **5/2011**. 2011. Finnish Food Safety Authority Evira.

PADALIA, H.; SRIVASTAVA, V.; KUSHWAHA, S. P. S. *et al.* Modeling potential invasion range of alien invasive species, *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. in India: Comparison of MaxEnt and GARP. **Ecological Informatics**, [S.l.], v. 22, p. 36–43, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2014.04.002>.

PEARSON, A. B.; JEFFREY, G. **Review of New Zealand's biosecurity surveillance systems**. Waikanae, New Zealand: Prime Consulting International Ltd, 2002.

PEDROSA, F.; SALERNO, R. A. F.; PADILHA, F. *et al.* Current distribution of invasive feral pigs in Brazil: economic impacts and ecological uncertainty. **Natureza & Conservação**, [S.l.], v.13, n. 1, p. 84-87, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ncon.2015.04.005>.

PEISLEY, R. K.; SAUNDERS, M. E.; ROBINSON, W. A. *et al.* The role of avian scavengers in the breakdown of carcasses in pastoral landscapes. **Emu - Austral Ornithology**, [S.l.], v. 117, p. 68–77, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1080/01584197.2016.1271990>.

PENRITH, M. -L.; BASTOS, A., CHENAIS, E. With or without a Vaccine-A Review of Complementary and Alternative Approaches to Managing African Swine Fever in Resource-Constrained Smallholder Settings. **Vaccines (Basel)**, v. 9, n. 2, p.:116, 2021. DOI: 10.3390/vaccines9020116.

PENRITH, M. -L.; BASTOS, A. D. S.; ETTER, E. *et al.* Epidemiology of African swine fever in Africa today: sylvatic cycle versus socio-economic imperatives. **Transboundary and Emerging Diseases**, [S.I.], v. 66, n. 2, p. 672-686, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1111/tbed.13117>.

PERRINGS, C.; WILLIAMSON, M.; BARBIER, E. B. *et al.* Biological invasion risks and the public good: an economic perspective. **Conservation Ecology**, [S.I.], v. 6, n. 1, 2002. Disponível em: <http://www.consecol.org/vol6/iss1/art1/>.

PETERSON, A. T.; PAPES, M.; KLUZA, D. A. Predicting the potential invasive distributions of four alien plant species in north america. **Weed Science**, [S.I.], v. 51, n. 6, p. 863–868, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1614/P2002-081>.

PETERSON, A. T.; SHAW, J. *Lutzomyia* vectors for cutaneous leishmaniasis in southern Brazil: ecological niche models, predicted geographic distribution, and climate change effects. **The International Journal for Parasitology**, [S.I.], v. 33, p. 919–931, 2003. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0020-7519\(03\)00094-8](https://doi.org/10.1016/s0020-7519(03)00094-8).

PETERSON, A. T.; SOBERÓN, J.; SÁNCHEZ-CORDERO, V. Conservatism of ecological niches in evolutionary time. **Science**, [S.I.], v. 285, n. 5431, p. 1265–1267, 1999. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.285.5431.1265>.

PETERSON, A. T.; VIEGLAIS, D. A. Predicting species invasions using ecological niche modeling: New approaches from bioinformatics attack a pressing problem. **Bioscience**, [S.I.], v. 51, p. 363–371, 2001. Disponível em: <https://academic.oup.com/bioscience/article/51/5/363/243986#>.

PHILLIPS, S. J.; ANDERSON, R. P.; SCHAPIRE, R. E. *et al.* Maximum entropy modeling of species geographic distributions. **Ecological Modelling**, [S.I.], v. 190, n. 3–4, p. 231-259, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026>.

PHILLIPS, S. J.; DUDÍK, M. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. **Ecography**, [S.I.], v. 31, p. 161-175, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.0906-7590.2008.5203.x>.

PIETSCHMANN, J.; GUINAT, C.; BEER, M. *et al.* Course and transmission characteristics of oral low-dose infection of domestic pigs and European wild boar with a Caucasian African swine fever virus isolate. **Archives of Virology**, [S.l.], v. 160, n. 7, p. 1657-1667, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00705-015-2430-2>.

PIMENTEL, D. Environmental and economic costs of vertebrate species invasions into the United States. **Managing Vertebrate Invasive Species**, Nebraska, n. 38, 2007. Disponível em: <https://digitalcommons.unl.edu/nwrcinvasive/38>.

PIMENTEL, D.; ZUNIGA, R.; MORRISON, D. Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. **Ecological Economics**, v. 52, n. 3, p. 273-288, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2004.10.002>.

PITTIGLIO, C.; KHOMENKO, S.; BELTRAN-ALCRUDO, D. Wild boar mapping using population-density statistics: from polygons to high resolution raster maps. **PloS ONE**, [S.l.], v. 13, n. 5, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193295>.

PLOWRIGHT, R., PARRISH, C., MCCALLUM, H. *et al.* Caminhos para o transbordamento zoonótico. **Nature Reviews Microbiology**, v. 15, p. 502–510, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/nrmicro.2017.45>

PRESENTE RURAL. **Anuário do agronegócio brasileiro**: dezembro 2021/janeiro 2022. 2021. Disponível em: <https://opresenterural.com.br/impresso/anuario-do-agronegocio-brasileiro-dezembro-2021-janeiro-2022/>. Acesso em: 25 abr. 2022.

PROBST, C.; GETHMANN, J.; AMLER, S. *et al.* The potential role of scavengers in spreading African swine fever among wild boar. **Scientific Reports** 9, [S.l.], n. 11450, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-47623-5>.

RASPHONE, A., KÉRY, M., KAMLER, J. F. *et al.* Documenting the demise of tiger and leopard, and the status of other carnivores and prey, in Lao PDR's most prized protected area: Nam Et - Phou Louey. **Global Ecology and Conservation**, [S.l.], n. 20, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00766>.

RAXWORTHY, C. J.; INGRAM, C.; RABIBISOA, N. *et al.* Applications of ecological niche modeling for species delimitation: A review and empirical

evaluation using day geckos (phelsuma) from Madagascar. **Systematic Biology**, [S.l.], v. 56, n. 6, p. 907–923, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1080/10635150701775111>.

RECH, R.R.; SILVA, M. C.; MARQUES, M. G. *et al.* Avaliação patológica de javalis (*Sus scrofa*) de vida livre do Estado de Santa Catarina, Brasil. In: CONFERÊNCIA NACIONAL DE DEFESA AGROPECUÁRIA, 5., 2014, Florianópolis. Anais [...]. Florianópolis: Embrapa, 2014. p. 66-66. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/143026/1/JAVALI.pdf>.

RELUN, A.; GROSBOIS, V.; SÁNCHEZ-VIZCAÍNO, J. M. *et al.* Spatial and functional organization of pig trade in different European production systems: Implications for disease prevention and control. **Frontiers in Veterinary Science**, [S.l.], v. 3, n. 4, 2016. DOI: <https://doi.org/10.3389/fvets.2016.00004>.

RIBBENS, S.; DEWULF, J.; KOENEN, F. *et al.* Evidence of indirect transmission of classical swine fever virus through contacts with people. **Veterinary Record**, [S.l.], v.160, p. 687-690, 2007.

RIBBENS, S.; DEWULF, J.; KOENEN, F. *et al.* Transmission of classical swine fever: a review. **Veterinary Quarterly**, [S.l.], v. 26, p.146-155, 2004. DOI: 10.1080/01652176.2004.9695177

ROCHA, S. S. **Invisibilidade de situações de risco biológico no campo da Saúde Pública: desafios de biossegurança e biosseguridade.** / Sheila Sotelino da Rocha. - Recife: [s.n.], 2011. 122 p: tab, ilustr., 30 cm. Tese (Doutorado em Saúde Pública) - Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz, 2011.

ROCHA, S. S.; CARDOSO, T. A. O. **Avaliação de risco em laboratório de saúde pública.** Rio de Janeiro: Fiocruz, 2004. Curso de Biossegurança para Laboratórios de Saúde Pública, à distância, da Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, Fiocruz.

RODRIGUES, E. S. da C. **Teoria da informação e adaptatividade na modelagem de distribuição de espécies.** 2012. Tese (Doutorado em Sistemas Digitais) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. DOI: <https://doi.org/10.11606/T.3.2012.tde-07052012-122345>.

RODRIGUES, E. S. da C.; RODRIGUES, F. A.; ROCHA, R. L. de A. da, *et al.* Evaluation of different aspects of maximum entropy for niche-based modeling. **Procedia Environmental Sciences**, [S.l.], v. 2, p. 990–1001, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2010.10.111>.

ROMERO, J. R.; VILLAMIL, L. C.; PINTO, J. A. Impacto económico de enfermedades animales en sistemas productivos en Sudamérica: estudios de caso. **Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)**, [S.I.], v. 18, n. 2, p. 498-511, 1999. Disponível em: <http://boutique.oie.int/extrait/14romero498511.pdf>.

ROSA, C. A. da; WALLAU, M. O.; PEDROSA, F. Hunting as the main technique used to control wild pigs in Brazil. **Wildlife Society Bulletin**, [S.I.], v. 42, n. 1, p. 111-118, 2018. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/170824>.

ROSELL, C.; NAVÀS, F.; ROMERO, R. *et al.* Activity patterns and social organization of wild boar (*Sus scrofa*, L.) In a wetland environment: preliminary data on the effects of shooting individuals. **Galemys**, [S.I.], v. 16, n. especial, p. 157-166, 2004. Disponível em: <http://uagra.uninsubria.it/outgoing/Articoli%20cinghiale/Galemys-16-NE-013-Rosell-157-166.pdf>

ROSSI, D. M.; PFÜLLER, E. E. Contextualização e análise da suinocultura na cadeia do agronegócio suinícola de Sananduva - RS. **Revista de Administração e Ciências Contábeis do IDEAU - RACI**, [S.I.], v. 3, n. 7, 2008. Disponível em: https://www.getulio.ideau.com.br/wp-content/files_mf/e873309b7bf44e6bd661b6241a1e813598_1.pdf.

ROSSI, S.; FROMONT, E.; PONTIER, D. *et al.* Incidence and persistence of classical swine fever in free-ranging wild boar (*Sus scrofa*). **Epidemiology & Infection**, [S.I.], v. 133, n. 3, p. 559 – 568, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0950268804003553>

ROSTAMI, A.; RIAHI, S. M.; FAKHRI, Y. *et al.* The global seroprevalence of *Toxoplasma gondii* among wild boars: a systematic review and meta-analysis. **Veterinary Parasitology**, [S.I.], v. 244, p. 12-20, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2017.07.013>.

ROWLANDS R. J.; MICHAUD V.; HEATH L. *et al.* African swine fever virus isolate, Georgia, 2007. **Emerging Infectious Diseases**, [S.I.], v. 14, p. 1870-1874, 2008.

RUIZ-FONS, F.; SEGALÉS, J.; GORTÁZAR, C. Are view of viral diseases of the European wild boar: effects of population dynamics and reservoir role. **The Veterinary Journal**, [S.I.], v. 176, p. 158-169, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.02.017>.

RUSSELL, S.; NORVIG, P. **Inteligência artificial**. 2. ed. Rio de Janeiro, Brasil: Elsevier, 2004. Disponível em: <https://www.cin.ufpe.br/~gtsa/Periodo/PDF/4P/SI.pdf>.

SÁAEZ-ROYUELA, C.; TELLERÍA, J. L. The increased population of the Wild Boar (*Sus scrofa* L.) in Europe. **Mammal Review**, [S.l.], v. 16, p. 97-101, 1986. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2907.1986.tb00027.x>.

SAH, P.; MANN, J.; BANSAL, S. Disease implications of animal social network structure: a synthesis across social systems. **Journal of Animal Ecology**, [S.l.], v. 87, n. 3, 546–558, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12786>.

SAITO, M.; KOIKE, F.; MOMOSE, H. *et al.* 2012. Forecasting the range expansion of a recolonising wild boar *Sus scrofa* population. **Wildlife Biology**, [S.l.], v. 18, p. 383-392, 2012. DOI: <https://doi.org/10.2981/11-110>.

SALVADOR, C. H. **Ecologia e manejo de javali (*Sus scrofa* L.) na América do Sul**. 2012. 152 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ecologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012. DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4120.1360>

SALVADOR, C.; FERNANDEZ, F. A. S. Using the Eurasian wild boar phenotype as a basis to document a new process of invasion by *Sus scrofa* L. in a neotropical biodiversity hotspot. **Wildlife Biology in Practise**, [S.l.], v.10, n. 3, p. 22–29, 2013. DOI: <https://doi.org/10.2461/wbp.2014.un.4>.

SÁNCHEZ-VIZCAÍNO, J. M.; LADDOMADA, A.; ARIAS, M. L. African swine fever virus in diseases of swine. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781119350927.ch25>

SANGUINETTI, J.; KITZBERGER, T. Factors controlling seed predation by rodents and non-native *Sus scrofa* in *Araucaria araucana* forests: potential effects on seedling establishment. **Biological Invasions**, [S.l.], v. 12, p. 689-706, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10530-009-9474-8>.

SAUNDERS, G. R.; MCLEOD, S. R. Predicting home range size from the body mass or population densities of feral pigs (*Sus scrofa*). (*Artiodactyla: Suidae*). **Australian Journal of Ecology**, [S.l.], v. 24, n. 5, p. 538–543, 1999. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1442-9993.1999.01001.x>.

SCHETTINO, D. N.; KORENNOY, F. I.; PEREZ, A. M. Risk of introduction of classical swine fever into the state of Mato Grosso, Brazil. **Frontiers in**

Veterinary Science. [S.l.], v. 1, n. 8, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.647838>

SCHLEY, L.; ROPER, T.J. Diet of wild boar *Sus scrofa* in Western Europe, with particular reference to consumption of agricultural crops. **Mammal Review**, [S.l.], v. 33, p. 43-56, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2907.2003.00010.x>.

SCHULZ, K.; PEYRE, M.; STAUBACH, C. *et al.* Surveillance strategies for Classical Swine Fever in wild boar: a comprehensive evaluation study to ensure powerful surveillance. **Scientific Reports**, [S.l.], 2017. DOI: <https://doi.org/10.1038/srep43871>.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE SUÍNOS. **Mapeamento da suinocultura brasileira**. Brasília, 2016. 376p. Disponível em: https://abcs.org.br/wp-content/uploads/2020/06/01_Mapeamento_COMPLETO_bloq.pdf.

SEWARD, N. W.; VERCAUTEREN, K. C.; WITMER, G. W. *et al.* Feral swine impacts on agriculture and the environment. **Sheep & Goat Research Journal**, [S.l.], v.19, 2004. Disponível em: <https://digitalcommons.unl.edu/icwdmsheepgoat/12>.

SHCHEGLOVITOVA, M.; ANDERSON, R. P. Estimating optimal complexity for ecological niche models: a jackknife approach for species with small sample sizes. **Ecological Modelling**, [S.l.], v. 269, p. 9–17, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2013.08.011>.

SHWIFF, S. A.; GEBHARDT, K.; KIRKPATRICK, K. N. *et al.* **Potential economic damage from introduction of brown tree snakes, *Boiga irregularis* (Reptilia: Colubridae), to The Islands Of Hawai'i (2010)**. [S.l.]: USDA National Wildlife Research Center - Staff Publications, 2010. Disponível em: https://digitalcommons.unl.edu/icwdm_usdanwrc/967.

SHWIFF, S.; PELHAM, A.; SHWIFF, S. *et al.* Framework for assessing vertebrate invasive species damage: the case of feral swine in the United States. **Biological Invasions**, [S.l.], v. 22, p. 3101–3117, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10530-020-02311-8>.

SILVA, C. S.; MENDONÇA, T. O.; MACHADO, D. M. R. Seropositive Wild Boars Suggesting the Occurrence of a Wild Cycle of *Trichinella* spp. in Brazil. **Animals**, v. 12, n. 4, art. 462, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani12040462>

SILVA, V. S.; PELLEGRIN, A. O.; MOURAO, G. *et al.* Estruturação da vigilância epidemiológica e manejo populacional de suídeos asselvajados (*Sus scrofa*) para área livre de Peste Suína Clássica do Brasil. **Biológico**, São Paulo, v.75, Suplemento 2, p.19-36, 2013. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/94810/1/Veschi-2013-1.pdf>.

SILVA, V. S.; TREVISOL, I.; KRAMER, B. **Triquinelose em javalis no Brasil**. In: ENDESA 2017. Apresentação Virgínia Santiago Silva. Belém-PA. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/saude-animal/arquivos-endesa/06.12/bloco-animais-selvagens/3-triquinelose-em-javali-no-brasil-virginia-santiago.pdf/view>.

SIMMONDS, P.; BECHER, P.; BUKH, J. *et al.* ICTV Virus Taxonomy Profile: Flaviviridae. **Journal of General Virology**, [S.l.], v. 98, n. 1, p. 2–3, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1099/jgv.0.000672>. Acesso em: 19 jan. 2022.

SINGER, F. J.; SWANK, W. T.; CLEBSCH, E. E. C. Effects of wild pig rooting in a deciduous forest. **The Journal of Wildlife Management**, [S.l.], v. 48, n. 2, p. 464–473, 1984. DOI: <https://doi.org/10.2307/3801179>.

SIQUEIRA, M. F. de; PETERSON, A. T. Consequences of global climate change for geographic distributions of cerrado tree species. **Biota Neotropica**, [S.l.], v. 3, n. 2, p. 1-14, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032003000200005>.

SMITH, D. B.; MEYERS, G.; BUKH, J.; GOULD, E. A. *et al.* Proposed revision to the taxonomy of the genus Pestivirus, family Flaviviridae. **Journal of General Virology**, [S.l.], v. 8, p. 2106-2112, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1099/jgv.0.000873>.

SODEIKAT, G.; POHLMAYER, K. Impact of drive hunts on daytime resting site areas of wild boar family groups (*Sus scrofa* L). **Wildlife Biology in Practice**, [S.l.], v. 3, p. 28- 38, 2007.

SPENCER, P. B. S.; HAMPTON, J. O. Illegal translocation and genetic structure of feral pigs in Western Australia. **Journal of Wildlife Management**, [S.l.], v. 69, p. 377–384, 2005. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/3803613>.

SPITZ, F.; JANEAU, G. Daily selection of habitat in wild boar (*Sus scrofa*). **Journal of Zoology**, [S.l.], v. 237, n. 3, p. 423–434, 1995. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1995.tb02772.x>.

STEPIEN, M.; COLE, L. **USDA statement on confirmation of African swine fever in Haiti**: animal and plant health inspection service. [S.l.]: U.S. Department of Agriculture, 2021. Disponível em: https://www.aphis.usda.gov/wcm/connect/APHIS_Content_Library/SA_Newsroom/SA_Stakeholders/SA_By_Date/SA-2021/SA-09/asf-haiti?presentationtemplate=APHIS_Design_Library%2FPT_Print_Friendly_News_Release.

STEVENS, R. L. 1996. The feral hog in Oklahoma. Samuel Roberts Noble Foundation, Ardmore, Oklahoma. In: MAYER, J.; BRISBIN, I. L., 2009. **WILD PIGS: BIOLOGY, DAMAGE, CONTROL TECHNIQUES AND MANAGEMENT**. United States: N. p., 2009. Web. DOI:10.2172/975099.

STOCKWELL, D. R. B.; PETERSON, A. T. Effects of sample size on accuracy of species distribution models. **Ecological Modelling**, [S.l.], v. 148, n. 1, p. 1-13, 2002. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(01\)00388-X](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(01)00388-X).

TERÁN, M. V.; FERRAT, N. C.; LUBROTH, J. Situation of classical swine fever and the epidemiologic and ecologic aspects affecting its distribution in the american continent. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1026, n. 1, p. 54-64, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1196/annals.1307.007>.

TERPSTRA, C. Hog cholera: an update of present knowledge. **British Veterinary Journal**, [S.l.], v. 147, n. 5, p. 397–406, 1991. DOI: [https://doi.org/10.1016/0007-1935\(91\)90081-w](https://doi.org/10.1016/0007-1935(91)90081-w).

THOMAS, C. D.; CAMERON, A.; GREEN, R. E. *et al.* Extinction risk from climate change. **Nature**, [S.l.], v. 427, n. 6970, p. 145–148, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature02121>.

THURFJELL, H.; SPONG, G.; ERICSSON, G. Effects of hunting on wild boar *Sus scrofa* behaviour. **Wildlife Biology**, [S.l.], v. 19, p. 87-93, 2013. DOI: <https://doi.org/10.2981/12-027>.

TISDELL, C. A. **Wild Pigs**: environmental pest or economic resource? Sydney, Australia: Pergamon Press, 1982. 445 p.

TOKARNIA, C. H.; PEIXOTO, P. V.; DÖBEREINER, J. *et al.* O surto de peste suína africana ocorrido em 1978 no município de Paracambi, Rio de Janeiro. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, [S.l.], v. 24, n. 4, p. 223–238, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2004000400010>

TORRES-VELEZ, F.; HAVAS, K. A.; SPIEGEL, K. *et al.* Transboundary Animal Diseases as Re-Emerging Threats - Impact on One Health. **Seminars in Diagnostic Pathology**, [S.l.], v. 36, n. 3, p. 193-196, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1053/j.semmp.2019.04.013>.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, ANIMAL PLANT AND HEALTH INSPECTION SERVICE, WILDLIFE SERVICES. **Environmental assessment**: management of predation losses to state and federally endangered, threatened, and species of special concern; and feral hog management to protect other state and federally endangered, threatened, and species of special concern, and candidate species of fauna and flora in the state of Florida. 2002. Gainesville, FL, USA. Disponível em: <https://www.fws.gov/doiddata/dwh-ar-documents/4010/DWH-ARZ009669.pdf>.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, ANIMAL PLANT AND HEALTH INSPECTION SERVICE, WILDLIFE SERVICES. **Small Farms & Pet Pig Owners**: 7 Ways to Protect Pigs from African Swine Fever. Disponível em: <https://www.aphis.usda.gov/aphis/resources/pests-diseases/asf/asf-spread-the-word>.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, ANIMAL PLANT AND HEALTH INSPECTION SERVICE, WILDLIFE SERVICES. **The red book**: classical fever response plan. [S.l.]: Foreign Animal Disease Preparedness and Response Plan (FAD PReP); National Center for Animal Health and Emergency Management, 2013.

VAN OIRSCHOT, J. T. **Classical swine fever (hog cholera)**. 8. ed. Ames, IA, USA: Iowa State University Press: 1999.

VANDEPUTTE, J., CHAPPUIS, G. Classical swine fever: the European experience and a guide for infected areas. **Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)**, [S.l.], v. 18, n. 3, p. 638-47, 1999. DOI: <https://doi.org/10.20506/rst.18.3.1192>.

VEEROJA, R.; MÄNNIL, P. Population development and reproduction of wild boar (*Sus scrofa*) in Estonia. **Wildlife Biology in Practice**, [S.l.], v. 10, p. 17-21, 2014. DOI: <https://doi.org/10.2461/wbp.2014.un.3>.

VERGNE, T.; GOGIN, A.; PFEIFFER, D. U. Statistical exploration of local transmission routes for african swine fever in pigs in the Russian Federation, 2007–2014. **Transboundary and Emerging Diseases**, [S.l.], v. 64, p. 504-512, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1111/tbed.12391>.

VERGNE, T.; GUINAT, C.; PETKOVA, P. *et al.* Attitudes and beliefs of pig farmers and wild boar hunters towards reporting of african swine fever in Bulgaria, Germany and the Western Part of the Russian Federation. **Transboundary and Emerging Diseases**, [S.l.], v. 63, n. 2, p. 194-204, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1111/tbed.12254>.

WAITHMAN, J. D., SWEITZER, R. A., VAN VUREN, D. *et al.* Range Expansion, Population Sizes, and Management of Wild Pigs in California. **The Journal of Wildlife Management**, v. 63, n. 1, p.: 298–308, 1999. <https://doi.org/10.2307/3802513>

WEESENDORP, E.; LANDMAN, W. J.; STEGEMAN, A. *et al.* Quantification of classical swine fever virus in aerosols originating from pigs infected with strains of high, moderate or low virulence. **Veterinary Microbiology**, [S.l.], v. 135, p. 222–230, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2008.09.073>.

WEST, B. C.; COOPER, A. L.; ARMSTRONG, J. B. **Managing wild pigs: a technical guide**. [S.l.]: Human-Wildlife Interactions Monograph, 2009. DOI: <https://doi.org/10.26079/600a-ed8d>.

WHITE, L. A.; FORESTER, J. D.; CRAFT, M. E. Disease outbreak thresholds emerge from interactions between movement behavior, landscape structure, and epidemiology. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, [S.l.], v. 115, n. 28, p.7374–7379, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1801383115>

WITMER, G. W.; SANDERS, R. B.; TAFT, A. C. Feral Swine - Are They a Disease Threat to Livestock in the United States? **Michigan Bovine Tuberculosis Bibliography and Database**. v. 113, 2003. Disponível em: <https://digitalcommons.unl.edu/michbovinetb/113>.

WOODS, A. A historical synopsis of farm animal disease and public policy in twentieth century Britain. **Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences**, v. 366, art. 1573, p.:1943–1954, 2011. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0388>

WORLD BANK. **World Development Report 2008: Agriculture for Development**. [S. l.], World Bank, 2008. Disponível em:

<http://www.albacharia.ma/xmlui/bitstream/handle/123456789/30301/0020World%20development%20report%202008.pdf?sequence=1>

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Rapid risk assessment of acute public health events.** Geneva: WHO, 2012. Retrieved from http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/70810/1/WHO_HSE_GAR_ARO_2012.1_eng.pdf. Acesso Marco 2021.

WORLD ORGANISATION FOR ANIMAL HEALTH. **African swine fever (ASF): situation report 7.** Paris, WOA, 2022a. Disponível em: <https://www.oie.int/app/uploads/2022/03/asf-report7.pdf>.

WORLD ORGANISATION FOR ANIMAL HEALTH. **Disease situation: WAHIS analytics disease situation CSF 2015-2022.** Paris, 2022b. Disponível em: <https://wahis.woah.org/#/dashboards/country-or-disease-dashboard>.

WORLD ORGANISATION FOR ANIMAL HEALTH. **Infographic: how to maintain your disease-free Status?** Paris: WOA, 2018b. Disponível em: <https://www.woah.org/app/uploads/2018/05/en-maintenancestatusinfo.pdf>.

WORLD ORGANISATION FOR ANIMAL HEALTH. **Infographic: self-declaration of disease-freedom.** Paris: WOA, 2018c. Disponível em: <https://www.woah.org/app/uploads/2018/05/en-self-declarationinfographic.pdf>.

WORLD ORGANISATION FOR ANIMAL HEALTH. **Official recognition of disease status.** Paris: WOA, 2018a. Disponível em: <https://www.woah.org/en/what-we-do/animal-health-and-welfare/official-disease-status/>.

WORLD ORGANISATION FOR ANIMAL HEALTH. **One world, one health.** Paris, 2009. Disponível em: <https://www.woah.org/en/one-world-one-health/>.

WORLD ORGANISATION FOR ANIMAL HEALTH. **Terrestrial animal health code: animal health surveillance: surveillance for freedom from a disease, infection or infestation.** Paris: WOA, 2021a. Disponível em: https://www.oie.int/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/terrestrial-code-online-access/?id=169&L=1&htmfile=chapitre_surveillance_general.htm.

WORLD ORGANISATION FOR ANIMAL HEALTH. **Terrestrial animal health code: diseases, infections and infestations listed by the WOA.** Paris: WOA, 2021b. Disponível em: <https://www.oie.int/es/que-hacemos/normas/codigos-y-manuales/acceso-en-linea-al-codigo->

terrestre/?id=169&L=1&htmfile=chapitre_diagnostic_tests.htm#chapitre_diagnostic_tests.

WORLD ORGANISATION FOR ANIMAL HEALTH. **Terrestrial animal health code:** procedures for official recognition of animal health status, endorsement of an official control programme, and publication of a self-declaration of animal health status, by the WOA. Paris: WOA, 2021c. Disponível em: https://www.oie.int/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/terrestrial-code-online-access/?id=169&L=1&htmfile=chapitre_selfdeclaration.htm.

WORLD ORGANISATION FOR ANIMAL HEALTH. **WAHIS is modernising:** be a partner in the project. Bulletin nº 2017-2, 2017. Disponível em: <https://www.woah.org/app/uploads/2021/03/bull-2017-2-eng.pdf>.

YANG, X.; HUANG, W.; TIAN, B. *et al.* Differences in growth and herbivory damage of native and invasive kudzu (*Peuraria montana* var. *lobata*) populations grown in the native range. **Plant Ecology**, [S.l.], v. 215, n. 3, p. 339–346, 2014.

YATABE, T.; MORE, S. J.; GEOGHEGAN, F. *et al.* Characterization of the live salmonid movement network in Ireland: implications for disease prevention and control. **Preventive Veterinary Medicine**, [S.l.], v. 122, n. 1–2, p. 195–204, 2015. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26388525/>

ZALBA, S. M.; SONAGLIONI, M. I.; BELENGUER C. J. Using a habitat model to assess the risk of invasion by an exotic plant. **Biological Conservation**, [S.l.], v. 93, n. 203–208, 2000. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(99\)00146-9](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(99)00146-9).

ZANELLA, J. R. C.; MORÉS, N.; BARCELLOS, D. E. S. N. Principais ameaças sanitárias endêmicas da cadeia produtiva de suínos no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [S.l.], v. 51, n. 05, p. 443-453, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000500004>.

ZANI, L.; DIETZE, K.; DIMOVA, Z. *et al.* African swine fever in a Bulgarian backyard farm: a case report. **Veterinary Medicine**, [S.l.], v. 94, n. 4, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/vetsci6040094>.

ZEPEDA, C., SALMAN, M., THIERMANNET, A. *et al.* The Role of Veterinary Epidemiology and Veterinary Services in Complying With the World Trade Organization SPS Agreement. **Preventive Veterinary Medicine**, [S.l.], v. 67, n. 2-3, p. 125-40, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2004.11.005>.

ZEPEDA, C.; SALMAN, M.; RUPPANNER, R. International trade, animal health and veterinary epidemiology: challenges and opportunities. **Preventive Veterinary Medicine**, [S.l.], v. 48, n. 4, p. 261-271, 2001. DOI:10.1016/s0167-5877(00)00200-2.

ZHOU, X.; LI, N.; LUO, Y.; LIU, Y. *et al.* Emergence of african swine fever in China. **Transboundary and Emerging Diseases**, [S.l.], v. 65, n. 6, p. 1482-1484, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1111/tbed.12989>.

ZHOU, X.; LI, Y.; WANG, Y. *et al.* The role of live poultry movement and live bird market biosecurity in the epidemiology of influenza A (H7N9): A cross-sectional observational study in four eastern China provinces. **Journal of Infection**, [S.l.], v. 71, n. 4, p. 470–479, 2015. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26149187/>

ZURELL, D. **Introduction to species distribution modelling** (SDM) in R. Github, 2020. Disponível em: <https://damariszurell.github.io/SDM-Intro/>.

CAPÍTULO 2

Normatizado segundo Periódico: Pesquisa Veterinária Brasileira
<http://www.pvb.com.br/portal/normas>

Contribuição ao Plano Integrado de Vigilância de Doenças dos Suínos no Mato Grosso do Sul: risco epidemiológico da presença de javalis (*Sus scrofa*).¹

Giuliana F. Nogueira^{1,6}, Thiago Philipe C. Timo², Maxwell R. Oliveira³, Walfrido M. Tomás⁴ e Aiesca O. Pellegrin^{4,5} ²

ABSTRACT. Nogueira, G.F., Camargo e Timo, T.P., Oliveira, M.R., Tomás, W.M. & Pellegrin, A.O. **Contribution to the Integrated Swine Disease Surveillance Plan in Mato Grosso do Sul: epidemiological risk of the presence of wild boar.** *Pesquisa Veterinária Brasileira* 00(0):0-0. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Cx. Postal 549, Campo Grande, MS. 79.070-900, Brazil. E-mail: giu.fontenogueira@gmail.com

Animal disease outbreaks pose risks to livestock industries around the world. The presence of wild boar potentiates these risks for the occurrence of Classical Swine Fever and African Swine Fever, transboundary diseases, targets of the Integrated Swine Disease Surveillance Plan. The objective of the work was to build a risk model to direct and strengthen actions related to the monitoring and risk of the presence of wild boar populations throughout the geographic area of the state of Mato Grosso do Sul. To identify the areas of health surveillance, where the potential risk of contact and transmission of diseases is greater, an analytical process of combination and prioritization of variables was used, applying the AHP method as the main tool, considering demographic patterns, such as the density of farms non-technified, and the probability of wild boar occurrence, calculated using potential distribution models. We observed that technified farms are distributed in different levels of priority of sanitary surveillance. Considering a neutral risk scenario, that is, the variables are equally prioritized, the results presented technified farms positioned at a moderately high (41.2%), high priority level (33%), very high (11%) and medium (7.9%), respectively. Considering a moderate scenario, the level of priority for surveillance was medium-high for 47% of the farms and medium for 34.8% of them. The model obtained can be used as a tool for prioritizing actions by the State's Official Veterinary Service within the scope of surveillance actions. This paper indicates the need to strengthen the wild boar occurrence databases in the geographic area covered by the official veterinary service of the state, as well as the maintenance and constant updating and expansion of other Geographic Information Systems to supply the construction of prediction models and increasingly robust and accurate risk assessments.

INDEX TERMS: wild boar, surveillance, modelling, risk management.

¹ Dados de recebimento e aceite.

² 1 Agência Estadual de Defesa Sanitária Animal e Vegetal (IAGRO), Av. Senador Filinto Muller, 1146. Campo Grande, MS, 79074-902. Brazil. giu.fontenogueira@gmail.com

2 Doutor em Ecologia Aplicada pela Universidade de São Paulo - ESALQ/USP (2009). Pesquisador Bolsista da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária EMBRAPA-Pantanal, Cx. Postal 109. Corumbá, MS, 79320-900. Brazil.

3 Doutorando em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Departamento de Botânica. Belo Horizonte, MG, 31270-901. Brazil.

4 Pesquisador(a) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária EMBRAPA-Pantanal, Cx. Postal 109. Corumbá, MS, 79320-900. Brazil.

5 Docente Mestrado em Ciências Veterinárias pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Campo Grande, MS, 79070-900. Brazil.

6 Mestranda em Ciências Veterinárias pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Campo Grande, MS, 79070-900. Brazil. giu.fontenogueira@gmail.com

RESUMO.- [Contribuição ao Plano Integrado de Vigilância de Doenças dos Suínos no Mato Grosso do Sul: risco epidemiológico da presença de javalis]. Os surtos de doenças animais representam riscos aos setores pecuários em todo o mundo. A presença de javalis ou suínos asselvajados potencializa esses riscos para ocorrência de Peste Suína Clássica (PSC) e Peste Suína Africana (PSA), doenças transfronteiriças, alvos do Plano Integrado de Vigilância de Doenças dos Suínos. O objetivo do trabalho foi o desenvolvimento de um modelo de risco para orientar as ações relacionadas ao monitoramento e ao risco da presença de populações de javali na área geográfica do estado de Mato Grosso do Sul (MS). Para identificar as áreas de vigilância sanitária, onde o potencial risco de contato e transmissão de doenças é maior, utilizou-se um processo analítico de combinação e priorização de variáveis aplicando como principal ferramenta o método AHP, considerando padrões demográficos, como a densidade de criações não tecnificadas e a probabilidade de ocorrência do javali, estimada através de modelos de distribuição potencial. As granjas tecnificadas se encontram distribuídas em diferentes níveis de prioridade de vigilância sanitária: considerando-se um cenário de risco neutro, onde as variáveis são igualmente priorizadas, as granjas tecnificadas foram posicionadas em nível de prioridade moderadamente alto (41,2%), alto (33%), muito alto (11%) e médio (7,9%). Considerando um cenário moderado, o nível de prioridade para a vigilância foi de médio-alto para 47% das granjas e médio para 34,8% dessas. O modelo desenvolvido pode ser utilizado com uma ferramenta para o estabelecimento de prioridades em ações do Serviço Veterinário Oficial (SVO) do estado, no âmbito das ações de vigilância do Plano Integrado de Vigilância de Doenças dos Suínos. O trabalho indica a necessidade do fortalecimento das bases de dados de ocorrência de javalis na área geográfica abrangida pelo SVO do estado, bem como da manutenção e constante atualização e ampliação dos demais Sistemas com informação geográfica acurada dos estabelecimentos de produção de suínos, tecnificadas e não tecnificadas para suprir a construção de modelos de previsão e de risco cada vez mais robustos e acurados.

TERMOS DE INDEXAÇÃO: javali asselvajado, vigilância, modelagem, gestão de risco

INTRODUÇÃO

Os javalis são membros da Família Suidae e pertencem a espécie *Sus scrofa*, onde também estão incluídos os suínos domésticos. Sendo suscetíveis as mesmas doenças que esses, essa espécie invasora tem sido responsável pela disseminação de várias enfermidades importantes na cadeia epidemiológica de enfermidades transfronteiriças (Transboundary Animal Disease - TAD) (FAO & WOA 2021, WOA 2021a,b). Sendo considerada uma das 100 mais importantes espécies invasoras (Lowe et al. 2004) tem elevado impacto na economia de países que se destacam como importantes “players” agrícolas (Beltran-Alcrudo et al. 2008, Shwif et al. 2018, Guberti et al. 2019).

A presença de populações de javalis de vida livre em um território pode contribuir potencialmente para a introdução e/ou dispersão de diversos agentes patogênicos, com impacto tanto na saúde animal (De la Torre et al. 2015, Mur et al. 2016, Bosch et al. 2017, EFSA & ECDC 2018), quanto na saúde pública (Fichi et al. 2015, Franssen et al. 2017, Rostami et al. 2017, Fredriksson-Ahomaa et al. 2022). Com isso, o papel dos javalis na cadeia epidemiológica das diferentes doenças notificadas passa a demandar ações governamentais, com a inclusão de ações de vigilância epidemiológica para enfermidades que podem afetar o mercado, a produção de suínos e de outras espécies domésticas bem como a saúde pública (BRASIL 2017a,b, Brown et al. 2019, Glow et al. 2020, Masiulis 2022).

A percepção da presença de javalis asselvajados no estado de Mato Grosso do Sul (MS) tem sido registrada desde o ano de 2007 (Deberdt & Scherer 2007) com registro em 7 municípios, expandindo-se para 46 municípios (Pedrosa et al. 2015), alcançando 65 municípios (Hegel et al. 2022). No Brasil, Hegel et al. (2022) identificaram a presença de javalis em 1152 municípios, e a frequência de registros da presença de javali é maior na região Sudeste (52,95%) seguida pela região Sul (29,43%), Nordeste (13,89%), Centro Oeste (2,95%) e Norte (0,78%).

Apesar da ocorrência de populações de javalis no Mato Grosso do Sul (BRASIL 2019b, Hegel et al. 2022), o Serviço Veterinário Oficial (SVO) não dispõe de informações atualizadas sobre os locais de ocorrência e de dados que permitam estimar tamanho populacional da espécie invasora, informações demandadas pela World Organization for Animal Health (WOAH) (WOAH 2022) para certificação e para a manutenção do estado como zona livre de Peste Suína Clássica (PSC) e para a melhor execução do Plano Integrado de Vigilância de Doenças dos Suínos (BRASIL 2021a), e Plano de Contingência de Peste Suína Africana (PSA) (BRASIL 2022).

A identificação das áreas com maior probabilidade da ocorrência dos javalis, das áreas de vulnerabilidade da suinocultura e a elaboração de mapas de risco para a definição de estratégias de vigilância a serem tomadas, são informações importantes para o Serviço Veterinário Oficial do Mato Grosso do Sul e vão colaborar com as ações do Plano Integrado de Vigilância de Doenças dos Suínos.

A suinocultura não tecnificada tem um papel importante na biossegurança de um território e o conhecimento dos fatores de risco implicados na manutenção ou alteração do status sanitário é de extrema relevância para a gestão desse risco. Quando se trata da manutenção ou disseminação da Peste Suína Africana (PSA), fatores de risco significativos relacionados a interface entre javalis e suínos domésticos são: densidade populacional nas propriedades não tecnificadas (e de baixa biossegurança), abundância de javalis ao redor da propriedade, número de focos domésticos de Peste Suína Africana em um raio de 2 km ao redor dos estabelecimentos, curta distância para casos de javalis, visitas de profissionais que trabalham em outras propriedades bem como densidade da população rural, de assentamentos rurais e de estradas secundárias (Korennoy et al. 2014, Boklund et al. 2020).

O objetivo do trabalho foi construir um modelo de risco a partir de variáveis ambientais, demográficas, de uso e ocupação do solo para o estabelecimento de áreas prioritárias para otimizar as ações de vigilância sanitária, no escopo do Plano Integrado de Vigilância de Doenças dos Suínos no estado de Mato Grosso do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo. Aquisição dos dados e área de estudo: O presente estudo abrange os 79 municípios do estado de Mato Grosso do Sul, Brasil, em uma área de 357.147,994Km² (IBGE, 2021). A aquisição dos dados se deu através das bases de dados da Agência Estadual de Defesa Sanitária Animal e Vegetal (IAGRO), do Sistema Interativo de Suporte ao Licenciamento Ambiental (SISLA), pertencente ao Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul (IMASUL) e do Sistema de Informações Geográficas do Agronegócio de Mato Grosso do Sul (SIGA-MS), uma ferramenta criada e mantida pela Associação dos Produtores de Soja de Mato Grosso do Sul (Aprosoja/MS) para monitorar as lavouras, cujas informações são constantemente atualizadas.

A denominação “javali” utilizada nesse trabalho, se refere a espécie exótica invasora javali-europeu, de nome científico *Sus scrofa*, em todas as suas formas, linhagens, raças e diferentes graus de cruzamento com o porco doméstico (BRASIL 2013).

Protocolo Analítico. A prioridade de vigilância sanitária das criações tecnificadas de suínos do Mato Grosso do Sul foi estimada através de um processo analítico que considerou o fluxograma descrito na Fig. 1. Os passos do processo foram: modelo de distribuição da espécie - MDE, (SDM, sigla em inglês de *Species Distribution Modeling*), combinação de modelos (WM, sigla em inglês de *Weighted Mean*), processo analítico hierárquico (AHP, sigla em inglês de *Analytic Hierarchical Process*), combinação ponderada de critérios (WLC, sigla em inglês de *Weighted Linear Combination*) e o resultado, prioridade de vigilância sanitária.

Modelos de distribuição de espécies são baseados na teoria do nicho (Hutchinson 1957) que requerem informações georreferenciadas da espécie e camadas geográficas de informações ambientais como entradas (Zurell 2020). A combinação de modelos é a soma dos resultados dos mesmos ponderada pela área sob a curva, medida de desempenho de problemas de classificação (Fielding & Bell 2002). Processo Analítico Hierárquico (AHP) é o processo de padronização e ponderação de critérios (Saaty 2008, Khaira & Dwivedi 2018) e a Combinação Linear Ponderada (WLC) a regra de combinação desses mesmos critérios (Malczewski & Rinner 2015). A prioridade de vigilância sanitária do javali é obtida pelo corte das probabilidades de risco obtidas da WLC em categorias de risco. A seguir descrever-se-á em detalhes cada etapa do processo analítico.

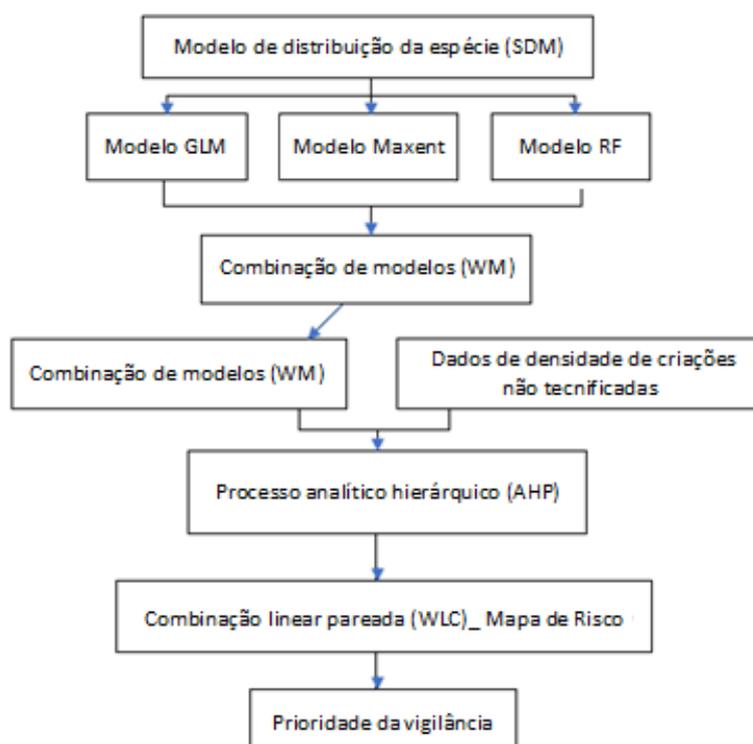


Fig.1. Processo analítico para o estabelecimento de áreas prioritárias para as ações de vigilância sanitária no escopo do Plano Integrado de Vigilância de Doenças dos Suínos no estado de Mato Grosso do Sul.

Modelos de Distribuição da Espécie. A distribuição potencial do javali/ javaporcos (*Sus scrofa*) foi estimada com o uso de Modelos de Distribuição de Espécies (MDE). Um MDE extrapola dados de distribuição de espécies no espaço e no tempo, geralmente, com base em um modelo estatístico (Franklin 2009). O objetivo de um MDE é estimar a similaridade das condições em qualquer localização com as condições de ocorrências conhecidas (em alguns casos ausências também) de uma espécie e, assim prever sua distribuição (Hijmans & Elith 2013).

Os passos para a elaboração de um MDE são: 1) preparação dos dados de ocorrência (e ausências); 2) obtenção de valores de variáveis ambientais de bases de dados espaciais; 3) estimativa da similaridade entre as localizações com ocorrências; 4) extrapolação das relações de similaridade no espaço e/ou tempo (Hijmans & Elith 2013) (Anexo 1).

Preparação dos Dados. Foram utilizados dados de ocorrência dos javalis provenientes da base de dados disponível em Rosa et al. (2020). Os dados de ocorrência dos javalis foram filtrados, para uma limpeza dos dados (Elith & Graham 2009, Elith & Leathwick 2009, Elith & Franklin 2013, Hijmans & Elith 2013, Fithian et al. 2014). Segundo três critérios: ano do registro maior que 2000, precisão do registro menor que 5000 m e espaçamento mínimo de 5 km entre registros (Fig. 2A).

Em MDE, muitas vezes é necessário que se crie pontos que representem as ausências, também conhecidos como pseudo-ausências ou dados de fundo (tradução livre de “background”). Hijmans & Elith (2013) e Fourcade et al. (2014) apontam que uma forma eficiente de diminuir vieses na estimativa de modelos de distribuição de espécies é restringir a geração de pseudo-ausências a uma fração da área de interesse. Assim, optou-se por amostrar pontos dentro de um raio de 50 km a partir de cada ponto de ocorrência, segundo a solução apresentada por Vanderwal et al. (2009) (Fig. 2B).

As pseudo-ausências geradas que extrapolavam a área de interesse do estudo (limites do estado do Mato Grosso do Sul - MS) foram excluídos (Fig. 2C), resultando em presenças e ausências restritas à área de interesse e em proporções equilibradas (Fig. 2D) de aproximadamente 1:1, 172 presenças e 149 ausências para as ocorrências e, 433 presenças e 423 ausências para registros de caça. O equilíbrio dos números de presenças e ausências foi favorável à adequada estimativa dos modelos (Fielding & Bell 2002, Radosavljevic et al. 2014).

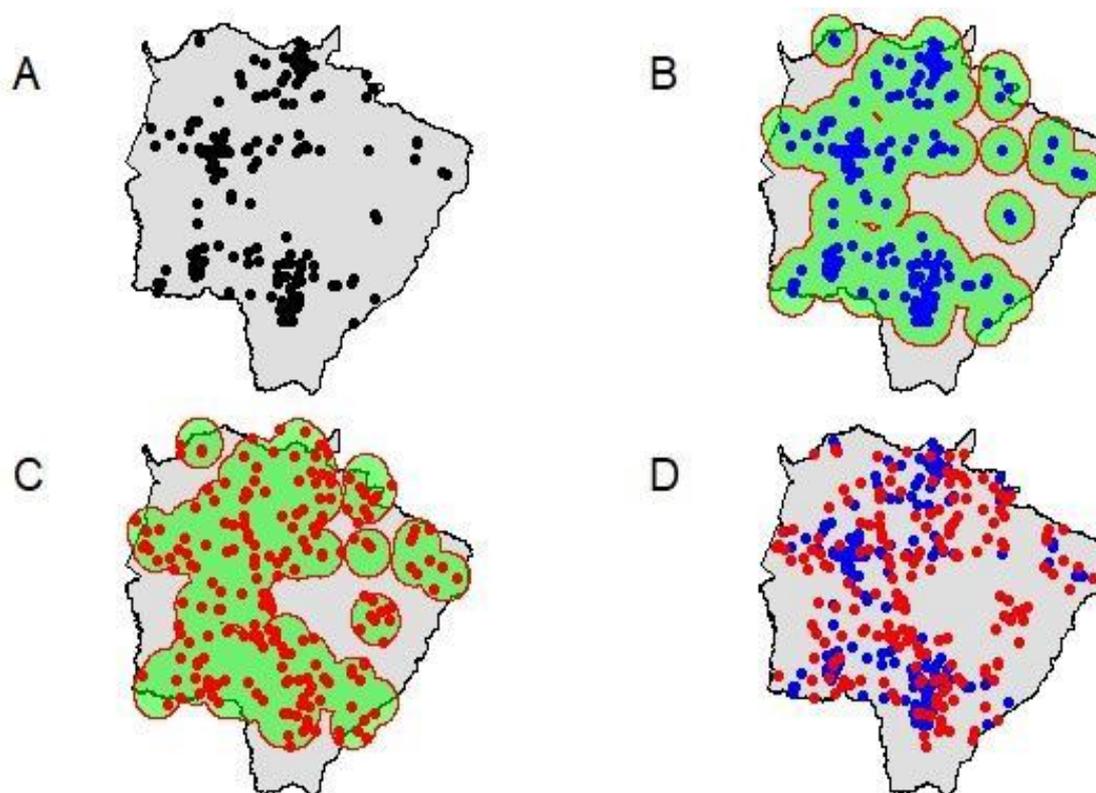


Fig. 2. Criação de ausências e filtragem das mesmas para os dados de ocorrência filtrados de javali. A – dados de ocorrência filtrados; B – Circunscrição e 50 km a partir de cada ocorrência; C – Ausências criadas nas circunscrições; D – Presenças (azul) e ausências (vermelho) filtradas para a região do estado do Mato Grosso do Sul.

Variáveis Ambientais. As variáveis de área em hectares de cada tipo de cultivo (milho, milho, sorgo e cana de açúcar), bem como de floresta plantada, floresta nativa, área úmida e água foram calculadas para cada hexágono a partir do mapa de uso e cobertura do solo para o MS, elaborado por Sinoptica (www.sinoptica.com) com apoio de APROSOJA, SEMAGRO e FUNDEMS, disponível no SIGA-MS. As camadas resultantes foram convertidas para *rasters* com 100 m de resolução (Fig. 3).

Modelos de Distribuição da Espécie

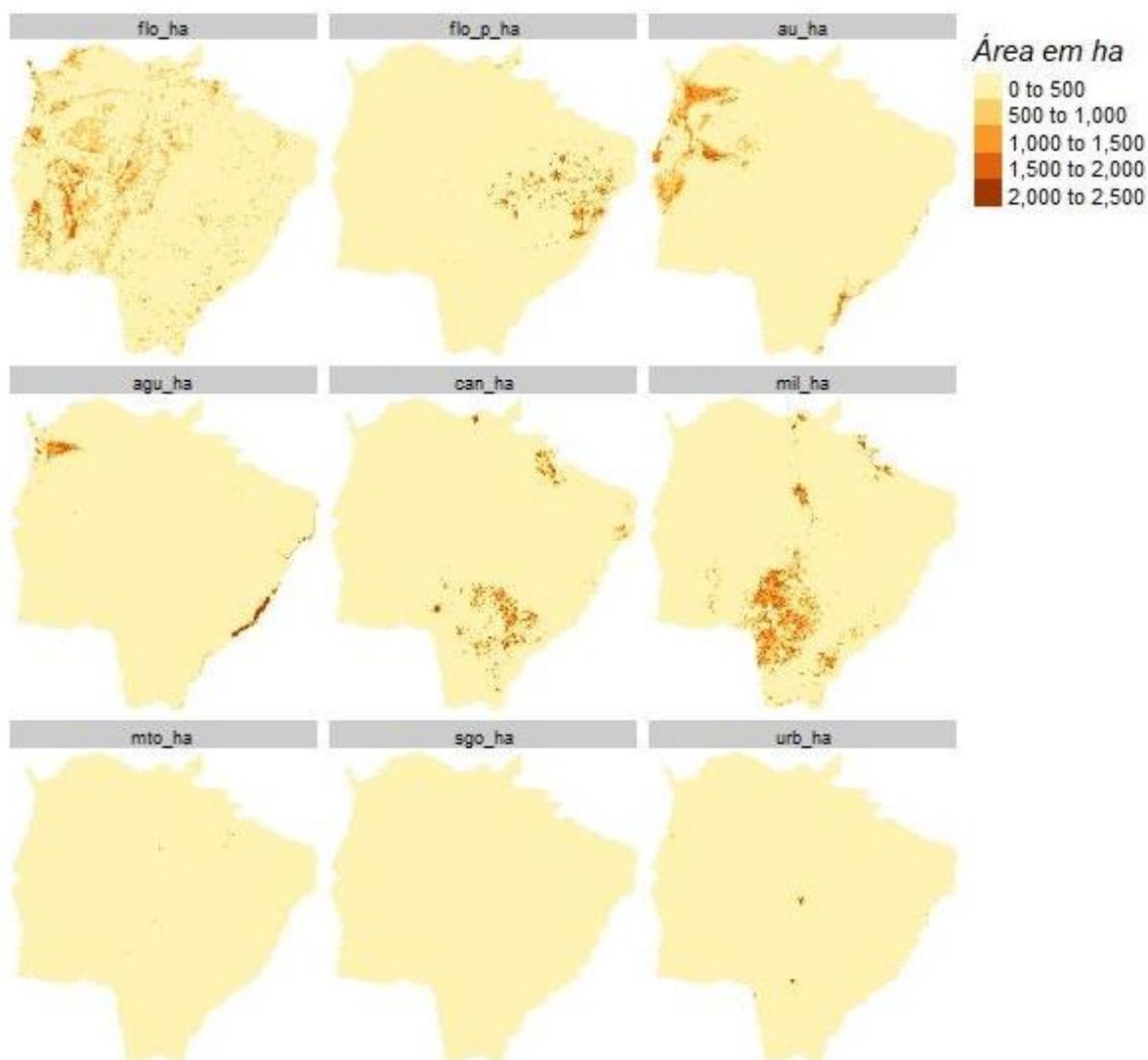


Fig. 3. Áreas em hectares de Floresta Nativa (flo_ha), Floresta Plantada (flo_p_ha), Áreas úmidas (au_ha), Água (agu_ha), Cana-de-açúcar (can_ha), Milho (mil_ha), Milheto (mto_ha), Sorgo (srg_ha) e Áreas Urbanas (urb_ha) para os hexágonos no estado do MS.

Modelos de distribuição de espécies são estimados através de uma grande variedade de algoritmos, que podem ser classificados em “perfis”, “regressões” e “aprendizado de máquina” (Franklin 2009, Hijmans & Elith 2013). Apesar das vantagens e desvantagens de cada família de modelos, análise que ultrapassa os objetivos desse trabalho, optou-se pela utilização de “regressões”, na forma de modelos lineares generalizados (GLM, na sigla em inglês) em duas etapas, uma inicial com todas as variáveis com distribuição de probabilidade dos erros binária e equação de ligação “logit” e, uma segunda etapa envolvendo as variáveis que tiveram resposta significativa na forma de um modelo Gaussiano com equação de ligação identidade (McCullagh & Nelder 1989).

Também foram utilizados dois modelos de “aprendizado de máquina”, Maxent (máxima entropia) e “floresta aleatória” (Random Forest) (Franklin 2009, Hijmans & Elith 2013). Todos os modelos foram estimados de acordo com a seguinte equação geral:

$$p.a \sim flor_ha + flor_p_ha + au_ha + ag_ha + mil_ha + mto_ha + can_ha + srg_ha$$

Onde, *p.a* são as presenças e ausências, e cada uso e cobertura está descrito acima na legenda da Fig. 3. A escolha dos algoritmos se deu pela profusão de trabalhos que utilizam esses

mesmos modelos e pela proximidade dos métodos de regressão e de aprendizado de máquina, além do fato de ambos utilizarem dados de ausência.

Avaliação dos Modelos. A avaliação do ajuste dos modelos foi realizada pela aplicação de validação cruzada (Stone 1974). De forma simples, a validação cruzada consiste em separar o conjunto de dados em duas porções, uma utilizada para a estimativa propriamente dita e outra reservada para a validação do modelo. No presente caso, foram reservados para a validação, aproximadamente 20% dos dados de presença e de ausência para as ocorrências de javali. As medidas estatísticas utilizadas para avaliar a validade dos modelos foram: o *Coefficiente de Correlação de Pearson* (Galton 1877, Pearson 1895) e a *Área Sob a Curva Característica de Operação do Receptor*, ou simplesmente, *Área Sob a Curva* (AUC, sigla em inglês) (Hanley & Mcneil 1982).

AUC é a representação gráfica do desempenho de um sistema de classificação binário à medida que varia seu limiar de discriminação. Obtém-se pela representação gráfica da razão de positivos verdadeiros contra a razão de falsos-positivos. Em dados não enviesados, um alto índice de AUC indica que locais com altos valores favoráveis preditos tendem a ser áreas onde a presença da espécie é conhecida, ao passo que áreas com baixos valores tendem a ser áreas de ausência ou pontos aleatórios. Um índice de AUC de 0,5 significa que o modelo é equivalente a um palpite aleatório (Hijmans & Elith 2013).

Combinação dos Modelos. Thuiller (2003) sugere a combinação de vários modelos na forma de uma média, ao invés de uma escolha do melhor modelo. Foram considerado o protocolo recomendado por Hijmans & Elith (2013) de atribuir um peso a cada modelo e realizar uma média ponderada dos mesmos. Esse procedimento consiste em utilizar o valor de AUC do modelo, decrescido de 0,5, a fim de eliminar o efeito dos resíduos e elevado ao quadrado para atribuir maior peso aos modelos com melhor ajuste:

$$MP = \frac{\sum (Modelo_i * (AUC_i - 0,5)^2)}{n}$$

Onde, MP é a média ponderada dos modelos, $Modelo_i$ é cada modelo ajustado, AUC_i é o valor de AUC de cada modelo e n é número total de modelos.

Processo Analítico Hierárquico. O Processo Analítico Hierárquico (AHP) consiste na derivação de proporções de escala de comparações pareadas em estruturas hierárquicas com múltiplos níveis (Saaty 1980, Saaty & Alexander 1989) que mede o afastamento da consistência e, a dependência interna e entre grupos de elementos em uma estrutura (Saaty & Vargas 2001). Os princípios subjacentes a esse método são: decomposição, julgamento comparativo e, síntese de prioridades (Malczewski & Rinner 2015).

O princípio da decomposição refere-se à partição do problema que captura seus elementos essenciais. A comparação pareada dos elementos, em uma dada hierarquia da estrutura, consiste no cerne da AHP e compreende o princípio do julgamento comparativo. O terceiro princípio, síntese das prioridades, refere-se à combinação de proporções de escala através de níveis hierárquicos para construir um conjunto de prioridades no nível mais baixo, as alternativas (Malczewski & Rinner 2015).

O AHP foi aplicado em quatro passos (Saaty 2005):

1. Definição do problema;
2. Estruturação do critério em hierarquias (princípio da decomposição);
3. Construção das matrizes de comparação pareada (princípio do julgamento comparativo);
4. Atribuição de pesos aos critérios para obter os graus hierárquicos de importância (princípio da síntese de prioridades).

Definição do Problema. O problema foi definido como Prioridade de Vigilância ou Risco Epidemiológico. O risco refere-se à transmissão de Peste Suína Clássica (PSC) ou Peste Suína Africana (PSA) de javalis e javaporcos aos suínos domésticos de criações tecnificadas e não tecnificadas. (Fig. 4).

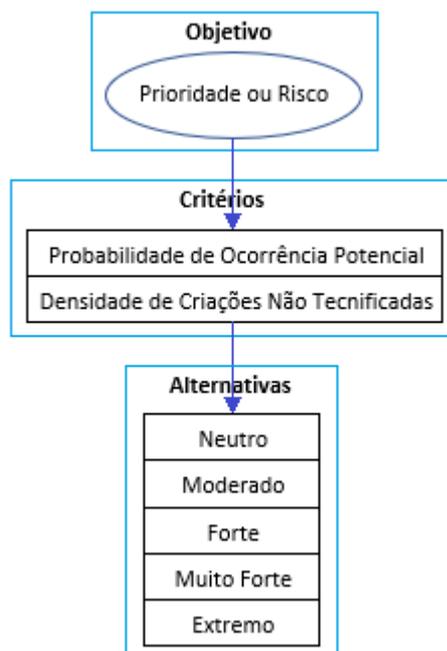


Fig. 4. Passos da AHP aplicada a esse estudo.

Critérios. Os critérios adotados na decomposição do problema foram:

- A Probabilidade de ocorrência potencial (dados de ocorrência);
- Densidade de criações não tecnificadas.

A probabilidade de ocorrência derivou dos mapas gerados pelos Modelos de Distribuição de Espécie (Fig. 5), enquanto a densidade de criatórios de subsistência resultou da padronização para uma escala entre zero e um dos valores da interpolação pelo método de Kernel quártico (bivariado), com um raio de busca de 5000 m (Gandhi 2021) das localizações de criatórios de subsistência de suínos no estado de MS (dados restritos, atualizados em 2021, fornecidos pelo IAGRO-MS) (Fig. 6).

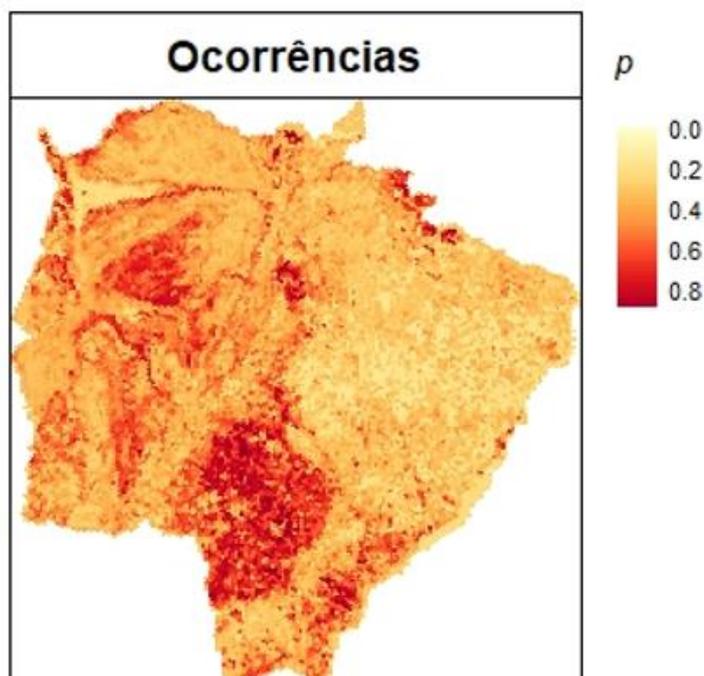


Fig. 5. Probabilidades de ocorrência potencial de javalis baseadas em ocorrências (Rosa et al. 2020).

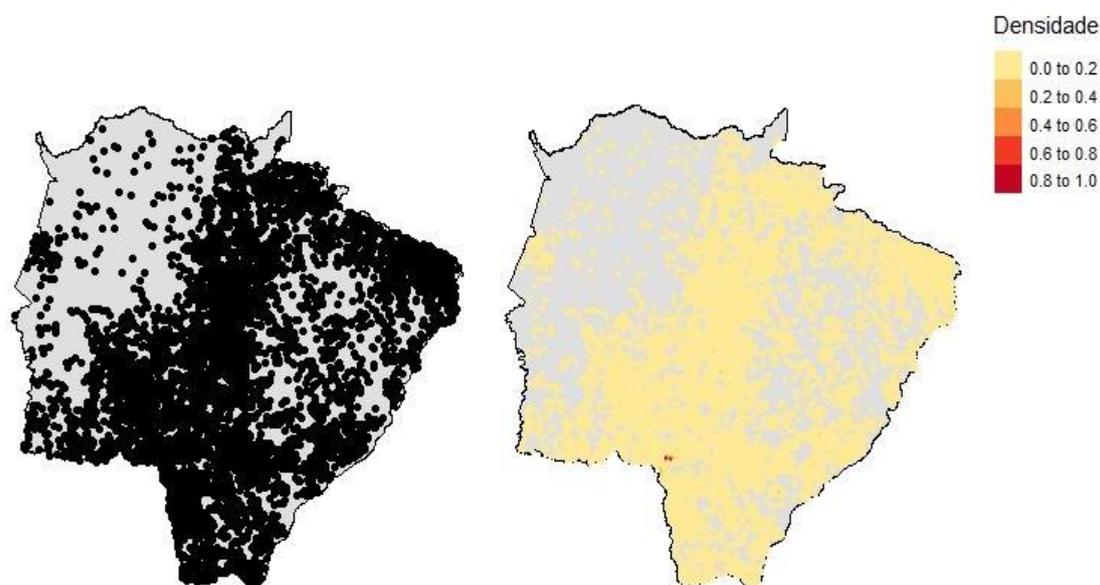


Fig. 6. Criatórios de subsistência de suínos no estado do Mato Grosso do Sul. (Fig. à esquerda) e valores padronizados da densidade de criatórios de subsistência em raio de 5 km, a partir de kernel quártico. (Fig. à direita). (IAGRO 2022).

Comparação Pareada. A comparação pareada dos critérios a fim de elaborar alternativas foi realizada pela atribuição de valores em matrizes retangulares, com triângulos recíprocos, segundo a escala de Saaty (Saaty 1980) (Tabela 1). Foram construídas cinco alternativas: 1. Neutra, 2. Moderada, 3. Forte, 4. Muito Forte e 5. Extrema (Anexo 1).

Os protocolos da elaboração das matrizes de comparação pareada, atribuição dos pesos, **Índice de Consistência (CI)**, **Razão de Consistência (CR)**, **Combinação Linear Ponderada para o Cálculo de Prioridades** estão descritos no Anexo 1.

Tabela 1. Escala de importância relativa para comparações pareadas entre critérios de priorização (adaptado de Saaty (1980)).

Escala	Avaliação	Reciprocidade	Descrição
Mesma Importância	1	1	Ambos os critérios contribuem igualmente ao objetivo.
Importância Moderada	3	1/3	Análise, experiência e julgamento favorecem levemente um critério em comparação ao outro, sendo um levemente mais importante que o outro.
Importância Essencial ou Forte	5	1/5	Um critério é predominante e mais crítico que o outro.
Importância Muito Forte	7	1/7	Um critério é fortemente mais importante que o outro e pode ser demonstrado na prática.
Extremamente Mais Importante	9	1/9	Um critério é predominante sobre os outros com um alto grau de certeza.

Cálculo de Prioridades. A aplicação de *WLC* para as alternativas selecionadas resultou em prioridades em um intervalo entre 0 e 1 em cada *pixel* de 100m de resolução. Esses valores foram reclassificados em níveis de prioridade pela regra seguinte:

$0 \rightarrow 0,2 \Rightarrow 0$: *MuitoBaixa*

$0,2 \rightarrow 0,4 \Rightarrow 1$: *Baixa*

$0,4 \rightarrow 0,6 \Rightarrow 1$: *Média*

$0,6 \rightarrow 0,8 \Rightarrow 1: Alta$

$0,8 \rightarrow 1 \Rightarrow 1: MuitoAlta$

RESULTADOS

Modelos de Distribuição de Espécies Ocorrências

Modelo Linear Generalizado (GLM)

Na primeira etapa da estimativa por GLM, onde foram incluídas todas as variáveis em um modelo com distribuição de probabilidade dos erros binária e equação de ligação "logit", constatou-se que houve resposta significativa das variáveis área de floresta nativa em hectares (flo_ha) ($\beta = 0,0012 \pm 0,0005$, $p = 0,0127$) área de milho em hectares (mil_ha) e ($\beta = 0,0016 \pm 0,0003$, $p < 0,0001$) (Fig. 7). A partir desse resultado, realizou-se uma estimativa na forma de um modelo Gaussiano com equação de ligação identidade utilizando apenas as variáveis área de floresta nativa em hectares (flo_ha) ($\beta = 0,0003 \pm 0,0001$, $p = 0,0032$) área de milho em hectares (mil_ha) e ($\beta = 0,0003 \pm 0,00005$, $p < 0,0001$) (Fig. 8). A avaliação do modelo Gaussiano revelou um índice de correlação de 0,2691 e AUC de 0,6633. A extrapolação das probabilidades de ocorrência de javalis para as camadas matriciais de área em hectares de floresta nativa e milho, com base nos coeficientes das estimativas do modelo gaussiano resultou no mapa temático mostrado na Fig. 9.

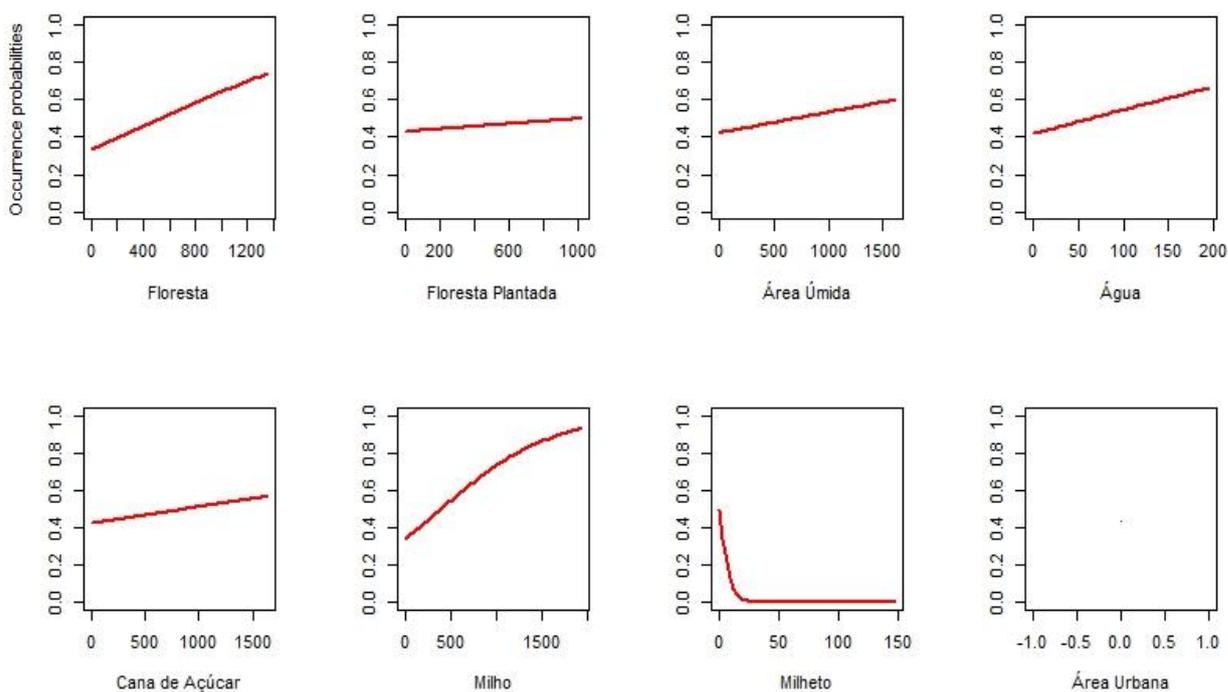


Fig. 7. Resposta das variáveis no modelo binomial (GLM).

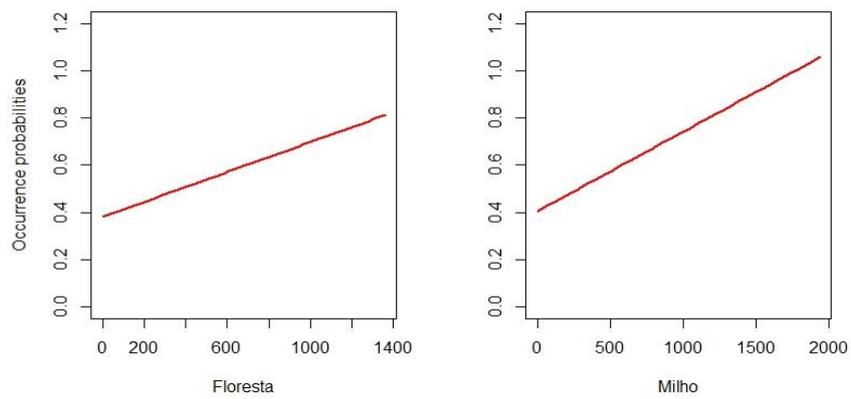


Fig. 8. Respostas das variáveis no modelo Gaussiano (GLM).

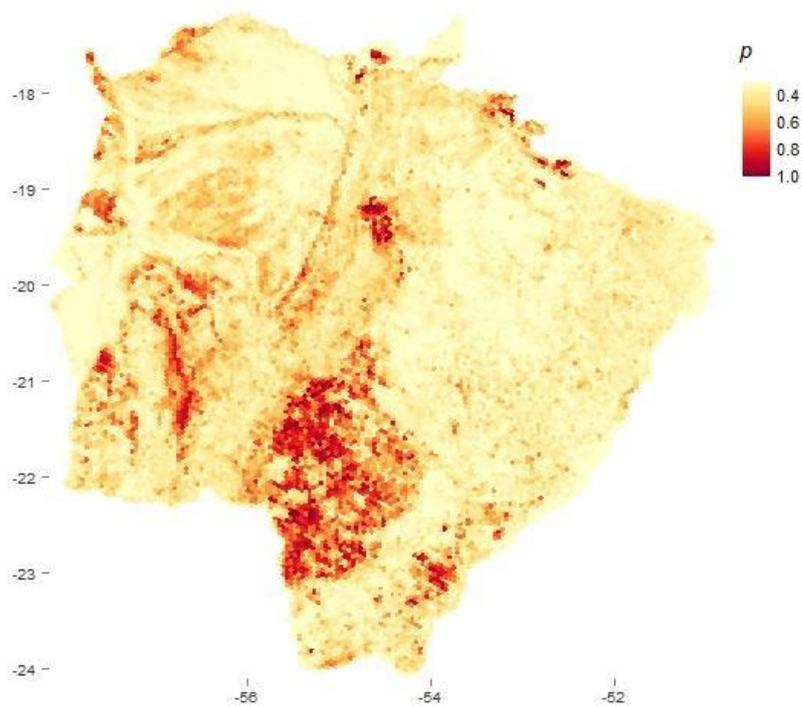


Fig. 9. Extrapolação das estimativas de probabilidades de ocorrência de javalis para área em hectares de floresta nativa e milho com base no modelo linear generalizado Gaussiano.

Maxent

O modelo de máxima entropia para as ocorrências de javalis teve AUC de 0,684 e índice de correlação de 0,3113. A porcentagem de contribuição das variáveis foi estimada em 50,7% para a área de milho, 15,4% para a área de floresta plantada, 11,37% para floresta nativa, 10,9% para água e 7,8% para áreas úmidas, as demais variáveis tiveram contribuições menores como mostra a Fig. 10. A resposta de cada variável e os respectivos valores de probabilidade de ocorrência preditos podem ser vistos na Fig. 11. A extrapolação das probabilidades de ocorrência de javalis para variáveis, com base nas estimativas do modelo de máxima entropia resultou no mapa mostrado na Fig. 12.

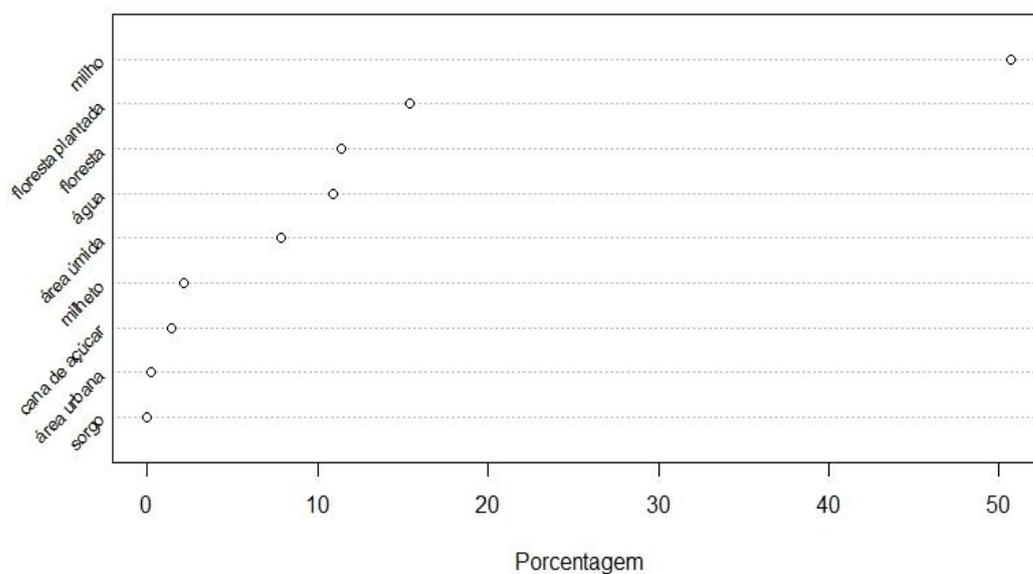


Fig. 10. Porcentagem de contribuição de cada variável ao modelo de máxima entropia para as ocorrências de javali.

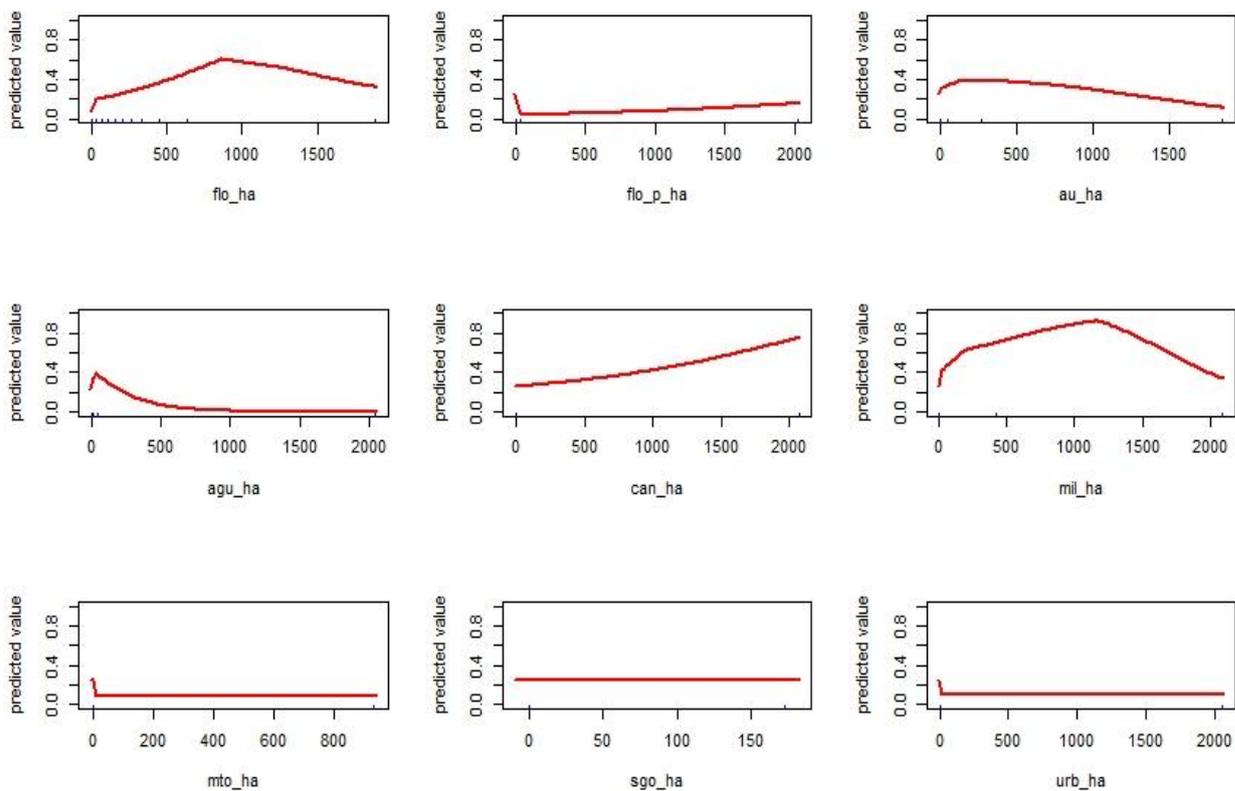


Fig. 11. Resposta de cada variável do modelo de máxima entropia e respectivos valores preditos para a probabilidade de ocorrência de javalis.

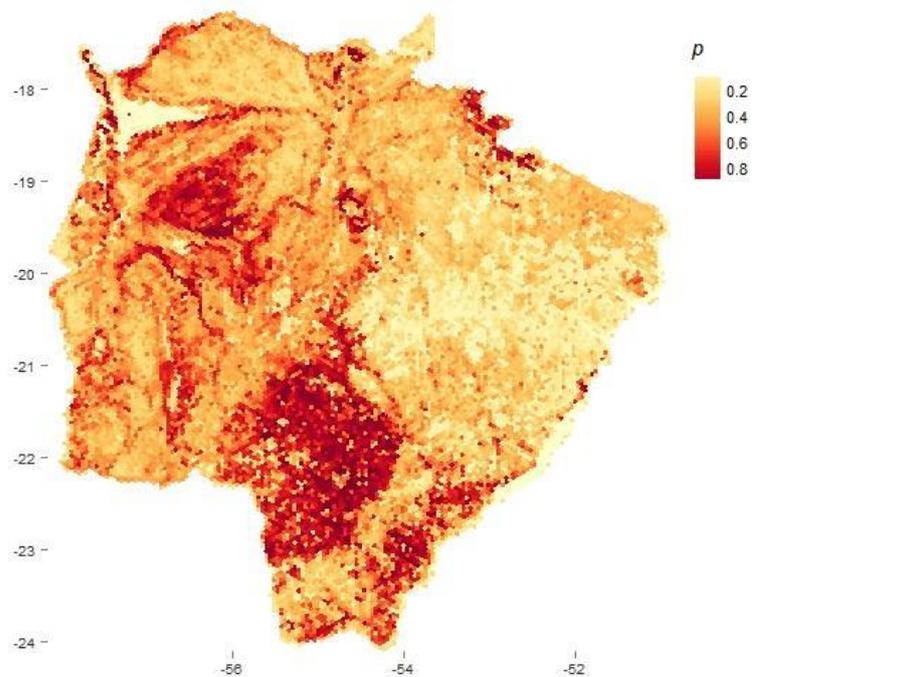


Fig. 12. Extrapolação das estimativas de probabilidades de ocorrência de javalis as variáveis ambientais com base no modelo de máxima entropia.

Floresta Aleatória

O modelo de floresta aleatória para as ocorrências de javalis teve AUC de 0,6713 e índice de correlação de 0,336. A porcentagem de contribuição das variáveis foi estimada em 10,47% para a área de floresta nativa, 9,5% para a área de milho, 9% para água, 6,21% para áreas úmidas e 3,7% para floresta plantada, as demais variáveis tiveram contribuições menores como. A resposta de cada variável e os respectivos valores de probabilidade de ocorrência preditos podem ser vistos na Fig. 13. A extrapolação das probabilidades de ocorrência de javalis para variáveis, com base nas estimativas do modelo de floresta aleatória resultou no mapa mostrado na Fig. 14.

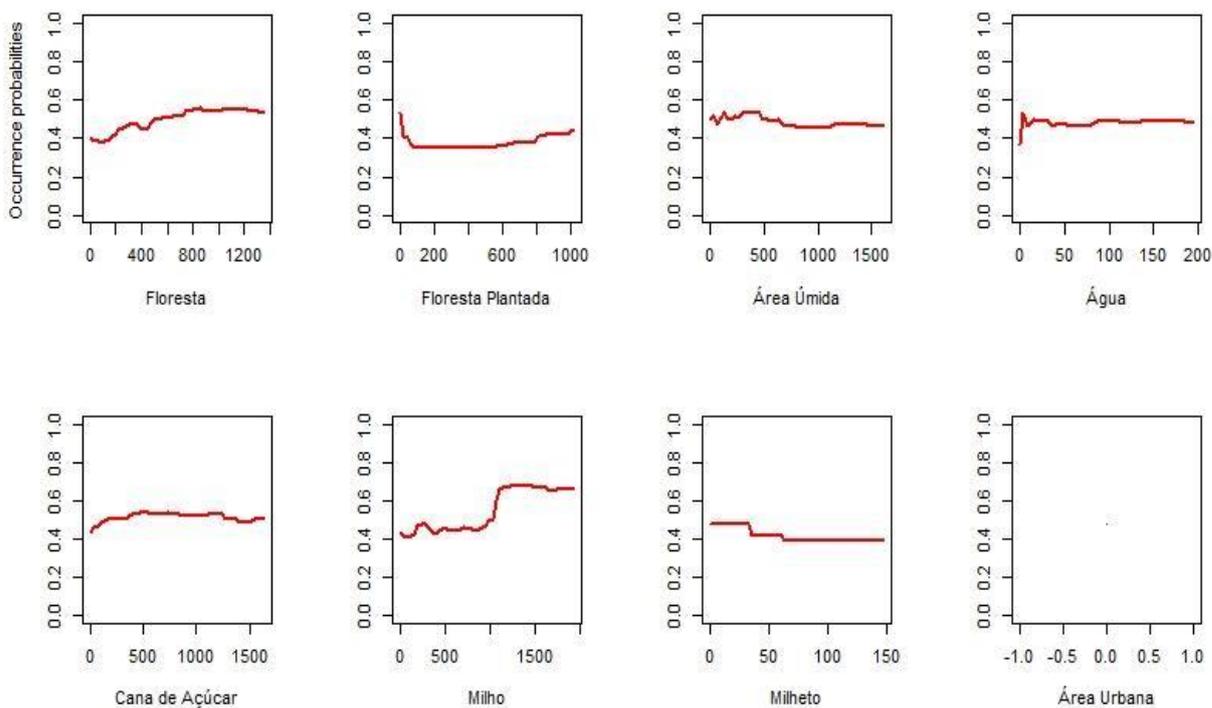


Fig. 13. Resposta de cada variável do modelo de floresta aleatória e respectivos valores preditos para a probabilidade de ocorrência de javalis.

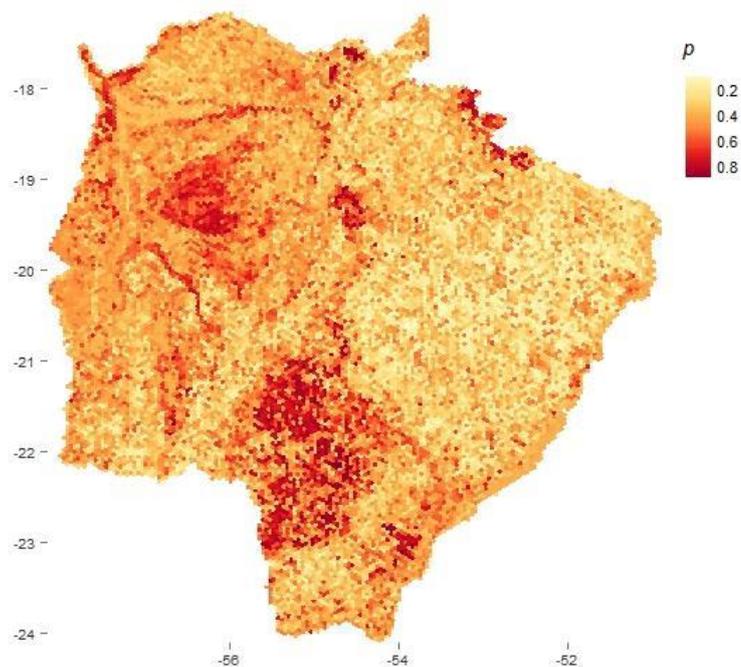


Fig. 14. Extrapolação das estimativas de probabilidades de ocorrência de javalis as variáveis ambientais com base no modelo de floresta aleatória.

Combinação dos Modelos

A combinação dos modelos de distribuição da espécie com dados de ocorrência através da média ponderada pelos valores de AUC resultou no mapa temático apresentado na Fig. 15.

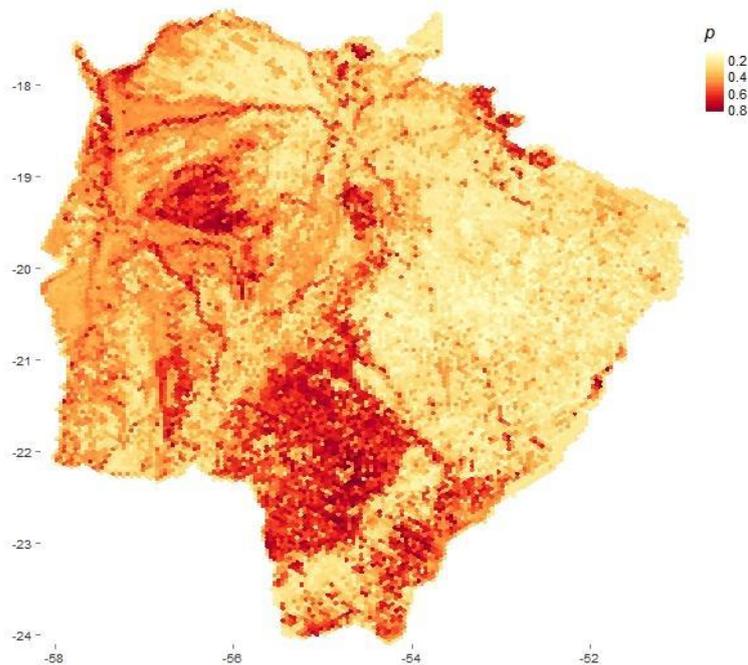


Fig. 15. Média ponderada pelos valores de AUC dos modelos GLM, Maxent e Random Forest das ocorrências de javalis.

Prioridades de Vigilância Sanitária

Processo Analítico Hierárquico

Os pesos atribuídos aos dois critérios, a partir das matrizes de comparação pareada, nas cinco alternativas de relação de importância (a saber: Neutra, Moderada, Forte, Muito Forte e Extrema) entre os critérios (Probabilidade de Ocorrência e Densidade de Criatórios de Subsistência) são mostrados na Tabela 2.

Tabela 2. Pesos atribuídos aos critérios nos diferentes cenários.

Critério	Neutro	Moderado	Forte	Muito Forte	Extremo
Ocorrência	0,5	0,75	0,833	0,875	0,9
Subsistência	0,5	0,25	0,166	0,125	0,1

A avaliação das alternativas segundo o Índice de Consistência (CI) e a Razão de Consistência (CR) resultou na escolha das alternativas Neutra (CI = 0 e CR = 0) e Moderada (CI = 0,6 e CR = 0,74). A Tabela 3 mostra os valores de Autovetor Máximo (λ_{\max}), CI e CR para todas as alternativas.

Tabela 3. Autovetor Máximo (λ_{\max}), Índice de Consistência (CI) e Razão de Consistência (CR) para as alternativas.

Modelo	λ_{\max}	CI	CR
Neutro	2,000	0,000	0,000
Moderado	2,667	0,667	0,741
Forte	3,600	1,600	1,778
Muito Forte	4,571	2,571	2,857
Extremo	5,556	3,556	3,951

A partir dos pesos atribuídos para os critérios foram estimadas probabilidades de risco para as áreas de interesse. Essas probabilidades podem ser vistas na Fig. 16. Probabilidades de risco com base nos critérios de Probabilidade de Ocorrência e de Densidade de Criatórios de Subsistência para ocorrência de javalis.

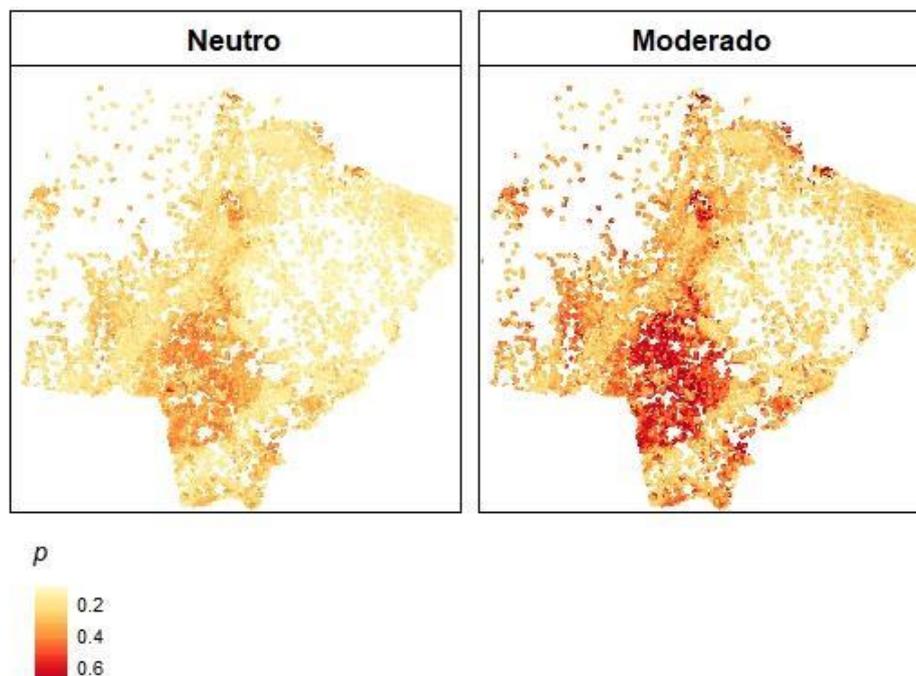


Fig. 16. Probabilidades de risco com base nos critérios de Probabilidade de Ocorrência e de Densidade de Criatórios de Subsistência.

Cálculo das Prioridades

A reclassificação das probabilidades de risco em prioridades de vigilância sanitária resultou nos mapas a seguir, para as alternativas Neutro e Moderado, para os dados de ocorrência de javalis Fig. 17.

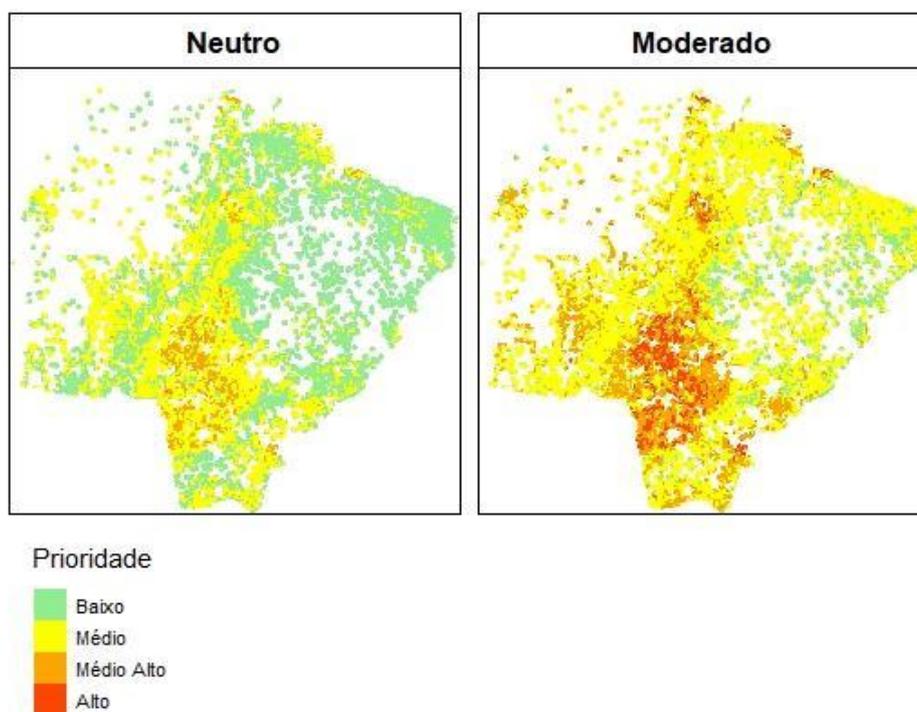


Fig. 17. Prioridades de Vigilância Sanitária de acordo com a probabilidade de ocorrência de javalis para as alternativas neutra e moderada.

As criações tecnificadas encontram-se distribuídas em diferentes níveis de prioridade de vigilância sanitária, em relação a ocorrência de javalis, conforme os cenários, neutro e moderado (Fig. 18).

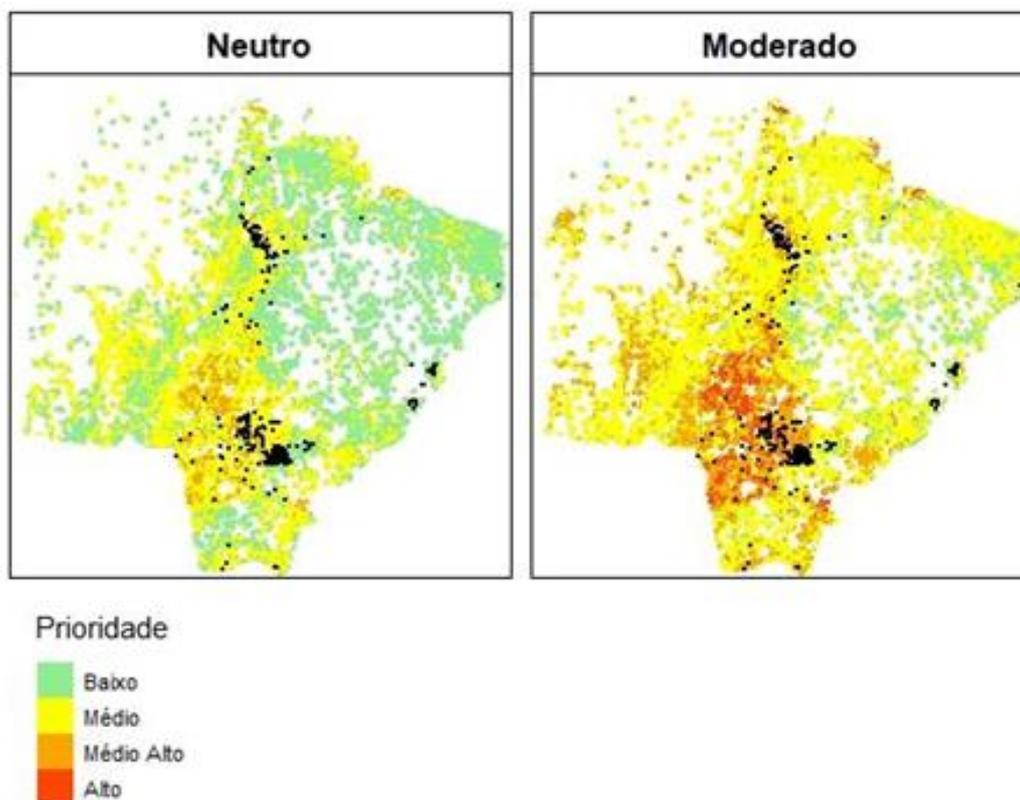


Fig. 18. Cenário segundo as ocorrências de javalis (os pontos representam as criações tecnificadas).

O número de criações por nível de prioridade para cada alternativa segundo cada cenário, neutro ou moderado pode ser observado na Fig. 19.

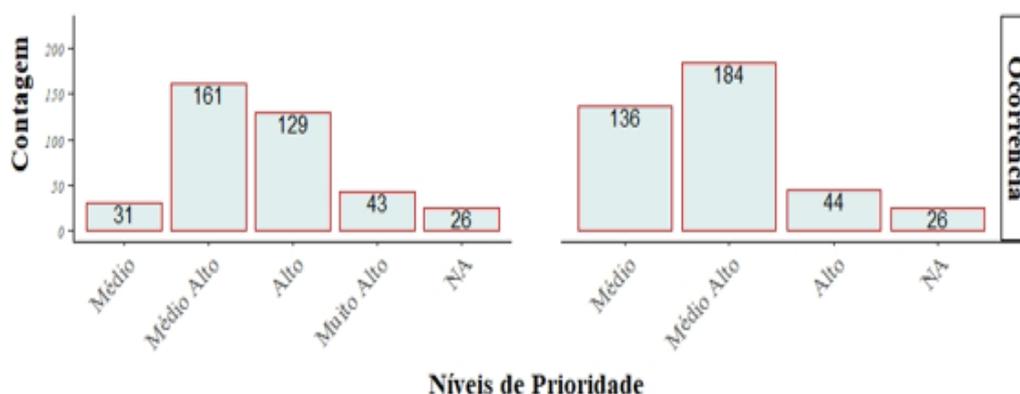


Fig. 19. Número de criações tecnificadas segundo nível de prioridade, alternativa e cenário. A imagem à esquerda é referente ao mapa de risco no cenário neutro.

A imagem à direita é referente ao mapa de risco do cenário moderado e a esquerda o modelo neutro. Considerando um modelo neutro, 74% das granjas estão localizadas em regiões de risco médio alto e alto, sendo 41,2% das granjas em risco médio alto e 33% em risco alto. Considerando o modelo do cenário moderado 81,9% das granjas estão nas classes de risco de moderado e moderado alto, sendo 34,8 % na classe de médio risco e 47,1% na classe de risco médio alto.

DISCUSSÃO

Os modelos de distribuição de espécies são criados a partir de técnicas de modelagem que relacionam o registro de ocorrência de uma espécie com um conjunto de preditores ambientais para encontrar ambientes adequados, favoráveis à sua manutenção. Os resultados são probabilidades de presença ou ausência da espécie e área projetada, representa a sua distribuição potencial, baseada nos seus preditores ambientais (Guisan & Thuiller 2005).

Para o Plano Integrado de Vigilância de Doenças dos Suínos (BRASIL 2021a), modelos de risco são de ampla utilidade para otimizar a vigilância epidemiológica das doenças alvo, podendo servir de base para o estabelecimento de estratégia semelhante nos outros estados do Brasil, dependendo da existência de bases de dados robustas que disponibilizem informações para a identificação dos preditores ambientais adequados e dados georreferenciados de presença das populações de javali.

O mapa temático (Fig. 17) prioriza a vigilância sanitária de acordo com variáveis relacionadas a biologia da espécie, como a disponibilidade áreas de cultivo de grãos, relacionadas a oferta de alimentos (milho, milheto, sorgo e cana de açúcar), áreas de floresta natural, áreas de floresta plantada, área úmida e água, variáveis já consideradas anteriormente como adequadas para a modelagem da espécie (Bosch et al. 2014, Moreira 2018, Braz et al. 2019). Os resultados indicaram que as regiões com maior probabilidade de ocorrência dos javalis se sobrepõe territorialmente as áreas produtoras de suínos e grãos no estado de Mato Grosso do Sul, o que tem sido demonstrado em outros locais (Bosch et al. 2014) onde categorias de adequabilidade ambiental baseadas em variáveis relacionadas a presença de recursos alimentares e abrigo estão correlacionadas a densidade de populações de javalis.

Identificar as áreas do Mato Grosso do Sul que oferecem maior adequabilidade ambiental para a ocorrência de javalis, considerando simultaneamente a relevância das atividades agropecuárias para a economia do estado é fundamental para otimizar estratégias de vigilâncias e ações de educação sanitária visando o controle da espécie invasora e uma adequada gestão do seu risco.

As propriedades não tecnificadas do estado estão distribuídas por todo território, com maior concentração nas regiões onde estão presentes também as criações tecnificadas, lavouras e áreas com probabilidade de ocorrência dos javalis. Essas propriedades não tecnificadas representam um fator de risco considerável, devido a sua biossegurança insuficiente ou inexistente (EFSA et al. 2018, IAGRO 2022) associada e a presença de populações de javali em seu entorno (Fig. 18) e culturas agrícolas atrativas para a espécie invasora (Fig. 9) (Boklund et al. 2020)

A região Centro-Sul e a região Norte de Mato Grosso do Sul concentram as maiores indústrias de abate de suínos, em São Gabriel do Oeste e em Dourados. Essas regiões são importantes produtoras de grãos e produtoras de suínos em sistema criação tecnificada, possuindo também densidade significativa de criações não tecnificadas ou de quintal (Fig. 6) (IAGRO, 2022). O estado também possui uma extensa área de fronteira, fazendo divisa internacional com Paraguai e Bolívia, importantes como risco epidemiológico (Moreira et al. 2018).

A vigilância passiva para a PSA nas populações de javalis é conduzida não só pelo Serviço Veterinário Oficial, mas também com auxílio de produtores rurais, manejadores, sendo essa abordagem considerada primordial para a prevenção, controle e erradicação de doenças e constitui no monitoramento de pelo menos 10% das carcaças encontradas no campo (Chenais et al. 2019, Gervasi et al. 2019, Guberti et al. 2019, Jori et al. 2020).

Beltrán-Alcrudo et al. (2018) evidenciaram a importância da integração dos diferentes atores que participam da cadeia produtiva para o fortalecimento da vigilância em um território ou país; assim, é recomendável que sejam estimuladas as ações de educação sanitárias baseadas no conhecimento da realidade sócio cultural dos atores envolvidos, visando melhorar a sensibilidade da vigilância passiva para a presença do javali no ambiente de produção e a percepção sobre a importância da biossegurança como barreira a intrusão da espécie invasora.

As ações previstas no Plano Integrado (BRASIL 2021a) está orientada para a vigilância, como estratégia de prevenção a entrada de enfermidades nos rebanhos. Considerando que os aspectos sociais e antrópicos são fatores de risco de grande peso na introdução e/ou manutenção de enfermidades nos rebanhos, o engajamento e participação dos diferentes atores da cadeia nas ações de vigilância passiva, práticas de biossegurança e adoção das medidas de biossegurança são fatores de prevenção. O acesso não restrito as instalações dos animais, o contato dos animais com fômites e alimentos que entram na granja através de atividades humanas, demonstram a

importância da conscientização de todos os participantes da cadeia (Bech-Nielsen et al. 1995, Brown & Bevins 2018).

Em conjunto com o mapeamento da densidade populacional, estudos de longo prazo devem ser realizados para avaliar dinâmicas de contato, ecologia de movimento baseada no habitat e sazonalidade da carne suína selvagem (Brown & Bevins 2018). O conhecimento da distribuição e da densidade populacional dos suínos asselvajados deve ser reportados como parte da manutenção de certificação livre de PSC (WOAH 2018a,b). O conhecimento de estruturas sociais, dispersão e densidades populacionais são fundamentais para compreensão de epidemias (Kramer-Schadt et al. 2007). As principais fontes de surtos de PSC na Europa foram os javalis infectados, a lavagem utilizada como alimentação sem o devido tratamento térmico, e caminhões de transporte de rebanhos contaminados (Fritzmeier et al. 2000).

Como o Mato Grosso do Sul é livre de PSC e PSA, o presente trabalho aponta uma oportunidade para que o SVO estabeleça estratégias para o monitoramento das populações de suínos asselvajados por meio da coleta de dados complementares aproveitando bases de dados já existentes (BRASIL 2019a). Hoje existe o SIMAF, base de dados do Instituto Brasileiro dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) para inclusão dos dados observados por agentes de manejo dos javalis, porém, os dados inseridos correspondem a localização da propriedade, para o SVO o interessante é saber a localização do animal, ter a coordenada geográfica do ponto onde foi encontrado o javali.

A invasão do javali pode ser favorecida pelas criações não tecnificadas que, pela ausência de infraestrutura de biosseguridade favorecem a intrusão do javali, com a ocorrência de cruzamentos indesejados (Braz et al. 2019) aumentando a população de javaporcos em vida livre. Além disso sua invasão também é favorecida por fatores antrópicos, seja através do fornecimento de alimentação suplementar ou por movimentos de translocação por caçadores para práticas de caça em outros locais (BRASIL 2019b, IASTATE 2020, Oliveira et al. 2020, Jori et al. 2021 apud Iacolina et al. 2021). As criações não tecnificadas existem em grande número e estão amplamente distribuídas pelo Brasil, embora nem todos os estados possuem base de dados georreferenciadas, o que se configura em um fator limitante para o estabelecimento de estratégias de vigilância baseadas em risco.

As criações tecnificadas demandam diferentes níveis de prioridade para as ações da vigilância sanitária. Esses níveis de prioridade são definidos conforme a presença de javalis nas proximidades da área da granja, a presença de criações não tecnificadas e de áreas plantadas. A maioria das criações tecnificadas do estado está localizada em áreas com probabilidade de ocorrência de javalis. Essas propriedades possuem diversos graus de risco, sendo fundamental para a prevenção de entrada de doenças nessas instalações a adoção e manutenção de protocolos de biosseguridade. Devido à localização de granjas não tecnificadas, de áreas de lavouras e da probabilidade de ocorrência de javalis no entorno dessas criações tecnificadas, essas propriedades devem seguir rigorosamente os protocolos estabelecidos.

A implantação de protocolos de biosseguridade previne a entrada de patógenos (Bellini et al. 2016). Uma pesquisa desenvolvida para verificar a implantação de medidas de biosseguridade em criações da Europa, demonstraram que as produções com destinação comercial utilizam medidas de biosseguridade, porém o risco é elevado para criações não comerciais e unidades de subsistência que praticam comércio local irregular (Bellini et al. 2016, Bellini 2018).

As medidas de biosseguridade são normalmente padronizadas para as explorações tecnificadas, porém ausentes em sistemas não tecnificados, seja de comércio local ou de subsistência (BRASIL 2021a). Alguns princípios básicos da biosseguridade se aplicam a todos os sistemas agrícolas e a todas as doenças. No entanto, para melhor atender às medidas preventivas e de controle, as principais medidas práticas de biosseguridade precisam ser adaptadas à doença-alvo e aos sistemas agrícolas em que devem ser implementadas, como no caso do estado de Mato Grosso do Sul onde a Portaria IAGRO No 1077, de 21 de outubro de 2021 prevê medidas específicas de biosseguridade para impedir a intrusão do javali nas criações tecnificadas (IAGRO 2021).

A avaliação de risco e a modelagem têm sido utilizadas para identificar rotas para a incursão de Peste Suína Africana em alguns países da União Europeia e estabelecer ações de controle e prevenção (Lombardini et al. 2017), assim como estudos sobre os tipos de propriedades existentes numa região, fazendo a análise para projetar essas informações (Brown & Bevins 2018, Boklund et al. 2020).

O trabalho indica a necessidade de um monitoramento das populações de javalis de vida livre no estado como parte da estratégia de gestão do risco de entrada da Peste Suína Africana, bem como das demais enfermidades alvo do Plano Integrado de Doenças dos Suínos no território do

Mato Grosso do Sul. Como o estado é considerado área livre de Peste Suína Clássica e de Peste Suína Africana, a vigilância passiva é fundamental para a detecção precoce em regiões onde a doença não está ocorrendo. Nesse sentido, o mapa de risco produzido no trabalho servirá não só como uma ferramenta para apoiar a gestão de risco, mas também para fortalecer a comunicação e o engajamento dos diferentes atores da cadeia da suinocultura, considerando a sua fundamental importância nesse processo.

CONCLUSÃO

O modelo de risco baseado em variáveis demográficas e ambientais relacionadas à suinocultura e a ocorrência e distribuição de populações de suídeos asselvajados deverá subsidiar as estratégias de operacionalização das ações do Plano Integrado de Vigilância de Doenças dos Suínos, bem como do Plano de Contingência para a Peste Suína Clássica, permitindo otimizar as ações de vigilância no estado de Mato Grosso do Sul, com a concentração das ações nas principais áreas de risco sanitário.

O modelo é dinâmico e deverá ser atualizado continuamente para o planejamento das atividades do SVO, avaliando-se outras bases de dados oficiais, a exemplo do SIMAF, cuja gestão é realizada pelo IBAMA.

É recomendado ao SVO a criação de uma base de dados, com registros de ocorrência e localização das populações de javali, a serem incluídos na vigilância, otimizando sistemas já existentes, como o e-Saniagro, ou o cadastro anual da área de plantio de soja, visto a forte associação da presença de javalis em áreas de plantio de grãos (milho) e florestas, no estado. Adicionalmente, ações como o monitoramento contínuo das condições de biossegurança das propriedades tecnificadas e o diagnóstico do possível contato das criações não tecnificadas com o javali devem ser sistematicamente empreendidas, visto serem pontos críticos que poderão potencializar o risco sanitário para a suinocultura do estado.

Os resultados desse trabalho deverão ser apropriados pelo SVO, como ferramenta de políticas públicas, não só para a gestão do risco epidemiológico para doenças alvo do Plano Integrado de Vigilância de Doenças dos Suínos, mas também permitindo otimizar estratégias de comunicação e educação sanitária, para os vários atores relacionados a cadeia produtiva da suinocultura no estado de Mato Grosso do Sul.

Agradecimentos. Este estudo teve o apoio da Agência Estadual de Defesa Sanitária Animal e Vegetal (IAGRO), do Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul (IMASUL) e da Associação dos Produtores de Soja de Mato Grosso do Sul (APROSOJA).

REFERÊNCIAS

- Bech-Nielsen, S., Fernandez, J., Martinez-Pereda, F., Espinosa, J., Perez Bonilla, Q. & Sanchez-Vizcaino, J.M. 1995. A case study of an outbreak of African swine fever in Spain. *British Veterinary Journal*, 151(2):203-214. DOI:10.1016/s0007-1935(95)80012-3 <PMID: 8920116> <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8920116/>>
- Bellini S. 2018. Application of biosecurity in different production systems at individual, country and regional levels. *Thèmes Techniques. 28th Conference of the OIE Regional Commission for Europe. Georgia.* 19 p. <<https://www.woah.org/app/uploads/2021/03/2018-eur1-bellini-a.pdf>>
- Bellini S., Rutili D. & Guberti V. 2016. Preventive measures aimed at minimizing the risk of African swine fever virus spread in pig farming systems. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 58(82). DOI: <<https://doi.org/10.1186/s13028-016-0264-x>>
- Beltran-Alcrudo D., Lubroth J., Depner K. & Rocque S. 2008. African swine fever in the Caucasus. *EMPRESS Watch*. DOI:10.13140/RG.2.1.3579.1200 <<https://www.fao.org/3/aj214e/aj214e.pdf>>
- Beltrán-Alcrudo D., Kukielka E.A., de Groot N., Dietze K., Sokhadze M. & Martínez-López B. 2018. Descriptive and multivariate analysis of the pig sector in Georgia and its implications for disease transmission. *PLoS ONE* 13(8): e0202800. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202800>>

- Boklund A., Dhollander S., Chesnoiu Vasile T., Abrahantes J.C., Bøtner A., Gogin A., Gonzalez Villeta L.C., Gortázar C., More S.J., Papanikolaou A., Roberts H., Stegeman A., Ståhl K., Thulke H.H., Viltrop A., Van der Stede Y. & Mortensen S. 2020. Risk factors for African swine fever incursion in Romanian domestic farms during 2019. *Scientific Reports*, 10(10215). DOI: <<https://doi.org/10.1038/s41598-020-66381-3>>
- Bosch J., Mardones F., Pérez A., de la Torre A. & Muñoz M.J. 2014. A maximum entropy model for predicting wild boar distribution in Spain. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 12(4):984-999. <<https://doi.org/10.5424/sjar/2014124-5717>>
- Bosch J., Iglesias I., Muñoz M.J. & De la Torre A. 2017. A Cartographic Tool for Managing African Swine Fever in Eurasia: Mapping Wild Boar Distribution Based on the Quality of Available Habitats. *Transboundary and Emerging Diseases*, 64(6):1720-1733. DOI:10.1111/tbed.12559 <<https://doi.org/10.1111/tbed.12559>>
- BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Instrução Normativa IBAMA nº 3 de 31 de janeiro de 2013, que trata da nocividade da espécie exótica invasora javali-europeu, de nome científico *Sus scrofa*, em todas as suas formas, linhagens, raças e diferentes graus de cruzamento com o porco doméstico, doravantes denominados 'javalis'. Diário Oficial da União. Edição: 23, Seção: 1, Página: 88-89. Brasília. DF. [2013]. <<http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/IBAMA/IN0003-310113.pdf>>
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente & Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Portaria Interministerial nº 232, de 28 de junho de 2017. Dispõe sobre o Plano Nacional de Prevenção, Controle e Monitoramento do Javali (*Sus scrofa*) no Brasil - Plano Javali, estabelecendo seu objetivo geral, objetivos específicos, ações, prazo de execução, coordenação e monitoria. Diário Oficial da União. Edição: 214, Seção: 1, Página: 111. Brasília. DF. [2017a]. <<http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/PI0232-280617.pdf>>
- BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Plano Nacional de Prevenção, Controle e Monitoramento do Javali (*Sus scrofa*) no Brasil. 119 p. Brasília, DF. [2017b]. <<https://www.gov.br/ibama/pt-br/centrais-de-conteudo/arquivos/arquivos-pdf/2017-planojavali-2017-2022-pdf>>
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução Normativa nº 63, de 06 de dezembro de 2019. Altera a IN 25 de 2016 (zona livre de PSC). Diário Oficial da União. Edição: 242, Seção: 1, Página: 82. Brasília. DF. [2019a]. <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/saude-animal/programas-de-saude-animal/sanidade-suidea/legislacao-suideos/2019IN63de6dedezembrode2019AlteraaIN25de2016.pdf>>
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA) & Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Guia de orientação para o manejo de espécies exóticas invasoras em Unidades de Conservação Federais. Versão 3. 136 p. Brasília. DF. [2019b]. <<https://www.icmbio.gov.br/cbc/publicacoes.html>>
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Plano Integrado de Vigilância de Doenças dos Suínos. 62 p. Brasília, DF. [2021a]. <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/saude-animal/programas-de-saude-animal/sanidade-suidea/PlanoIntegradodeVigilanciaPNSS.pdf>>
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Cidades e Estados. Mato Grosso do Sul. Brasília, DF. [2021b]. <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ms.html>>
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Plano de Contingência para Peste Suína Africana. Níveis tático e operacional - Declaração e Gerenciamento da Emergência Zoossanitária. Versão 1.0. Brasília. DF. [2022]. <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/saude-animal/programas-de-saude-animal/sanidade-suidea/legislacao-suideos/Plano_Contingencia_PSA_versao_1.0_15_09_2022_final.pdf>

- Braz P.H., Oliveira M.O., Silva V.S., Tomas W.M., Juliano R.S., Moreira T.A., Zimmermann N.P. & Pellegrin A.O. 2019. Risk of exposure of farms and subsistence nurseries to contact with wild boar in southern Mato Grosso do Sul. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 39(2):148-154. DOI: <<https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-5888>>
- Brown V.R. & Bevins S.N. 2018. A Review of Classical Swine Fever Virus and Routes of Introduction into the United States and the Potential for Virus Establishment. *Frontiers in Veterinary Science*, 5:31. DOI=10.3389/fvets.2018.00031 <<https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fvets.2018.00031>>
- Brown V.R., Marlow M.C., Maison R.M., Gidlewski T., Bowen R.A. & Bosco-Lauth A. 2019. Current status and future recommendations for feral swine disease surveillance in the United States, *Journal of Animal Science*, 97(6):2279–2282. DOI:10.1093/jas/skz054. <<https://doi.org/10.1093/jas/skz054>>
- Chenais E., Depner K., Guberti V., Dietze K., Viltrop A. & Ståhl K. 2019. Epidemiological considerations on African swine fever in Europe 2014–2018. *Porcine Health Management*, 5(6). DOI: <<https://doi.org/10.1186/s40813-018-0109-2>>
- De la Torre A., Bosch J., Iglesias I., Muñoz M.J., Mur L., Martínez-López B., Martínez M. & Sánchez-Vizcaíno, J.M. 2015. Assessing the Risk of African Swine Fever Introduction into the European Union by Wild Boar. *Transboundary and Emerging Diseases*, 62(3):272-279. DOI: 10.1111/tbed.12129. Epub 2013 <<https://doi.org/10.1111/tbed.12129>>
- Deberdt A.J. & Scherer S.B. 2007. O javali asselvajado: ocorrência e manejo da espécie no Brasil. *Natureza & Conservação*, 5(2):23-30.
- European Food Safety Authority (EFSA) & European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). 2018. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2017. *EFSA Journal*, 16(12):5500, 262 p. <<https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5500>>
- European Food Safety Authority (EFSA) Panel on Animal Health and Welfare (AHAW), More S., Miranda M.A., Bicout D., Bøtner A., Butterworth A. et al. 2018. Scientific Opinion on the African swine fever in wild boar. *EFSA Journal*, 16(7):5344. DOI: <<https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5344>>
- Elith J. & Franklin J. 2013. Species Distribution Modeling, p. 692-705. In: Levin, S. A. (Ed.). *Encyclopedia of biodiversity*. 2. ed. Waltham: Academic Press.
- Elith J. & Graham C.H. 2009. Do they? How do they? WHY do they differ? On finding reasons for differing performances of species distribution models. *Ecography*, 32(1):66-77. <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0587.2008.05505.x>>
- Elith J. & Leathwick J.R. 2009. Species distribution models: ecological explanation and prediction across space and time. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 40(1):677-697. <<http://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.ecolsys.110308.120159>>
- Fichi G., Stefanelli S., Pagani A., Luchi S., De Gennaro M., Gómez-Morales M.A., Selmi M., Rovai D., Mari M., Fischetti R. & Pozio E. 2015. Trichinellosis Outbreak Caused by Meat from a Wild Boar Hunted in an Italian Region Considered to be at Negligible Risk for Trichinella. *Zoonoses Public Health*, 62, 285-291. <<https://doi.org/10.1111/zph.12148>>
- Fielding A.H. & Bell J.F. 2002. A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. *Environmental Conservation*, 24(1), 38–49. Published online by Cambridge University Press: 10 May 2002. <<https://doi.org/10.1017/S0376892997000088>>

- Fithian W., Elith J., Hastie T., & Keith D.A. 2014. Bias correction in species distribution models: pooling survey and collection data for multiple species. *Methods in Ecology and Evolution*, 6(4), 424–438. DOI:10.1111/2041-210x.12242. <<https://doi.org/10.1111/2041-210x.12242>>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) & World Organisation for Animal Health (WOAH). Global Framework for the Progressive Control of Transboundary Animal Diseases (GF-TADs) Strategy for 2021–2025. Enhancing control of transboundary animal diseases for global health. Rome, Italy. 2021 <<https://www.woah.org/app/uploads/2022/01/gf-tads-strategy-corrigendum-low-res.pdf>>
- Fourcade Y., Engler J.O., Rödder D. & Secondi J. 2014. Mapping Species Distributions with MAXENT Using a Geographically Biased Sample of Presence Data: A Performance Assessment of Methods for Correcting Sampling Bias. *PLoS ONE* 9(5), e97122. DOI:10.1371/journal.pone.0097122
- Franklin J. & Miller J.A. 2009. Mapping species distributions: spatial inference and prediction. [S.l.]: Cambridge University Press, 2009. <https://assets.cambridge.org/97805217/00023/frontmatter/9780521700023_frontmatter.pdf>
- Franssen F., Swart A., van der Giessen J., Havelaar A., & Takumi K. 2017. Parasite to patient: A quantitative risk model for *Trichinella* spp. in pork and wild boar meat. *International Journal of Food Microbiology*, 241, 262–275. DOI:10.1016/j.ijfoodmicro.2016.10.029
- Fredriksson-Ahomaa M., London L., Skrzypczak T., Kantala T., Laamanen I., Biström M., Maunula L. & Gadd T. 2022. Correction to: Foodborne Zoonoses Common in Hunted Wild Boars. *EcoHealth* 17, 512–522, 2020. <<https://doi.org/10.1007/s10393-022-01585-9>>
- Fritzemeier J., Teuffert J., Greiser-Wilke I., Staubach Ch., Schlüter H. & Moennig V. 2000. Epidemiology of classical swine fever in Germany in the 1990s. *Veterinary Microbiology*, [S.l.], 77(1-2), 29-41. <[https://doi.org/10.1016/S0378-1135\(00\)00254-6](https://doi.org/10.1016/S0378-1135(00)00254-6)>
- Galton F. 1877. Typical Laws of Heredity¹. *Nature*, 15(388): 492-495. ISSN 1476-4687. DOI: <<https://doi.org/10.1038/015492a0>>
- Gandhi U. 2021. Creating Heatmaps. QGIS Tutorials and Tips, 12/20/2021 2021. <http://www.qgistutorials.com/en/docs/creating_heatmaps.html#>
- Gervasi V., Marcon A., Bellini S. & Guberti V. 2020. Evaluation of the Efficiency of Active and Passive Surveillance in the Detection of African Swine Fever in Wild Boar. *Veterinary Sciences*. 2020; 7(1):5. Published: 30 Dec. 2019. <<https://doi.org/10.3390/vetsci7010005>>
- Glow M.P., VerCauteren K.C. & Snow N.P. 2020. Feral Swine. Wildlife Damage Management Technical Series. USDA, APHIS, WS National Wildlife Research Center. Fort Collins, Colorado. 21p. <https://www.aphis.usda.gov/wildlife_damage/reports/Wildlife%20Damage%20Management%20Technical%20Series/Feral%20Swine_WDM%20Technical%20Series_August%202020.pdf>
- Guberti V., Khomenko S., Masiulis M. & Kerba S. 2019. African swine fever in wild boar ecology and biosecurity. FAO Animal Production and Health Manual No. 22. Rome, Italy. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) the World Organisation for Animal Health (OIE) or the European Commission (EC). <<https://www.woah.org/app/uploads/2021/03/en-manual-asfinwildboar-2019-web.pdf>>
- Guisan A. & Thuiller W. 2005. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology Letters*, 8: 993-1009. <<https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00792.x>>
- Hanley J.A. & McNeil B.J. 1982. The meaning and use of the area under a receiver operating characteristic (ROC) curve. *Radiology*, 143(1), 29-36. <<https://pubs.rsna.org/doi/abs/10.1148/radiology.143.1.7063747>>.

- Hegel C., Faria G., Ribeiro B., Salvador C., Alves da Rosa C., Pedrosa F., Batista G., Sales L., Wallau M., Fornel R. & Aguiar L. 2022. Invasions and spatial distribution of wild pigs (*Sus scrofa* L.) in Brazil. *Biological Invasions*. 24, 3681–3692. DOI: 10.1007/s10530-022-02872-w
- Hijmans R.J. & Elith J. 2013. Species distribution modeling with R. 2013. <<http://www2.uaem.mx/r-mirror/web/packages/dismo/vignettes/sdm.pdf>>
- Hutchinson G. E. 1957. Concluding Remarks. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*, 22, 415-427. DOI: <<http://dx.doi.org/10.1101/SQB.1957.022.01.039>>
- IAGRO. Agência Estadual de Defesa Sanitária Animal e Vegetal. Relatório e-Saniagro: cadastro_estabelecimentos_ ano 2021. Campo Grande, MS. 2022.
- IAGRO. Agência Estadual de Defesa Sanitária Animal e Vegetal. Portaria IAGRO No 1077, de 21 de outubro de 2021. Estabelece a biosseguridade mínima para propriedades que produzem suínos para fins comerciais. Campo Grande, MS. 2021.
- IASTATE. Iowa State University. Causas y consecuencias de las enfermedades transfronterizas y emergentes de los animales: Rol del médico veterinario. 2020. <<https://www.cfsph.iastate.edu/Assets/sites/2/ETA-informacion.pdf>>
- Jori F., Chenais E., Boinas F., Busauskas P., Dhollander S., Fleischmann L., Olsevskis E., Rijks J.M., Schulz K., Thulke H.H., Viltrop A., Stahl K. 2020. Application of the World Café method to discuss the efficiency of African swine fever control strategies in European wild boar (*Sus scrofa*) populations. *Preventive Veterinary Medicine*, 185: 105178. <<https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2020.105178>>
- Jori F., Massei G., Licoppe A., Ruiz-Fons F., Linden A., Václavěk P., Chenais E. & Rosell C. 2021. Management of wild boar populations in the European Union before and during the ASF crisis. Chapter 8. Pages: 197 - 228. In: Iacolina L., Penrith M.-L., Bellini S. et al. 2021. Understanding and combatting African Swine Fever. A European perspective. 310p. eISBN: 978-90-8686-910-7 <<https://doi.org/10.3920/978-90-8686-910-7>>
- Khaira, A. & Dwivedi, R.K. 2018. A State of the art review of analytical hierarchy process. *Materials Today: Proceedings*, 5(2), 4029-4035. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.11.663>>. Acesso em: 12 dez. 2021.
- Korennoy F.I., Gulenkin V.M., Malone J.B., Mores C.N., Dudnikov S.A. & Stevenson M.A. 2014. Spatio-temporal modeling of the African swine fever epidemic in the Russian Federation, 2007-2012. *Spat Spatiotemporal Epidemiol.* 11:135-41. DOI: 10.1016/j.sste.2014.04.002
- Kramer-Schadt S., Fernández N. & Thulke H.-H. 2007. Potential ecological and epidemiological factors affecting the persistence of classical swine fever in wild boar *Sus scrofa* populations. *Mammal Review*, [S.l.] 37(1), 1–20. DOI:10.1111/j.1365-2907.2007.00097.x
- Lombardini M., Meriggi A. & Fozzi A. 2017. Factors influencing wild boar damage to agricultural crops in Sardinia (Italy). *Current Zoology*, 63(5), 507–514. <<https://doi.org/10.1093/cz/zow099>>
- Lowe S., Browne M., Boudjelas S. & De Poorter M. 2004. 100 de las Especies Exóticas Invasoras más dañinas del mundo. Una selección del Global Invasive Species Database. Publicado por el Grupo Especialista de Especies Invasoras (GEEI), un grupo especialista de la Comisión de Supervivencia de Especies (CSE) de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN), 12pp. Primera edición, em inglés, sacada junto con el número 12 de la revista Aliens, Diciembre 2000. Versión traducida y actualizada: Noviembre 2004. <<https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/2000-126-Es.pdf>>
- Malczewski J. & Rinner C. 2015. Multicriteria decision analysis in geographic information science. [S.l.]: Springer, ISBN 3540747567.

- Masiulis M. 2022. Template for a control and eradication plan for African swine fever in wild boar. FAO Publisher. Rome, Italy. 15 p. <<https://www.fao.org/3/cc2263en/cc2263en.pdf>>
- Mccullagh P. & Nelder J.A. 1989. Generalized Linear Models. Chapman & Hall/CRC Monographs on Statistics & Applied Probability. 2nd Edition, Chapman and Hall/CRC, UK. ISBN 9780412317606. <<https://www.utstat.toronto.edu/~brunner/oldclass/2201s11/readings/glmbook.pdf>>
- Moreira, T. de A. Métodos de priorização de áreas para a vigilância epidemiológica de suídeos asselvajados em área livre de Peste Suína Clássica. 2018. 55 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Veterinárias, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2018.
- Mur L., Atzeni M., Martínez-López B., Feliziani F., Rolesu S. & Sanchez-Vizcaino J.M. 2016. Thirty-five-year presence of African swine fever in Sardinia: History evolution and risk factors for disease maintenance. *Transboundary and Emerging Diseases*, [S.l.], 63(2):e165-77.
- de Oliveira L.G., Gatto I.R.H., Mechler-Dreibi M.L., Almeida H.M.S., Sonálio K. & Storino G.Y. 2020. Achievements and Challenges of Classical Swine Fever Eradication in Brazil. *Viruses*, 12(11):1327. <<https://doi.org/10.3390/v12111327>>
- Pearson K. 1895. VII. Note on regression and inheritance in the case of two parents. *proceedings of the royal society of London*, 58(347-352): 240-242. ISSN 0370-1662. <<https://doi.org/10.1098/rspl.1895.0041>>
- Pedrosa F., Salerno R., Padilha F.V.B. & Galetti M. 2015. Current distribution of invasive feral pigs in Brazil: economic impacts and ecological uncertainty. *Natureza & Conservação*, [S.l.], 13(1), 84-87. DOI: 10.1016/j.ncon.2015.04.005 <<https://doi.org/10.1016/j.ncon.2015.04.005>>
- Radosavljevic A., Anderson R.P. & Araújo M. 2014. Making better Maxent models of species distributions: complexity, overfitting and evaluation. *Journal of Biogeography*, 41(4), 629-643. ISSN 03050270. <<https://doi.org/10.1111/jbi.12227>>
- Rosa C.A. da, Ribeiro B.R., Bejarano V., Puertas F.H., Bocchiglieri A., Barbosa A.L. dos S., et al. 2020. NEOTROPICAL ALIEN MAMMALS: a data set of occurrence and abundance of alien mammals in the Neotropics. *Ecology* 101(11):e03115. 10.1002/ecy.3115 <<https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ecy.3115>>
- Rostami A., Riahi S.M., Fakhr Y., Saber V., Hanifehpour H., Valizadeh S., Gholizadeh M., Pouya R.H. & Gamble H.R. 2017. The global seroprevalence of *Toxoplasma gondii* among wild boars: a systematic review and meta-analysis. *Veterinary Parasitology*, [S.l.], v. 244, p. 12-20, 2017. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2017.07.013>>
- Saaty T.L. 1980. *The Analytic Hierarchy Process* Mcgraw Hill, New York. *Agricultural Economics Review*, v. 70.
- Saaty T.L. & Alexander J.M. 1989. *Conflict resolution: the analytic hierachy approach*. Rws Publications, 1989. ISBN 1888603208.
- Saaty T.L. & Vargas L. 2001. *Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process*. ISBN 978-1-4614-3596-9.
- Saaty T.L. 2005. *Theory and applications of the analytic network process: decision making with benefits, opportunities, costs, and risks*. RWS publications. ISBN 188860316X.
- Saaty, T. L. 2008. Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 83-98, 2008.
- Shwiff S., Shwiff S., Holderieath J., Haden-Chomphosy W. & Anderson A. 2018. Economics of invasive species damage and damage management. pgs 35-59. In: Pitt W.C., Beasley J.C., & Witmer G.W. editors. *Ecology and Management of Terrestrial Vertebrate Invasive Species in the United States*.

- CRC Press, Boca Raton, Florida. 403 pp.
<<https://nwrcontentdm.oclc.org/digital/collection/NWRCPubs1/id/60538/rec/7>>
- Stone M. 1974. Cross-Validatory Choice and Assessment of Statistical Predictions. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, 36(2): 111-133. ISSN 0035-9246.
<<https://rss.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.2517-6161.1974.tb00994.x>>
- Thuiller W. 2003. BIOMOD - optimizing predictions of species distributions and projecting potential future shifts under global change. *Global Change Biology*, 9(10): 1353-1362.
<<https://doi.org/10.1046/j.1365-2486.2003.00666.x>>
- VanDerWal J., Shoo L.P., Graham C., & Williams S.E. 2009. Selecting pseudo-absence data for presence-only distribution modeling: How far should you stray from what you know? *Ecological Modelling*, 220(4), 589-594. DOI:10.1016/j.ecolmodel.2008.11.010 ISSN 03043800.
- World Organisation for Animal Health (WOAH). Official recognition of disease status. Paris. 2018a.
<<https://www.woah.org/en/what-we-do/animal-health-and-welfare/official-disease-status/>>
- World Organisation for Animal Health (WOAH). Infographic: how to maintain your disease-free Status? Paris. 2018b. <<https://www.woah.org/app/uploads/2018/05/en-maintenancestatusinfo.pdf>>
- World Organisation for Animal Health (WOAH). Terrestrial animal health code: animal health surveillance: surveillance for freedom from a disease, infection or infestation. Paris. 2021a.
<https://www.oie.int/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/terrestrial-code-online-access/?id=169&L=1&htmfile=chapitre_surveillance_general.htm>
- World Organisation for Animal Health (WOAH). Terrestrial animal health code: procedures for official recognition of animal health status, endorsement of an official control programme, and publication of a self-declaration of animal health status, by the WOAH. Paris. 2021b.
<https://www.oie.int/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/terrestrial-code-online-access/?id=169&L=1&htmfile=chapitre_selfdeclaration.htm>
- World Organisation for Animal Health (WOAH). Home. Diseases. Classical swine fever. Paris. 2022.
<<https://www.woah.org/en/disease/classical-swine-fever/#ui-id-2>>
- Zurell D. Introduction to species distribution modelling (SDM) in R. Short (half-day) course Introduction to species distribution modelling in R - last updated November 2020.
<<https://damariszurell.github.io/SDM-Intro/>>

Anexo 1

Elaboração das matrizes de comparação pareada

Seja $c1$, o primeiro critério (probabilidade de ocorrência potencial) e $c2$ o segundo critério (densidade de criatórios de subsistência), as matrizes de comparação pareada foram elaboradas como segue:

$$\text{Matriz} = [c1, c1 \ c1, c2 \ c2, c1 \ c2, c2]$$

$$\text{Neutra} = [1 \ 1 \ 1 \ 1] \quad (1)$$

$$\text{Moderada} = [1 \ 3 \ \frac{1}{3} \ 1] \quad (2)$$

$$\text{Forte} = [1 \ 5 \ \frac{1}{5} \ 1] \quad (3)$$

$$\text{Muito Forte} = [1 \ 7 \ \frac{1}{7} \ 1] \quad (4)$$

$$\text{Extrema} = [1 \ 9 \ \frac{1}{9} \ 1] \quad (5)$$

Atribuição de Pesos

O primeiro passo para a atribuição de pesos a partir das comparações pareadas é a conversão da matriz de comparações $A = [a_{ij}]$ em uma matriz normalizada $B = [b_{ij}]$ pela fórmula seguinte:

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}}$$

Em seguida obtém-se o autovetor do peso de importância para cada critério pela média aritmética da linha da matriz de comparações normalizada B , como segue:

$$w_i = \frac{\sum_{i=1}^n b_{ij}}{n}$$

O autovetor principal (λ_{max}) resulta da soma do produto de cada critério comparado com a matriz A pelo autovetor (w) de cada critério, dividindo-se, então o produto dessa expressão pelo autovetor (w) e calculando-se, por fim, a média aritmética:

$$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(Aw)_i}{w_i}$$

Onde, $(Aw)_i$ é a matriz que resulta do produto cruzado da matriz de comparações pareadas (A) e seus pesos ou autovetores correspondentes (w).

Índice de Consistência (CI)

O índice de consistência (Saaty, T. L., 2005) avalia a o quanto as considerações foram consistentes:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

Onde, n é o número de critérios.

Razão de Consistência (CR)

A razão de consistência reflete a adequação dos dados para o processo decisório e é determinado pela razão entre CI e o índice aleatório de consistência (RI), que depende do número de critérios () (Saaty 2005, França et al. 2020):

$$CR = \frac{CI}{RI} < 0,1 \sim 10\%$$

CR é considerado satisfatório quando seus valores são iguais ou menores que 0,1 ou 10% (Saaty 2005).

Combinação Linear Ponderada

A combinação linear ponderada é largamente usada por sua simplicidade de aplicação e por seu caráter direto e objetivo (Malczewski 2000). WLC consiste da associação (combinação) de dois componentes: pesos de critérios (w_k), e função de valores ($v(a_{ik})$), de tal forma que a combinação de pesos $w_1, w_2, w_3, \dots, w_n$ com valores de critérios (atributos) $a_{i1}, a_{i2}, a_{i3}, \dots, a_{in}$ ($i = 1, 2, 3, \dots, m$) (Malczewski et al. 1999):

$$V(A_i) = \sum_{k=1}^n w_k v(a_{ik})$$

Onde, $V(A_i)$ é o valor geral da i ésima alternativa em um dado par de coordenadas (Malczewski et al. 1999).

A equação acima se traduz para a fórmula geral:

$$Pr_i = (C_{1i} \times W_{1i}) + (C_{2i} \times W_{2i})$$

Onde Pr é a prioridade de uma dada alternativa, i é um par de coordenadas, C é o critério representado pelo seu número, 1 a 2, e W seu peso correspondente.

6 CONCLUSÕES GERAIS

O estudo demonstrou as áreas de risco no Mato Grosso do Sul com mais probabilidade de ocorrência de javalis e gerou uma ferramenta de aplicação de grande importância. Através dos modelos de risco das variáveis demográficas e ambientais relacionadas à suinocultura e dos modelos de risco de ocorrência e distribuição de populações de suídeos asselvajados foi desenvolvido o mapa de risco contemplando as suinoculturas tecnificadas, as granjas não tecnificadas, as lavouras e a probabilidade de ocorrência do javali.

Considerando o risco dessa espécie invasora para a sanidade, não somente para rebanhos suínos, mas para todos os rebanhos, o conhecimento sobre suas áreas de vida e biomassa é de grande valia para o SVO. A nocividade dos javalis se estende a todas as atividades econômicas relacionadas a agropecuária, à saúde pública, ao turismo, ao meio ambiente e ao patrimônio (público e particular), além do risco de acidentes graves e/ou fatais com humanos, ou seja, são problema em todas as áreas em que se estabelecem.

O estudo resultou no desenvolvimento da ferramenta que fornece os indicadores para o SVO compor estratégias de atuação e definir medidas de controle e erradicação sem que as doenças estejam presentes em seu território. O modelo é dinâmico e poderá ser utilizado e atualizado anualmente, dependendo da base de dados disponível. Assim, as estratégias de vigilância e de educação sanitária podem ser mais bem direcionadas a essas áreas de maior risco, otimizando e priorizando as ações do SVO segundo o risco epidemiológico.

7 IMPACTO ECONÔMICO, SOCIAL, TECNOLÓGICO E/OU INOVAÇÃO

A definição das áreas de risco epidemiológico permite o mapeamento das áreas de prioridades para vigilância sanitária e serve como ferramenta de políticas públicas, por permitir a divulgação das estratégias de prevenção e controle, fornecendo um mecanismo visual de divulgação da nocividade dessa espécie invasora e identificação dos riscos que oferecem a produtores e demais atores da cadeia produtiva.

O estudo aproveitou atividades e dados gerados durante a operacionalização de trabalhos das instituições parceiras, IAGRO, EMBRAPA, FUNDECT, APROSOJA, IBAMA, IMASUL e MAPA/SFA-MS, sendo os custos já previstos e os recursos disponíveis. Para o processamento dos dados e sua utilização junto aos softwares QGis e MAXENT é requerido mão de obra qualificada.

Os shapes e modelos desenvolvidos no estudo serão disponibilizados a Agência Estadual de Defesa Sanitária Animal e Vegetal (IAGRO) e servirão para o desenvolvimento de estratégias de vigilância da Peste Suína Clássica e Peste Suína Africana no MS. O desenvolvimento desses mapas poderá ser alimentado com as informações anualmente, permitindo manter o produto sempre atualizado e permitirá otimizar custos financeiros e operacionais da vigilância sanitária no Mato Grosso do Sul, fornecendo evidências da sanidade dos rebanhos suínos.

Os mapas baseados em modelos de risco são de ampla utilidade para otimizar a vigilância epidemiológica e podem servir de base para o estabelecimento de estratégia semelhante em outros estados do Brasil, dependendo da existência de bases de dados robustas. Os mapas permitem otimizar custos financeiros e operacionais da vigilância sanitária no Mato Grosso do Sul, fornecem evidências da sanidade dos rebanhos suínos do Estado, servindo também como incentivo para a implantação e melhor aplicação de medidas de biossegurança nas suinoculturas, como principal

fator de prevenção do contato dos suínos domésticos com os suídeos asselvajados e da entrada de agentes patogênicos nessas propriedades, fortalecendo a suinocultura sul-mato-grossense.