



OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

15 VIDA TERRESTRE

The icon for Sustainable Development Goal 15 (Life on Land) is displayed, featuring a green tree, a sun, and birds flying in the sky.

71F 21C 12-02-2022 18:31:28



COMUNICADO TÉCNICO

613

Concórdia, SC  
Dezembro, 2023



## Densidade populacional e área de vida de javalis em áreas estratégicas para vigilância e defesa agropecuária

Virgínia Santiago Silva  
Marcos Adriano Tortato  
Carlos Henrique Salvador

# Densidade populacional e área de vida de javalis em áreas estratégicas para vigilância e defesa agropecuária<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Virgínia Santiago Silva, Médica veterinária, doutora em Epidemiologia Experimental Aplicada as Zoonoses, pesquisadora da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC. Marcos Adriano Tortato, Biólogo, doutor em Ecologia e Conservação, associado do Instituto Tabuleiro, Florianópolis, SC. Carlos Henrique Salvador, Biólogo, doutor em Ecologia, associado da Caipora Cooperativa para Conservação da Natureza, Florianópolis, SC.

## Contextualização/ Introdução

O Javali (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758), espécie exótica nas Américas e listada entre 100 piores espécies invasoras do mundo (Lowe et al., 2000; Luque et al., 2013), foi introduzido no Brasil há algumas décadas. Atualmente, está presente em todos os biomas e regiões do país, com maior abrangência nas regiões sul, sudeste e centro-oeste, tendo sido detectados em 1.152 municípios do país (Hegel et al., 2022), embora já existam registros de abate de javalis em mais de dois mil municípios no sistema de manejo de fauna do Ibama (Comunicação pessoal, 2023), causando impactos e riscos ambientais, sanitários e socioeconômicos (Portaria nº 232/2017, MMA e Mapa).

Neste cenário os javalis e seus híbridos em vida livre foram reconhecidos no país como espécie exótica invasora nociva, tendo o controle populacional da espécie regulamentado pelo Ibama desde 2013 em âmbito nacional (IN Ibama nº3 de 31/01/2013, modificada

pela IN Ibama nº 12 de 13/09/2019). Em 2017 foi instituído o “Plano Nacional de prevenção, controle e monitoramento do javali no Brasil - Plano Javali” (Portaria nº232/2017, MMA e Mapa), cujo objetivo é conter a expansão territorial e demográfica do javali no Brasil e reduzir os impactos ambientais, sanitários e econômicos deletérios decorrentes desta bioinvasão, em alinhamento com a Estratégia Nacional de Espécies Exóticas Invasoras (Resolução Conabio nº 7, de 29 de maio de 2018, MMA).

No âmbito da Saúde Única o javali apresenta particular importância, pois, somado a sua contínua disseminação territorial, esses animais são suscetíveis a patógenos que infectam espécies de animais domésticos e fauna silvestre, além de patógenos zoonóticos de impacto em saúde pública, oportunizando uma variada gama de interações na tríade epidemiológica (Meng; Lindsay; Sriranganathan, 2009; Miller et al. 2017; Roy et al. 2023). Ademais, a suinocultura é a exploração pecuária mais ameaçada, uma vez que sendo javalis e suínos domésticos a mesma espécie são susceptíveis aos mesmos patógenos, podendo infectar uns aos outros, o

que representa uma grave e crescente ameaça para a produção suinícola.

A condição sanitária da suinocultura nacional, atualmente livre de doenças transfronteiriças de alto impacto econômico como a Peste Suína Africana (PSA) e a Síndrome Reprodutiva e Respiratória dos Suínos (PRRS), além de apresentar a área de concentração de suinocultura comercial livre de Peste Suína Clássica (PSC), confere competitividade estratégica ao setor, que ocupa a 4º posição no ranking mundial de produção e exportação de carne suína. A manutenção deste status sanitário e a competitividade comercial demanda grandes investimentos em vigilância e defesa sanitária animal para impedir o ingresso de doenças/patógenos em territórios ou áreas livres no país, bem como para detectar, conter e erradicar, caso ingressem e acometam populações suscetíveis. O Plano Integrado de Vigilância de Doenças de Suínos, que inclui vigilância de PSC, PSA e PRRS, e o Plano de Contingência de Peste Suína Africana vigentes no Brasil contemplam vigilância e ações dirigidas às populações de javalis, conforme recomenda a OMSA.

De acordo com o código sanitário de animais terrestres (OMSA), a vigilância de doenças nessas populações selvagens deve incluir a distribuição geográfica, tamanho (densidade) populacional e padrões de movimento associados à população de javalis, priorizando áreas de maior risco para doenças alvo, como PSA e PSC. As áreas e/ou sub-regiões com grandes populações de javalis; regiões limítrofes de países ou zonas infectadas; áreas ou sub-regiões onde a

interface entre javalis e suínos domésticos seja favorecida; áreas com criações de suínos para fins de subsistência (baixa biossegurança) e zonas ou áreas com alta pressão de caça estão entre os critérios de priorização para a vigilância de doenças transfronteiriças em javalis.

As estimativas de densidade populacional, de área de vida, de padrões de movimento e uso/seleção de habitat dos javalis, além de fatores ecológicos que influenciam a distribuição espacial da espécie, são parâmetros fundamentais para modelagem de doenças exóticas, para compreender a disseminação de doenças densidade dependentes e para a melhoria dos programas de manejo de pragas, sendo estratégicas para subsidiar planos de manejo para controle populacional e sanitário desses animais. Contudo, apesar da ampla distribuição e dos variados impactos causados pelos javalis em diversas regiões do Brasil, estudos populacionais em áreas estratégicas para o controle populacional, vigilância e monitoramento sanitário da espécie ainda são escassos.

Por outro lado, estudos de populações selvagens não são triviais, especialmente quando envolvem a captura viva de animais de grande porte como é o caso do estudo de telemetria, que requer instalação dos equipamentos em animais vivos para coleta das posições geográficas durante seu movimento, assim como o monitoramento para baixar esses dados a distância ou recaptura. Essa situação necessita grande logística para manejar armadilhas grandes de difícil manuseio, transporte e instalação em ambiente selvagem, assim como constante ceva para manter as

armadilhas atrativas. Na captura viva tem ainda os efeitos heterogêneos da população, ou seja, quando os indivíduos apresentam padrões distintos de comportamento pós captura, sendo atraídos para as armadilhas em um segundo contato ou mesmo evitando a aproximação ao percebê-las, conhecidos como efeito *trap-happy* e *trap-shy* (Chao, 2001; Pawlina; Proulx, 1999). Tratam-se de comportamentos antagônicos, um favorecendo substancialmente a recuperação do equipamento de telemetria, com sucessivas recapturas de indivíduos marcados (*trap-happy*), enquanto o outro, praticamente inviabiliza uma segunda captura (*trap-shy*), tornando improvável a recuperação da coleira. Esse comportamento também é influenciado pela sazonalidade, já que em estações com mais recursos, as armadilhas passam a ser menos atrativas. Já os métodos não invasivos para estimativa populacional, como armadilhas fotográficas, também possuem considerações logísticas importantes, em especial a distribuição dos equipamentos com espaçamento suficientemente grande para evitar contagens repetidas dos mesmos indivíduos e análises que contemplem a probabilidade de detecção inferior a 100%, ou seja, nem todos os indivíduos da população estão disponíveis para contagem (e.g., Mackenzie et al., 2002). A sazonalidade também pode interferir nessa probabilidade de detecção e se torna uma variável importante para os modelos de estimativa populacional.

O objetivo deste trabalho foi estimar a densidade populacional e área de vida de javalis em áreas estratégicas para a suinocultura, em contribuição às políticas de manejo para controle populacional e

de vigilância e monitoramento sanitário dessas populações.

## Materiais e métodos

### Áreas de estudo

O estudo foi conduzido na região sul do Brasil, nos estados de Santa Catarina (SC) e Rio Grande do Sul (RS), nos municípios de Sant'Ana do Livramento (área 1) no RS, Bocaina do Sul (área 2) e Vargem Bonita e Irani (área 3) em SC, somando mais de 6 mil km<sup>2</sup> (Figura 1, Tabela 1).



**Figura 1.** Localização das áreas de estudo na região sul do Brasil. Área 1, Santana do Livramento, Rio Grande do Sul (RS); Área 2, Bocaina do Sul (SC); Área 3, Vargem Bonita e Irani (SC).

**Tabela 1.** Área de abrangência (Coordenadas geográficas) das áreas amostradas para estimativa de densidade populacional de javalis asselvajados, Projeto Javali fase 2.

Área de estudo	Coordenadas (UTM)		Área (Km <sup>2</sup> )
	Latitude	Longitude	
Santana do Livramento/RS	30° 17' - 30° 55'	55° 04' - 56° 06'	6.210
Bocaina do Sul/SC	27° 42' - 27° 54'	49° 58' - 50° 11'	365
Vargem Bonita e Irani/SC	26° 49' - 26° 55'	51° 42' - 51° 54'	290

## Critérios de seleção das áreas de estudo

Para a seleção das áreas de estudo foram considerados os seguintes critérios estabelecidos no código sanitário de animais terrestres para vigilância em subpopulações de javalis:

- áreas com registros de grandes populações de javalis;
- regiões limítrofes de países ou zonas infectadas;
- áreas ou sub-regiões onde a interface entre javalis e suínos domésticos seja favorecida;
- áreas com criações de suínos para fins de subsistência (baixa biosseguridade);
- zonas ou áreas com alta pressão de caça, conforme descrição:

**Bocaina do Sul:** Município localizado na região Serrana do estado de Santa Catarina. A região Serrana não apresenta suinocultura comercial, mas comporta expressivo número de pequenas criações de suínos sem fins comerciais e alta pressão de caça e elevada

quantidade de javalis abatidos para controle, conforme registros do sistema de informação de manejo de fauna (Simaf/Ibama).

**Vargem Bonita e Irani:** Municípios localizados na região Oeste de Santa Catarina. A região é de grande relevância na suinocultura, com alta concentração de estabelecimentos de criação intensiva de suínos, inclusive granjas de reprodutores de alto padrão zootécnico e que ocupam o topo da pirâmide sanitária na suinocultura. A região também apresenta Unidades de Conservação federais e estaduais, além de extensas áreas florestais privadas de silvicultura, com histórico de invasão por javalis a algumas décadas, o que atrai caçadores clandestinos, pois muitas das áreas florestais não contam com planos de manejo de javalis.

**Sant'Ana do Livramento:** Município localizado no Sudoeste do Rio Grande do Sul, com cerca de 100 km de fronteira seca com Uruguai. No Uruguai o vírus da PRRS está presente em suínos domésticos, conforme declarado desde 2017 (Ramos et al. 2018). O município de Sant'Ana do Livramento apresenta antigo histórico de invasão por javalis, tem como atividades principais a pecuária ovina e bovina, seguida de

agricultura de soja e arroz e fruticultura, e não tem suinocultura comercial, embora apresente pequenas criações de suínos domésticos de subsistência, sem fins comerciais. A área de estudo em Sant'Ana do Livramento inclui o interior e entorno da Unidade de Conservação Federal de Uso Sustentável, Área de Proteção Ambiental do Ibirapuitã, sob gestão do Instituto Chico Mendes da Conservação e Biodiversidade (ICMBio). Nesta área houve a colaboração e apoio do ICMBio e da equipe Javali no Pampa, nas atividades de monitoramento e captura dos javalis. Para as três regiões, definiu-se a sazonalidade em função da disponibilidade de recursos que podiam interferir tanto na captura viva, como na detecção por armadilha fotográfica. Buscou-se, portanto, evitar os períodos quentes e úmidos. Nessas regiões de estudo, onde o milho é um fator decisivo na paisagem como atrativo para fauna e, na sua ausência, o recurso em ambiente selvagem passa ser a frutificação da araucária. Os períodos com mais lavoura e araucária foram entre março a setembro, chamados aqui de inverno. Já período com mais escassez de ambos, após o inverno, é entre outubro a novembro. Ambos relativamente mais frios e secos em relação aos outros períodos do ano, quando não teve amostragem por armadilha fotográfica.

## Descrição do ambiente de estudo

As duas áreas localizadas no estado de SC eram originalmente cobertas por Floresta Ombrófila Mista, ou Floresta com Araucária (Klein, 1984). Antes

contígua, esse ecossistema agora apresenta-se disjunta, fragmentada, compondo uma paisagem em mosaico. Este cenário é formado basicamente por silvicultura, pastagens e culturas agrícolas anuais (especialmente milho e soja), com pequenos fragmentos de floresta nas áreas íngremes e/ou acompanhando cursos d'água.

No estado do RS a área de estudo está localizada no domínio do Bioma Pampa, que se estende por todo extremo sul do Brasil, nas fronteiras com Argentina e Uruguai (Boldrini 2009). A vegetação é predominantemente formada por campos nativos, com grande diversidade de herbáceas (especialmente da família *Poaceae*, gramíneas). Estes campos são quase que na sua totalidade manejados para atividade pastoril, para criação de gado bovino, ovino e equino (basicamente). Nas áreas não manejadas a pastagem dá lugar à vegetação herbáceo-arbustiva pouco densa. Próximo à cursos d'água predominam florestas baixas, com vegetação arbustiva adensada e sub-bosque ralo, normalmente mantido assim pela presença do gado bovino. Esta paisagem é observada em praticamente todo território amostrado.

## Estimativas de densidade populacional de javalis

As abundâncias de javalis foram estimadas nas três áreas de estudos (Figura 1) por meio do método de contagem de indivíduos e detecção imperfeita (Kellner et al., 2023; Fiske; Chandler, 2011). Os indivíduos foram contados em campo através de armadilhas fotográficas

distribuídas aleatoriamente e independentemente, usando tanto um critério ambiental (pontos em fragmentos com arbustos/árvores ou florestas ciliares), biológico (em carreiros de animais, quando visíveis), como critérios logísticos (segurança e condição de acesso). O histórico de contagem foi elaborado como número de javalis registrados por dia. Em cada área de estudo foram utilizadas 10 armadilhas fotográficas (Bushnell®), instaladas simultaneamente, formando *grid's* (arranjo espacial), com distância mínima de 3 km uma da outra (Tabela 1), fixadas próximas ao nível do solo, programadas para detectar data e horário para cada registro fotográfico, funcionando 24 horas por dia durante 30-45 dias. Foram realizadas duas amostragens por área de estudo (total de 6 *grid's*). A partir da contagem de registros fotográficos de javalis, foi extraído o número de registros independentes, ou seja, fotografias não sequenciais (do mesmo indivíduo), respeitando um intervalo mínimo de 1 hora entre registros. Devido a sazonalidade marcante no sul do Brasil, em especial em Floresta com Araucária, as contagens foram realizadas em duas estações do ano, inverno e outono.

## Estimativas de área de vida de javalis

### Procedimentos de captura e recaptura

Os javalis foram capturados por meio de armadilhas de captura não-letais dos tipos jaula modelo Tomahawk (ou 'jaula', 220 x 140 x 70 cm), e cercados em formato de curral (hexágono, 240 cm de aresta) (Figura 2). Em Sant'Ana do Livramento foram também utilizadas armadilhas tipo jaula ou gaiola de modelos variados, disponibilizadas pelos colaboradores, produtores rurais e controladores locais.

Na seleção dos locais para instalação das armadilhas de captura em Vargem Bonita foram considerados os registros obtidos nas armadilhas fotográficas, e no RS a indicação de áreas sugeridas pelos colaboradores e controladores locais experientes.

Os esforços de captura para cada área de estudo foram organizados em campanhas de campo da equipe, com duração média de 5 e 8 dias de

Fotos: Virginia Santiago Silva



**Figura 2.** Tipos de armadilhas: currais, gaiolas e/ou jaulas utilizadas para captura de javalis.

atividades em cada campanha de SC e RS, respectivamente

No RS, para cada noite de exposição foram utilizadas em média seis unidades de armadilha do tipo jaula ou gaiola, distribuídas em diferentes propriedades rurais e localidades, posicionadas nos locais eleitos como de maior potencialidade de captura de javalis.

As campanhas de captura foram precedidas por períodos para preparação e atração dos javalis nas armadilhas com duração de 7 dias a 15 dias. Neste período as portas das armadilhas ficam travadas abertas e a atração feita com milho no interior e entorno das armadilhas, que foram vistoriadas a cada 3 dias a 5 dias, ou em alguns casos monitoradas com armadilhas fotográficas, para checar a frequência de animais pelo consumo de ceva. As portas das armadilhas (currais e gaiolas) foram destravadas e armadas para captura quando confirmada frequência e fidelização dos javalis nas armadilhas.

De cada grupo capturado na mesma armadilha/dia apenas um indivíduo adulto, com peso mínimo de 45 kg era

selecionado para ser equipado com colar GPS, evitando-se a inclusão de indivíduos do mesmo grupo social no estudo. Os demais javalis capturados na mesma armadilha/dia foram abatidos por colaboradores controladores legalmente autorizados para esta atividade na região e/ou submetidos a eutanásia, necropsia e colheita de amostras realizados pela equipe de pesquisa.

Os javalis selecionados para o estudo de telemetria foram sedados e imobilizados com Zoletil® (Virbac) nas doses intencionais de 8 mg/kg a 10 mg/kg, ou mais adequado, com uso de projetor e dardos anestésicos (Figura 3). Durante a sedação química e manuseio, os animais foram mantidos em local sombreado e de fácil manipulação. Cada espécime foi avaliado quanto às condições de saúde e estado corporal, também foi realizado o aferimento da biometria e pesagem, e registrados o sexo, da classe etária e da condição reprodutiva. Após os procedimentos era instalado o colar GPS e cada indivíduo foi marcado com um brinco numerado.

Fotos: Virginia Santiago Silva



**Figura 3.** Contenção química dos javalis, com uso de dardos anestésicos.

Os espécimes selecionados foram alocados com coleiras com coletores de coordenadas, colar GPS (TIGRINUS® Equipamentos para Pesquisa Ltda., Timbó/SC), que apresentam peso inferior a 3% da massa corporal dos javalis, equipados para monitoramento (Figuras 4 e 5).

Foto: Virginia Santiago Silva



**Figura 4.** Contenção química dos javalis, com uso de dardos anestésicos.

Foto: Virginia Santiago Silva



**Figura 5.** Javali equipado com colar e brinco de identificação.

Após o manejo, os espécimes foram mantidos sob observação no próprio local de captura até o pleno estabelecimento das condições vitais e seguidos de solturas realizadas nos mesmos locais de captura.

Quando encerrado o período de coleta de dados de cada indivíduo aparelhado com colar GPS, foi despendido esforço para retirada dos colares, aproveitando por eventuais recapturas durante as campanhas de captura subsequentes (Figura 6).



Fotos: Virginia Santiago Silva

**Figura 6.** Registros de recaptura de indivíduos equipados com colar GPS e monitorados por telemetria. Efeito *trap-happy*.

Os procedimentos com animais empregados neste estudo foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Embrapa suínos e Aves, Protocolo N°050/2021, e pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade – SISBIO/ICMBio/MMA, com a Autorização para atividades com finalidade científica SISBIO n° 78401-1.

### Monitoramento

Foram empregadas as técnicas de monitoramento típicas de telemetria, com auxílio de colar GPS/VHF/UHF e antena direcional Yagi VHF 3 elementos – com cabeamento para localização de VHF, rádio transceptor UHF, antena direcional Yagi UHF 5 elementos e receptor RX – VHF, ampla faixa de VHF, múltipla programação. A localização e rastreamento dos javalis aparelhados foi realizada com receptor VHF, que possibilita a aproximação do indivíduo em distância suficiente para executar o download dos dados contidos no colar GPS. Este download foi feito de forma remota, com o rádio transceptor UHF.

Os colares foram programados para coletar entre 12 e 24 localizações por dia e foram monitorados durante 2 a 6 meses, conforme as condições de rastreamento (encontro) e a frequência de coleta de coordenada programada em cada equipamento (Figura 7). A comunicação entre o colar e o transceptor foi programada para coincidir com os períodos pré-programados das campanhas, ficando a função de rastreamento inativa o restante do tempo para economia de

energia dos colares GPS. O monitoramento ativo para localização e rastreamento dos javalis equipados com colares GPS, para download dos dados, ocorreu por meio terrestre percorrendo a área de estudo em busca dos sinais de VHF (Figura 8).



**Figura 7.** Programação dos colares para coleta coordenadas.

Foto: Virginia Santiago Silva



**Figura 8.** Monitoramento com antena direcional Yagi VHF para localização e rastreamento dos javalis equipados com colares GPS.

Foto: Virginia Santiago Silva

## Análises

As estimativas de abundâncias por ponto seguiram a abordagem de máxima verossimilhança com auxílio do pacote *pcount* (Kellner et al., 2023, Fiske; Chandler 2011) em linguagem R (R Core Team, 2023), considerando as incertezas dos modelos com melhor ajuste às variáveis predictoras (estação do ano) por média de modelo (Burnham; Anderson, 2004). Ao final, abundâncias foram transformadas em densidades, dividindo-se o número de indivíduos estimados de cada ponto pela área mínima amostrada por cada armadilha, calculada pela área do círculo cujo raio foi 3 km, ou seja, 28,27 km<sup>2</sup>, que era a distância mínima entre as armadilhas instaladas em campo. O erro padrão da abundância foi transformado em densidade através de método delta (Oehlert, 1992). Para efeito da estimativa de densidade foram considerados somente indivíduos adultos, incluindo o número de indivíduos em cada registro. Os registros ou contagem de filhotes e jovens foram descartados.

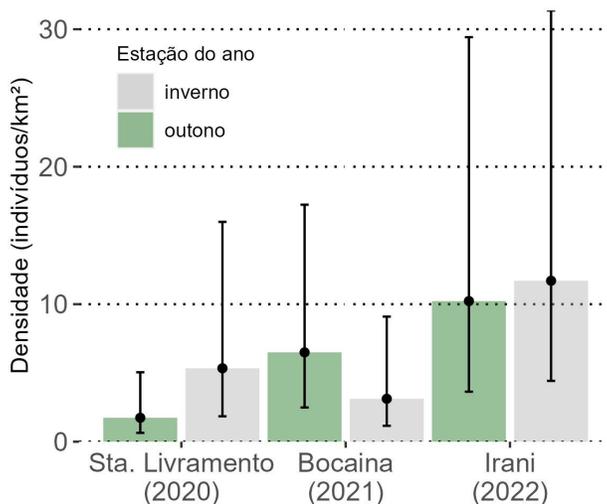
Para estimar a área de vida, foram utilizados os estimadores do Mínimo Polígono Convexo (MCP 100%) e Kernel (Kernel 95%), conforme Worton (1987)

Todas as análises foram realizadas em ambiente de linguagem R (R Core Team, 2023).

## Resultados

### Densidade populacional

A densidade populacional de javalis variou de 3,5 a 10,9 indivíduos por quilômetro quadrado entre as áreas amostradas, considerando a média entre as duas amostragens de cada área de estudo. O extremo sul do Brasil, Sant'Ana do Livramento/RS, apresentou a menor densidade populacional, seguido da região serrana de Santa Catarina (Bocaina do Sul/SC) e finalmente o meio oeste de Santa Catarina (Vargem Bonita/SC) (Figura 9). Para essas estimativas, contou-se com um esforço de campo variando entre 170-412 armadilhas-dia e



**Figura 9.** Densidade (indivíduos/km<sup>2</sup>) de javalis (*Sus scrofa*) estimadas na Área de Proteção Ambiental do Ibirapuitã, região sul do Rio Grande do Sul (Sta. Livramento/RS), durante duas amostragens em 2020; áreas privadas no município de Bocaina do Sul (Bocaina), região serrana de Santa Catarina, em 2021 e; amostragem na região meio oeste de Santa Catarina, município de Vargem Bonita e Irani, em 2022.

**Tabela 2.** Período de amostragem de armadilhas fotográficas, esforço total realizado (esforço = armadilhas-dia) e número de registros independentes (Nº Reg.) para estimativa de densidade populacional de javalis asselvajados em cada estação do ano nas três áreas de estudo em SC e RS.

Área de estudo	Estação do ano	Data início	Data fim	Esforço	Nº Reg.
Santana do Livramento/RS	Inverno	17-18/03/2020	28/04/2020	386	69
	Outono	25-26/08/2020	07/10/2020	404	26
Bocaina do Sul/SC	Inverno	30/04/2021	01/06/2021	290	4
	Outono	15/09/2021	14/10/2021	286	5
Vargem Bonita e Irani/SC	Inverno	13-14/04/2022	09-10/06/2022	170	49
		20-21/10/2022	12/12/2022	412	16

contagens entre 5 a 69 javalis, por área e estação do ano (Tabela 2).

### Rio Grande do Sul - Sant'Ana do Livramento

A densidade média obtida a partir dos dois eventos de amostragem foi de 7 indivíduos a cada dois quilômetros quadrados (3,5 indivíduos/km<sup>2</sup>). A primeira amostragem apresentou a mais baixa densidade entre todas as amostragens do estudo, 1,7 indivíduos/km<sup>2</sup>. Já o segundo evento contou com duas armadilhas fotográficas próximas de uma lavoura de milho, o que fez superestimar a contagem de indivíduos, passando para 5,3 indivíduos/ km<sup>2</sup>. A



Fotos: Virginia Santiago Silva

**Figura 10.** Javalis (*Sus scrofa*) registrado com armadilha fotográfica no Bioma Pampa, Santana do Livramento, Rio Grande do Sul.

Figura 10 apresenta registros de javalis das armadilhas fotográficas em Santana do Livramento, RS.

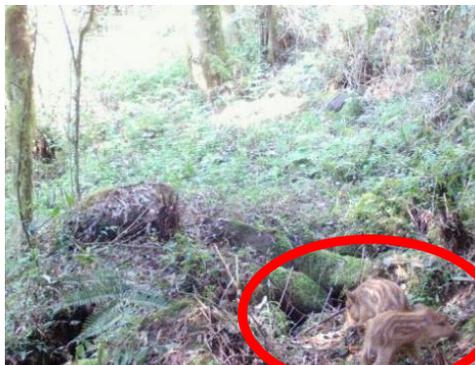
### Santa Catarina - Bocaina do Sul, Vargem Bonita e Irani

Quando mescladas, as duas áreas de amostragens (quatro eventos de armadilhamento) a densidade média obtida foi de quase oito indivíduos a cada quilometro quadrado (7,9 indivíduos/km<sup>2</sup>). O menor valor estimado foi de 3,1 indivíduos/km<sup>2</sup> nas florestas de Bocaina do Sul e a maior, 11,7 indivíduos/km<sup>2</sup>, em Vargem Bonita. Considerando a média entre as duas amostragens em cada uma das áreas em Santa Catarina, obteve-se uma estimativa de 4,8 indivíduos/km<sup>2</sup> em Bocaina do Sul e 11 indivíduos/km<sup>2</sup> em Vargem Bonita. As Figuras 11 e 12 apresentam registros de javalis adultos e filhotes detectados nas armadilhas

Foto: Câmera trap Bushnell - Projeto Javali



**Figura 11.** Javali (*Sus scrofa*) registrado com armadilha fotográfica no Bioma Mata Atlântica, Bocaina do Sul, Santa Catarina.



**Figura 12.** Filhotes de javali (*Sus scrofa*) registrado com armadilha fotográfica no Bioma Mata Atlântica, Bocaina do Sul, Santa Catarina.

Foto: Câmera trap Bushnell - Projeto Javali



Fotos: Câmera trap Bushnell - Projeto Javali



**Figura 13.** Javalis (*Sus scrofa*) registrado com armadilha fotográfica no Bioma Mata Atlântica, Vargem Bonita, Santa Catarina.

fotográficas em Bocaina do Sul e a Figura 13 apresenta registros de javalis das armadilhas fotográficas de Vargem Bonita.

## Tamanho de área de vida

Ao longo de cinco etapas de campo no Rio Grande do Sul e três em Santa Catarina o esforço acumulado pelas armadilhas do tipo jaulas e currais totalizou aproximadamente 250 armadilhas-dia. Deste total, 230 foram obtidos com armadilhas do tipo jaula e 20 com currais. No RS o esforço total foi de 230 armadilhas-dia, enquanto no estado de SC o esforço acumulado gerou

aproximadamente 20 armadilhas-dia, utilizando-se somente currais.

Ao todo foram capturados cinquenta e cinco (55) javalis asselvajados de diversas faixas etárias nas duas áreas de estudo, sendo vinte e três (23) machos e trinta e duas (32) fêmeas, dentre os quais onze (12) receberam colares GPS e foram monitorados para obtenção das estimativas de tamanho de área de vida. No RS foram capturados vinte e quatro (24) javalis, quinze (15) fêmeas e nove (09) machos, e dentre estes, oito (08) receberam colar GPS, quatro (4) fêmeas e quatro (4) machos. Em SC, trinta e um (31) javalis foram capturados nos currais, dezessete (17) fêmeas e quatorze

**Tabela 3.** Informações gerais e valores estimados do tamanho de área de vida de javalis asselvajados (*Sus scrofa*) capturados e aparelhados com colar GPS nas áreas de estudo no estado do Rio Grande do Sul (RS) e Santa Catarina (SC).

ID Brinco	Indivíduo	Área	Sexo	Peso	Tempo (dias)	Nº de loc.	Tamanho da área de vida	
							MCP 100%	Kernel 95%
1	M1-RS	RS	M	52,4	59	2625	5,53	3,52
2	F1-RS	RS	F	45	154	3150	7,1	4,12
4	M2-RS	RS	M	54,7	44	2731	46,2	26,0
7	F2-RS	RS	F	72	87	2960	7,57	3,62
3	M3-RS	RS	M	56,6	7	329	14,3	10,9
9	F3-RS	RS	F	62	68	1980	4,00	2,94
8	M4-RS	RS	M	54,5	14	612	2,51	1,82
10	F4-RS	RS	F	71	89	2507	7,46	6,16
15	M5-SC	SC	M	124	58	2780	12,9	10,1
14	F5-SC	SC	F	58	138	3550	11,0	5,80
21	F6-SC	SC	F	68	85	3045	10,0	6,86

Legenda: ID Brinco = número do brinco de identificação do animal; indivíduo = F = fêmea, M = macho, número junto da letra = identificação individual; sexo F = fêmea, M = macho; peso em quilogramas; tempo = tempo de monitoramento; nº de loc. = número de coordenadas recuperadas contidas no colar GPS; MCP 100% = Mínimo Polígono Convexo 100% das localizações (km<sup>2</sup>); Kernel = estimador Kernel 95% das localizações (km<sup>2</sup>).

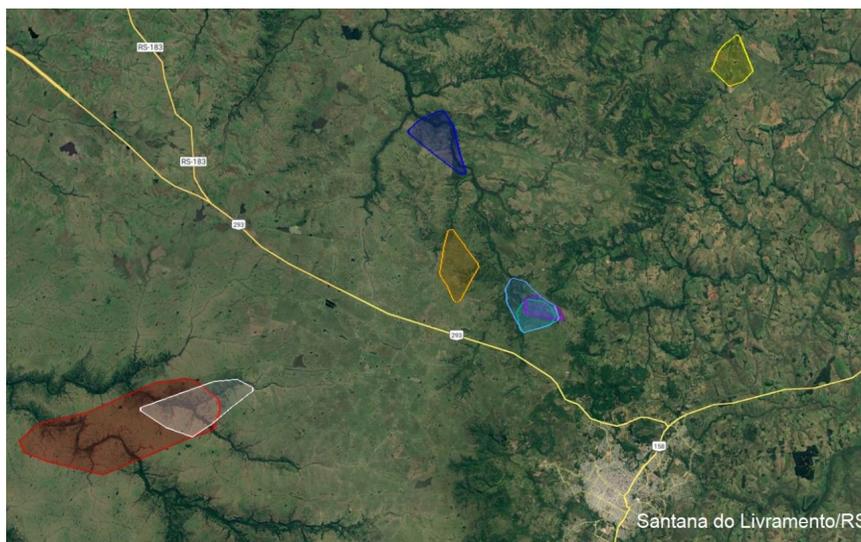
(14) machos, e três (03) receberam colares, sendo dois (02) fêmeas e um (1) macho. Somente um indivíduo, dentre os 12 capturados, não foi possível obter dados, pois não foi mais localizado depois da captura (Tabela 3).

A partir do acumulo de localizações de cada indivíduo monitorado foi possível estimar o tamanho da área de vida dos javalis nos campos do extremo sul do estado do RS e Florestas com Araucária no oeste de SC.

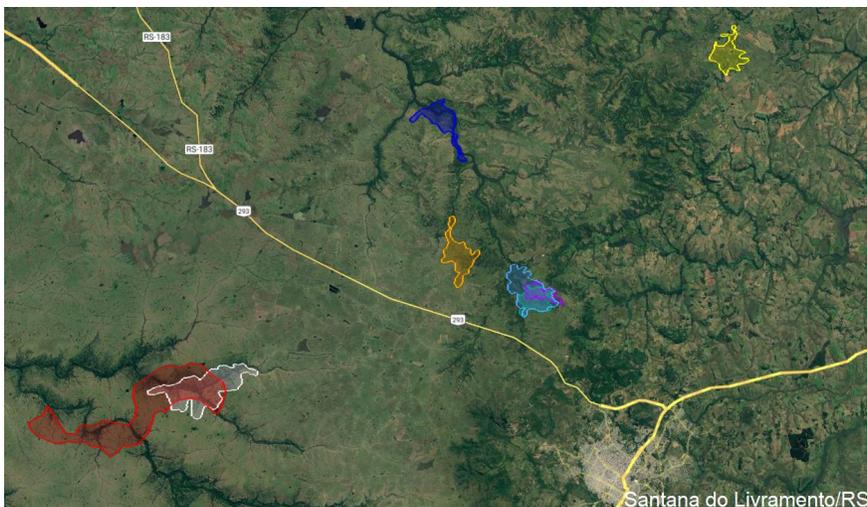
Em média, a área de vida de um javali no Bioma Pampa foi de 11,8 km<sup>2</sup> (máx. 46,2 km<sup>2</sup> – mín. 2,51 km<sup>2</sup>) para o método de Mínimo Polígono Convexo (MPC 100%) e 7,4 km<sup>2</sup> (máx. 26,0 km<sup>2</sup> – mín.

1,82 km<sup>2</sup>) pelo método de Kernel (95%). Para fêmeas a média foi de 6,5 km<sup>2</sup> e 4,2 km<sup>2</sup>, enquanto machos 17,1 km<sup>2</sup> e 10,7 km<sup>2</sup>, MPC 100% e Kernel 95%, respectivamente. Em SC os valores médios estimados para javalis (de maneira geral) foi de 11,3 km<sup>2</sup> (máx. 12,9 km<sup>2</sup> – mín. 10,0 km<sup>2</sup>) para o método de MPC 100% e 7,5 km<sup>2</sup> (máx. 10,1 km<sup>2</sup> – mín. 5,8 km<sup>2</sup>) pelo método de Kernel (95%). Para fêmeas a média foi de 10,5 km<sup>2</sup> e 6,3 km<sup>2</sup> enquanto para machos foi obtido apenas uma única medida, 12,9 km<sup>2</sup> e 10,1 km<sup>2</sup>, MPC 100% e Kernel, respectivamente (Tabela 3).

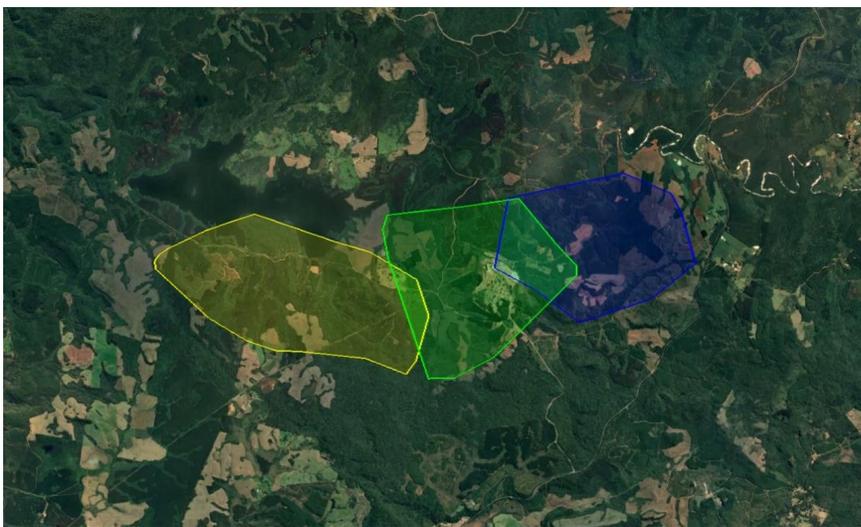
As Figuras 14 e 15 apresentam os polígonos formados pelas estimativas de tamanho da área de vida de javalis (*Sus*



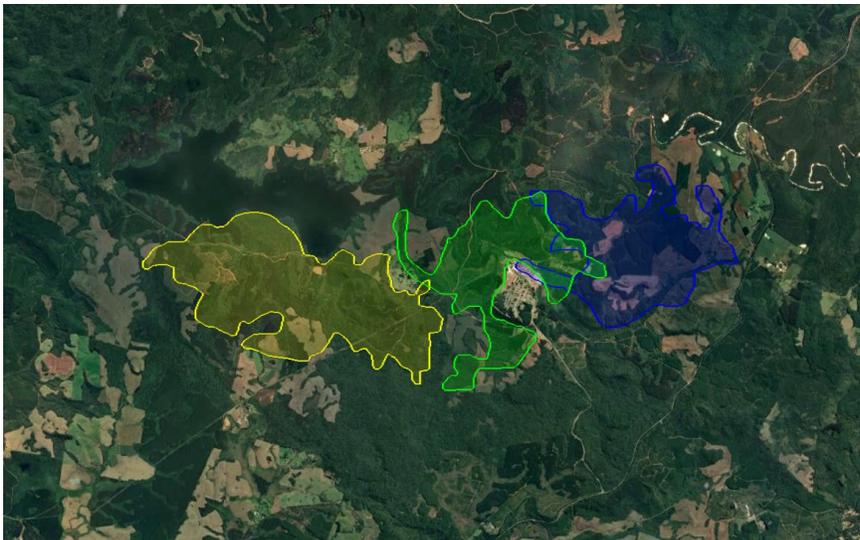
**Figura 14.** Áreas de vida estimadas a partir do Mínimo Polígono Convexo (MCP 100%) de oito indivíduos de javali (*Sus scrofa*; M1 = polígono amarelo, F1 = polígono laranja, M2 = polígono vermelho, F2 = polígono azul escuro, verde, M3 = polígono branco, F3 = polígono verde, M4 = polígono roxo, F4 = polígono azul claro) capturados no município de Santana do Livramento, Rio Grande do Sul. Imagem Google Earth.



**Figura 15.** Áreas de vida estimadas a partir do método de Kernel (Kernel 95%, polígono adaptado para Google Earth) de oito indivíduos de javali (*Sus scrofa*; M1 = polígono amarelo, F1 = polígono laranja, M2 = polígono vermelho, F2 = polígono azul escuro, verde, M3 = polígono branco, F3 = polígono verde, M4 = polígono roxo, F4 = polígono azul claro) capturados no município de Santana do Livramento, Rio Grande do Sul. Imagem Google Earth.



**Figura 16.** Áreas de vida estimadas a partir do Mínimo Polígono Convexo (MCP 100%) de três indivíduos (Brinco 15, M5 = polígono amarelo, 12,9 km<sup>2</sup>; Brinco 14, F5 = polígono verde, 11 km<sup>2</sup>; Brinco 21, F6 = polígono azul, 10 km<sup>2</sup>) capturados no município de Vargem Bonita no estado de Santa Catarina. Imagem Google Earth.



**Figura 17.** Áreas de vida estimadas a partir do método de Kernel (Kernel 95%, polígono adaptado para Google Earth) de três indivíduos (brinco 15, M5 = polígono amarelo, 10,1 km<sup>2</sup>; Brinco 14, F5 = polígono verde, 5,8 km<sup>2</sup>; Brinco 21, F6 = polígono azul, 6,86 km<sup>2</sup>) capturados no município de Vargem Bonita no estado de Santa Catarina. Imagem Google Earth.

*scrofa*) no estado do Rio Grande do Sul, Bioma Pampa e as figuras 16 e 17 apresentam polígonos de área de vida dos javalis monitorados de Santa Catarina, Bioma Mata Atlântica; estimadores Mínimo Polígono Convexo (MCP 100%) e Kernel (Kernel 95%), respectivamente.

## Discussão

### Densidade populacional

A densidade populacional variou dentro do esperado nas três áreas de estudo. A área de campo nativo no Bioma Pampa apresentou o menor valor médio de densidade entre as três áreas estudadas, o que era esperado, pois a estrutura da vegetação não permite que

os javalis ocupem de forma homogênea, uma vez que o ecossistema é formado predominantemente por vegetação herbácea de baixo porte (Boldrini, 2009). Por outro lado, o mosaico formado por Floresta com Araucária, silvicultura e áreas degradadas do Oeste de Santa Catarina apresentou as maiores estimativas de densidade populacional, cerca de 11 indivíduos a cada quilômetro quadrado. Ao que tudo indica as estimativas obtidas no sul do Brasil estão dentro do intervalo estimado na área de distribuição original da espécie (variam entre 0,1 a 10 indivíduos/km<sup>2</sup>), onde é uma espécie autóctone (Melis et al 2006; Massei et al 2018). As regiões com maiores densidades (SC) também são as regiões onde houve ampla criação clandestina de javali, sendo uma

variável não testada nessa oportunidade por falta de dados quantitativos no RS, mas relevante para entender a contaminação de espécies exóticas invasoras.

Apesar de se tratar de ambientes estruturalmente distintos, as áreas amostradas no estado de Santa Catarina apresentaram em média densidades relativamente próximas daquela estimada no Rio Grande do Sul. Na avaliação das áreas do estudo com as formações naturais das áreas de distribuição original do javali (Salvador 2012) é possível observar que as formações com predomínio de florestas são estruturalmente, e talvez funcionalmente, mais próximas daquelas ocupadas no seu centro de origem. Isso pode explicar a persistência dos javalis nas áreas de florestas no sul do Brasil.

Salvador (2012) estimou a densidade de javalis usando armadilhas fotográficas em seis áreas no estado de Santa Catarina, todas cobertas pelo ecossistema de Floresta Ombrófila Mista, e obteve densidade próxima de um indivíduo a cada dois quilômetros quadrados ( $0,5$  indivíduos/ $\text{km}^2$ ). O valor obtido pelo pesquisador ficou cerca de 16 vezes menor se comparado com o estimado no presente estudo. Esta discrepância nos resultados se deve provavelmente pela diferença no modelo de armadilha fotográfica utilizado. A primeira utilizou câmeras 35mm de filme fotográfico, com limitação no número de disparos/registros (máximo 36), enquanto os equipamentos atuais não apresentam essa limitação. Isto impacta

diretamente na detecção dos javalis asselvajados. No entanto, Batista (2015) estimou densidade de javalis utilizando armadilhas fotográficas mais modernas do que aquelas utilizadas por Salvador (2012) e detectou  $0,48 \pm 0,1$  ind/ $\text{km}^2$ , resultado próximo ou equivalente. Desta forma, não é possível discriminar quanto da alta densidade detectada no presente estudo representa o aumento no contingente de indivíduos ao longo dos últimos anos e quanto é atribuído ao aumento na detectabilidade decorrente do uso de equipamentos mais sensíveis. Contudo, embora existam diferenças metodológicas decorrentes dos equipamentos usados nos estudos realizados por Salvador (2012) e Batista (2015) e neste, as estimativas obtidas no presente estudo indicam aumento no número de indivíduos nos últimos 6 a 10 anos.

Por outro lado, variáveis não abordadas no estudo também podem ter influenciado as amostragens pontualmente. Por exemplo, uma cultura sazonal de milho influenciou os resultados de uma das estimativas realizadas no Rio Grande do Sul. A lavoura funcionou como um atrativo para os javalis, concentrando indivíduos de toda vizinhança, sendo a única lavoura nas áreas de influência das câmeras. Efeito semelhante foi descrito por Massei et al (1997). O modelo estatístico atenuou os efeitos da variável, mas mesmo assim gerou um número relativamente elevado de indivíduos por unidade de área quando comparado com a amostragem no período sem lavoura. Outro exemplo foi observado na Floresta com Araucária em Vargem

Bonita/SC, durante amostragem de inverno, onde havia disponibilidade de sementes de araucária (pinhão) em dois pontos de amostragem, gerando maior taxa de captura (i.e. maior detectabilidade) do que o esperado. Isso ocasionou aumento de valores estimados. Apesar de também atenuado pelo modelo, geraram amplitude de erro acima do esperado (ver Figura 1). Por esta razão, é prudente considerar as médias e dependendo da abordagem, considerar como valores máximos, sem subestimativas. Controlar as variáveis seria a alternativa metodológica mais adequada para atenuar seus potenciais efeitos, entretanto isso nem sempre é viável, o que não é uma restrição exclusiva deste estudo. Contudo, considerando a quantidade de equipamentos necessários para evitar a perda de dados (furtos, mau funcionamento) e outros entraves que podem impactar ou influenciar o delineamento amostral adotado e seus resultados, os dados obtidos figuram como satisfatórios e adequados para subsidiar ações de manejo e inferências que dependam desse parâmetro para análise. Desta forma, as estimativas aqui apresentadas são inéditas e fruto de análises atuais e ponderadas, que geraram importantes informações sobre a demografia de javalis selvagens no sul do Brasil.

De qualquer forma, as densidades de javalis detectadas indicam a necessidade de alocação de esforços para

controle efetivo da espécie em todas as áreas de estudo, com especial destaque à região oeste de Santa Catarina, que apresentou a densidade mais elevada e representa a área de maior risco sanitário para a suinocultura.

## Tamanho de área de vida

De maneira geral, o tamanho das áreas de vida dos javalis estimadas no presente estudo também está dentro do intervalo esperado para a espécie, tanto aqueles estimados na sua região de origem quanto nos locais onde a espécie foi introduzida (Singer et al 1981, Boitani et al 1994, Martins et al 2019). Há grande variação nas estimativas documentadas, desde pouco mais de 100 hectares até milhares de hectares. No Bioma Pampa, machos apresentaram área de vida maior se comparado com área de fêmeas (cerca de 70% maior). Enquanto na Mata Atlântica machos e fêmeas tiveram tamanhos de área de vida semelhantes, mas com tamanho ligeiramente menor para fêmeas. Além disso, apesar de valores distintos para machos, de maneira geral os javalis do Pampa e Mata Atlântica tiveram tamanho de área de vida próximos.

A paisagem coberta predominantemente por vegetação herbácea (rasteira) faz do Pampa um ambiente usado de forma heterogênea, uma vez que os javalis ocupam áreas menos conspícuas durante a fase clara do dia e áreas mais abertas na fase escura. Nas formações mais

abertas os porcos ficam mais expostos e são detectados com mais facilidade, por isso evitam esses horários durante o dia. Assim, javalis permanecem nas áreas florestadas (dominada por arbustos em ambiente ripário) durante o dia e utilizam (se deslocam, forrageiam, etc) os campos durante a noite. Este parece ser um padrão recorrente no Pampa e faz parte do ritmo circadiano dos javalis que ali vivem. Neste contexto, os javalis necessitam de maior extensão de área para desenvolver suas atividades diárias, uma vez que a proporção de áreas abertas é consideravelmente maior se comparado com as áreas florestadas. Os javalis do Pampa têm tamanho de área de vida semelhantes ao encontrado em paisagens estruturalmente parecidas (p. ex. Oliveira-Santos et al 2016).

Já na Floresta com Araucária, no estado de Santa Catarina, os javalis utilizam os ambientes de forma indistinta, quando comparado com o padrão observado no Pampa. O ambiente florestado com algum grau de antropização é mais complexo (*lato senso*) e ao que tudo indica oferece mais recursos para os javalis. Tanto do ponto de vista da relação trófica quanto da disponibilidade de abrigos, áreas de banho, etc. E, a floresta é estruturalmente mais complexa. Se não fossem os vestígios deixados haveria pouca chance de detecção, tamanha inconspicuidade.

Neste contexto, era esperado observar áreas de vida menores quando comparado com ambientes estruturalmente menos complexos e mais abertos. Ou

melhor, os javalis não teriam a necessidade de percorrer maior distância para cumprir suas necessidades diárias. Mas, os dados aqui apresentados mostram outro padrão, quando comparadas as duas formações. Para machos a comparação é inconclusiva, pois apenas um indivíduo macho foi monitorado em Santa Catarina, mas as fêmeas apresentaram área de vida maior na região com maior proporção de floresta, em Santa Catarina (SC). Uma possível explicação para esta condição está em um dos elementos desta paisagem, que são as florestas plantadas, predominantemente por *Pinus spp.* Esse plantio parece não oferecer muitos recursos para javalis. Assim, mesmo se tratando de cobertura florestal, o ambiente, em parte, é pouco importante para os javalis. Isso faz com que tenham que se deslocar para áreas mais vantajosas (ver Keuling et al 2008) e, como consequência disso, ampliam suas áreas de vida. Um dado que dá suporte a esta hipótese é o número de coordenadas localizadas dentro dos plantios de *Pinus spp.*, demasiadamente baixo. Mas, de qualquer maneira, o tamanho médio da área de vida obtida em SC está dentro do intervalo observado em outras regiões do país e outros continentes.

Quando observada somente a área de vida dos indivíduos machos, chama atenção o tamanho estimado para o indivíduo M2 (brinco 4) no Rio Grande do Sul, com cerca de 26 km<sup>2</sup> (Kernel 95%), maior área dentre os indivíduos monitorados. Este javali pesou 54,7 kg no momento da captura e apresentou

dentição de sub-adulto. Nesta faixa etária era esperada área de vida menor, uma vez que ainda não atingiu a fase adulta. Quando comparado com o macho M1 (brinco 1), que apresentou proporção corporal equivalente ao M2 brinco 4 (52,4 kg), sua área é cerca de cinco vezes menor. Uma possível explicação para esta discrepância está na diferença entre as paisagens, uma com predominância de lavoura de soja (para M1 brinco 1) e outra coberta por campos nativos e florestas ripárias (M2 brinco 4). As áreas cultivadas oferecem condições favoráveis para os javalis, uma vez que fornecem alimento em praticamente todas as fases de produção. Isso faz com que os indivíduos não deixem as lavouras e vizinhança para buscar recursos em áreas distantes. Ao contrário da área ocupada pelo macho M2, brinco 4, sem estas condições. Apesar do baixo número de indivíduos machos, especialmente adultos, pode-se inferir que javalis adultos machos dominantes devam apresentar área de vida ainda maiores do que estas estimadas para o Bioma Pampa, seguramente superior aos 26 km<sup>2</sup> do macho M2 brinco 4.

As estimativas foram obtidas em espaço relativamente curto de tempo, função da limitação do método, não sendo possível avaliar efeito sazonal na área de vida. Contudo, deve-se considerar que variações sazonais no ambiente podem gerar mudanças no padrão de uso do espaço, expandindo ou reduzindo suas áreas de vida de acordo com as condições (sazonais) impostas pelo meio, conforme observado por Keuling

et al. (2009). Mudanças no tipo de cultivo, plantios ou mesmo no tipo de exploração pecuária devem gerar alterações no padrão de uso do espaço. Entretanto, considerando estudos pretéritos, pode-se afirmar que o espaço ocupado por javalis no sul do Brasil não é demasiadamente volúvel, pois segue um padrão geral observado em uma ampla gama de ambientes, independente da condição de ocupação. Os dados aqui apresentados reforçam esta presunção e adicionam informações importantes na difícil tarefa de conhecer o modo de vida desta espécie invasora.

Conhecer os padrões de movimento e a área de vida média dos javalis são dados essenciais para prever e/ou modelar dispersão de difusão das doenças (Casas-Díaz et al. 2013), tendo destacada importância no monitoramento de doenças em regiões de fronteira internacional e divisas geopolíticas com status sanitários distintos. Diante da atual difusão da Peste Suína Africana no mundo (Guberti et al. 2022), estudos de telemetria têm sido frequentemente usados em vigilância de fronteira, como no caso da fronteira Sino Russa e Coreana (Fekede JR & Xiaolong W, 2021). Da mesma forma, a aplicabilidade destes parâmetros tem sido explorada para adequação de manejo para controle populacional e redução de danos e prejuízos em áreas agrícolas, causados pelos javalis (Ikeda et al. 2022), sendo estratégica para alocação racional de recursos nos planos de manejo.

## Conclusões e recomendações

A densidade populacional média de javalis detectada nas três áreas de estudo variando de 3,5 a 10,9 javalis/km<sup>2</sup>, bem como as estimativas de cada área individualmente, indicam invasões bem estabelecidas que demandam atenção no controle e vigilância de doenças, em vista dos riscos que representam. A combinação de métodos, armadilhas fotográficas e telemetria também permite melhor avaliação das estimativas de densidade, que podem estar subestimadas, já que a área de vida (<< 28 km<sup>2</sup> em um mês) foi bem menor que o raio considerado na transformação de número de indivíduos para densidade. Uma correção para um raio menor poderia dobrar ou triplicar essas estimativas.

A densidade populacional da região oeste de Santa Catarina, a mais alta entre as três áreas estudadas, indica a ameaça da bioinvasão à suinocultura, requerendo atenção e esforços do setor produtivo com investimento em biossegurança, controle e vigilância da espécie na região.

Na área de vida dos javalis na região de fronteira entre Rio Grande do Sul e Uruguai, considerando a densidade (aproximadamente 3,5 javalis/km<sup>2</sup>) e a área de vida dos javalis (11,8 km<sup>2</sup> MPC100% ou 7,4 km<sup>2</sup>) detectadas, somada ao distinto status sanitário dos países (ex. em relação à Síndrome reprodutiva e respiratória dos suínos), investir

em controle populacional associado ao monitoramento sanitário dos javalis na região é estratégico.

Apesar das diferenças ambientais, as áreas de vida médias dos javalis nas duas regiões foram semelhantes. A área de vida dos javalis pode ser usada como parâmetro para o estabelecimento de áreas de intervenções, seja com finalidade de manejo para controle, vigilância e contenção de doenças (ex. estabelecimento de unidades epidemiológicas, buffers, etc.), quando consideradas juntamente com outras variáveis ambientais.

Considerando que as populações são dinâmicas e os parâmetros populacionais de densidade e área de vida são influenciados por outras variáveis, sobretudo variações mediadas pelo homem, a continuidade ou realização de novos estudos desta natureza é recomendável, para ampliar a gama de inferências espaço temporais desses parâmetros.

As contribuições desta pesquisa estão alinhadas ao ODS 15, Meta 15.8 – “Até 2020, implementar medidas para evitar a introdução e reduzir significativamente o impacto de espécies exóticas invasoras em ecossistemas terrestres e aquáticos, e controlar ou erradicar as espécies prioritárias”, pois fornece parâmetros populacionais úteis e de aplicação direta às políticas de manejo para controle e vigilância de doenças em que o javali (*Sus scrofa*), espécie exótica invasora, está implicada.

## Referências

- BATISTA, G. O. O javali (*Sus scrofa Linnaeus, 1758*) na região do Parque Nacional das Araucárias: percepções humanas e sua relação com regeneração de *Araucaria angustifolia*. 2015. 128 f. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil.
- BOITANI, L.; MATTEI, L.; NONIS, D.; CORSI, F. Spatial and activity patterns of wild boars in Tuscany, Italy. **Journal of Mammalogy**, v. 75, p. 600-612, 1994.
- BOLDRINI, I. I. A flora dos campos do Rio Grande do Sul. In: PILLAR, V. DE P.; MÜLLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. de S.; JACQUES, A. V. A. (Ed.). Campos sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2009. p. 63-77.
- BURNHAM, K. P.; ANDERSON, D. R. Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach. **Ecological Modelling**, v. 172, n. 1, p. 96-97, Feb. 2004. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2003.11.004>
- CASAS-DÍAZ, E.; CLOSA-SEBASTIÀ, F.; PERIS, A. et al. Dispersal record of Wild boar (*Sus scrofa*) in northeast Spain: Implications for implementing disease-monitoring programs. **Wildlife Biology in Practice**, v. 9, p. 19– 26, 2013. <https://doi.org/10.2461/wbp.2013.ibeun.3>
- CHAO, A. An overview of closed capture-recapture models. **Journal of Agricultural, Biological and Environmental Statistics**, v. 6, p. 158-175, 2001. DOI 10.1007/s10344-007-0157-4
- FEKEDE, J. R.; XIAOLONG, W. Wild boar movement monitoring for African swine fever control along the Sino-Russian and Korean border. **Species**, v. 22, n. 69, p. 143-152, 2021.
- FISKE, I.; CHANDLER, R. Unmarked: an R package for fitting hierarchical models of wildlife occurrence and abundance. **Journal of Statistical Software**, v. 43, n. 10, p. 1-23, 2011. <https://www.jstatsoft.org/v43/i10/>.
- GUBERTI, V.; KHOMENKO, S.; MASIULIS, M.; KERBA S. **African swine fever in wild boar** – Ecology and biosecurity. 2nd ed. Rome, FAO, World Organisation for Animal Health and European Commission, 2022. (FAO Animal Production and Health Manual , 28). <https://doi.org/10.4060/cc0785>
- HEGEL, C. G. Z.; FARIA, G. M. M.; RIBEIRO, B.; SALVADOR, C. H.; ROSA, C.; PEDROSA, F.; BATISTA, G.; SALES, L. P.; WALLAU, M.; FORNEL, R.; AGUIAR, L. M. S. Invasion and spatial distribution of wild pigs (*Sus scrofa L.*) in Brazil. **Biological Invasions**, v. 24, n.12, p. 3681–3692, 2022. <https://doi.org/10.1007/s10530-022-02872-w>
- IKEDA, T. et al. Home range and habitat selection of wild boar (*Sus scrofa*) in rural landscape. **Mammal Study**, v. 48, n. 3, p. 1-11, 2023. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2165365/v1>
- KELLNER, K. F.; SMITH, A. D.; ROYLE, J. A.; KERY, M.; BELANT, J. L.; CHANDLER, R. B. The unmarked R package: Twelve years of advances in occurrence and abundance modelling in ecology. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 14, n. 6, p. 1408-1415, 2023. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.14123>
- KEULING, O.; STIER, N.; ROTH, M. Annual and seasonal space use of different age classes of female wild boar *Sus scrofa L.* **European Journal of Wildlife Research**, p. 54, p. 403–412, 2008.
- KEULING, O.; STIER, N.; ROTH, M. Commuting, shifting or remaining? different spatial utilisation patterns of wild boar *Sus scrofa L.* in forest and field crops during summer. **Mammalian Biology**, v. 74, p. 145–152, 2009.
- KEULING, O.; STIER, N.; ROTH, M. How does hunting influence activity and spatial usage in wild boar *Sus scrofa L.*? **European Journal of Wildlife Research**, v. 54, n. 4, p. 729-737, 2008. Doi: 10.1007/s10344-008-0204-9
- KLEIN, R. M. Aspectos dinâmicos da vegetação do Sul do Brasil. **Sellowia**, v. 1, n. 36, p. 5-54, 1984.
- LOWE, S.; BROWNE, M.; BOUDJELAS, S.; DE POORTER, M. **100 of the world's worst invasive alien species**: a selection from the global invasive species database. Updated and reprinted version: November 2004. The Invasive Species Specialist Group (ISSG)/World Conservation Union (IUCN). 2000
- LUQUE, G. M.; BELLARD, C.; BERTELSMEIER, C.; BONNAUD, E.; GENOVESI, P.; SIMBERLOFF,

- D.; COURCHAMP, F. Alien species: Monster fern makes IUCN invader list. **Nature**, v. 498, n. 7452, p. 37, 2013. <https://doi.org/10.1038/498037a>
- MACKENZIE, D. I.; NICHOLS, J. D.; LACHMAN, G. B.; DROEGE, S.; ANDREW ROYLE, J.; LANGTIMM, C. A. Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. **Ecology**, v. 83, n. 8, p. 2248-2255, 2002.
- MARTINS F. I.; MOURÃO G. M.; CAMPOS Z.; PELLEGRIN A.; SILVA V. S. Activity pattern and habitat selection by invasive wild boars (*Sus scrofa*) in Brazilian agroecosystems. **Mastozoologia Neotropical**, v. 26, n. 1, p. 129–141, 2019.
- MASSEI G.; COATS J.; LAMBERT M.S.; PIETRAVALLE S.; GILL R.; COWAN D. Camera traps and activity signs to estimate wild boar density and derive abundance indices. **Pest Management Science**, v. 74, p. 853–860, 2018.
- MASSEI, G.; GENOV, P. V.; STAINES, B. W.; GORMAN, M. L. Factors influencing home range and activity of wild boar (*Sus scrofa*) in a Mediterranean coastal area. **Journal of Zoology**, v. 242, p. 411-423, 1997.
- MELIS, C.; SZAFRANSKA P.; JĘDRZEJEWSKA, B.; BARTON K. Biogeographical variation in the population density of wild boar (*Sus scrofa*) in western Eurasia. **Journal of Biogeography**, v. 33, p. 803-811, 2006.
- MENG, X. J.; LINDSAY, D. S.; SRIRANGANATHAN, N. Wild boars as sources for infectious diseases in livestock and humans. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 364, n. 1530, p. 2697-707, 2009. Doi: 10.1098/rstb.2009.0086.
- MILLER, R. S.; SWEENEY, S. J.; SLOOTMAKER, C.; GREAR, D. A.; DI SALVO, P. A.; KISER, D.; SHWIFF, S. A. Cross-species transmission potential between wild pigs, livestock, poultry, wildlife, and humans: implications for disease risk management in North America. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 7821, 2017. Doi: 10.1038/s41598-017-07336-z.
- OEHLERT, G. W. A note on the delta method. **American Statistician**, v. 46, n. 1, p. 27–29, 1992. [HTTP://WWW.JSTOR.ORG/STABLE/2684406](http://www.jstor.org/stable/2684406)
- OLIVEIRA-SANTOS, L. G. R.; FORESTER, J. D.; PIOVEZAN, U.; TOMAS, W. M.; FERNANDEZ, F. A. S. Incorporating animal spatial memory in step selection functions. **Journal of Animal Ecology**, v. 5, p. 516-524, 2016.
- PAWLINA, I'M.; PROULX, G. Factors affecting trap efficiency: a review. In: PROULX, G. (ed.) **Mammal Trapping**. Sherwood Park Alberta: Alpha Wildlife Research and Management Ltd. p. 95-116, 1999.
- R CORE TEAM. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2023. <https://www.R-project.org/>.
- RAMOS, N.; MIRAZO, S.; CASTRO, G.; CABRERA, K.; OSORIO, F.; ARBIZA, J. First-time detection of porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV) infection in Uruguay. **Transboundary and Emerging Diseases**, v. 65, n. 2, p. 352-356, 2018. Doi: 10.1111/tbed.12813.
- ROY, H. E.; TRICARICO, E.; HASSALL, R. et al. The role of invasive alien species in the emergence and spread of zoonoses. **Biological Invasions**, v. 25, p. 1249–1264, 2023. <https://doi.org/10.1007/s10530-022-02978-1>
- SALVADOR C. **Ecologia e Manejo de javali (*Sus scrofa* L.) na América do Sul**. 2012 Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Ecologia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- SINGER F. J.; OTTO D. K.; TIPTON A. R.; HABLE C. P. Home ranges, movements, and habitat use of European wild boar in Tennessee. **Journal of Wildlife Management**, v. 45, p. 343-353, 1981.
- WORTON B. J. A review of models of home range for animal movement. **Ecological Modelling**, v. 38, p. 277-298, 1987.

## Referencias consultada

- FREDRIKSSON-AHOMAA, M.; LONDON, L.; SKRZYPCZAK, T.; KANTALA, T.; LAAMANEN, I.; BISTRÖM, M.; MAUNULA, L.; GADD, T. Foodborne zoonoses common in hunted wild boars. **Ecohealth**, v. 4, p. 512-522, 2020. Doi: 10.1007/s10393-020-01509-5.

HEGEL, C. G. Z.; MARINI, M. A. Impact of the wild boar, *Sus scrofa*, on a fragment of Brazilian Atlantic Forest. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 8, p. 17-24, 2013.

OLIVEIRA, C. H. S. **Ecologia e manejo de javali (*Sus scrofa* L.) na América do Sul**. 2012. (Tese de Doutorado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

PODGÓRSKI, T.; APOLLONIO, M.; KEULING, O. Contact rates in wild boar populations: implications for disease transmission. **The Journal of Wildlife Management**, v. 82, p. 1210–1218, 2018. Doi: 10.1002/jwmg.21480

THURFJELL, H.; BALL, J. P.; AHLÉN, P.-A.; KORNACHER, P.; DETTKI, H.; SJÖBERG, K. 2009. Habitat use and spatial patterns of wild boar *Sus scrofa* (L.): agricultural fields and edges. **European Journal of Wildlife Research**, v. 55, p. 517-523, 2009.

WILSON C.; GENTLE, M.; MARSHALL, D. Factors influencing the activity ranges of feral pigs (*Sus scrofa*) across four sites in eastern Australia. **Wildlife Research**, v. 50, n. 11, p. 876-889, 2023. Doi: 10.1071/WR22095.

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

**Embrapa Suínos e Aves**  
Rodovia BR 153 - Km 110  
Caixa Postal 321  
89.715-899, Concórdia, SC  
Fone: (49) 3441 0400  
Fax: (49) 3441 0497  
www.embrapa.br  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

**1ª edição**

Versão eletrônica (2023)



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA E  
PECUÁRIA



UNIÃO E RECONSTRUÇÃO

Comitê Local de Publicações  
da Embrapa Suínos e Aves

Presidente

*Franco Muller Martins*

Secretária-Executiva

*Tânia Maria Biavatti Celant*

Membros

*Clarissa Silveira Luiz Vaz, Cláudia Antunes Arrieche, Gerson Neudi Scheuermann, Jane de Oliveira Peixoto, Rodrigo da Silveira Nicoloso e Sara Pimentel*

Suplentes

*Estela de Oliveira Nunes*

*Fernando de Castro Tavernari*

Supervisão editorial

*Tânia Maria Biavatti Celant*

Revisão técnica

*Marcos Antonio Zanella Mores*

*Paulo Augusto Esteves*

Revisão de texto

*Monalisa Leal Pereira*

Normalização bibliográfica

*Claudia Antunes Arrieche*

Projeto gráfico da coleção

*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Edição eletrônica

*Vivian Fracasso*

Fotos capa

*Luiz Carlos Bordin, Virginia Santiago Silva e câmera trap Bushnell - Projeto Javali/Embrapa Suínos e Aves*