RESSALVA

Atendendo solicitação da autora,
o texto completo desta dissertação será
disponibilizado somente a partir de
25/11/2027.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
Faculdade de Medicina Veterinária - Campus de Araçatuba

MARIA RITA MELINSKY MARIN

ANÁLISE HISTOPATOLÓGICA E DETECÇÃO DO CIRCOVÍRUS SUÍNO TIPO 2 E TIPO 3 EM JAVALIS NO ESTADO DE SÃO PAULO

Araçatuba
2025

MARIA RITA MELINSKY MARIN

ANÁLISE HISTOPATOLÓGICA E DETECÇÃO DO CIRCOVÍRUS SUÍNO TIPO 2 E TIPO 3 EM JAVALIS NO ESTADO DE SÃO PAULO

Dissertação apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Medicina Veterinária, Araçatuba, para obtenção do título de Mestra em Ciência Animal.

Orientadora: Prof. Dra. Daniela Bernadete Rozza

Araçatuba

2025

M337a

Marin, Maria Rita Melinsky
Análise histopatológica e detecção do circovírus suíno tipo 2 e tipo 3 em javalis no estado de São Paulo / Maria Rita Melinsky Marin. -- Araçatuba, 2025
70 f. : tabs., fotos, mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Medicina Veterinária, Araçatuba
Orientadora: Daniela Bernadete Rozza

1. Circovirose suína. 2. Detecção molecular. 3. Epidemiologia. 4. Javalis. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Dados fornecidos pelo autor(a).

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Araçatuba

ATA Nº 398

ATA DA DEFESA EM SESSÃO FECHADA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE MARIA RITA MELINSKY MARIN, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL, DA FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA - CÂMPUS DE ARAÇATUBA.

Aos 25 de novembro de 2025, às 9h, por meio de Videoconferência, realizou-se a defesa de DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de MARIA RITA MELINSKY MARIN, intitulada **ANÁLISE HISTOPATOLÓGICA E DETECÇÃO DO CIRCOVÍRUS SUÍNO TIPO 2 E TIPO 3 EM JAVALIS NO ESTADO DE SÃO PAULO**. A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Profa. Ass. Dra. DANIELA BERNADETE ROZZA (Orientador(a) - Participação Virtual) do(a) Departamento de Clínica, Cirurgia e Reprodução Animal / Faculdade de Medicina Veterinária - Câmpus de Araçatuba/UNESP, Profa. Adjunta ALINE DE MARCO VIOTT (Participação Virtual) do(a) Departamento de Ciências Veterinárias / Universidade Federal do Paraná - Setor Palotina, Profa. Titular GISELE FABRINO MACHADO (Participação Virtual) do(a) Departamento de Clínica, Cirurgia e Reprodução Animal / Faculdade de Medicina Veterinária - Câmpus de Araçatuba/UNESP, Após a exposição pela mestranda e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, a discente recebeu o conceito final: APROVADA. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.

Profa. Ass. Dra. DANIELA BERNADETE ROZZA

A Deus, pois, nas aflições da vida
o Espírito Santo sempre está comigo.

AGRADECIMENTOS

Bom, é sempre difícil começar um texto de agradecimento, principalmente para quem, assim como eu, gosta de retribuir ou pelo menos agradecer na mesma intensidade a ajuda que recebemos durante a vida. O ponto é que sozinhos não chegamos a lugar nenhum, precisamos de ajuda, e agradecer essa ajuda é uma das coisas mais bonitas que o ser humano pode fazer.

Assim foi a minha trajetória durante o mestrado, eu precisei de ajuda em todos os sentidos, afinal ninguém faz pesquisa sozinho...

E aqui estão meus agradecimentos:

Em primeiro lugar gostaria de agradecer a Deus, pois ainda que eu escrevesse por toda a minha vida, seria muito pouco para agradecer por tudo, afinal o Senhor me deu a vida, é meu melhor amigo, meu socorro, minha fortaleza, minha paz.

Para o meu amado Rodrigo, meu marido e refúgio: obrigada por estar ao meu lado quando faltou fôlego, e me devolver a coragem para lutar. Obrigada, meu amor, por ficar de mãos dadas comigo nos dias bons e ruins. Se realizei esse sonho foi porque você sonhou comigo.

Aos meus filhos de quatro patas: Frida, Flora, Diana, Chiquinha, Lion Bartolomeu, Rock Lee e Peter Park, o amor de vocês não precisa de palavras, afinal ultrapassa tudo o que as palavras alcançam, obrigada por esse amor que conduz.

À minha mãe, Rita Melinsky, que me ensinou a acreditar em mim e a confiar em Deus: obrigada por cada oração silenciosa, por cada palavra de motivação e, sobretudo, pelo seu amor, pois ele foi uma das pontes que me trouxeram até aqui.

Ao meu pai, Pedro Marin: o esforço financeiro com que sustentou a minha graduação abriu o caminho que me trouxe a este lugar.

In memoriam do meu avô materno João Melinsky, a minha força em forma de exemplo e a minha avó materna Maria Lúcia Bezerra Melinsky, pois seu brilho nos olhos quando fala sobre mim é o tipo de amor que empurra a gente para a frente.

Á minha orientadora, Dra. Daniela Bernadete Rozza: obrigada por confiar em mim, especialmente quando eu não confiava, por essa oportunidade incrível de realizar o mestrado, tenha certeza de que a sua orientação foi o meu guia quando não

existia mapas, abrigo quando me sobrou o medo e impulso quando era hora de dar o próximo passo.

Á Dra. Flávia Lombardi Lopes que me ensinou e contagiou com sua paixão pela área de biologia molecular, a cada reunião para discussão do projeto eu pode aprender uma infinidade de novos conhecimentos, os quais sempre foram ensinados com paciência e entusiasmo, agradeço também pelo fornecimento de insumos para realização dessa pesquisa

Ao Dr. Marcelo Vasconcelos Meireles, que também detém uma bagagem grandiosa sobre a área de biologia molecular e me ensinou com maestria e paciência, agradeço também pelo fornecimento de insumos para realização dessa pesquisa.

Á Dra. Katia Denise Bresciani, pois, tudo começou no meu estágio curricular sob a sua orientação, obrigada por guiar com maestria os meus primeiros passos em direção a pesquisa científica.

Á todos da FMVA/UNESP que de alguma forma auxiliaram na execução, desenvolvimento e conclusão dessa pesquisa.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de pesquisa (processo 88887.950509/2024-00).

“Tenho-vos dito isto, para que em mim tenhais paz;
no mundo tereis aflições, mas tende bom ânimo, eu venci o mundo”
João 16:33

RESUMO

Os javalis (*Sus Scrofa*) estão amplamente distribuídos na região Sudeste do Brasil e são considerados uma espécie exótica invasora. Eles são responsáveis por diversos impactos à saúde única, e seu papel como reservatório de patógenos de suínos tem se tornado cada vez mais relevante. Entre esses patógenos estão os circovírus suíno 2 (PCV2) e circovírus suíno 3 (PCV3), responsáveis por inúmeras perdas econômicas na suinocultura mundial. Os estudos sobre PCV2 e PCV3 em javalis de vida livre na região Noroeste do Estado de São Paulo ainda são escassos. Essa pesquisa teve como objetivo realizar em 25 javalis de vida livre da região Noroeste do Estado de São Paulo, a análise histopatológica de pulmão, fígado, baço e linfonodo, bem como a detecção molecular do PCV2 e PCV3 e a análise filogenética das sequências de PCV3. Em 17 javalis, as principais lesões microscópicas observadas estavam relacionadas a pneumonia e hepatite parasitária e a reatividade do tecido linfóide (baço e linfonodo). Não foram encontradas lesões microscópicas sugestivas de infecção por PCV2. Em 8 animais, não foi possível a coleta de amostras teciduais para histopatologia. Na análise por reação em cadeia da polimerase em tempo real, das amostras dos 25 javalis, houve positividade para PCV2 em 4 (16%) animais e para PCV3 em 9 (36%). Entre os tecidos analisados, o linfóide (baço e linfonodo) apresentou a maior frequência de positividade tecidual tanto para PCV2 como PCV3. As sequências de nucleotídeos identificadas no PCV3 estavam mais próximas filogeneticamente das sequências dos países Espanha, Brasil e Polônia. Além disso, a identidade nucleotídica das nossas sequências com sequências de PCV3 de outros estudos com javalis no Brasil variou de 98,76% a 99,38%, e de 98,45% a 99,07% com PCV3 de suínos domésticos brasileiros. Este é o primeiro relato de PCV3 em javalis de vida livre no estado de São Paulo. Esses achados refletem a importância da vigilância epidemiológica em espécies selvagens.

Palavras-chave: circovirose suína; detecção molecular; epidemiologia; javalis.

ABSTRACT

Wild boars (*Sus scrofa*) are widely distributed in the Southeast region of Brazil and are considered an invasive exotic species. They are responsible for several impacts on One Health, and their role as a reservoir of swine pathogens has become increasingly relevant. Among these pathogens are *Circovirus porcine 2* (PCV2) and *Circovirus porcine 3* (PCV3), responsible for numerous economic losses in the global swine industry. Studies on PCV2 and PCV3 in free-ranging wild boars in the Northwest region of the State of São Paulo are still scarce. This research aimed to perform histopathological analysis of the lungs, liver, spleen, and lymph nodes in 25 free-ranging wild boars from the Northwest region of the State of São Paulo, as well as molecular detection of PCV2 and PCV3 and phylogenetic analysis of PCV3 sequences. In 17 wild boars, the main microscopic lesions observed were related to pneumonia and parasitic hepatitis, and to lymphoid tissue reactivity (spleen and lymph node). No microscopic lesions suggestive of PCV2 infection were found. In 8 animals, it was not possible to collect tissue samples for histopathology. In the real-time polymerase chain reaction analysis of samples from the 25 wild boars, there was positivity for PCV2 in 4 (16%) animals and for PCV3 in 9 (36%). Among the tissues analyzed, the lymphoid tissue (spleen and lymph node) showed the highest frequency of tissue positivity for both PCV2 and PCV3. The nucleotide sequences identified in PCV3 were phylogenetically closer to the sequences from Spain, Brazil, and Poland. Furthermore, the nucleotide identity of our sequences with PCV3 sequences from other studies with wild boars in Brazil ranged from 98.76% to 99.38%, and from 98.45% to 99.07% with PCV3 from Brazilian domestic pigs. This is the first report of PCV3 in free-living wild boars in the state of São Paulo. These findings reflect the importance of epidemiological surveillance in wild species.

Keywords: porcine circovirus; molecular detection; epidemiology; wild boars.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 13
1.1 ASPECTOS GERAIS DO CIRCOVÍRUS SUÍNO TIPO 2 14
1.2 ASPECTOS GERAIS DO CIRCOVÍRUS SUÍNO TIPO 3 16
1.3 JAVALIS E A PROBLEMÁTICA SANITÁRIA 17
1.4 JUSTIFICATIVA 18
1.5 OBJETIVOS 19
2 CAPÍTULO 1 - FILOGENIA E DETECÇÃO MOLECULAR DO CIRCOVÍRUS SUÍNO TIPO 3 EM JAVALIS DE VIDA LIVRE DO ESTADO DE SÃO PAULO 20
2.1 RESUMO 20
2.2 ABSTRACT 21
2.3 INTRODUÇÃO 21
2.4 MATERIAL E MÉTODOS 23
2.4.1 Comitê de ética 23
2.4.2 Javalis abatidos 23
2.4.3 Extração de DNA 24
2.4.4 Reação em cadeia de polimerase em Tempo Real (qPCR) 24
2.4.5 PCR convencional e sequenciamento genético 25
2.4.6 Análise filogenética 26
2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO 26
2.5.1 PCR em tempo real e positividade dos tecidos 26
2.5.2 Análise filogenética e distribuição do PCV3 no Brasil 27
2.6 CONCLUSÃO 31
2.7 AGRADECIMENTOS 31
2.8 FINANCIAMENTO 31
2.9 REFERÊNCIAS 31
3 CAPÍTULO 2 - DETECÇÃO MOLECULAR DO CIRCOVÍRUS SUÍNO TIPO 2 E ANÁLISE HISTOPATOLÓGICA EM JAVALIS DE VIDA LIVRE DO ESTADO DE SÃO PAULO 36
3.1 RESUMO 36
3.2 ABSTRACT 37
3.3 INTRODUÇÃO 37

3.4 MATERIAL E MÉTODOS 38
3.4.1 Comitê de ética 38
3.4.2 Javalis abatidos 38
3.4.3 Histopatologia 39
3.4.4 Extração de DNA e PCR em tempo real 39
3.5 RESULTADOS 40
3.5.1 Análise Histopatológica 40
3.5.1.1 Pulmão 40
3.5.1.2 Fígado 44
3.5.1.3 Linfonodo 50
3.5.1.4 Baço 50
3.5.2 PCR em tempo real 52
3.6 DISCUSSÃO 53
3.7 CONCLUSÃO 56
3.8 AGRADECIMENTOS 56
3.9 FINANCIAMENTO 56
3.10 REFERÊNCIAS 56
4 CONCLUSÃO 62
REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO GERAL 63
ANEXO A - COMITÊ DE ÉTICA 70

1 INTRODUÇÃO

Em 1974, Tischer e colaboradores observaram que uma cultura de células da linhagem PK-15 derivada de rim de suíno, estava contaminada por um pequeno vírus. Estudos subsequentes, constataram que se tratava de um vírus pequeno, circular, DNA de fita simples e não citopático, sendo denominado circovírus suíno tipo 1 (PCV1) (Tischer *et al.*, 1982). Os suínos domésticos infectados com PCV1 não apresentaram alterações clínicas e/ou patológicas sendo considerados assintomáticos (Tischer *et al.*, 1986).

Na década de 1990, suínos com a síndrome de emagrecimento multissistêmico pós-desmame (SDMSD), foram identificados com um vírus diferente do isolado da cultura de células da linhagem PK-15 (Allan *et al.*, 1998). Posteriormente, testes moleculares aplicados em suínos sintomáticos para SDMSD, detectou um novo vírus, com identidade nucleotídica menor que 80% se comparado ao isolado de cultura celular da linhagem PK15, sendo então denominado de circovírus suíno tipo 2 (PCV2) (Meehan *et al.*, 1998).

Em 2016, nos Estados Unidos, suínos com lesões semelhantes à da síndrome da dermatopatia e nefropatia, foram negativos para PCV2 na imunohistoquímica e na reação em cadeia da polimerase (PCR) (Palinski *et al.*, 2017). Utilizando a técnica de metagenômica viral em amostras teciduais desses animais, detectou-se um novo circovírus com 36% de similaridade em relação ao PCV2, e menos que 70% de homologia com outros circovírus, sendo então denominado circovírus suíno tipo 3 (PCV3) (Palinski *et al.*, 2017).

Em 2019, na China foi detectado o circovírus suíno tipo 4 (PCV4) em suínos com síndrome de dermatite nefropatia suína, doença entérica e respiratória (Zhang *et al.*, 2020). Ele é capaz de infectar suínos domésticos de todas as idades, o seu potencial de infecção em javalis permanece incerto e sua capacidade de transmissão para outras espécies não pode ser descartado (Yan; Sun, 2024).

Assim, até o presente momento, são conhecidas quatro espécies de circovírus: circovírus suíno tipo 1 (PCV1), o circovírus suíno tipo 2 (PCV2), o circovírus suíno tipo 3 (PCV3) e o circovírus suíno tipo 4 (PCV4) (Kroeger; Temeeyasen; Piñeyro, 2022; Yan; Sun, 2024).

1.1 ASPECTOS GERAIS DO CIRCOVÍRUS SUÍNO TIPO 2

O PCV2 é considerado um dos patógenos de maior importância em suínos, sendo responsável por causar grandes perdas econômicas na suinocultura (Segalés; Kekarainen; Cortey, 2013). Foram identificados oito genótipos de PCV2, que são classificados de PCV2a a PCV2h (Franzo; Ségales, 2018) e recentemente foi proposto um novo genótipo denominado de PCV2i (Wang *et al.*, 2020).

No Brasil, foram identificados quatro genótipos (PCV2a, PCV2b, PCV2c e PCV2d) em javalis (Franzo *et al.*, 2015) e em suínos três genótipos (PCV2a, PCV2b e PCV2d) (Ciacci-Zanella *et al.*, 2009; Miotto *et al.*, 2024). A alta taxa evolutiva do PCV2 é a responsável pelo grande número de variantes do PCV2 a campo (Link *et al.*, 2021).

A transmissão do circovírus suíno tipo 2 pode ocorrer de modo horizontal entre suínos da mesma ninhada ou de modo vertical, sendo que a transmissão horizontal é a mais frequente (Maity *et al.*, 2023).

A sintomatologia do PCV2 está associada a um complexo de doenças e síndromes, que são agrupadas sobre o termo de doenças do circovírus suíno ou doenças associadas ao circovírus suíno (Ségales, 2012).

As doenças associadas ao PCV2 são a síndrome de emagrecimento multissistêmico pós-desmame, a síndrome da dermatite e nefropatia suína, complexo de doenças respiratórias suínas e distúrbios reprodutivos e entéricos (Ciacci-Zanella *et al.*, 2009; Ségales, 2012). A forma subclínica da doença é a mais comum, sendo caracterizada por diminuição do ganho de peso sem sinais clínicos evidentes (Ségales, 2012).

A síndrome de emagrecimento multissistêmico pós-desmame ou infecção sistêmica, tem como sintomas primários a perda de peso, palidez ou icterícia, tosse e diarreia. As lesões microscópicas observadas são o infiltrado inflamatório linfohistiocítico a granulomatoso em tecidos linfoides, rins, pulmões, intestino e coração (Opriessnig; Meng; Halbur, 2007).

Na síndrome de dermatite e nefropatia suína, os sinais clínicos são anorexia, apatia, com formação de lesões cutâneas irregulares que evoluem de mácula para pápulas e áreas necróticas com crostas, localizadas principalmente nos membros posteriores e região perianal. É uma síndrome caracterizada por uma lesão

vascular imunomediada que resulta em vasculite necrosante, isquemia e hemorragia em múltiplos órgãos, principalmente rim, pele, mesentério e baço (Cobos *et al.*, 2024).

O complexo das doenças respiratórias (CDRS) suínas ocorre em associação com múltiplos patógenos respiratórios, sendo que o PCV2 pode desempenhar um papel importante nesse cenário, a sintomatologia do CDRS é caracterizada pela tosse, dispneia, febre, anorexia, edema pulmonar, pneumonia broncointersticial granulomatosa com bronquiolite e fibrose bronquiolar, sendo que as lesões de bronquiolite podem ser semelhantes as causas pelo coronavírus respiratório suíno ou vírus da influenza suína (Opriessnig; Meng; Halbur, 2007).

Ainda em suínos, o PCV2 causa a ocorrência de abortos, natimortos, aumento da mortalidade pré-desmame, mumificação fetal e enterite granulomatosa em leitões (Opriessnig; Meng; Halbur, 2007).

O diagnóstico dessas doenças associadas ao circovírus suíno é baseado na observação dos sinais clínicos, das lesões macroscópicas e microscópicas e detecção viral (Ségales; Sibila, 2022). A infecção subclínica, tem sido controlada por meio da vacinação para PCV2 (Ségales; Sibila, 2022). Ainda, PCV2 pode não ser o único agente etiológico associado as doenças, assim o diagnóstico deve ser realizado considerando diferentes fatores etiológicos e de risco (Ségales; Sibila, 2022).

É importante ressaltar que o uso da detecção molecular do PCV2 deve ser utilizado como princípio de vigilância, monitoramento e controle epidemiológico, uma vez que somente a detecção do patógeno, não configura diagnóstico de doença (Ségales; Sibila, 2022).

Não existe tratamento específico disponível, assim, a indicação é que seja oferecido um tratamento de suporte relacionado aos sinais clínicos apresentados pelo animal. Em casos de coinfecção, a escolha do tratamento é modulada segundo os patógenos presentes (Gillespie *et al.*, 2009).

A medida de controle mais eficaz contra a doença/infecção por PCV2 é a aplicação de vacinas comerciais nos animais (Franzo; Ségales, 2020). A vacinação também ocasiona uma redução dos sinais clínicos apresentados pelos animais, com diminuição da taxa de mortalidade e melhora dos parâmetros da produção suína (Woźniak *et al.*, 2019; Franzo; Ségales, 2020). As vacinas comerciais disponíveis no mercado têm apresentado uma boa eficiência, independente do genótipo circulante na granja de suínos (Franzo; Ségales, 2020).

1.2 ASPECTOS GERAIS DO CIRCOVÍRUS SUÍNO TIPO 3

O PCV3 possui um alto potencial de taxa evolutiva (Jiang *et al.*, 2020). Mas, atualmente, foi proposto a existência de somente um genótipo de PCV3 denominado de PCV3a (Franzo *et al*., 2020; Franzo; Ségales, 2023).

As vias de transmissão do PCV3 não estão definidas, de modo que ainda não foram estabelecidas as rotas exatas de transmissão, todavia o PCV3 pode ser eliminado em secreções nasais, fezes, colostro, sêmen e fluídos orais, sinalizando a importância das vias de transmissão vertical e horizontal (Kroeger; Temeeyasen; Piñeyro, 2022).

O PCV3 está associado a uma grande diversidade de apresentações clínicas como: falhas reprodutivas, síndrome de dermatite e nefropatia suína, síndrome inflamatória multissistêmica e infecção subclínica, no entanto, a relevância clínica da infecção por PCV3 associada a sinais clínicos ainda é desconhecida (Kroeger; Temeeyasen; Piñeyro, 2022). Uma vez que correlacionar os sinais clínicos ou lesões especificas com o PCV3 ainda é um desafio (Yang; Marthaler; Rovira, 2022).

Todavia, a literatura cientifica associando o PCV3 com diferentes doenças é extensa porém elas não fornecem bases solidas que confirmem a causalidade (Saporiti *et al.*, 2021).

Algumas lesões histopatológicas já foram associadas a detecção do PCV3 em suínos em fase de crescimento sendo a vasculite cardíaca, miocardite e pneumonia intersticial (Yang; Marthaler; Rovira, 2022).

Ainda, foi descrito uma nova doença clínica associada ao PCV3 no Brasil com a sintomatologia de orelhas grandes e rotacionadas caudalmente, pneumonia intersticial e vasculite sistêmica em leitões recém-nascidos (Molossi *et al.*, 2022).

Em suínos com detecção viral positiva para PCV3 já foram relatadas as seguintes condições clínico-patológicas: doença respiratória leve a grave, dificuldade respiratória, pneumonia broncointersticial, pneumonia intersticial, diarreia, vômito, enterite catarral, falha reprodutiva, mortalidade da porca, abortos, leitões natimortos, leitões neonatais fracos ao nascer, miocardite, encefalite e tremores congênitos (Saporiti *et al.*, 2021).

Nos casos de infecção subclínica o PCV3 apresenta um papel importante, pois produz uma resposta inflamatória multissistêmica leve, viremia prolongada detectável e eliminação viral nas secreções nasais (Temeeyasen *et al.*, 2021).

O diagnóstico para a doença associada ao PCV3 deve ser realizado com suporte laboratorial, uma vez que existe uma sobreposição e similaridade dos sinais clínicos associados à infecção por PCV3 com outros patógenos de suínos (Kroeger; Temeeyasen; Piñeyro, 2022).

Na atualidade, não existem vacinas comerciais disponíveis contra a infecção por PCV3 o que resulta em grandes perdas econômicas para a suinocultura (Cao *et al.*, 2023).

1.3 JAVALIS E A PROBLEMÁTICA SANITÁRIA

O PCV2 foi identificado em javalis de cativeiro nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Barbosa *et al.*, 2016). No Sul do Brasil, o PCV2 e o PCV3, já foram detectados em javalis de vida livre (Santo *et al.*, 2022; Severo *et al.*, 2021). Sendo o javali uma espécie cada vez mais relevante como reservatório de patógenos de suínos (Almeida *et al.*, 2025).

Ainda, o javali pode atuar como reservatório de vírus, parasitas e bactérias, que são transmissíveis ao ser humano e aos animais domésticos, sendo essa transmissão uma ameaça a saúde humana e animal (Fredriksson-Ahomaa, 2019).

Como exemplos de doenças em que o javali pode atuar como reservatório podemos identificar a brucelose, triquinelose e peste suína clássica para os animais domésticos e leptospirose, hepatite E, tuberculose e triquinelose para os seres humanos (Meng; Lindsay; Sriranganathan, 2009).

O javali está na lista das 100 espécies invasoras que mais causam impactos no mundo (Kmetiuk *et al.*, 2023; Loew *et al.*, 2000). No Brasil os javalis foram introduzidos por volta de 1960, sendo importados de diversos países como Uruguai, França e Alemanha, no intuito de criação de áreas de caça, zoológicos e produção de carne (IBAMA, 2017).

Entre 2005 a 2010 criadores clandestinos soltaram os javalis na natureza em reposta às novas exigências legais impostas a criação da espécie no Brasil e à baixa rentabilidade da carne de javali no mercado interno. Essa soltura irregular favoreceu a rápida expansão da espécie pelos biomas brasileiros (Salvador, 2012).

Em 2013, a Instrução Normativa n° 3 do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA, 2013) proibiu a instalação, o funcionamento e o registro de novos estabelecimentos para criação de javalis no

Brasil. Essa normativa também regulamentou o controle populacional do javali através da caça, perseguição e abate visando a eliminação da espécie.

Porém, nos últimos 30 anos, ocorreu um aumento acelerado da população de javalis de vida livre, em especial nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do país (Hegel *et al.*, 2022).

O aumento da população de javalis de vida livre e seu potencial para transmissão de doenças a rebanhos domésticos, em função dos ambientes compartilhados, destacam a problemática desse cenário para o controle de doenças e medidas de biossegurança (Meng; Lindsay; Sriranganathan, 2009).

No bioma brasileiro os javalis encontraram um ambiente propício para reprodução e expansão, devido ao cenário agrícola e florestas nativas que possuem amplos recursos naturais, ocupando essas áreas até a atualidade (Hegel *et al.*, 2019).

Recentemente, no estado de São Paulo foi publicado o Decreto n° 69.645, de 23 de junho de 2025, que versa sobre o controle populacional do javali e os declara como nocivos à saúde pública, meio ambiente, agricultura e pecuária. O decreto também considera a espécie uma praga de interesse singular para controle e erradicação no Estado de São Paulo (2025).

Portanto, realizar a vigilância epidemiológica de doenças em animais exóticos permite a construção de uma base sólida para elaboração de medidas de controle e prevenção de doenças, contribuindo para a proteção da saúde humana e dos animais domésticos (Delgado *et al.*, 2023).

1.4 JUSTIFICATIVA

O presente estudo justifica-se em virtude da carência de informações em relação a condição sanitária da população de javalis no Estado de São Paulo, o que ressalta a importância de pesquisas científicas visando à proteção da saúde humana e dos rebanhos domésticos. Além disso, até o momento, são escassas as pesquisas ou dados sobre a ocorrência de de PCV2 e PCV3 nos javalis da região noroeste do Estado de São Paulo, tornando-se essencial a realização de estudos voltados a detecção desse patógeno nessa população.

1.5 OBJETIVOS

Realizar a análise histopatológica de baço, pulmão, fígado e linfonodos de javalis de vida livre coletados na região estudada, no intuito de identificar o perfil sanitário da espécie e realizar a pesquisa molecular dos agentes virais PCV2 e PCV3 e caracterização filogenética da sequência de PCV3 em amostras positivas.

4 CONCLUSÃO

Foram analisados 17 javalis de vida livre na histopatologia e 25 javalis de vida livre para detecção molecular de PCV2 e PCV3, com análise filogenética da sequência de PCV3 aqui identificada. A maioria das lesões microscópicas encontras foram a pneumonia e hepatite parasitária e reatividade do tecido linfoide (baço e linfonodo), quatro javalis foram positivos para PCV2, nove javalis foram positivos para PCV3 e a sequência de PCV3 aqui identificada está filogeneticamente mais próxima das sequências de PCV3 descritas nos países Alemanha, Brasil e Polônia. Nossos achados demonstram a importância da vigilância epidemiológica em espécies selvagens e identifica pela primeira vez o PCV3 em javalis de vida livre no Estado de São Paulo.

REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO GERAL

ALLAN, G. M.; MCNEILLY, F.; KENNEDY, S.; DAFT, B.; ELLIS, J. A.; HAINES, D. M.; MEEHAN, B. M.; ADAIR, B. M. Isolation of porcine circovirus-like viruses from pigs with a wasting disease in the USA and Europe. **Journal of Veterinary Diagnostic Investigation**, Columbia, v.10, n.1, p. 3-10, 1998. DOI: 10.1177/104063879801000102. Disponível em: https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/104063879801000102. Acesso em: 18 ago. 2025.

ALMEIDA, B.; DUARTE, M. D.; DUARTE, A.; FAGULHA, T.; RAMOS, F.; LUÍS, T.; CAETANO, I.; BARROS, S. C.; SANTOS, F. A.; HENRIQUES, A. M. Comprehensive survey of PCV2 and PCV3 in domestic pigs and wild boars across Portugal: prevalence, geographical distribution and genetic diversity. **Pathogens**, Basel, v. 14, n. 7, art. 675, p. 1-14, 2025. DOI: 10.3390/pathogens14070675. Disponível em: https://www.mdpi.com/2076-0817/14/7/675. Acesso em: 25 ago. 2025.

BARBOSA, C. N.; MARTINS, N. R. S.; FREITAS, T. R. P.; LOBATO, Z. I. P. Serological survey of *Porcine circovirus-2* in captive wild boars (Sus *scrofa*) from registered farms of south and south-east regions of Brazil. **Transboundary and Emerging Diseases**, Berlin, v. 63, n. 2, p. e278-e280, 2016. DOI: 10.1111/tbed.12247. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/tbed.12247. Acesso em: 1 out. 2025.

CAO, X.; HUANG, M.; WANG, Y.; CHEN, Y.; YANG, H.; QUAN, F. Immunogenicity analysis of PCV3 recombinant capsid protein virus-like particles and their application in antibodies detection. **International Journal of Molecular Sciences**, Basel, v. 24, n. 12, art. 10377, p. 1-16, 2023. DOI: 10.3390/ijms241210377. Disponível em: https://www.mdpi.com/1422-0067/24/12/10377. Acesso em: 8 out. 2025.

CIACCI-ZANELLA, J. R.; SIMON, N. L.; PINTO, L. S.; VIANCELLI, A.; FERNANDES, L. T.; HAYASHI, M.; DELLAGOSTIN, O. A.; ESTEVES, P. A. Detection of porcine *Circovirus* type 2 (PCV2) variants PCV2-1 and PCV2-2 in Brazilian pig population. **Research in Veterinary Science**, London, v. 87, n. 1, p. 157-160, 2009. DOI: 10.1016/j.rvsc.2008.12.001. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034528808002464. Acesso em: 26 nov. 2025.

COBOS, À.; DOMINGO, M.; PÉREZ, M.; HUERTA, E.; LLORENS, A.; SEGALÉS, J.; SIBILA, M. Retrospective investigation of porcine circoviruses in cases of porcine dermatitis and nephropathy syndrome. **Veterinary Research**, London, v. 55, n. 1, art. 146, p. 1-10, 2024. DOI: 10.1186/s13567-024-01405-8. Disponível em: https://veterinaryresearch.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13567-024-01405-8. Acesso em: 29 out. 2025.

DELGADO, M.; FERRARI, N.; FANELLI, A.; MUSET, S.; THOMPSON, L.; SLEEMAN, J. M.; WHITE, C. L.; WALSH, D.; WANNOUS, C.; TIZZANI, P. Wildlife health surveillance: gaps, needs and opportunities. **Revue Scientifique et Technique de l'OIE**, Paris, v. 42, p. 161-172, 2023. DOI: 10.20506/rst.42.3359.

Disponível em: https://doc.woah.org/dyn/portal/index.xhtml?page=alo&aloId=43231. Acesso em: 26 ago. 2025.

FRANZO, G.; CORTEY, M.; CASTRO, A. M. M. G.; PIOVEZAN, U.; SZABO, M. P. J.; DRIGO, M.; SEGALÉS, J.; RICHTZENHAIN, L. J. Genetic characterisation of Porcine circovirus type 2 (PCV2) strains from feral pigs in the Brazilian Pantanal: an opportunity to reconstruct the history of PCV2 evolution. **Veterinary Microbiology**, Amsterdam, v. 178, n. 1-2, p. 158-162, 2015. DOI: 10.1016/j.vetmic.2015.05.003. Disponível em: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S037811351500187X. Acesso em: 26 nov. 2025.

FRANZO, G.; DELWART, E.; FUX, R.; HAUSE, B.; SU, S.; ZHOU, J.; SEGALÉS, J. Genotyping porcine circovirus 3 (PCV3) nowadays: does it make sense? **Viruses**, Basel, v. 12, n. 3, art. 265, p. 1-13, 2020. DOI: 10.3390/v12030265. Disponível em: https://www.mdpi.com/1999-4915/12/3/265. Acesso em: 3 out. 2025.

FRANZO, G.; SEGALÉS, J. Porcine circovirus 2 (PCV2) genotype update and proposal of a new genotyping methodology. **Plos One**, San Francisco, v. 13, n. 12, art. e0208585, p. 1-12, 2018. DOI: 10.1371/journal.pone.0208585. Disponível em: https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0208585. Acesso em: 19 ago. 2025.

FRANZO, G.; SEGALÉS, J. Porcine circovirus 2 genotypes, immunity and vaccines: multiple genotypes but one single serotype. **Pathogens**, Basel, v. 9, n. 12, art. 1049, p. 1-12, 2020. DOI: 10.3390/pathogens9121049. Disponível em: https://www.mdpi.com/2076-0817/9/12/1049. Acesso em: 19 ago. 2025.

FRANZO, G.; SEGALÉS, J. Porcine circovirus 3 (PCV3) variability: is it in the virus or in the classification criteria? **Virology Journal**, London, v. 20, n. 1, art. 26, p. 1-3, 2023. DOI: 10.1186/s12985-023-01984-6. Disponível em: https://virologyj.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12985-023-01984-6. Acesso em: 3 out. 2025.

FREDRIKSSON-AHOMAA, M. Wild boar: a reservoir of foodborne zoonoses. **Foodborne Pathogens and Disease**, Larchmont, v. 16, n. 3, p. 153-165, 2019. DOI: 10.1089/fpd.2018.2512. Disponível em: https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/fpd.2018.2512. Acesso em: 26 nov. 2025.

GILLESPIE, J.; OPRIESSNIG, T.; MENG, X. J.; PELZER, K.; BUECHNER-MAXWELL, V. Porcine circovirus type 2 and porcine circovirus-associated disease. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Philadelphia, v. 23, n. 6, p. 1151-1163, 2009. DOI: 10.1111/j.1939-1676.2009.0389.x. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1939-1676.2009.0389.x. Acesso em: 29 out. 2025.

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**, Dordrecht, v. 24, n. 12, p. 3681-3692, 2022. DOI: 10.1007/s10530-022-

02872-w. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s10530-022-02872-w. Acesso em: 26 ago. 2025.

HEGEL, C. G. Z.; SANTOS, L. R.; PICHORIM, M.; MARINI, M. Â. Wild pig (Sus scrofa L.) occupancy patterns in the Brazilian Atlantic Forest. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 19, n. 4, art. e20180719, p. 1-8, 2019. DOI: 10.1590/1676-0611-BN-2018-0719. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-06032019000400205&tlng=en. Acesso em: 5 set. 2025.

IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Instrução Normativa Ibama n. 3, de 31 de janeiro de 2013**. Declara a 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, doravante denominados "javalis". Brasília, DF: IBAMA, 2013. Disponível em: https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=129393. Acesso em: 27 nov. 2025.

IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Plano nacional de prevenção, controle e monitoramento do javali (Sus scrofa)**. Brasília, DF: IBAMA, 2017. 50 p. Disponível em: https://www.ibama.gov.br/phocadownload/javali/2017/2017-PlanoJavali-2017.2022.pdf. Acesso em: 3 jul. 2025.

JIANG, M.; GUO, J.; ZHANG, G.; JIN, Q.; LIU, Y.; JIA, R.; WANG, A. Fine mapping of linear B cell epitopes on capsid protein of porcine circovirus 3. **Applied Microbiology and Biotechnology**, Berlin, v. 104, n. 14, p. 6223-6234, 2020. DOI: 10.1007/s00253-020-10664-2. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s00253-020-10664-2. Acesso em: 25 ago. 2025.

KMETIUK, L. B.; BIONDO, L. M.; PEDROSA, F.; FAVERO, G. M.; BIONDO, A. W. One Health at gunpoint: impact of wild boars as exotic species in Brazil - a review. **One Health**, Amsterdam, v. 17, art. 100577, p. 1-12, 2023. DOI: 10.1016/j.onehlt.2023.100577. Disponível em: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2352771423000976. Acesso em: 5 set. 2025.

KROEGER, M.; TEMEEYASEN, G.; PIÑEYRO, P. E. Five years of porcine circovirus 3: what have we learned about the clinical disease, immune pathogenesis, and diagnosis. **Virus Research**, Amsterdam, v. 314, art. 198764, p. 1-15, 2022. DOI: 10.1016/j.virusres.2022.198764. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168170222000922. Acesso em: 18 ago. 2025

LINK, E. K.; EDDICKS, M.; NAN, L.; RITZMANN, M.; SUTTER, G.; FUX, R. Discriminating the eight genotypes of the porcine circovirus type 2 with TaqMan-based real-time PCR. **Virology Journal**, London, v. 18, n. 1, art. 70, p. 1-12, 2021.

DOI: 10.1186/s12985-021-01541-z. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8028161/. Acesso em: 19 ago. 2025.

LOEW, S.; BROWNE, M.; BOUDJELAS, S.; POORTER, M. **100 of the world's worst invasive alien species:** a selection from the global invasive species. Auckland: The Invasive Species Specialist Group, 2000. 12 p.

MAITY, H. K.; SAMANTA, K.; DEB, R.; GUPTA, V. K. Revisiting porcine circovirus infection: recent insights and its significance in the piggery sector. **Vaccines**, Basel, v. 11, n. 8, art. 1308, p. 1-32, 2023. DOI: 10.3390/vaccines11081308. Disponível em: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10457769/. Acesso em: 9 set. 2025.

MEEHAN, B. M.; MCNEILLY, F.; TODD, D.; KENNEDY, S.; JEWHURST, V. A.; ELLIS, J. A.; HASSARD, L. E.; CLARK, E. G.; HAINES, D. M.; ALLAN, G. M. Characterization of novel circovirus DNAs associated with wasting syndromes in pigs. **Journal of General Virology,** London, v. 79, pt. 9, p. 2171-2179, 1998. DOI: 10.1099/0022-1317-79-9-2171. Disponível em: https://www.microbiologyresearch.org/content/journal/jgv/10.1099/0022-1317-79-9-2171. Acesso em: 19 ago. 2025.

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 of London. Series B: Biological Sciences**, London, v. 364, n. 1530, p. 2697-2707, 2009. DOI: 10.1098/rstb.2009.0086. Disponível em: https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rstb.2009.0086. Acesso em: 25 ago. 2025.

MIOTTO, R.; PISSETTI, C.; BORDIN, L. C.; ZANELLA, J. R. C. Genótipos de circovírus suíno Tipo 2 e PCV3 em amostras clínicas de suínos no Brasil. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 25, art. 77826E, p. 1-13, 2024. DOI: 10.1590/1809-6891v25e-77826P. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1809-68912024000100222&tlng=pt. Acesso em: 26 nov. 2025.

MOLOSSI, F. A.; ALMEIDA, B. A.; CECCO, B. S.; SILVA, M. S.; MÓSENA, A. C. S.; BRANDALISE, L.; SIMÃO, G. M. R.; CANAL, C. W.; VANUCCI, F.; PAVARINI, S. P.; DRIEMEIER, D. A putative PCV3-associated disease in piglets from Southern Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v. 53, n. 1, p. 491-498, 2022. DOI: 10.1007/s42770-021-00644-7. Disponível em: https://link.springer.com/10.1007/s42770-021-00644-7. Acesso em: 26 nov. 2025.

OPRIESSNIG, T.; MENG, X.-J.; HALBUR, P. G. Porcine circovirus type 2–associated disease: update on current terminology, clinical manifestations, pathogenesis, diagnosis, and intervention strategies. **Journal of Veterinary Diagnostic Investigation**, Thousand Oaks, v. 19, n. 6, p. 591-615, 2007. 0.1177/104063870701900601. DOI: Disponível em: https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/104063870701900601. Acesso em: 30 set. 2025.

PALINSKI, R.; PIÑEYRO, P.; SHANG, P.; YUAN, F.; GUO, R.; FANG, Y.; BYERS, E.; HAUSE, B. M. A Novel porcine circovirus distantly related to known circoviruses is associated with porcine dermatitis and nephropathy syndrome and reproductive failure. **Journal of Virology**, Washington-DC, v. 91, n. 1, art. e01879-16, p. 1-13, 2017. DOI: 10.1128/JVI.01879-16. Disponível em: https://journals.asm.org/doi/10.1128/JVI.01879-16. Acesso em: 22 ago. 2025.

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

SANTO, A. C. D.; GRESSLER, L. T.; COSTA, S. Z. R.; CENTENARO, J. R.; DAZZI, I. M.; MARTINS, M. Porcine circovirus 2 and 3 in wild boars in Southern Brazil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 52, n. 2, e20210209, p.1-7, 2022. DOI: 10.1590/0103-8478cr20210209. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782022000200451&tlng=en. Acesso em: 25 ago. 2025.

SÃO PAULO (Estado). **Decreto n. 69.645, de 23 de junho de 2025**. Regulamenta a Lei n. 17.295, de 22 de outubro de 2020, e declara o javali-europeu (Sus scrofa) em todas as suas formas, linhagens, raças e diferentes graus de cruzamento, e seus híbridos, como nocivo ao meio ambiente, à saúde pública, à pecuária e à agricultura, além de praga cujo combate e erradicação é considerado de peculiar interesse do Estado de São Paulo com base na Lei n. 10.478, de 22 de dezembro de 1999, e na Lei n. 10.670, de 24 de outubro de 2000. São Paulo: Assembleia Legislativa, 2025. Disponível em: https://www.al.sp.gov.br/leis/legislacao-do-estado/. Acesso em: 26 ago. 2025.

SAPORITI, V.; FRANZO, G.; SIBILA, M.; SEGALÉS, J. Porcine circovirus 3 (PCV-3) as a causal agent of disease in swine and a proposal of PCV-3 associated disease case definition. **Transboundary and Emerging Diseases**, Berlin, v. 68, n. 6, p. 2936-2948, 2021. DOI: 10.1111/tbed.14204. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/tbed.14204. Acesso em: 26 nov. 2025.

SEGALÉS, J. Porcine circovirus type 2 (PCV2) infections: clinical signs, pathology and laboratory diagnosis. **Virus Research**, Amsterdam, v. 164, n. 1-2, p. 10-19, 2012. DOI: 10.1016/j.virusres.2011.10.007. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168170211004011. Acesso em: 19 ago. 2025.

SEGALÉS, J.; KEKARAINEN, T.; CORTEY, M. The natural history of porcine circovirus type 2: From an inoffensive virus to a devastating swine disease? **Veterinary Microbiology**, Amsterdam, v. 165, n. 1-2, p. 13-20, 2013. DOI: 10.1016/j.vetmic.2012.12.033. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378113513000424. Acesso em: 19 ago. 2025

SEGALÉS, J.; SIBILA, M. Revisiting porcine circovirus disease diagnostic criteria in the current porcine circovirus 2 epidemiological context. **Veterinary Sciences**, Basel,

v. 9, n. 3, art. 110, p. 1-14, 2022. DOI: 10.3390/vetsci9030110. Disponível em: https://www.mdpi.com/2306-7381/9/3/110. Acesso em: 1 out. 2025.

SEVERO, D. R. T.; WERLANG, R. A.; MORI, A. P.; BALDI, K. R. A.; MENDES, R. E.; SURIAN, S. R. S.; COLDEBELLA, A.; KRAMER, B.; TREVISOL, I. M.; GOMES, T. M. A.; SILVA, V. S. Health profile of free-range wild boar (*Sus scrofa*) subpopulations hunted in Santa Catarina State, Brazil. **Transboundary and Emerging Diseases**, Berlin, v. 68, n. 2, p. 857-869, 2021. DOI: 10.1111/tbed.13752. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/tbed.13752. Acesso em: 25 out. 2025.

TEMEEYASEN, G.; LIERMAN, S.; ARRUDA, B. L.; MAIN, R.; VANNUCCI, F.; GIMENEZ-LIROLA, L. G.; PIÑEYRO, P. E. Pathogenicity and immune response against porcine circovirus type 3 infection in caesarean-derived, colostrum-deprived pigs. **Journal of General Virology**, London, v. 102, n. 11, art. 001502, p. 1-16, 2021. DOI: 10.1099/jgv.0.001502. Disponível em: https://www.microbiologyresearch.org/content/journal/jgv/10.1099/jgv.0.001502. Acesso em: 1 set. 2025.

TISCHER I.; RASCH R.; TOCHTERMANN G. Characterization of papovavirus-and picornavirus-like particles in permanent pig kidney cell lines. **Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde, Infektionskrankheiten und Hygiene. Erste Abteilung Originale. Reihe A: Medizinische Mikrobiologie und Parasitologie**, Stuttgart, v. 226, n. 2, p.153-167, 1974.

TISCHER, I.; GELDERBLOM, H.; VETTERMANN, W.; KOCH, M. A. A very small porcine virus with circular single-stranded DNA. **Nature**, London, v. 295, n. 5844, p. 64-66, 1982. DOI: 10.1038/295064a0. Disponível em: https://www.nature.com/articles/295064a0. Acesso em: 18 ago. 2025.

TISCHER, I.; MIELDS, W.; WOLFF, D.; VAGT, M.; GRIEM, W. Studies on epidemiology and pathogenicity of porcine circovirus. **Archives of Virology**, Wien, v. 91, n. 3, p. 271-276, 1986. DOI: 10.1007/BF01314286. Disponível em: https://doi.org/10.1007/BF01314286. Acesso em: 18 ago. 2025.

WANG, Y.; NOLL, L.; LU, N.; PORTER, E.; STOY, C.; ZHENG, W.; LIU, X.; PEDDIREDDI, L.; NIEDERWERDER, M.; BAI, J. Genetic diversity and prevalence of porcine circovirus type 3 (PCV3) and type 2 (PCV2) in the Midwest of the USA during 2016–2018. **Transboundary and Emerging Diseases**, Berlin, v. 67, n. 3, p. 1284-1294, 2020. DOI: 10.1111/tbed.13467. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/tbed.13467. Acesso em: 1 out. 2025.

WOŹNIAK, A.; MIŁEK, D.; MATYBA, P.; STADEJEK, T. Real-time PCR detection patterns of porcine circovirus type 2 (PCV2) in polish farms with different statuses of vaccination against PCV2. **Viruses**, Basel, v. 11, n. 12, art. 1135, p. 1-17, 2019. DOI: 10.3390/v11121135. Disponível em: https://www.mdpi.com/1999-4915/11/12/1135. Acesso em: 1 out. 2025.

YAN, Y.-R.; SUN, Y.-H. Genotypic diversity and immunological implications of porcine circovirus: Inspiration from PCV1 to PCV4. **Microbial Pathogenesis**, London, v. 196, art. 106997, p. 1-7, 2024. DOI: 10.1016/j.micpath.2024.106997.

Disponível em: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0882401024004649. Acesso em: 28 out. 2025.

YANG, Z.; MARTHALER, D. G.; ROVIRA, A. Frequency of porcine circovirus 3 detection and histologic lesions in clinical samples from swine in the United States. **Journal of Veterinary Diagnostic Investigation**, Thousand Oaks, v. 34, n. 4, p. 602–611, 2022. DOI: 10.1177/10406387221099538. Disponível em: https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/10406387221099538. Acesso em: 7 out. 2025.

ZHANG, H.-H.; HU, W.-Q.; LI, J.-Y.; LIU, T.-N.; ZHOU, J.-Y.; OPRIESSNIG, T.; XIAO, C.-T. Novel circovirus species identified in farmed pigs designated as *Porcine circovirus* 4, Hunan province, China. **Transboundary and Emerging Diseases**, Berlin, v. 67, n. 3, p. 1057-1061, 2020. DOI: 10.1111/tbed.13446. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/tbed.13446. Acesso em: 22 ago. 2025.