



## Soropositividade para *Actinobacillus pleuropneumoniae* em suínos na fase de terminação no estado de Pernambuco

[Seropositivity for *Actinobacillus pleuropneumoniae* in Pernambuco finishing pigs]

### "Artigo Científico/Scientific Article"

Raíssa Ivna Alquete de Arreguy **Baptista**<sup>1,2</sup>, Antonio Samuel Alves da **Silva**<sup>3</sup>, Sebastião André **Barbosa Junior**<sup>2,4</sup>, Bárbara Costa **Cysneiros**<sup>5</sup>, Clara Nilce **Barbosa**<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Secretaria de Saúde da Prefeitura do Recife, Recife-PE, Brasil.

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife-PE, Brasil.

<sup>3</sup>Programa de Pós-Graduação em Biometria e Estatística Aplicada, Departamento de Estatística e Informática, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife-PE, Brasil.

<sup>4</sup>Secretaria Municipal de Saúde de João Pessoa, João Pessoa-PB, Brasil.

Paraíba

<sup>5</sup>Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife-PE, Brasil.

\*Autora para correspondência/Corresponding author: E-mail: [clara.barbosa@ufrpe.br](mailto:clara.barbosa@ufrpe.br)

### Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar a soropositividade para *Actinobacillus pleuropneumoniae* (App) em suínos da fase de terminação pelo teste imunoenzimático indireto (ELISA-*Enzyme-Linked Immunosorbent Assay*). As amostras de soros ( $n=153$ ), coletadas em abatedouros, foram procedentes de municípios pernambucanos, incluindo Camaragibe, Caruaru, Gravatá, João Alfredo, Lagoa do Carro, Paudalho e São Lourenço da Mata. Os resultados revelaram 40,52% de soropositividade e todos os municípios apresentaram animais positivos. Houve diferença estatística significativa ( $p<0,05$ ) entre os municípios e os resultados dos testes sorológicos. Os municípios Camaragibe, Caruaru, Gravatá e Paudalho apresentaram diferença estatística significativa ( $p<0,05$ ), nas proporções de soropositividade, quando comparados com João Alfredo, Lagoa do Carro e São Lourenço da Mata. Este estudo mostra a primeira evidência de anticorpos contra App em suínos no estado de Pernambuco.

**Palavras-chave:** bactéria; pleuropneumonia suína; sorologia; suíno.

### Abstract

This study aimed to evaluate the seropositivity for *Actinobacillus pleuropneumoniae* (App) in finishing pigs by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). Serum samples ( $n=153$ ), collected at slaughterhouses, came from municipalities in Pernambuco, including Camaragibe, Caruaru, Gravatá, João Alfredo, Lagoa do Carro, Paudalho, and São Lourenço da Mata. The results revealed 40.52% seropositivity, and all municipalities had positive animals. There was statistical difference ( $p<0.05$ ) among municipalities analyzed and the results of serological tests. Camaragibe, Caruaru, Gravatá and Paudalho showed statistical difference ( $p<0.05$ ) in the proportions of seropositivity, when compared to João Alfredo, Lagoa do Carro and São Lourenço da Mata. This study provides the first evidence of App antibodies in swine in the state of Pernambuco.

**Keywords:** *bacterium*; porcine pleuropneumonia; serology; swine.

### Introdução

*Actinobacillus pleuropneumoniae* (App) é um patógeno específico de suíno e o agente etiológico da pleuropneumonia suína

(Nielsen, 1988; Gottschalk e Broes, 2019). Trata-se de uma das mais importantes pneumonias de origem bacteriana para suinocultura mundial e nacional (Santos et al., 2012; Lee et al., 2015).

Recebido 05 de junho de 2020. Aceito 04 de março de 2022.

DOI: <https://doi.org/10.26605/medvet-v16n1-4919>

A transmissão pelo patógeno ocorre, principalmente, por exposições a secreções respiratórias e/ou aerossóis (Velthuis et al., 2002). Os registros literários têm apontado a possibilidade de rotas indiretas de transmissão, devido à contaminação ambiental nos sistemas comerciais de produção de suínos (Desrosiers e Moore, 1998; Loera-Muro et al., 2014).

Na fase aguda da doença os principais sinais clínicos são anorexia, letargia, tosse e dispnéia. A doença pode evoluir para a forma crônica, sendo observadas alterações macroscópicas como pleurite, aderências e abscessos pulmonares (Gottschalk e Broes, 2019).

As etapas de toda a cadeia produtiva podem ser afetadas pelo App e os prejuízos são relevantes para a indústria suinícola. Entre eles: os altos índices de mortalidade na fase de crescimento dos leitões, os gastos com medicamentos, a redução na taxa de conversão alimentar e condenação de carcaças ao abatedouro (Vaz e Silva, 2004; Haimi-Hakala et al., 2017).

Atualmente, são reconhecidos 19 sorotipos do App, os quais compartilham diferentes determinantes antigênicos como as exotoxinas Apx I, II, III e IV (Schaller et al., 1999; Chiers et al., 2010; Stringer et al., 2021). ApxIV pertence à família RTX (repeats-in-toxina) é sintetizada por todos os sorotipos (1-19), sendo utilizada nos sorodiagnósticos das infecções pelo App (Dreyfus et al., 2004; Gonzales et al., 2017; Sassu et al., 2018; Stringer et al., 2021).

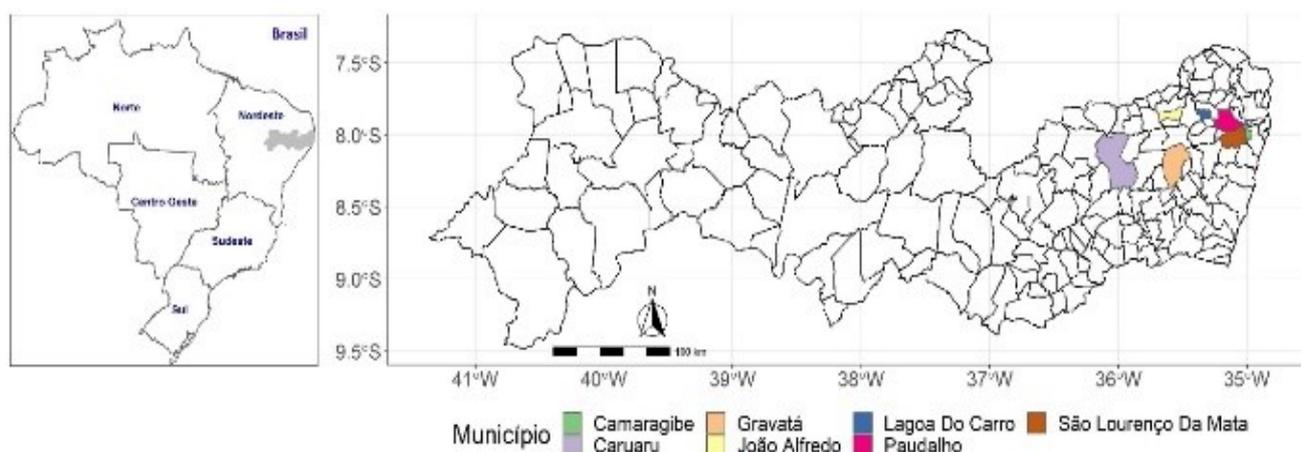
Nos ambientes de produção comercial de suínos, a prevenção e o controle do patógeno são, comumente, baseados na identificação dos animais

infectados por testes sorológicos (Gottschalk, 2015), dentre eles o ensaio imunoenzimático indireto (ELISA-*Enzyme-Linked Immunosorbent Assay*) que é de rápida realização, alta sensibilidade, especificidade e um dos mais indicados na pesquisa de App (Nielsen, 1988; Dreyfus et al., 2004; Gonzales et al., 2017).

A identificação de App e a caracterização dos sorotipos já foram realizadas nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil (Kuchiishi et al., 2007; Nascimento et al., 2018). Na região Nordeste, as informações sobre patógenos respiratórios de suínos são ainda escassas e no estado de Pernambuco não há registros de App. Diante da importância econômica deste patógeno para a indústria suinícola, aliada à necessidade de obter informações para propor estratégias sanitárias de prevenção e controle, este trabalho teve como objetivo avaliar a presença de anticorpos contra App em suínos da fase de terminação no estado de Pernambuco pelo teste de ELISA.

## Material e Métodos

Foram analisadas 153 amostras de soros de suínos com 4 a 5 meses de idade, clinicamente hígidos e sem histórico de vacinação para App. As amostras de sangue foram obtidas em abatedouro durante o procedimento de sangria, após devida insensibilização dos animais pelo método de eletronarcolese, conforme Instrução Normativa Nº3 de 17/01/2000. A origem dos animais foi de granjas comerciais, localizadas nos seguintes municípios pernambucanos: Camaragibe, Caruaru, Gravatá, João Alfredo, Lagoa do Carro, Paudalho e São Lourenço da Mata (Figura 1).



**Figura 1.** Localização geográfica do estado de Pernambuco mostrando os municípios segundo a origem dos soros analisados para pesquisa de anticorpos contra *Actinobacillus pleuropneumoniae* em suínos na fase de terminação pelo teste de ELISA.

Para avaliação sorológica, foi utilizado o teste de ELISA comercial de diagnóstico App-ApxIV Ab Test (Idexx Laboratories TM). As análises laboratoriais foram realizadas pelo Centro de Diagnósticos de Sanidade Animal (CEDISA). Os resultados foram obtidos através da leitura e interpretação dos valores da densidade ótica (DO), sendo classificados em positivos ( $A/P \geq 50$ ), suspeitos ( $40 \leq A/P < 50$ ) e negativos ( $A/P < 40$ ) de acordo com a categorização do fabricante.

Na análise dos dados, foram apresentadas estatísticas descritivas e inferencial de todos os resultados com base na classificação descrita em cada município. Para avaliar a associação entre os resultados sorológicos e os municípios foi utilizado o teste de independência de Qui-Quadrado ( $\chi^2$ ) (Pearson, 1992) e medida a intensidade da associação por meio do coeficiente de contingência ( $C$ ). O teste binomial foi também aplicado para avaliar a existência de diferença estatística significativa na proporção dos positivos entre os municípios (Sampaio, 2002). O nível de significância adotado foi de 5%. Todas as análises foram realizadas no *software* R Core Team (2020).

## Resultados

As análises sorológicas revelaram 62/153 (40,52%) amostras positivas, 15/153 (9,86%) suspeitas e 76/153 (49,67%) negativas. Entre os municípios analisados, o maior percentual de soropositividade foi observado em Caruaru (84,21%), seguido por São Lourenço da Mata (57,14%) e Lagoa do Carro (55,56%). João Alfredo (33,33%) e Gravatá (33,33%) exibiram resultados similares. Em contraste, Camaragibe (31,03%) e Paudalho (30,51%) apresentaram o menor

percentual de soropositividade, conforme mostra a Tabela 1.

O teste de independência de Qui-Quadrado ( $\chi^2$ ) apresentou resultado estatisticamente significativo ( $p < 0.05$ ), indicando associação ( $C=0.393$ ) entre municípios e o resultado do teste. Pelo teste binomial não houve diferença significativa ( $p \geq 0,5$ ), nas proporções de soropositividade, entre os municípios de Camaragibe, Caruaru, Gravatá e Paudalho. No entanto, cada um desses municípios apresentou diferença significativa ( $P < 0,05$ ) nas proporções de soropositividade, quando comparados com os municípios de João Alfredo, Lagoa do Carro e São Lourenço da Mata (Tabela 1).

## Discussão

Este estudo mostra a primeira investigação sorológica para App em suínos na fase de terminação do ciclo produtivo em Pernambuco. Segundo os autores Gottschalk (2015) e Lee et al. (2015) a sorologia é uma abordagem diagnóstica econômica e rápida, que identifica animais infectados assintomáticos, sendo útil para reconhecer a disseminação precoce do patógeno e imunidade do rebanho. Nielsen (1988) descreveu que os métodos sorológicos são ferramentas que auxiliam no diagnóstico da pleuropneumonia suína.

Nesta pesquisa foi utilizado o ELISA indireto App-ApxIV Ab Test (Idexx Laboratories TM). Segundo González et al. (2017) o teste exibe características diagnósticas de 82,9% sensibilidade e 99,6% especificidade, detectando anticorpos específicos contra a exotoxina ApxIV.

**Tabela 1.** Resultado das análises sorológicas para *Actinobacillus pleuropneumoniae* em suínos na fase de terminação no estado de Pernambuco pelo teste de ELISA.

Municípios	Nº de soros analisados	Resultado ELISA			* <i>p</i> -valor
		Positivos	Suspeitos	Negativos	
Camaragibe	29	9 (31,03) b	4 (13,79)	16 (55,17)	0.005547
Caruaru	19	16 (84,21) b	0 (0,00)	3 (15,79)	
Gravatá	27	9 (33,33) b	4 (14,81)	14 (51,85)	
João Alfredo	3	1 (33,33) a	1 (33,33)	1 (33,33)	
Lagoa do Carmo	9	5 (55,56) a	2 (22,22)	2 (22,22)	
Paudalho	59	18 (30,51) b	4 (6,78)	37 (62,71)	
São Lourenço da Mata	7	4 (57,14) a	0 (0,00)	3 (42,86)	
<b>TOTAL</b>	153	62	15	62	

\**p*-valor significativo ( $p < 0.05$ ) para o teste de independência de Qui-Quadrado. Letras distintas entre as linhas representam diferença estatística significativa ( $p < 0.05$ ) na proporção de animais positivos entre os municípios.

ApxIV é uma exotoxina secretada somente “in vivo” por todos os sorotipos (1 a 19) de App e desempenha importante função na patogênese da infecção (Schaller et al., 1999; Chiers et al., 2010; Stringer et al., 2021). Segundo os autores Dreyfus et al. (2004) e Gonzáles et al. (2017), essas características validam sua utilização nos sorodiagnósticos de infecções causadas por App.

Dos 153 soros analisados, 62(40,52%) foram positivos para App. Todos os municípios apresentaram animais soropositivos o que sugere ampla disseminação do patógeno (Tabela 1). Acredita-se que houve uma exposição prévia dos animais ao App durante o ciclo de produção e os anticorpos detectados são em resposta à infecção bacteriana. Soma-se ao fato que não há histórico de vacinação contra App nos animais amostrados.

Segundo Brackmann et al. (2015), nos últimos anos, houve um aumento relevante das infecções clínicas causadas por App. Destaca-se não apenas a presença de sinais clínicos clássicos evidenciados na fase de crescimento (70 a 80 kg), mas também infecções em leitões jovens e marrãs. Gottschalk (2015) reportou que muitos rebanhos podem estar infectados com App sem apresentar qualquer evidência clínica da doença.

A infecção por App foi reportada na Espanha (89,9%, Gutiérrez-Martín et al., 2000) e Canadá (70,0%, MacInnes et al., 2008). No Brasil de 1999 a 2001, a prevalência do patógeno foi de 42,86%, (Vaz e Silva, 2004). Os mesmos autores mencionaram que esse valor pode ser superior, uma vez que o método “inibição da hemolisina” utilizado na pesquisa não detectava todos os sorotipos do App. De 1993 a 2006, os estudos realizados por Kuchiishi et al. (2007) revelaram a ocorrência dos sorotipos 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11 e 12 de App em diferentes regiões geográficas do Brasil. Nascimento et al. (2018) avaliaram 4.536 exames de suínos de granjas localizadas nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. Os autores registraram a ocorrência de 482 (10,63%) lesões de pleurisia e App foi recuperado em 7%. Vaz e Silva (2004) citaram que a pleurite e hepatização pulmonar, decorrentes da infecção por App, podem afetar mais de 10% do parênquima pulmonar e reduzir em até 15% o desenvolvimento do suíno infectado.

Na região Nordeste, há poucos estudos sobre patógenos respiratórios em suínos. Entretanto, destacam-se pesquisas de Duque et al. (2020) que analisaram 575 soros de 16 granjas comerciais de suínos e detectaram 81,74% de sororeatividade

para *Circovirus suíno 2* (PCV2) Os autores Gutiérrez-Martín et al. (2000) e Santos et al. (2012), reportaram que a coinfeção entre App e outros patógenos como PCV2, associada às condições de estresse podem ser responsáveis pelo aparecimento súbito da doença clínica grave no rebanho. Em Pernambuco, as pesquisas realizadas em abatedouros por D’Alencar et al. (2011) e Valença et al. (2016) mostraram, respectivamente, um percentual de 43,8% e 65,13% das lesões pulmonares em suínos, sugerindo a presença de patógenos respiratórios nos rebanhos avaliados. Ambos os estudos não identificaram os patógenos envolvidos.

Nossos resultados revelaram um percentual de soropositividade para App inferior ao registrado na Espanha (Gutiérrez-Martín et al., 2000). É importante apontar que as pesquisas de Gutiérrez-Martín e colaboradores foram realizadas em suínos com sintomatologia respiratória. Em contrapartida, nesta pesquisa, os animais são clinicamente hígidos. Com relação ao percentual de suspeitos (9,80%) o pesquisador Gottschalk (2015) descreveu que os animais com doença subclínica podem apresentar baixa titulação ou mesmo ausência de anticorpos. O mesmo autor afirma que os anticorpos podem ser detectados entre 10-14 dias após infecção, com titulações altas e persistentes entre 4 a 6 semanas.

A soropositividade observada em Pernambuco pode estar relacionada à introdução de animais infectados assintomáticos no rebanho. Essa justificativa é sustentada por Fenwick e Henry (1994) e Taylor (1999) ao reportarem que os suínos abrigam App em suas cavidades nasais e/ou tonsilas tornando-se a principal fonte de disseminação da infecção entre e dentro dos rebanhos. Duque et al. (2020) relataram que as aquisições das matrizes de reposição na região Nordeste são provenientes de granjas de reprodutores de suídeos certificadas (GRSC), localizadas no Sul e Sudeste do país. Mesmo que, essas matrizes de reposição sejam oriundas das GRSC, a legislação vigente, Normativa SDA Nº 19 de 15 de fevereiro de 2002, publicada no DOU Nº 41, Seção 1, de 01/03/2002 exige que essas granjas sejam livres de peste suína clássica, doença de Aujeszky, brucelose, tuberculose, sarna, além de livre ou controlada por vacinação para leptospirose. A critério do proprietário da GRSC, este poderá requerer junto ao MAPA, a certificação opcional de livre para outras doenças, entre as

quais se destaca a certificação opcional para pleuropneumonia suína.

Apesar da variação no percentual de soropositividade, os anticorpos contra o App foram detectados em todos os municípios analisados (Tabela 1). Acredita-se que as variações na ocorrência de anticorpos, estejam associadas às características da imunidade do rebanho, as condições ambientais e de manejo que favorecerem ou dificultam a disseminação do patógeno nos diferentes rebanhos. Isso reforça a importância da implementação de um efetivo controle dos fatores de risco para evitar o desenvolvimento da doença clínica. As medidas recomendadas baseiam-se na implementação e manutenção de biossegurança como adoção de manejo adequado priorizando o bem-estar animal, programas de higienização e imunização. Além disso, a caracterização dos sorotipos é importante para o controle efetivo do patógeno no rebanho.

Nesta pesquisa não foram pesquisados os sorotipos de App. Recomenda-se caracterizar os sorotipos circulantes nos rebanhos sorologicamente positivos e suspeitos, bem como a condução de estudos sobre a dinâmica da infecção e investigação dos fatores de riscos associados ao desenvolvimento da pleuropneumonia suína.

### Conclusão

App permanece como um importante patógeno que causa significativas perdas econômicas em toda a cadeia produtiva suína. Neste estudo, a soropositividade encontrada mostra a circulação do patógeno em suínos no estado de Pernambuco. A identificação de animais infectados nos rebanhos é uma prioridade para manter App em baixo nível de ocorrência e reduzir o impacto nos índices de produtividade dos rebanhos. Para o controle efetivo da infecção, além de ampliar as pesquisas sobre App, é importante identificar e corrigir os fatores de riscos nos rebanhos visando impedir o aparecimento doença clínica.

### Conflito de interesse

Os autores declaram não existir conflitos de interesse.

### Comitê de Ética

Esta pesquisa possui as licenças nº 006/2015 e nº 097/2016 do Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

### Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Programa de Apoio à Pós-graduação (PROAP) pelo apoio financeiro. A Agência de Defesa Agropecuária do Estado de Pernambuco–ADAGRO por permitir a coleta das amostras biológicas utilizadas neste trabalho.

### Referências

- Brackmann, J.; Beckmann, K.; Lüken, C.; Baier, S. Zur verbreitung und diagnostik von *Actinobacillus pleuropneumoniae*. **Der Praktische Tierarzt**, 96(4): 372-381, 2015.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa Nº 3, de 17 de janeiro de 2000**. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/bem-estar-animal/arquivos/arquivos-legislacao/in-03-de-2000.pdf>>. Acesso em: 04 fev. 2021.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa Nº 19, de 15 de fevereiro de 2002**. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/material-genetico/registro-de-estabelecimento/arquivos/instrucao-normativa-no-19-de-15-de-fevereiro-de-2002.pdf>>. Acesso em: 04 fev. 2021.
- Chiers, K.; De Waele, T.; Pasmans, F.; Ducatelle, R.; Haesebrouck, F. Virulence factors of *Actinobacillus pleuropneumoniae* involved in colonization, persistence and induction of lesions in its porcine host. **Veterinary Research**, 41(5): 65, 2010.
- D'Alencar, A.S.; Farias, M.P.O.; Rosas, E. O.; Lima, M. M.; Menezes, M. M.; Santos, F. L.; Alves, L. C.; Faustino, M.A.G.; Manejo higiênico-sanitário e lesões pulmonares em suínos na região metropolitana de Recife e Zona da Mata de Pernambuco, Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, 32(3): 1111-1122, 2011.
- Desrosiers, R.; Moore, C. Indirect transmission of *Actinobacillus pleuropneumoniae*. **Swine Health and Production**, 6(6): 263-265, 1998.
- Dreyfus, A.; Schaller, A.; Nivollet, S.; Segers, R.P.A.M.; Kobisch, M.; Mieli, L.; Soerensen, V.; Hüßy, D.; Miserez, R.; Zimmermann, W.; Inderbitzin, F.; Frey, J. Use of recombinant ApXIV in serodiagnosis of *Actinobacillus pleuropneumoniae* infections, development and

- prevalidation of the ApxIV ELISA. **Veterinary Microbiology**, 99(3-4): 227-238, 2004.
- Duque, P. R.; Silva, A. S. A.; Barros Junior, R. M.; Sergio, A. M. T.; Barbosa, C. N. Serological survey of porcine circovirus 2 antibodies in Northeastern Brazil by immunoperoxidase monolayer assay. **Semina: Ciências Agrárias**, 41(1): 345-350, 2020.
- Fenwick, B.; Henry, S. Porcine Pleuropneumonia. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, 204(9): 1334-1340, 1994.
- González, W.; Giménez-Lirola, L. G.; Holmes, A.; Lizano, S.; Goodell, C.; Poonsuk, K.; Sitthicharoenchai, P.; Sun, Y.; Zimmerman, J. Detection of *Actinobacillus Pleuropneumoniae* ApxIV Toxin Antibody in Serum and Oral Fluid Specimens from Pigs Inoculated Under Experimental Conditions. **Journal of Veterinary Research**, 61(2): 163-171, 2017.
- Gottschalk, M. The challenge of detecting herds sub-clinically infected with *Actinobacillus pleuropneumoniae*. **The Veterinary Journal**, 206(1): 30-38, 2015.
- Gottschalk, M.; Broes, A. Actinobacillosis. In: Zimmerman, J.J., Karriker, L.A., Ramirez, A., Schwartz, K.J., Stevenson, G.W., Zhang, J. **Diseases of swine**. 11<sup>th</sup> ed. Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell, 2019. p.749-766.
- Gutiérrez-Martín, C.B.; Rodríguez-Delgado, O.; Alvarez-Nistal, D.; De La Puente-Redondo, V.A.; García-Rioja, F.; Martín-Vicente, J.; Rodríguez Ferri, E.F. Simultaneous serological evidence of *Actinobacillus pleuropneumoniae*, PRRS, Aujeszky's disease and influenza viruses in Spanish finishing pigs. **Research in Veterinary Science**, 68(1): 9-13, 2000.
- Haimi-Hakala, M.; Hälli, O.; Laurila, T.; Raunio-Saarnisto, M.; Nokireki, T.; Laine, T.; Nykäsenoja, S.; Pelkola, K.; Segales, J.; Sibila, M.; Oliviero, C.; Peltoniemi, O.; Pelkonen, S.; Heinonen, M. Etiology of acute respiratory disease in fattening pigs in Finland. **Porcine Health Management**, 3(19): 1-12, 2017.
- Kuchiishi, S.S.; Kich, J. D.; Ramenzoni, M. L. F.; Spricigo, D.; Klein, C. S.; Fávero, M. B. B.; Piffer, I. A. Sorotipos de *Actinobacillus pleuropneumoniae* isolados no Brasil de 1993 a 2006. **Acta Scientiae Veterinariae**, 35(1): 79-82, 2007.
- Lee, K.E.; Choi, H.W.; Kim, H.H.; Song, J.Y.; Yang, D.K. Prevalence and Characterization of *Actinobacillus pleuropneumoniae* Isolated from Korean Pigs. **Journal of Bacteriology and Virology**, 45(1): 19-25, 2015.
- Loera-Muro, V.; Loera-Muro, A.; Morfin-Mata, M.; Jacques, M.; Avelar-González, F.J.; Ramírez-Castillo, F.; Ramírez-López, E. M.; Guerrero-Barrera, A. L. Porcine respiratory pathogens in swine farms environment in Mexico. **Open Journal of Animal Sciences**, 4(4): 196-205, 2014.
- MacInnes, J. I.; Gottschalk, M.; Lone, A. G.; Metcalf, D. S.; Ojha, S.; Rosendal, T.; Watson, S. B.; Friendship, R.M. Prevalence of *Actinobacillus pleuropneumoniae*, *Actinobacillus suis*, *Haemophilus parasuis*, *Pasteurella multocida* and *Streptococcus suis* in representative Ontario swine herds. **Canadian Journal of Veterinary Research**, 72(3): 242-248, 2008.
- Nascimento, E.R.M.; Zanella, R.; Santos, L.F.; Ebertz, R.; Nascimento, D.F.; Ribeiro, L.M.; Zanella, E.L. Identificação e distribuição dos agentes causadores da pleurisia na suinocultura brasileira. **Acta Scientiae Veterinariae**, 46(1590): 1-8, 2018.
- Nielsen, R. Seroepidemiology of *Actinobacillus pleuropneumoniae*. **The Canadian Veterinary Journal**, 29(7): 580-582, 1988.
- Pearson, K. On the criterion that a given system of deviations from the probable in the case of a correlated system of variables is such that it can be reasonably supposed to have arisen from random sampling. In: Kotz, S.; Johnson, N.L. **Breakthroughs in statistics: methodology and distribution**, 1992. p.11-28.
- R Core Team. R: A language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Áustria. 2020. Disponível em: <<http://www.r-project.org/index.html>>. Acesso em: 15 jan. 2021.
- Sampaio, I.B.M. **Estatística aplicada à experimentação animal**. 2<sup>a</sup> ed. Belo Horizonte: Fundação de Estudo e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootécnica, 2002. 265p.
- Santos, J.L.; Barcellos, D.; Morés, N. Pleuropneumonia. In: Sobestiansky, J.; Barcellos, D. **Doenças dos suínos**. Goiânia: Cânone, 2012. p.241-246.
- Sassu, E. L.; Bossé T.J.; Tobia, T.J.; Gottschalk, M.; Langford, P.R.; Hennig-Pauka, I. Update on *Actinobacillus pleuropneumoniae* - Knowledge, gap and challenges. **Transboundary and Emerging Diseases**, 65(S1): 72-90, 2018.

- Schaller, A.; Kuhn R.; Kuhnert, P.; Nicolet, J.; Anderson, T. J.; MacInnes, J. I.; Segers, R. P.; Frey, J. Characterization of *apxIVA*, a new RXT determinant of *Actinobacillus pleuropneumoniae*. **Microbiology**, 145(8): 2105-2116, 1999.
- Stringer, O.W.; Bossé, J.T.; Lacouture, S.; Gottschalk, M.; Fodor, L.; Angen, Ø.; Velazquez, E.; Penny, P.; Lei, L.; Langford P.R.; Li, Y. Proposal of *Actinobacillus pleuropneumoniae* serovar 19, and reformulation of previous multiplex PCRs for capsule-specific typing of all known serovars. **Veterinary Microbiology**, 255:109021, 2021.
- Taylor, D.J. *Actinobacillus pleuropneumoniae*. In: Straw, B.E., D'Allaire, S., Mengeling, W.L., Taylor, D.J. **Diseases of Swine**. 8<sup>th</sup> ed. Oxford: Blackwell Science, 1999. p.343-354.
- Valença, A.M.F.; Baptista, R.I.A.A.; Barbosa, C.N. Índice para pneumonia em granjas comerciais de suínos do estado de Pernambuco. **Medicina Veterinária (UFRPE)**, 10(1-4): 13-18, 2016.
- Vaz, C.S.L.; Silva, S.C. Aspectos recentes da patogênese e diagnóstico da pleuropneumonia suína. **Ciência Rural**, 34(2): 635-643, 2004.
- Velthuis, A.G.J.; De Jong, M.C.M.; Stockhofe N.; Vermeulen, T.M.M.; Kamp, E.M. Transmission of *Actinobacillus pleuropneumoniae* in pigs is characterized by variation in infectivity. **Epidemiology & Infection**, 129(1): 203-214, 2002.