

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Escola de Veterinária

Programa de Pós-graduação em Zootecnia

Bruno César de Oliveira

**PRÁTICAS DE BIOSSEGURIDADE E USO DE ANTIMICROBIANOS
EM GRANJAS SUÍNAS NO MUNICÍPIO DE PARÁ DE MINAS - MG**

Belo Horizonte

2021

Bruno César de Oliveira

**PRÁTICAS DE BIOSSEGURIDADE E USO DE ANTIMICROBIANOS
EM GRANJAS SUÍNAS NO MUNICÍPIO DE PARÁ DE MINAS - MG**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Dalton de Oliveira Fontes

Belo Horizonte

2021

O48p Oliveira, Bruno César de ,1989 -
Práticas de Biosseguridade e uso de Antimicrobianos em Granjas Suínas
no Município de Pará de Minas – MG/ Bruno César de Oliveira.-2021.
73f: il.

Orientador: Dalton de Oliveira Fonte
Dissertação (Mestrado) apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária da
UFMG, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.
Bibliografia: f. 62 – 67
Inclui Anexos

1. Suíno - Teses - 2. Nutrição Animal - Teses - I. Fonte, Dalton de
Oliveira - II.Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária
III. Título.

CDD – 636.089 26

Bibliotecária responsável Cristiane Patrícia Gomes CRB 2569
Biblioteca da Escola de Veterinária, UFMG.



ESCOLA DE VETERINÁRIA DA UFMG
COLEGIADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
Av. Antônio Carlos 6627 - CP 567 - CEP 30123-970 - Belo Horizonte- MG
TELEFONE (31) 3409-2173

www.vet.ufmg.br/academicos/pos-graduacao

E-mail: cpgzootec@vet.ufmg.br

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE BRUNO CÉSAR DE OLIVEIRA

Às 09:00 horas do dia 27 de agosto de 2021, reuniu-se, remotamente, a Comissão Examinadora de dissertação, aprovada em reunião ordinária, para julgar, em exame final, a defesa da dissertação intitulada: **Práticas de Biossegurança e Uso de Antimicrobianos em Granjas Suínas do Município de Pará de Minas – MG**, como requisito final para a obtenção do Grau de Mestre em Zootecnia, área de concentração Nutrição de não ruminantes. Abriu a sessão, o Presidente da Comissão, Prof. Dalton Oliveira Fontes, após dar a conhecer aos presentes o teor das Normas Regulamentares da Defesa de dissertação, passou a palavra ao candidato, para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa do candidato. Logo após, a Comissão se reuniu, sem a presença do candidato e do público, para julgamento da dissertação, tendo sido atribuídas as seguintes indicações:

| | Aprovada | Reprovada |
|--|-------------------------------------|--------------------------|
| Prof./Dr. DALTON DE OLIVEIRA FONTES | X | |
| Prof./Dr ^a SIMONE KOPROWSKI GARCIA | X | |
| Dr. MAURÍCIO CABRAL DUTRA | X | |
| Dr. FELIPE NORBERTO ALVES FERREIRA | X | |
| Pelas indicações, o (a) candidato (a) foi considerado (a): | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | Aprovado | Reprovado |

Para concluir o Mestrado, o(a) candidato(a) deverá entregar 03 volumes encadernados da versão final da dissertação acatando, se houver, as modificações sugeridas pela banca, e a comprovação de submissão de pelo menos um artigo científico em periódico recomendado pelo Colegiado dos Cursos. Para tanto terá o prazo máximo de 60 dias a contar da data defesa.

O resultado final foi comunicado publicamente ao (a) candidato (a) pelo Presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, o Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ata, que será assinada por todos os membros participantes da Comissão Examinadora e encaminhada juntamente com um exemplar da dissertação apresentada para defesa.

Belo Horizonte, 27 de agosto de 2021.

(Vide Normas Regulamentares da defesa de Tese no verso)
(Este documento não terá validade sem assinatura e carimbo do Coordenador)

*Dedico este trabalho a toda equipe envolvida,
por não ser capaz sem a contribuição de cada
um.*

AGRADECIMENTOS

Esta Dissertação é fruto não apenas de um esforço pessoal, mas também de diversas pessoas que me deram incentivo intelectual e emocional, direta ou indiretamente, em uma das fases mais difíceis da minha vida. Por este motivo registro aqui meus mais sinceros agradecimentos

Primeiramente a DEUS, por me dar o dom da vida.

A toda minha família, em especial a minha mãe, Maria Lúcia, mulher guerreira, um exemplo, que esteve presente em todos os momentos desta caminhada.

A minha Noiva, Rosimeire Silveira de Menezes, por me apoiar, e não desistir de mim, mesmo em momentos que eu mesmo já tinha desistido.

Ao IMA (Instituto Mineiro de Agropecuária), em especial a toda a equipe do Escritório Seccional de Pará de Minas, pelo apoio e confiança na realização do trabalho.

A todos do programa de Pós-graduação em Zootecnia, em especial a professora. Dra. Ângela Maria Quintão Lana, e ao amigo Marcelo Geraldo Ferreira.

Ao meu orientador professor Dr. Dalton de Oliveira Fontes, por reunir a melhor equipe para o trabalho.

Aos Membros da Banca Examinadora; Professora Dra. Simone Koprowski Garcia, Dr. Maurício Cabral Dutra e Dr. Felipe Norberto Alves Ferreira, pela qualidade da discussão realizada.

Ao amigo professor Idael Christiano de Almeida Santa Rosa, pela paciência na estruturação e limitações do projeto.

Aos amigos feitos nesta caminhada, Eduardo, Leo, Matheus, Amanda, Erika, Giselle, Namíbia, e tantos outros que acreditaram que seria possível.

Aos suinocultores de Pará de Minas, técnicos e gerentes, que me receberam de portas abertas e fizeram possível tal avaliação.

A equipe técnica das empresas Cooperoeste, Prosui e LSoft por me atender prontamente, quando solicitada.

As famílias que me acolham como filho, Marilda Alcântara e Conceição Ferreira, acreditando que tudo daria certo.

RESUMO

Práticas de Biossegurança e Uso de Antimicrobianos em Granjas Suínas do Município de Pará de Minas – MG. Biossegurança e uso de antimicrobianos na produção de suínos são temas que preocupam o mundo todo por seus impactos na saúde animal e na saúde pública. O município de Pará de Minas é um polo da suinocultura intensiva no estado de Minas Gerais, na região sudeste do Brasil. Esta pesquisa teve como objetivos analisar a aplicação de diversos aspectos de Biossegurança e o uso de antimicrobianos nas granjas comerciais de ciclo completo do município e possíveis correlações entre estes fatores. Questionários foram aplicados em 29 granjas, com 22 a 3.200 matrizes, totalizando 99,38% das matrizes do município. Dezesesseis aspectos de Biossegurança adotados nas granjas foram pontuados, compondo escores para classificação. O uso de antimicrobianos foi calculado em mg dos princípios ativos por kg de suíno produzido. Como resultados, as granjas foram classificadas como de Alto a Médio-Alto risco sanitário, pois, embora apliquem algumas medidas de Biossegurança externa e interna, o fazem de forma inadequada, sem um programa sistematizado. Foram citados 28 antimicrobianos usados com finalidade preventiva. Em média, as granjas usam 7,41 princípios ativos, expondo os leitões durante 116,55 dias, totalizando 434,17 mg/kg de suíno. Apenas oito princípios ativos compuseram 77,5% da quantidade total de antimicrobianos usados nas granjas estudadas (Amoxicilina, Tiamulina, Oxitetraciclina, Florfenicol, Lincomicina, Tilosina, Ciprofloxacina e a Norfloxacina). A exposição dos leitões em diferentes idades e doses diárias dos antimicrobianos usados em maior quantidade nas granjas apresenta o uso prolongado destes. Os dados foram tratados de forma descritiva, seguido pela análise univariada de correlação de Spearman. Foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as variáveis, Escore de Biossegurança e Número de matrizes, Nível de antimicrobiano e Número de bases, Número de bases e Número de matrizes, e decerto a mais importante, entre Produtividade e Escore de biossegurança ($p = 0,0052$). As análises multivariadas de componentes principais (PCA) resultaram em duas dimensões explicando 66,1% da variância dos dados, e posteriormente a formação de quatro grupos (*clusters*) hierárquicos sobre componentes principais- HCPC), atentando-se para o *cluster* 3 que se difere por ter o maior escore de Biossegurança, na média. Na comparação de médias utilizando ANOVA e Teste Tukey houve significância entre o *Cluster* 3 e a variável dependente Ganho de Peso Diário do nascimento ao abate ($p = 0,0097$). A análise de regressão linear múltipla (*stepwise regression*) indicou que o escore de Biossegurança foi a variável que melhor explica o Ganho de Peso Diário e a Produtividade, independente das demais variáveis. O uso de antimicrobianos foi considerado excessivo nas granjas do polo suinícola do município de Pará de Minas em relação ao relatado no Brasil e em outros países. Não foi encontrada correlação entre o uso de antimicrobianos e a produtividade. Quanto à Biossegurança, a maioria das granjas foi classificada como de Alto Risco e Médio-Alto Risco e houve correlação com a produtividade das granjas, em kg de suínos produzidos, por porca, por ano. Portanto, maiores escores de Biossegurança permitem maior produtividade.

Palavras-chave: suinocultura; sanidade animal; biossegurança; biossegurança; antibióticos; antimicrobianos; aditivos; nutrição animal.

ABSTRACT

Biosecurity Practices and Use of Antimicrobials in Swine Farms in the Municipality of Pará de Minas – MG. Biosecurity and the use of antimicrobials in swine production are topics of concern worldwide for all their effects on animal and public health. The Pará de Minas municipality is an intensive pig farming hub in the state of Minas Gerais, in the Southeast region of Brazil. This research aimed to analyse the implementation of several aspects of Biosecurity and the use of antimicrobials in commercial pig farms with farrow-to-finish production system in Pará de Minas and possible correlations between these factors. Questionnaires were applied in 29 farms, with 22 to 3,200 matrices, totaling 99.38% of the sows in the municipality. Sixteen aspects of Biosecurity adopted on the farms were rated, composing scores for classification. The use of antimicrobials was calculated in mg of active principles per kg of swine produced. As a result, the farms were classified as High to Medium-High health risk because, although they apply some external and internal Biosecurity measures, they do so inadequately, without a systematized plan. Twenty-eight antimicrobials used for preventive purposes were mentioned. On average, the farms use 7.41 active principles, exposing the piglets for 116.55 days, totaling 434.17 mg/kg of swine. Eight of those active ingredients made up 77.5% of the total amount of antimicrobials used in the studied farms (Amoxicillin, Tiamulin, Oxytetracycline, Florfenicol, Lincomycin, Tylosin, Ciprofloxacin and Norfloxacin). The exposure of piglets at different ages and daily doses of antimicrobials used in greater quantities on farms shows their prolonged use. Data were treated descriptively, followed by Spearman's univariate correlation analysis. Significant differences ($p < 0.05$) were found between the variables, Biosecurity score and Number of matrices, Antimicrobial level and Number of bases, Number of bases and Number of matrices, and certainly the most important, between Productivity and Score of biosecurity ($p = 0.0052$). Moving on to a multivariate analysis (principal component analysis – PCA) resulted in two dimensions explaining 66.1% of the data variance, and subsequently the formation of four hierarchical groups (clusters) on principal components - HCPC), paying attention to the cluster 3 that differs for having the highest Biosecurity score, on average. When comparing means using ANOVA and Tukey Test, there was significance between Cluster 3 and the dependent variable Daily weight gain from birth to slaughter ($p = 0.0097$). Using a multiple linear regression analysis (stepwise regression), we obtain the Biosecurity Score as the variable that best explains the Daily Weight Gain and Productivity, regardless of the other variables. The use of antimicrobials was considered excessive in the pig farms in the municipality of Pará de Minas compared to what has been reported in Brazil and other countries. No correlation was found between the use of antimicrobials and productivity. As for Biosecurity, most farms were classified as High Risk and Medium-High Risk and there was a correlation with farm productivity, in kg of swine produced, per sow, per year. Therefore, higher Biosecurity scores allow for greater productivity.

Keywords: pig farming; animal health; biosafety; antibiotics; antimicrobials; additives; animal nutrition.

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|------------------|--|----|
| Figura 1 | Distribuição percentual do rebanho suíno nas regiões administrativas de Minas Gerais em 2019 | 16 |
| Figura 2 | Relação entre os diferentes reservatórios para a resistência a antimicrobianos | 23 |
| Figura 3 | Frequência das pontuações das questões de educação em Biossegurança, localização e isolamento da propriedade e orientações a funcionários e visitantes, conforme a adequação destes aspectos nas granjas comerciais de ciclo completo no município de Pará de Minas (MG) | 33 |
| Figura 4 | Frequência das pontuações das questões sobre quarentena, equipamentos e controle de pragas, conforme a adequação desses aspectos nas granjas comerciais de ciclo completo no município de Pará de Minas (MG) | 35 |
| Figura 5 | Frequência das pontuações das questões sobre transporte de animais, interno e ração, conforme a adequação nas granjas comerciais de ciclo completo no município de Pará de Minas (MG) | 36 |
| Figura 6 | Frequência das pontuações das questões sobre manejos gerais com animais, conforme a adequação nas granjas comerciais de ciclo completo no município de Pará de Minas (MG) | 37 |
| Figura 7 | Frequência das pontuações das questões sobre manejo de dejetos, lixo e animais mortos, conforme a adequação nas granjas comerciais de ciclo completo no município de Pará de Minas (MG) | 38 |
| Figura 8 | Classes e formas de administração dos antimicrobianos e fases da criação em que são usados nas granjas comerciais de suínos em Ciclo Completo no município de Pará de Minas (MG), em 2021 | 39 |
| Figura 9 | Presença de antimicrobianos, por princípio ativo, proporção usada em relação à quantidade total e período de exposição nas granjas comerciais de suínos em Ciclo Completo no município de Pará de Minas (MG), em 2021 | 42 |
| Figura 10 | Princípios ativos com maior quantidade de uso em relação à quantidade total de antimicrobianos usados nas granjas comerciais de suínos em Ciclo Completo no município de Pará de Minas (MG), em 2021 | 43 |
| Figura 11 | Gráficos das correlações significativas ($p < 0,05$) entre as variáveis estudadas | 46 |
| Figura 12 | Formação dos grupos (<i>clusters</i>) hierárquicos dos componentes principais | 48 |
| Figura 13 | Diferença de médias entre os <i>clusters</i> para as variáveis dependentes Produtividade, em kg de suínos produzidos, por porca, por ano (A) e Ganho de Peso Diário dos leitões do nascimento ao abate (B) | 50 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|-----------------|--|----|
| Tabela 1 | Número de matrizes, produtividade, classificação de Biossegurança e uso de antimicrobianos nas granjas comerciais de suínos em Ciclo Completo no município de Pará de Minas (MG), em 2021 | 31 |
| Tabela 2 | Frequência das pontuações dos aspectos de Biossegurança, conforme a adequação de sua aplicação, nas granjas comerciais de ciclo completo no município de Pará de Minas (MG) | 32 |
| Tabela 3 | Período de exposição aos antimicrobianos, por princípio ativo, nas 29 granjas de Ciclo Completo no município de Pará de Minas (MG), em 2021 | 41 |
| Tabela 4 | Princípios ativos com maior quantidade de uso em relação à quantidade usada, por fase de criação, nas granjas comerciais de suínos em Ciclo Completo no município de Pará de Minas (MG), em 2021 | 44 |
| Tabela 5 | Exposição dos leitões em diferentes idades e doses diárias dos antimicrobianos usados em maior quantidade nas granjas comerciais de Ciclo Completo do município de Pará de Minas (MG) | 46 |
| Tabela 6 | Matriz de correlação de Spearman entre as variáveis estudadas | 47 |
| Tabela 7 | Contribuição (%) das variáveis em cada dimensão por componente principal | 48 |
| Tabela 8 | Características dos <i>clusters</i> conforme a média \pm desvio padrão e valores mínimos e máximos das variáveis estudadas | 49 |
| Tabela 9 | Modelos de regressão linear múltipla | 50 |

SUMÁRIO

| | | |
|------------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 11 |
| 2 | REVISÃO DE LITERATURA..... | 13 |
| 2.1 | Suinocultura no Brasil e em Minas Gerais..... | 13 |
| 2.1.1 | Sistemas de produção de suínos..... | 14 |
| 2.1.2 | Polos suinícolas de Minas Gerais: o caso de Pará de Minas..... | 16 |
| 2.2 | Importância da Biosseguridade na suinocultura..... | 17 |
| 2.3 | Uso de antimicrobianos na produção animal intensiva..... | 20 |
| 2.3.1 | Formas de uso dos antimicrobianos na suinocultura..... | 21 |
| 2.3.2 | Análise crítica quanto ao uso de antimicrobianos..... | 22 |
| 2.3.3 | Legislação quanto ao uso de antimicrobianos no Brasil..... | 25 |
| 3 | MATERIAL E MÉTODOS..... | 26 |
| 3.1 | Coleta de dados nas granjas..... | 26 |
| 3.2 | Tratamento dos dados..... | 27 |
| 3.3 | Análise estatística..... | 28 |
| 4 | RESULTADOS..... | 30 |
| 4.1 | Tamanho e produtividade das granjas comerciais de suínos em ciclo completo no município de Pará de Minas (MG)..... | 30 |
| 4.2 | Biosseguridade..... | 32 |
| 4.3 | Uso de antimicrobianos..... | 38 |
| 4.4 | Relações entre as variáveis estudadas..... | 47 |
| 5 | DISCUSSÃO..... | 51 |
| 5.1 | Tamanho e produtividade das granjas..... | 51 |
| 5.2 | Biosseguridade..... | 52 |
| 5.3 | Uso de antimicrobianos..... | 56 |
| 5.4 | Considerações finais e implicações deste estudo..... | 60 |
| 6 | CONCLUSÃO..... | 61 |
| | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 62 |
| | ANEXOS..... | 68 |

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é reconhecido mundialmente como um grande comerciante no mercado da proteína animal, sendo um dos cinco países maiores produtores e exportadores de carne suína. A suinocultura brasileira é realizada de forma intensiva e com tecnologias e resultados comparáveis aos dos maiores produtores mundiais.

O controle epidemiológico e a defesa sanitária animal são regidos pelo PNSS (Programa Nacional de Sanidade Suídea), do MAPA (Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento), seguindo as recomendações internacionais do Código Zoosanitário da OIE (Organização Mundial de Saúde Animal).

Assim como em outros países, a suinocultura comercial se concentra em polos regionais, especialmente nos estados do sul. No sudeste, Minas Gerais concentra cerca de cinco milhões de suínos e conta com três polos expressivos, no Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, Zona da Mata Mineira e na região Central, esta representada pelo município de Pará de Minas, local do presente estudo.

O município de Pará de Minas detém cerca de 195.300 cabeças suínas em 52 granjas comerciais cadastradas pelo IMA (Instituto Mineiro de Agropecuária), de diferentes portes, ligadas ou não ao sistema cooperativista local e com forte participação no abastecimento da capital, Belo Horizonte, situada a 86 km. Representa, junto com a Avicultura, um setor de grande importância socioeconômica para o município e região.

No entanto, a intensa atividade agropecuária e agroindustrial e a alta densidade de suínos por km² no município exigem maior atenção e vigilância epidemiológica e torna imprescindíveis as medidas de Biossegurança em nível de granja, tanto para a prevenção da introdução de novos patógenos quanto para o controle e contenção dos patógenos prevalentes. Isto é bem exemplificado, no momento pela recente ocorrência do Senecavírus Tipo A, relatado no estado de Minas Gerais, de maneira pontual (COMUNICADO, 2020), e da notificação de Peste Suína Africana (PSA), à Organização Mundial da Saúde animal (OIE) no continente americano, pela República Dominicana, o que preocupa os suinocultores em Pará de Minas (MAPA, 2021).

Biossegurança é um tema estratégico para a OIE, FAO (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentos), governos, setor privado e instituições de pesquisa no mundo todo, não apenas para controlar a disseminação de doenças de grande impacto

socioeconômico, como atualmente ocorre com a Peste Suína Africana na Ásia e Europa, mas também por seu potencial efeito sobre o uso de antimicrobianos na produção animal.

Para muitos pesquisadores, o caráter preventivo de um programa de Biossegurança, se bem conduzido, pode reduzir o uso de antimicrobianos em granjas suínas. O uso destes fármacos tem sido feito com as finalidades preventiva, terapêutica e, também, como promotores do crescimento. No entanto, o uso excessivo e indiscriminado de uma vasta gama de antimicrobianos tem causado o aparecimento de microrganismos resistentes a alguns princípios ativos, relacionados também à população humana. Por isso, é um assunto de saúde pública.

Um plano de ação global sobre resistência aos antimicrobianos foi instaurado pela OMS (Organização Mundial da Saúde), OIE e FAO, e trata do monitoramento da resistência, padrões de uso e quantidades em animais de produção. No Brasil, o MAPA segue as recomendações internacionais ao assumir o conceito de Saúde Única, em conjunto com o Ministério da Saúde, no Plano de Ação Nacional de Prevenção e Controle da Resistência aos Antimicrobianos (PAN-BR e PAN-BR-AGRO 2018-2022) (MAPA, 2018).

VAN BOECKEL *et al.* (2015) constataram que a maioria dos países não coletava ou não liberava dados sobre o uso veterinário de antimicrobianos. MORÉS (2014) apontou que, no Brasil, o sistema de produção intensivo favorecia a utilização constante de antimicrobianos na ração e que ainda havia pouca consciência sobre programas de Biossegurança. DUTRA (2017) e DUTRA *et al.* (2021) identificaram o uso de grande quantidade de antimicrobianos por quilo de suíno produzido em granjas brasileiras e apontaram deficiências na implementação de medidas internas e externas de Biossegurança.

Os objetivos deste estudo foram o de analisar a aplicação de diversos aspectos de Biossegurança e o uso de antimicrobianos nas granjas comerciais de ciclo completo no município de Pará de Minas (MG), de forma a verificar possíveis correlações entre estes fatores.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Suinocultura no Brasil e em Minas Gerais

A suinocultura é uma das atividades rurais mais tradicionais no Brasil. Desde a década de 1980, com a melhoria de técnicas de produção, genética e sanidade animal, o Brasil se tornou um grande produtor e exportador de carne suína. Segundo a Associação Brasileira da Proteína Animal, a produção de carne suína em 2020 chegou a 4,436 milhões de toneladas, apresentando um crescimento de aproximadamente 11% em relação ao ano anterior. O país é o 4º produtor e exportador mundial, com 1,024 milhão de toneladas exportadas em 2020, sendo a China o principal mercado. Com isso, o consumo interno de carne suína passou de 15,3 kg/habitante em 2019 para 16 kg/habitante em 2020 (ABPA, 2021).

É interessante que o aumento na produção de carne suína ocorreu mesmo com a redução de 2% no número de matrizes alojadas, para 1.970.611 matrizes, indicando maior produtividade nas granjas comerciais tecnificadas (ABPA, 2021).

As granjas comerciais com produção intensiva se concentram na região sul, onde estão 49,7% do rebanho suíno brasileiro, e nos estados de Minas Gerais, Mato Grosso e Goiás.

De forma geral, as tecnologias usadas pela suinocultura intensiva no Brasil são as mesmas empregadas na Europa ou na América do Norte e compõem um ‘pacote tecnológico’ adotado internacionalmente, com poucas adaptações. A base genética dos plantéis é composta por híbridos comerciais de empresas multinacionais, como a PIC, a DanBred, a Topigs e a Choice. Os insumos alimentares são rações a base de milho e soja, com estratégias nutricionais e alimentares semelhantes aos demais países grandes produtores de suínos. As instalações, para confinamento total, são predominantemente em galpões de ventilação natural, separados por fase de criação. No *benchmarking* realizado em 2020 por AGRINESS (2021), os indicadores zootécnicos obtidos em 1.690 granjas comerciais brasileiras, com 1.460.127 matrizes, foram comparáveis às médias internacionais, chegando, por exemplo, a 28,91 leitões desmamados, por fêmea, por ano.

É claro que a sanidade acompanhou os avanços da suinocultura. O Brasil é um dos mais de 180 países signatários da OIE (Organização Mundial de Saúde Animal) e segue as recomendações do Código Zoosanitário para o controle de doenças animais. O MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) é o responsável pelo Programa Nacional de Sanidade Suídea, delegando sua implementação a cada Secretaria de Estado (SEAPAs), que

executa a vigilância epidemiológica e a defesa sanitária animal. Dentro da regionalização aceita pela OIE, o país tem áreas livres da Febre Aftosa e da PSC (Peste Suína Clássica) e não há ocorrências de doenças infecciosas importantes na suinocultura mundial, como a PSA (Peste Suína Africana), a Diarréia Epidêmica e a PRRS (Síndrome Reprodutiva e Respiratória dos Suínos).

Por outro lado, outras doenças infecciosas ganharam importância nos plantéis brasileiros, em função do aumento de escala e maior intensificação da produção de suínos, como aconteceu nos demais países grandes produtores. São exemplos, os agentes *Mycoplasma hyopneumoniae*, *Actinobacillus pleuropneumoniae*, *Pasteurella multocida*, *Glaesserella parasuis* (anteriormente *Haemophilus parasuis*), vírus da influenza A e circovírus tipo 2 (PCV2) que são comumente encontrados, associados ou não, em rebanhos suínos tecnificados e podem causar quadros clínicos respiratórios complexos. Outras doenças, também enzoóticas, causam grandes perdas para a suinocultura. Classificadas como gastrointestinais, a Colibacilose (*Escherichia coli*), Enteropatia Proliferativa dos Suínos (EPS) e a disenteria suína (*Brachyspira hyodysenteriae*) podem causar desde um atraso no crescimento e piora na conversão alimentar até altas taxas de mortalidade, caso medidas imediatas de tratamento e prevenção não sejam tomadas (ZANELLA *et al.*, 2016).

A manutenção de um bom *status* sanitário do plantel exige a adoção de medidas preventivas, como a vacinação e outros aspectos incluídos nos programas de Biossegurança, bem como o tratamento das ocorrências por meio do uso de fármacos, tais como os antimicrobianos.

2.1.1 Sistemas de produção de suínos

O grande avanço tecnológico nas últimas décadas proporcionou maior conhecimento técnico sobre genética, nutrição, reprodução e sanidade, incluindo epidemiologia, patologia e terapêutica, determinando novos sistemas de produção animal intensiva, em busca da maior eficiência econômica. Na suinocultura, apenas um agente realizava a criação, abate e comercialização dos suínos, mas, atualmente, estas atividades são divididas entre produtores de insumos, granjas especializadas, agroindústrias e cooperativas.

Empresas especializadas de melhoramento genético de suínos desenvolvem seus programas em granjas Núcleo, ou de seleção, e Multiplicadoras, onde são feitos os cruzamentos orientados entre raças e linhagens para a produção dos reprodutores, machos e fêmeas, destinados aos plantéis comerciais. As granjas Núcleo e Multiplicadoras destas empresas são

GRSC (Granjas de Reprodutores Suídeos Certificada), ou certificadas sanitariamente pelo MAPA, assim como as UDG (Unidades de Disseminação de Genes), onde estão alojados apenas varrões doadores de sêmen, que atendem aos plantéis comerciais.

As granjas comerciais produzem leitões para o abate e tem diferentes portes e especializações. As granjas de Ciclo Completo (CC) alojam, num mesmo sítio, as matrizes e varrões (ou compram sêmen), fazendo a reprodução e retendo os leitões nas fases de aleitamento, Creche, Recria (ou Crescimento) e Terminação, quando são vendidos para o abate.

No entanto, a especialização das granjas comerciais com a segregação das categorias de leitões em diferentes sítios tende a predominar onde há uma coordenação deste processo. No Brasil, isso acontece no chamado “sistema de integração”. Trata-se de um vínculo contratual estabelecido entre suinocultor e agroindústria de transformação, representada por gigantes como a BRF, que possibilita para a indústria, padronizar e rastrear o processo de criação e garantir a entrega de lotes homogêneos de leitões para o abate e, para o produtor, maior tranquilidade na aquisição de insumos de produção, assistência técnica e comercialização da produção, sendo ele responsável pelas instalações, mão de obra, água e energia elétrica, além da questão ambiental (MEDEIROS e MIELE, 2014).

Com a agroindústria integradora fazendo a gestão do sistema de produção, é possível segregar categorias de leitões, especializar e aumentar a escala de produção. Dessa forma, existem UPD (Unidades de Produção de Desmamados, que saem da granja, em média, aos 6 kg de peso vivo), UPL (Unidades de Produção de Leitões, que saem da granja ao final da fase de Creche, com média de 23 kg de peso vivo), WF (*wean-to-finish*, granjas que recebem leitões desmamados e os retém até a terminação), Crechários (granjas que recebem leitões desmamados e os retém até o final da fase de Creche) e as granjas UT ou URT (Unidades de Terminação ou de Recria/Terminação).

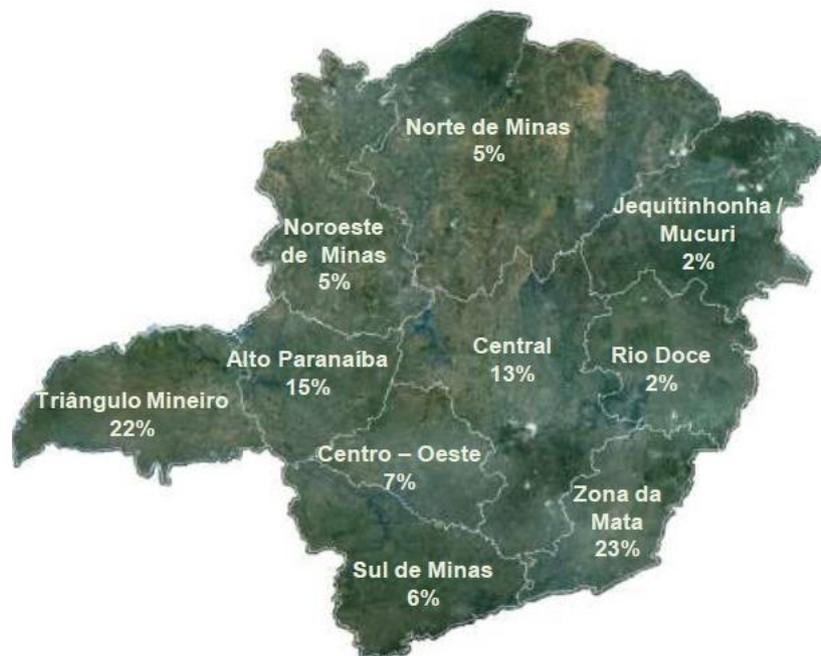
Enquanto, no Brasil, o sistema de integração predomina nas regiões sul e centro-oeste, a suinocultura da região sudeste opera de forma independente e, por isso, predominam as granjas de Ciclo Completo. Na venda dos lotes de leitões terminados, o produtor independente comercializa no mercado *Spot*, diretamente com os abatedouros. Dessa forma, o suinocultor independente é responsável por todo o processo produtivo, desde a criação até a entrega dos suínos terminados (MEDEIROS e MIELE, 2014).

2.1.2 Polos suinícolas de Minas Gerais: o caso de Pará de Minas

De toda produção nacional da carne suína, Minas Gerais representa 9,95% no abate com Serviço de Inspeção Federal, atrás de Santa Catarina (30,73%), Paraná (21,1%) e Rio Grande do Sul (19,08%). O principal mercado mineiro é o interno, exportando somente 2,11% de sua produção (ABPA, 2021).

Segundo a Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais, o estado detém cerca de 5,2 milhões de suínos, ou 12,7% do rebanho nacional, distribuídos em 10 regiões administrativas (Figura 1). Embora todos os municípios mineiros tenham criações de suínos, percebe-se que a suinocultura comercial concentra-se em polos nas regiões do Triângulo e Alto Paranaíba, da Zona da Mata e da região Central, esta representada pelo município de Pará de Minas (SEAPA-MG, 2020).

Figura 1 – Distribuição percentual do rebanho suíno nas regiões administrativas de Minas Gerais em 2019.



Fonte: SEAPA-MG (2020).

Pará de Minas situa-se a 86 km da capital, Belo Horizonte, ocupando 551 km². É um próspero polo produtor de aves e de suínos, atividades introduzidas na região entre as décadas de 1970 e 1990. Há duas cooperativas, que atuam mais na área de nutrição (CooperOeste e CoGran) e, pelo menos, três abatedouros-frigoríficos com serviço de inspeção federal ou

estadual. O município detém o 5º maior plantel de suínos do estado, com cerca de 195.300 cabeças, numa densidade de 354 suínos/km², considerando a área total (SEAPA-MG, 2020).

O órgão responsável pela Defesa Sanitária Animal em Minas Gerais é o Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA), autarquia da SEAPA-MG. O órgão mantém um cadastro anual de suinocultores e emite periodicamente um relatório de monitoramento, vinculado ao SIDAGRO (Sistema de Defesa Agropecuária). Em 2020, no município de Pará de Minas, havia 36 granjas de ciclo completo ou UPL, com 16.510 matrizes, além de 12 UT e uma UDG (IMA, 2020).

2.2 Importância da Biossegurança na suinocultura

A preocupação com Biossegurança na produção animal intensiva aumentou, e particularmente na suinocultura, com a disseminação de doenças como a PRRS (Síndrome Reprodutiva e Respiratória dos Suínos), a Diarreia Epidêmica e, desde 2018, com o agravamento da disseminação da Peste Suína Africana, na China e em outros países asiáticos bem como na Europa, com grande impacto no mercado de carnes. Biossegurança é, por isso, tema estratégico para a OIE (Organização Mundial de Saúde Animal), FAO (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentos), governos, instituições de pesquisa e para o agronegócio de forma geral (FAO, 2010; ABCS, 2014; ABPA, 2017).

Nesse contexto, cabe explicar que o termo Biossegurança é um neologismo no idioma português, consagrado pelo uso nos últimos 20 anos, especialmente nas Ciências Agrárias, para distinguir os termos em inglês *biosecurity* e *biosafety*, ambos traduzidos literalmente como biossegurança (COSTA, 2005, p.25). Por isso, na produção animal, os termos foram usados indistintamente no Brasil (BARCELLOS *et al.*, 2008) e ainda causam alguma confusão. No entanto, Biossegurança (*biosecurity*) é um conceito complementar ao de biossegurança (*biosafety*).

Nos Códigos Zoosanitários da OIE, Biossegurança é definida como:

“um conjunto de medidas físicas e de gestão desenhadas para reduzir o risco de introdução, estabelecimento e disseminação de doenças animais, infecções ou infestações, para, de e entre uma população animal.” (OIE, 2019)

Para a FAO, OIE e Banco Mundial, a Biossegurança envolve a implementação de medidas que reduzam o risco de introdução e disseminação de agentes patogênicos, o que requer das pessoas a adoção de um conjunto de atitudes e comportamentos para reduzir o risco

em todas as atividades que envolvam animais domésticos, selvagens, exóticos e seus produtos (FAO, 2010).

Para desenvolver um programa de Biosseguridade, deve-se conhecer as formas, frequências e riscos de transmissão dos agentes patogênicos, seus impactos no rebanho e na atividade, as alternativas para a prevenção, controle e mitigação mais efetivas para cada agente e, também, como avaliar o programa, corrigir falhas e promover melhorias contínuas.

Dentre as vias mais comuns de disseminação de agentes microbianos na suinocultura, a principal é a transmissão direta, de animal para animal, mas deve-se considerar também as vias indiretas, por aerossóis, água, insumos alimentares e por vetores físicos (equipamentos, botas, veículos, etc.) e vetores animais (aves, baratas, moscas, ratos e outras espécies domésticas ou silvestres), além do próprio homem (BARCELLOS *et al.*, 2008; FILIPPITZI *et al.*, 2017). Isto porque nem todas as vias de transmissão tem igual importância, variando conforme o agente e sua capacidade de sobreviver no ambiente. Além disso, a frequência com a qual um agente patogênico pode infectar uma população por uma determinada via, aumenta o risco e a importância relativa desta via, e deve ser objeto do programa de Biosseguridade (DEWULF e VAN IMMERSEEL, 2018, citados por BIOCHECK, 2021).

Dentre os desafios da criação de suínos, a sanidade do rebanho talvez seja o maior deles, afetando diretamente os resultados financeiros e técnicos. Por isso, a prevenção de problemas sanitários e aumento do padrão imunológico dos plantéis são medidas obrigatórias. Fatores como fluxo contínuo de produção, variação na idade de desmame, altas densidades e planejamento inadequado das instalações favorecem o aparecimento de doenças e diminuem a eficácia no uso de vacinações e medicações utilizadas no plantel (MORÉS *et al.*, 2017; MANUAL, 2011).

Considera-se que medidas para prevenir a introdução de agentes patogênicos componham a Biosseguridade externa e aquelas para controlar e mitigar a disseminação dentro dos rebanhos componham a Biosseguridade interna, na unidade de produção intensiva. (ALARCÓN *et al.*, 2021).

As principais medidas de Biosseguridade externa em granjas suínas se referem as barreiras que dificultam a entrada de microrganismos potencialmente patogênicos. Neste aspecto, os fatores de risco para a introdução de patógenos são representados pelos animais de reposição e sêmen, trânsito de pessoas e veículos, transporte de animais, tipo e distância das atividades vizinhas (outras granjas, abatedouros, estradas), animais de outras espécies, insumos alimentares e água.

Quanto à Biosseguridade interna, as principais medidas se referem ao manejo dos animais, às práticas preventivas (incluindo vacinação) e às pessoas envolvidas. Deve-se evitar o risco de contaminação de animais mais susceptíveis, controlando o fluxo das operações, o contato entre grupos de diferentes idades, a desinfecção de instalações e materiais, assim como o *status* imunológico dos reprodutores e plantel. As pessoas envolvidas em um programa de Biosseguridade são uma peça-chave, pois podem implementar todos os cuidados previstos no programa, mas também podem representar um fator risco para a disseminação de patógenos na granja (ALARCÓN *et al.*, 2021).

Os critérios para a avaliação objetiva de um programa de Biosseguridade ainda são tema de muitos estudos, embora haja consenso sobre sua necessidade. A avaliação permite indicar que medidas devem ser priorizadas ou melhoradas, acompanhar a evolução do processo e fazer comparações entre granjas ou sistemas de produção, aferindo os principais riscos.

A avaliação de Biosseguridade mais comumente usada tem sido por meio de um sistema de pontuação das medidas, com diferentes pesos, conforme critérios técnicos determinados, em geral, pelo risco de transmissão de patógenos específicos. Isso gera um escore de Biosseguridade, tal como o do Biocheck.UGent, desenvolvido pela Universidade de Gent (Bélgica) (ALARCÓN *et al.*, 2021; BIOCHECK, 2021), e outros, como o PADRAP (*Production Animal Disease Risk Assessment Program*), da AASV (*American Association of Swine Veterinarians*), desenvolvido em 2008 pela Universidade de Iowa (EUA) e usado até 2018, especialmente para a PRRS (DUTRA, *et al.*, 2021).

Estão em desenvolvimento métodos de avaliação da Biosseguridade usando modelos estatísticos para quantificar a probabilidade de ocorrência de uma doença no rebanho, numa avaliação de risco, usadas por países, mas ainda não em nível de granja, em função de algumas limitações quanto à quantidade de dados requerida. Por isso, recursos de inteligência artificial usando algoritmos, inicialmente para prever o risco de ocorrência de PRRS, têm sido desenvolvidos e começam a ser usados em nível de granja (SILVA *et al.*, 2019; ALARCÓN *et al.*, 2021).

No Brasil, houve algumas iniciativas para avaliação da Biosseguridade em granjas suínas, como a Instrução Normativa nº 19/2002, (MAPA, 2017) que estabeleceu critérios e pontuação para medidas de Biosseguridade em granjas de reprodutores para certificação sanitária (GRSC), que estão sendo revistos. MORÉS *et al.* (2017) estabeleceram, com um painel de especialistas, critérios mínimos para Biosseguridade em granjas comerciais para o abate, que foram testados na região sul e MS, com vistas ao desenvolvimento de um futuro escopo legal do MAPA sobre este tema.

2.3 Uso de antimicrobianos na produção animal intensiva

Um marco científico do século XX certamente foi a descoberta dos antimicrobianos, não apenas por sua eficácia no combate a doenças infecciosas, mas, também, pelas diversas aplicações adicionais (DAVIES, J.; DAVIES, D., 2010).

Os antimicrobianos podem ter ação sobre bactérias, fungos, vírus, protozoários ou parasitas. Os chamados ‘quimioterápicos’ são antimicrobianos produzidos sinteticamente, enquanto que os ‘antibióticos’ são produzidos por microrganismos. Quanto à atividade antibacteriana, podem ser bactericidas ou bacteriostáticos, tendo diferentes mecanismos e espectros de ação, conforme a classe a que pertencem. Os antimicrobianos são classificados quimicamente em Aminoglicosídeos, Bambermicina, β -Lactâmicos, Cloranfenicol, Diterpeno, Estreptograminas, Hidroxiquinolina, Lincosamida, Macrolídeos, Polipeptídeos, Quinolonas, Sulfonamida e Tetraciclina, dentre outras (ANVISA, 2007).

Os benefícios do emprego de tais substâncias na saúde animal são inicialmente descritos em 1948, quando se evidenciou sua ação na melhora de condição corporal e, conseqüentemente, no peso final de animais de produção (GONZALES *et al.*, 2012).

Assim, o uso destas moléculas valiosas se tornou cada vez mais indispensável na produção animal intensiva. Contudo, houve uma aceleração da população bacteriana resistente a eles, resultado de subutilização, uso excessivo ou mau uso dos antimicrobianos (DAVIES, J.; DAVIES, D., 2010).

Nos Códigos Zoosanitários da OIE, há cinco capítulos sobre o tema, denotando a preocupação internacional sobre a harmonização dos programas de vigilância e monitoramento da resistência aos antimicrobianos, quantidades e padrões de uso de antimicrobianos em animais de produção, uso prudente e responsável destes fármacos na medicina veterinária e análise de risco da resistência antimicrobiana pelo uso de antimicrobianos em animais (OIE, 2019).

Segundo um inquérito conduzido pela OIE, uma grande parte dos 35 países informantes usa antimicrobianos como promotores de crescimento e 57% deles não possui legislação específica para o uso. Nos países onde há regulamentação, há uma lista dos antimicrobianos que tem alguma restrição de uso veterinário (OIE, 2020a).

No Brasil, o MAPA vem seguindo a tendência mundial ao assumir o conceito de Saúde Única, atuando junto com o Ministério da Saúde no Plano de Ação Nacional de Prevenção e Controle da Resistência aos Antimicrobianos no Âmbito da Saúde Única (PAN-BR 2018-

2022). Para tanto, instituiu o Programa AgroPrevine (IN 47/2017) de forma a sustentar institucionalmente as ações do PAN-BR AGRO, cujo objetivo geral é garantir a capacidade de tratamento e prevenção com medicamentos eficazes, utilizados de forma responsável e com acessibilidade a todos. Tais iniciativas atendem ao Plano de Ação Global sobre a Resistência dos Antimicrobianos da OMS, FAO e OIE, que consideram o tema como estratégico para a saúde pública e a segurança alimentar mundial (MINISTÉRIO, 2018; MAPA, 2018).

2.3.1 Formas de uso de antimicrobianos na suinocultura

Destacam-se três formas distintas de uso dos antimicrobianos: para prevenção de doenças (profilático ou metafilático), como promotores de crescimento (AGP) e para fins de tratamento.

Com o propósito de prevenir um possível surto de doença, os antimicrobianos são usados como profilático (animal) ou metafilático (rebanho) por um período determinado de tempo (5 a 10 dias). Desta forma, é possível usar rações medicadas ‘em pulsos’, repetindo a cada período de tempo determinado, durante toda a vida do animal – assim, a concentração usada na ração pode chegar próxima a doses terapêuticas (BARTON, 2014).

O uso de antimicrobianos como promotores de crescimento (AGP) é o mais polêmico, porque a maioria tem os mesmos princípios ativos dos antimicrobianos usados na medicina humana. Ainda que em baixas concentrações, em doses sub-terapêuticas, por longos períodos, favorece a seleção de bactérias e disseminação de genes resistentes aos antimicrobianos entre bactérias entéricas no trato intestinal dos suínos.

Para o uso como tratamento também pode ser administrado via ração, e não necessariamente os animais são avaliados individualmente em relação a essa prática de uso constante de antimicrobianos, porém sua eficácia é questionável, pois animais doentes geralmente apresentam algum grau de inapetência; portanto, superdoses podem estar sendo utilizadas (BARTON, 2014). O tratamento via água de bebida é o mais indicado para rebanhos devido o animal, mesmo doente, ingerir alguma quantidade de água (DUTRA *et al.*, 2020).

CALLENS *et al.* (2012) relataram que, na Bélgica, metade dos antimicrobianos utilizados estavam em doses inadequadas e que ainda incluía bases da linha humana, como a amoxicilina e a colistina (BARTON, 2014; SILVA *et al.*, 2013).

2.3.2 Análise crítica quanto ao uso dos antimicrobianos

Por ser considerada uma ameaça global pelas organizações de saúde pública, tem sido dada muita importância ao uso indiscriminado de antimicrobianos pela população humana e para os animais. Organismos resistentes aos antimicrobianos ocorrem em todos os países do mundo. O turismo médico, a remessa de animais e alimentos entre países e a produção internacional de alimentos podem facilitar esta ocorrência (CANADA, 2017).

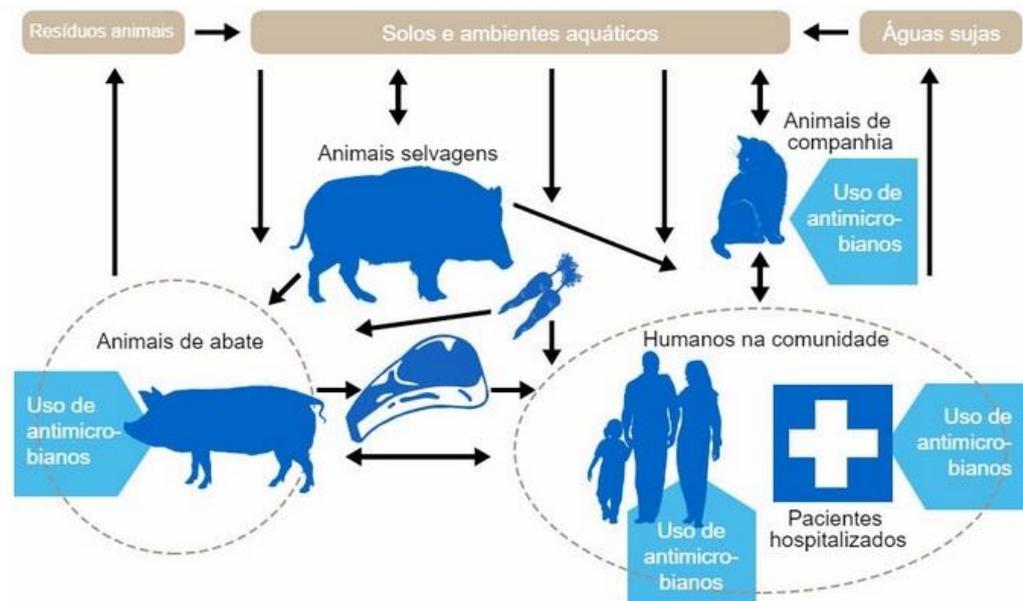
Segundo a *Canadian Food Inspection Agency*, cerca de 1.800 toneladas de antimicrobianos foram distribuídas ou vendidas no Canadá, sendo 82% para animais de produção, 17% para humanos, menos de 1% para animais de estimação e menos de 1% para culturas. A maioria dos antimicrobianos utilizados na linha animal eram os mesmos da linha humana, o que representa um risco para a saúde humana, ao consumir essa carne. Os principais grupos foram as tetraciclina, β -lactâmicos, macrolídeos e lincosamidas (CANADA, 2017).

Em outro levantamento, realizado na Alemanha, houve um consumo de 2.000 toneladas de antimicrobianos em 2013, sendo 1.700 toneladas para alimentação animal e, destes, mais de 50% eram tetraciclina e penicilina (MEYER *et al.*, 2013, citados por CANADA, 2017).

No âmbito do Programa Estadual de Controle de Resíduos de Medicamentos Veterinários em Alimentos de Origem Animal, realizado em 2004 no estado do Paraná, foi realizada uma investigação em frangos de corte para quantificar produtos veterinários mais consumidos e orientar a conduta para análises de resíduos de antimicrobianos. Observou-se que 49 princípios ativos diferentes foram usados em toda a etapa de criação com a função de prevenção, promotor de crescimento e uso terapêutico, sendo as bases mais frequentes as fluorquinolonas (34%), ionoforos (10%), quinolonas e tetraciclina (6%) (SESA, 2005).

Apesar de existir poucos estudos que relacionem os diversos reservatórios, observa-se que alguns gêneros alimentares são predispostos a formar uma cadeia de transmissão entre eles (Figura 2) (INSA, 2010).

Figura 2 - Relação entre os diferentes reservatórios para a resistência a antimicrobianos.



Fonte: Anon (2017).

MORÉS (2014) aponta que grande parte dos suínos no Brasil recebem rotineiramente antimicrobianos na dieta, seja como promotor de crescimento, tratamento ou preventivamente, a fim de suavizar um possível cenário de doença. Uma causa são os sistemas de produção nos quais se faz a mistura de várias leitegadas após o desmame, tendo diferentes origens, alta densidade animal e o desmame precoce como fatores de risco para doenças, pois, antes dos 23 dias de idade, o leitão possui uma barreira intestinal mais susceptível a patógenos o que não previne doenças intestinais. Além disso, ainda há pouca compreensão sobre a importância de um programa de Biossegurança, especialmente em sistemas intensivos de produção animal em confinamento total, como é o caso da suinocultura. Estas situações proporcionam um desafio a mais para a imunidade do animal e levam ao uso indiscriminado e excessivo de antimicrobianos como forma imediata de controle de problemas infecciosos. Na realidade, além de problemas com resíduos e resistência antibacteriana, esta prática torna-se insustentável pelos altos custos de produção (BARCELLOS *et al.*, 2007).

A resistência bacteriana a antimicrobianos afeta diretamente a produção de suínos e indiretamente o tratamento de infecções humanas pela transferência de genes resistentes de diversas formas, uma delas é via proteína animal. A Organização Mundial de Saúde (OMS) descreve que tais microrganismos resistentes a antimicrobianos humanos tem sido um problema global. Acredita-se que o uso de antimicrobianos de linha humana são os vilões no aumento de níveis de resistência, porém outras formas de resistência podem ter participação, seja no uso

em animais ou pela irrigação de fezes de águas residuais da produção intensiva de suínos (BARTON, 2014).

Para VAN BOECKEL *et al.* (2015), a maioria dos países não coleta ou não libera dados sobre o uso veterinário de antimicrobianos. Quando o fazem, os dados são estimativas de consumo total de antimicrobianos, de consumo por espécie ou de consumo por PCU por espécie. PCU (sigla em inglês para Unidade de Correção Populacional) foi desenvolvida pela *European Medicines Agency* (EMA) para monitorar o uso e venda de antimicrobianos na Europa e considera o número e peso médio das diferentes categorias animais quando da administração dos antimicrobianos.

O cálculo do PCU, primeiramente, é realizado para as espécies domésticas (bovino, suíno, aves, etc) multiplicando o quantitativo de animais e o número de animais abatidos pelo peso médio estimado no tratamento. Posteriormente é realizado o cálculo do PCU de animais de exportação e importação, pelo quantitativo de animais que engessaram ou ingressaram pelo peso médio no momento do tratamento. Por fim, adiciona o PCU das espécies domésticas ao PCU de exportação e subtrai-se o PCU dos animais de importação, resultando no PCU do país. Pode ser calculado por cada espécie, tipo de produção ou faixa de peso, portanto cada PCU corresponde a 1 kg de peso do animal vivo ou abatido (EMA, 2020).

Liderados pela Dinamarca no final da década de 1990, os países europeus baniram o uso de antimicrobianos promotores de crescimento (AGPs) em animais de produção. VAN BOECKEL *et al.* (2015) estimaram o consumo médio de antimicrobianos em 32 países, por espécie, em 45 mg/kg de bovino, 148 mg/kg de frango e 172 mg/kg suíno produzidos. Uma estimativa de uso de antimicrobianos nos EUA em 2011, evidenciou 319 mg/kg animal produzido, de diversas espécies (AARESTRUP, 2015). Em contrapartida, na China, com regulamentações deficientes, disponibilidade e baixo custo na aquisição de fármacos, a quantidade média estimada em animais de produção foi de 50 mg/kg de peso vivo em 2001 para 703 mg/kg de peso vivo em 2007, maior que o informado por todos os países desenvolvidos no mesmo período (HU e CHENG, 2016).

No Brasil, o consumo de antimicrobianos em granjas suínas foi estudado por DUTRA (2017), que encontrou a média de 358 mg/kg de suíno produzido. Quatro anos depois, após adotarem Boas Práticas com relação ao programa de Biossegurança, parte da mesma amostra de granjas foi novamente estudada por DUTRA *et al.* (2021), que encontraram um consumo médio de antimicrobianos de 239,29 mg/kg de suíno produzido.

2.3.3 Legislação sobre o uso veterinário de antimicrobianos no Brasil

A regulamentação brasileira sobre o uso de antimicrobianos na alimentação animal teve início com a Lei nº 6.198, de 26/12/1974, regulamentada pelo Decreto Federal nº 76.986, de 06/01/1976, posteriormente revogado e substituído pelo Decreto Federal nº 6.296, de 11/12/2007, com alterações pelo Decreto Federal nº 7.045, de 11/12/2009. As instruções normativas ou restritivas do MAPA (Ministério da Agricultura, pecuária e Abastecimento do Brasil) determinam as formas de aplicação destas leis.

As instruções normativas definem controles dos produtos e suas formas de utilização, como a IN 13/2004, posteriormente alterada pelas IN 44/2015 e IN 1/2018, que estabelecem procedimentos básicos a serem adotados para avaliação de segurança de uso, registro e comercialização dos aditivos utilizados nos produtos destinados à alimentação animal. A IN 26/2009, que aprova o Regulamento Técnico para a fabricação, o controle de qualidade, a comercialização e o emprego de produtos antimicrobianos de uso veterinário. A IN 65/2006, alterada pelas IN 14/2016, IN 54/2018, no Ato nº 1/2018 e IN 27/2020, que estabelecem os critérios e procedimentos para a fabricação, a comercialização e o uso de produtos para alimentação animal com medicamentos de uso veterinário da classe dos antimicrobianos.

As instruções normativas restritivas proíbem ou restringem o uso em alguma espécie definida. As mais recentes na suinocultura são a IN 45/2016, que proíbe a importação e a fabricação da substância antimicrobiana sulfato de Colistina, com a finalidade de aditivo zootécnico melhorador de desempenho na alimentação animal, e a IN 1/2020, que proíbe a importação, a fabricação, a comercialização e o uso de aditivos melhoradores de desempenho que contenham os antimicrobianos tilosina, lincomicina, e tiamulina, classificados como importantes na medicina humana (MAPA, 2021).

Dessa forma, está proibido no Brasil o uso dos seguintes grupos de antimicrobianos como aditivos promotores de crescimento para suínos: anfenicóis, avoparcina, cefalosporinas, eritromicina, espiramicina, penicilinas, quinolonas, sulfato de colistina, sulfonamidas e tetraciclina, Tiamulina, Tilosina e Lincomicina (DUTRA, 2017; MAPA, 2021).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Em dezembro de 2020, foram identificadas todas as granjas comerciais de suínos no município de Pará de Minas (MG), em conjunto com a Coordenadoria Regional de Bom Despacho, Escritório Seccional de Pará de Minas, vinculada ao IMA (Instituto Mineiro de Agropecuária). Como granjas comerciais, foram consideradas todas aquelas que comercializam suínos emitindo a Guia de Trânsito Animal, independente da especialização, ou finalidade da produção, e do tamanho da granja.

Do total, foram excluídas do estudo as granjas de reprodutores suínos, as centrais de inseminação, as unidades produtoras de leitão (UPL) e as de recria/terminação (URT). Dessa forma, foram consideradas apenas as granjas comerciais de ciclo completo (CC), as quais possuem os setores de reprodução, gestação, maternidade, creche, recria e terminação no mesmo sítio de criação.

3.1 Coleta de dados nas granjas

Entre janeiro e março de 2021, um único pesquisador realizou visitas presenciais às granjas para coleta de dados por meio de entrevista com o proprietário, com o gerente de produção ou, ainda, com o responsável técnico pela granja, com a anuência do proprietário.

Os dados foram coletados em dois formulários, seguindo a classificação proposta pela AASV-PADRAP e adaptada por DUTRA (2017) e DUTRA *et al.* (2021). Formulário I (Biosseguridade) e Formulário II (Programa Sanitário), conforme está nos Anexos I e II, respectivamente.

O Formulário I constou de 120 questões sobre 16 aspectos de Biosseguridade, envolvendo a existência de programa de Biosseguridade, características e localização da granja, circulação de funcionários e visitantes, isolamento e quarentena, equipamentos, controle de pragas, aquisição de suplementos e sêmen, qualidade da água e do ar, transporte de animais e de insumos alimentares, manejo geral de manutenção e higiene e sobre o manejo de cadáveres, lixo e dejetos. Esses dados serviram de base para classificar as granjas quanto à Biosseguridade, ou o risco sanitário, já que cada questão foi pontuada com zero (inadequado), cinco (requer ajustes) ou dez pontos (adequado), considerando as declarações sobre o uso ou a aplicação da prática em foco.

O Formulário II concentrou as respostas sobre o uso de antimicrobianos, com os princípios ativos, dosagens (diária e total) e vias de aplicação (ração, água, solução oral ou injetável) em cada fase da criação dos leitões (Lactentes, Creche, Recria e Terminação), caracterizada pela idade nos momentos da administração dos fármacos, bem como a descrição do programa vacinal da granja. Outros dados foram a idade média e peso vivo médio ao abate, dos quais se obteve o ganho de peso médio diário (GPMD) do nascimento ao abate.

A produtividade, dada em quilos de suínos produzidos, por porca, por ano, foi obtida nos registros zootécnicos consistidos no programa informatizado da empresa Agriness S2, usado na maioria das granjas.

Nas granjas A1, A3, A5 e A6 que possuem registros zootécnicos manuais, e na granja B12 que estava em crescimento a produtividade foi estimada a partir da declaração do entrevistado sobre o número médio de leitões terminados vendidos por mês, multiplicado pelo peso vivo médio ao abate; o resultado foi multiplicado por 12 meses e dividido pelo número de matrizes da granja.

3.2 Tratamento dos dados

Os dados foram tabulados em planilhas Excel[®] (Microsoft, 2020) para as análises estatísticas.

Os dados do Formulário I foram tabulados e a pontuação de cada resposta foi somada para classificar cada granja quanto à Biosseguridade. Usando a classificação proposta pela AASV-PADRAP e adaptada por DUTRA (2017) e DUTRA *et al.* (2021), a soma dos pontos poderia indicar seis níveis de risco sanitário: Extremo Alto Risco (0 a 300 pontos), Alto Risco (301 a 600), Médio-Alto Risco (601 a 900), Médio Risco (901 a 1.000), Baixo-Médio Risco (1.001 a 1.100) e Baixo Risco (1.101 a 1.200 pontos).

Do Formulário II, foram analisados quais princípios ativos de antimicrobianos eram usados em cada granja e quais eram a frequência e duração de exposição a esses fármacos, em dias, no total e para cada fase de criação dos leitões. Foram analisados em conjunto os diferentes usos dos antimicrobianos (como facilitadores de crescimento, uso preventivo ou curativo) e formas de administração (via água, ração ou injetável). Os resultados médios foram analisados por granja.

Foi calculada a proporção de princípio ativo de cada antimicrobiano (em miligramas) usado por quilo de suíno produzido (mg/kg de suíno) em cada granja. Para antimicrobianos administrados por via intramuscular, os dados, coletados em mililitros do produto comercial

por quilo de peso vivo, foram convertidos (conforme a concentração do produto) em mg do princípio ativo/ml do produto e, então, em mg/kg de peso vivo. Para antimicrobianos administrados na ração, os dados foram coletados em gramas (g) ou em partes por milhão (ppm) do princípio ativo por tonelada (ton) de ração (g/ton ou ppm/ton).

Seguindo a mesma metodologia utilizada por DUTRA (2017), em função da ausência de informações precisas sobre o consumo *per capita* das diferentes rações medicadas, foi adotada a conversão de que 200 ppm de qualquer princípio ativo administrado foram transformados para 10 mg/kg de peso vivo, e, então, multiplicado ao seu peso estimado, utilizando a curva de crescimento de ROSTAGNO (2017), em mg/kg de peso vivo. Um exemplo de cálculo; um leitão com peso médio de 30 kg, consumindo aproximadamente 1,5 kg de ração por dia, que contém 200 ppm de qualquer antimicrobiano, consumirá 300 ppm de antimicrobiano por dia, dividido pelo seu peso médio (30kg) obtemos a dose de 10 mg/kg de peso vivo.

A dose de cada antimicrobiano administrada por kg de peso vivo, foi multiplicada pelo peso vivo ajustado na respectiva idade, sendo obtida a quantidade diária por animal. Esta foi multiplicada pelo período de administração, em dias, obtendo-se a quantidade total de antimicrobiano por animal durante o período. As estimativas de peso corporal foram de 1,35 kg para leitões ao nascimento, 5,95 kg aos 21 dias de idade, 25,93 kg aos 63 dias de idade, 82,52 kg aos 126 dias e 109,68 aos 154 dias de idade, e assim respectivamente. Os ajustes nas diferentes idades seguiram a Tabela de Desempenho Regular-Médio para Suínos Machos Castrados de Alto Potencial Genético (ROSTAGNO, 2017, p.381).

A quantidade total de antimicrobianos usada pelas granjas, em miligramas, foi obtida pela soma das quantidades usadas em cada granja nas diferentes fases de criação dos leitões.

Com a divisão da quantidade total de antimicrobianos pelo peso vivo médio de venda, foram obtidas a quantidade de antimicrobianos por quilo de peso vivo, em mg/kg de suíno, conforme adaptado por DUTRA (2017).

3.3 Análise estatística

Os dados tabulados e tratados em planilhas Excel® (Microsoft, 2020) foram submetidos à análise descritiva, considerando as médias e frequências relativas das variáveis estudadas, por granja.

Primeiramente, foram tomadas como independentes as seguintes variáveis: número de matrizes na granja (MATRIZES), escore de biosseguridade (SCORE), quantidade de

antimicrobianos, em mg/kg produzido, utilizado na granja (ATB), número de bases utilizadas na granja (BASES) e duração do uso de antimicrobianos, em dias (DIAS); foram, ainda, consideradas como variáveis dependentes o ganho de peso médio diário do nascimento ao abate (GPD) e a produtividade, em kg produzidos por porca por ano (PROD).

Foram realizadas correlações de postos de Spearman entre todas as variáveis para detectar colinearidade e como as variáveis se relacionam, utilizando a função *rcorr* do pacote *Hmisc* (HARRELL JR, 2021). Em seguida, foram conduzidas análises de componentes principais (PCA) e de clusterização hierárquica dos componentes principais (HCPC) por meio das funções *PCA* e *HCPC* do pacote *FactoMineR* (LE *et al.*, 2008), com os quais foram identificados quatro clusters. Esta abordagem é um tipo de análise exploratória capaz de organizar semelhanças observadas em estudos homogêneos utilizando o método de Ward, aplicando a distância euclidiana quadrada como medida de similaridade. A técnica estatística começa com a construção de uma árvore hierárquica; em seguida, a soma da inércia dentro do cluster é calculada para cada partição, sendo a partição sugerida aquela com maior perda relativa de inércia. Foram utilizadas todas as variáveis independentes nesta análise e os resultados foram plotados utilizando a função *fviz_pca_biplot* do pacote *factoextra* (KASSAMBARA e MUNDT, 2020), utilizando-se duas dimensões.

Posteriormente, a produtividade e o ganho de peso diário de cada cluster foram comparados por ANOVA, seguidos pelo teste *post-hoc* de Tukey. Ainda, uma abordagem de regressão em *stepwise* foi utilizada para determinar quais variáveis independentes melhor explicam o comportamento das variáveis dependentes utilizando a função *ols_step_forward_p* do pacote *olsrr* (HEBBALI, 2020), utilizando um valor de corte de 0,30 para retenção da variável preditora no modelo. As eventuais colinearidades entre os preditores foram verificadas por meio do Critério de Inflação de Variância, utilizando-se a função *vif* do pacote *car* (FOX e WEISBERG, 2019). Para estas etapas, verificou-se previamente os pressupostos de normalidade e homogeneidade de variância do modelo, pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente, utilizando-se a função *shapiro.test* do pacote *stat* (R Core Team, 2021) e *leveneTest* do pacote *car* (FOX e WEISBERG, 2019)

Os procedimentos estatísticos foram realizados na versão R 4.1.0 (R CORE TEAM, 2021). Os níveis de significância e tendência foram de 0,05 e 0,10, respectivamente, para todas as análises.

4 RESULTADOS

4.1 Tamanho e produtividade das granjas comerciais de suínos em ciclo completo no município de Pará de Minas (MG)

Conforme o cadastro de granjas suínas realizado em dezembro de 2020 pelo IMA, havia 31 granjas de Ciclo Completo operando no município mineiro de Pará de Minas, das quais duas foram excluídas deste estudo por não disporem de informações consistentes sobre a produtividade, uso de antimicrobianos e utilização das práticas de biossegurança na criação. Portanto, foram estudadas 93,55% das granjas e 99,38% das matrizes suínas em granjas de Ciclo Completo do município. A Tabela 1 reúne o número de matrizes e os resultados gerais obtidos em cada granja, que serão detalhados em seguida.

Este estudo envolveu 29 granjas comerciais de Ciclo Completo, com médias de 549,36 matrizes, por granja, variando de 22 a 3.208 matrizes.

A produtividade, representada pelo número de leitões terminados, por porca, por ano, multiplicado pelo peso médio dos leitões terminados ao abate foi, em média, de 2.832,90 kg de suínos produzidos, por porca, ano, e variou de 2.074,27 a 3.668,00 kg.

O ganho de peso médio diário do nascimento ao abate foi de 0,670 kg, variando de 0,599 a 0,738 kg entre as granjas.

Tabela 1 – Número de matrizes, produtividade, classificação de Biosseguridade e uso de antimicrobianos nas granjas comerciais de suínos em Ciclo Completo no município de Pará de Minas (MG), em 2021.

| Granjas | Matrizes (n°) | Produtividade (kg suíno /porca/ano) | GPD* (kg) | Biosseguridade** | | Uso de antimicrobianos | | |
|---------|---------------|-------------------------------------|-----------|------------------|----------------|--------------------------|------------------|------------|
| | | | | Pontuação | Risco | Quantidade (mg/kg suíno) | Exposição (dias) | Bases (n°) |
| A1 | 22 | 2.472,00 | 0,665 | 260 | Extremo | 318,26 | 144 | 4 |
| A3 | 29 | 2.532,41 | 0,680 | 310 | Alto | 206,78 | 49 | 4 |
| A5 | 32 | 2.857,14 | 0,667 | 535 | Alto | 34,17 | 140 | 8 |
| A6 | 40 | 2.352,00 | 0,653 | 450 | Alto | 297,62 | 127 | 7 |
| A10 | 90 | 2.964,00 | 0,669 | 560 | Alto | 364,11 | 138 | 6 |
| B1 | 111 | 3.484,71 | 0,671 | 600 | Alto | 680,11 | 124 | 9 |
| B2 | 124 | 2.424,00 | 0,673 | 450 | Alto | 415,59 | 81 | 6 |
| B13 | 160 | 3.100,00 | 0,706 | 400 | Alto | 145,84 | 162 | 4 |
| B5 | 207 | 2.666,66 | 0,667 | 495 | Alto | 681,39 | 87 | 6 |
| B9 | 334 | 2.613,12 | 0,600 | 565 | Alto | 263,07 | 90 | 6 |
| B10 | 366 | 2.921,93 | 0,696 | 495 | Alto | 269,50 | 125 | 9 |
| C2 | 631 | 2.796,00 | 0,639 | 515 | Alto | 1.097,51 | 126 | 13 |
| C4 | 730 | 2.596,04 | 0,635 | 580 | Alto | 264,80 | 90 | 6 |
| C3 | 752 | 2.295,85 | 0,629 | 600 | Alto | 249,93 | 90 | 6 |
| C13 | 753 | 2.941,03 | 0,647 | 585 | Alto | 230,41 | 80 | 6 |
| C8 | 800 | 2.858,45 | 0,694 | 470 | Alto | 870,03 | 123 | 7 |
| C9 | 1.280 | 2.130,75 | 0,599 | 530 | Alto | 1.145,96 | 131 | 10 |
| C12 | 3.208 | 3.000,00 | 0,661 | 545 | Alto | 775,40 | 144 | 11 |
| A11 | 110 | 2.854,44 | 0,632 | 690 | Médio- Alto | 321,80 | 127 | 6 |
| B6 | 254 | 2.074,27 | 0,684 | 605 | Médio- Alto | 378,05 | 138 | 10 |
| B8 | 278 | 2.843,62 | 0,656 | 615 | Médio- Alto | 160,83 | 84 | 7 |
| B7 | 295 | 2.799,46 | 0,675 | 625 | Médio- Alto | 519,31 | 136 | 7 |
| B11 | 537 | 3.212,11 | 0,717 | 855 | Médio- Alto | 346,84 | 144 | 10 |
| B12 | 550 | 3.091,00 | 0,700 | 710 | Médio- Alto | 72,98 | 50 | 3 |
| C5 | 620 | 3.202,00 | 0,695 | 870 | Médio- Alto | 1.106,55 | 144 | 8 |
| C7 | 724 | 2.547,00 | 0,665 | 695 | Médio- Alto | 521,12 | 137 | 8 |
| C6 | 770 | 3.263,29 | 0,717 | 730 | Médio- Alto | 248,78 | 128 | 9 |
| C11 | 1.318 | 3.592,00 | 0,738 | 765 | Médio- Alto | 306,44 | 120 | 9 |
| C10 | 981 | 3.668,00 | 0,716 | 920 | Médio | 297,82 | 121 | 10 |
| Total | 16.106 | | | | | | | |
| Média | 549,36 | 2.832,90 | 0,670 | 587,07 | Alto | 434,17 | 116,55 | 7,41 |

* GPD-Ganho de peso médio diário dos leitões, do nascimento ao abate;

**Classificação de risco à Biosseguridade conforme a pontuação de quesitos, usando a classificação proposta pela AASV-PADRAP e adaptada por DUTRA (2017) e DUTRA *et al.* (2021).

4.2 Biosseguridade

Os resultados gerais mostrados na Tabela 1 apontaram para um risco Alto a Médio-Alto para a Biosseguridade na maioria das granjas. As 17 granjas que tinham um Alto risco, detinham 59,9% das matrizes, enquanto que 10 granjas classificadas como de Médio-Alto risco, detinham 33,87% das matrizes.

O detalhamento de cada um dos 16 aspectos de Biosseguridade pontuados durante as visitas às granjas está na Tabela 2.

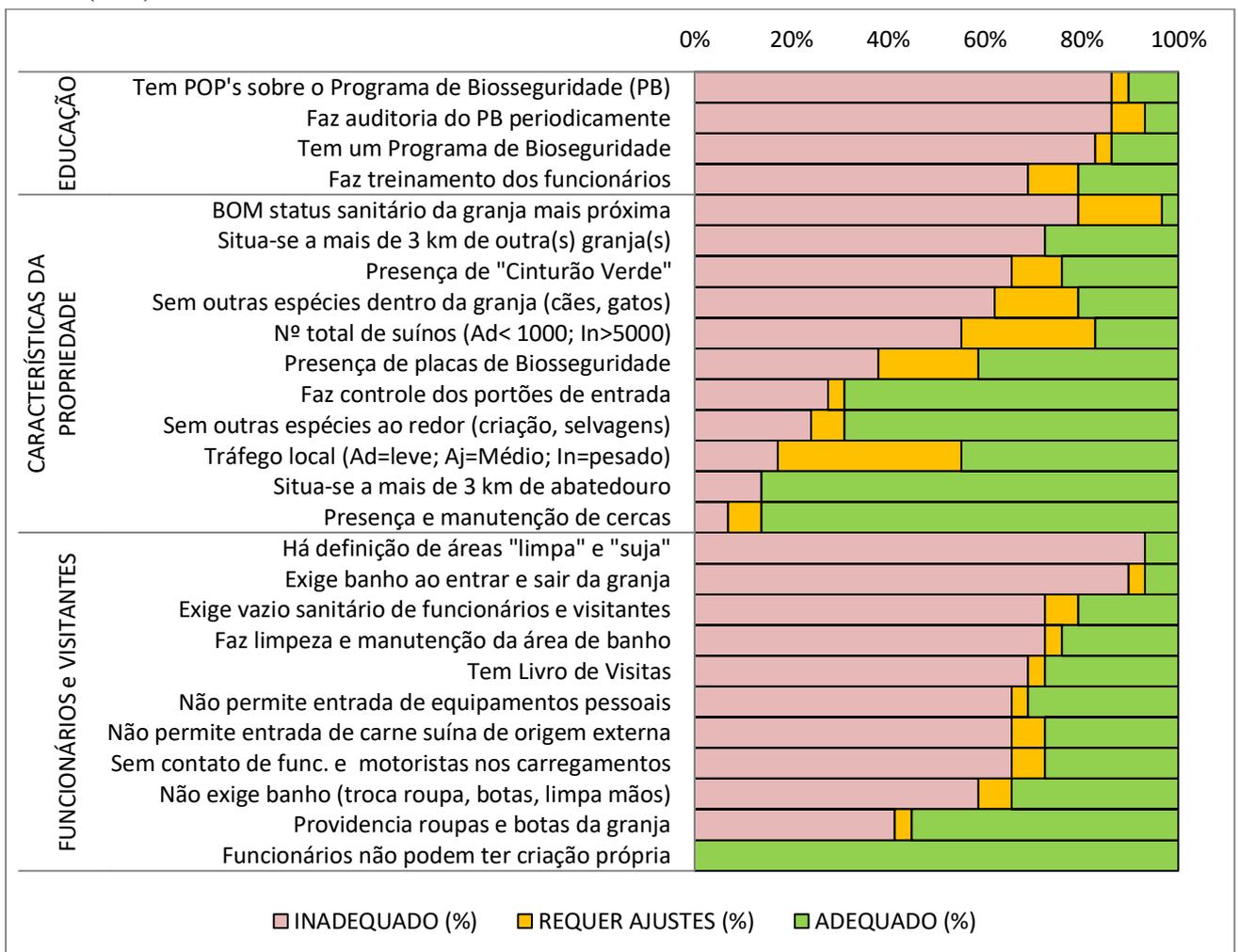
Tabela 2 - Frequência das pontuações dos aspectos de Biosseguridade, conforme a adequação de sua aplicação, nas granjas comerciais de ciclo completo no município de Pará de Minas (MG).

| Aspectos de Biosseguridade | INADEQUADA (% 0 pontos) | REQUER AJUSTES (% 5 pontos) | ADEQUADA (% 10 pontos) |
|--|----------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| Educação | 81,0 | 6,0 | 12,9 |
| Características da propriedade e localização | 42,0 | 13,5 | 44,5 |
| Funcionários e visitantes | 63,0 | 4,1 | 32,9 |
| Quarentena | 67,0 | 2,0 | 31,0 |
| Equipamentos e suplementos | 72,4 | 8,0 | 19,5 |
| Controle de pragas | 26,6 | 12,1 | 61,4 |
| Sêmen | 35,3 | 2,6 | 62,1 |
| Água | 31,7 | 13,8 | 54,5 |
| Ar | 100,0 | 0,0 | 0,0 |
| Transporte de animais | 57,2 | 6,6 | 36,2 |
| Transporte interno (leitoas, animais mortos) | 59,5 | 8,6 | 31,9 |
| Transporte de ração | 57,2 | 8,3 | 34,5 |
| Manejos Gerais | 22,7 | 6,7 | 70,6 |
| Manejo de animais mortos | 56,9 | 4,6 | 38,5 |
| Retirada de lixo | 3,4 | 13,8 | 82,8 |
| Manejo de dejetos | 16,6 | 2,1 | 81,4 |
| Média | 49,5 | 7,1 | 43,4 |

De forma geral, as granjas parecem adotar adequadamente alguns cuidados de Biosseguridade, como os relacionados ao manejo de dejetos, do lixo e de pragas e ao manejo de rotina dos animais e do sêmen. Todos os demais aspectos parecem merecer menos atenção dos suinocultores do município.

O aspecto Educação envolveu quatro (04) questões sobre a existência de Programa de Biossegurança e de Procedimentos Operacionais Padrão (POP) e sobre a realização de auditorias do Programa e treinamento de pessoal. Apenas uma (01) granja atendeu adequadamente a todas as questões, mas a maioria não atendeu a este aspecto, considerado inadequado em 81% das granjas (Figura 3).

Figura 3 - Frequência das pontuações das questões de educação em Biossegurança, localização e isolamento da propriedade e orientações a funcionários e visitantes, conforme a adequação destes aspectos nas granjas comerciais de ciclo completo no município de Pará de Minas (MG).



A caracterização das propriedades foi baseada em 11 questões sobre sua localização e isolamento (Figura 3). Apenas 24,2% das granjas tinham um "cinturão verde", mas 86,2% tinham cerca e faziam sua manutenção, além de controlarem o portão (69,0%) e disporem de placas de Biossegurança (41,4%). A maioria (69,0%) não permitia animais de criação e silvestres ao redor da granja, mas 62,1% tinham cães e gatos na propriedade. O tráfego de

veículos próximo às granjas era ‘leve’ (44,8%) a ‘médio’ (37,9%). No entanto, embora 86,2% das granjas estivessem adequadamente distantes de abatedouros (mais de 3 km), a grande maioria (72,4%) estava próxima de outras granjas, cujo *status* sanitário era inadequado (79,3%). Cerca de metade das granjas (55,2%) tinham mais de 5.000 suínos no plantel, enquanto 27,6% tinham planteis entre 1.000 e 5.000 suínos.

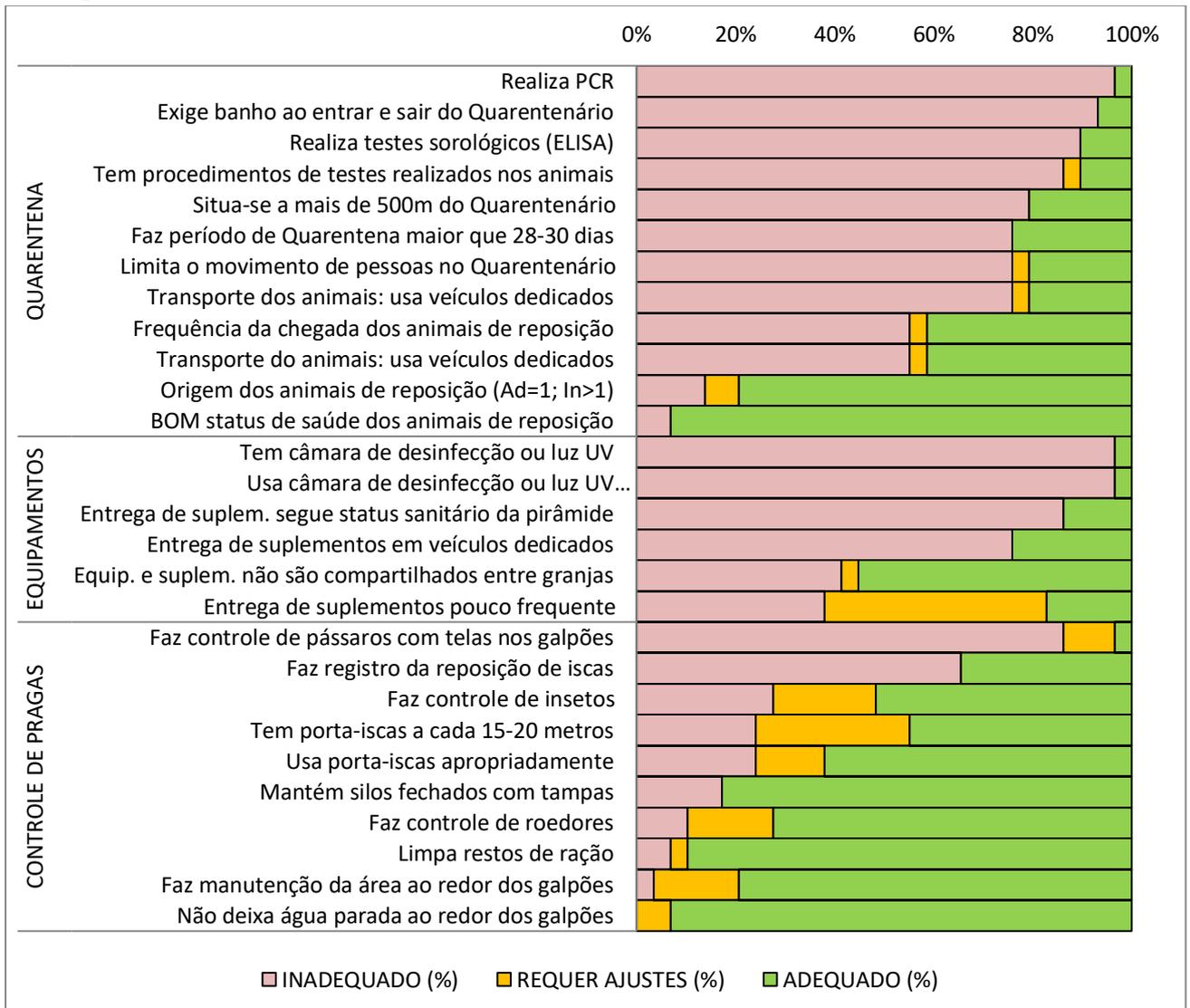
As práticas de Biosseguridade para funcionários e visitantes, verificadas em 11 questões, foram inadequadas em 63% das granjas, em média (Tabela 2). Dentre elas, não registrar em livro de visitas (69,0%), não exigir o vazão sanitário (72,4%) nem banho para entrar e sair da granja (89,7%), não definir as áreas ‘limpas’ e ‘sujas’ (93,1%) e permitir a entrada de equipamentos e utensílios pessoais (65,5%). Apenas 34,5% das granjas exigiam a troca de roupas, calçados e higienização das mãos e 55,2% providenciavam as próprias roupas e botas. Ainda conforme a Figura 3, parece que nenhuma granja permitia que os funcionários tivessem sua própria criação, mas poderia haver contaminação cruzada entre funcionários e motoristas durante embarques e desembarques de animais em 65,5% das granjas, além da entrada de alimentos a base de carne suína em 65,5% das granjas.

Sobre quarentena e introdução de animais de reposição, verificados em 12 questões, os cuidados foram inadequados em 67% das granjas (Tabela 2). A Figura 4 mostra que apenas seis (06) granjas parecem ter e usar efetivamente instalações de Quarentenário, ainda que de forma inadequada. A maioria das granjas adquiriu animais de reposição de uma só origem (79,2%) e confiavam no *status* sanitário dos animais recebidos (93,1%). A frequência de recebimentos e de veículos usados no transporte de animais de reposição foi inadequada em 55,2% das granjas.

Equipamentos de desinfecção eram usados de forma inadequada em 96,6% das granjas. Os cuidados com o recebimento de suplementos também eram inadequados na maioria das granjas, exceto pela frequência das entregas que precisavam de ajustes em 44,8% das granjas (Figura 4).

Em média, 61,4% das granjas faziam o controle de pragas de forma adequada (Tabela 2), pelo menos para roedores (72,4%) e insetos (51,7%). No entanto, o posicionamento dos porta-isca precisava de ajustes em 31% das granjas e o registro de reposição de iscas era inadequado em 65,5% das granjas. A maioria (86,2%) não usava tela nos galpões para o controle de pássaros. A manutenção ao redor dos galpões e a limpeza e fechamento de depósitos de ração e silos foi adequada em mais de 79% das granjas (Figura 4).

Figura 4 - Frequência das pontuações das questões sobre quarentena, equipamentos e controle de pragas, conforme a adequação desses aspectos nas granjas comerciais de ciclo completo no município de Pará de Minas (MG).



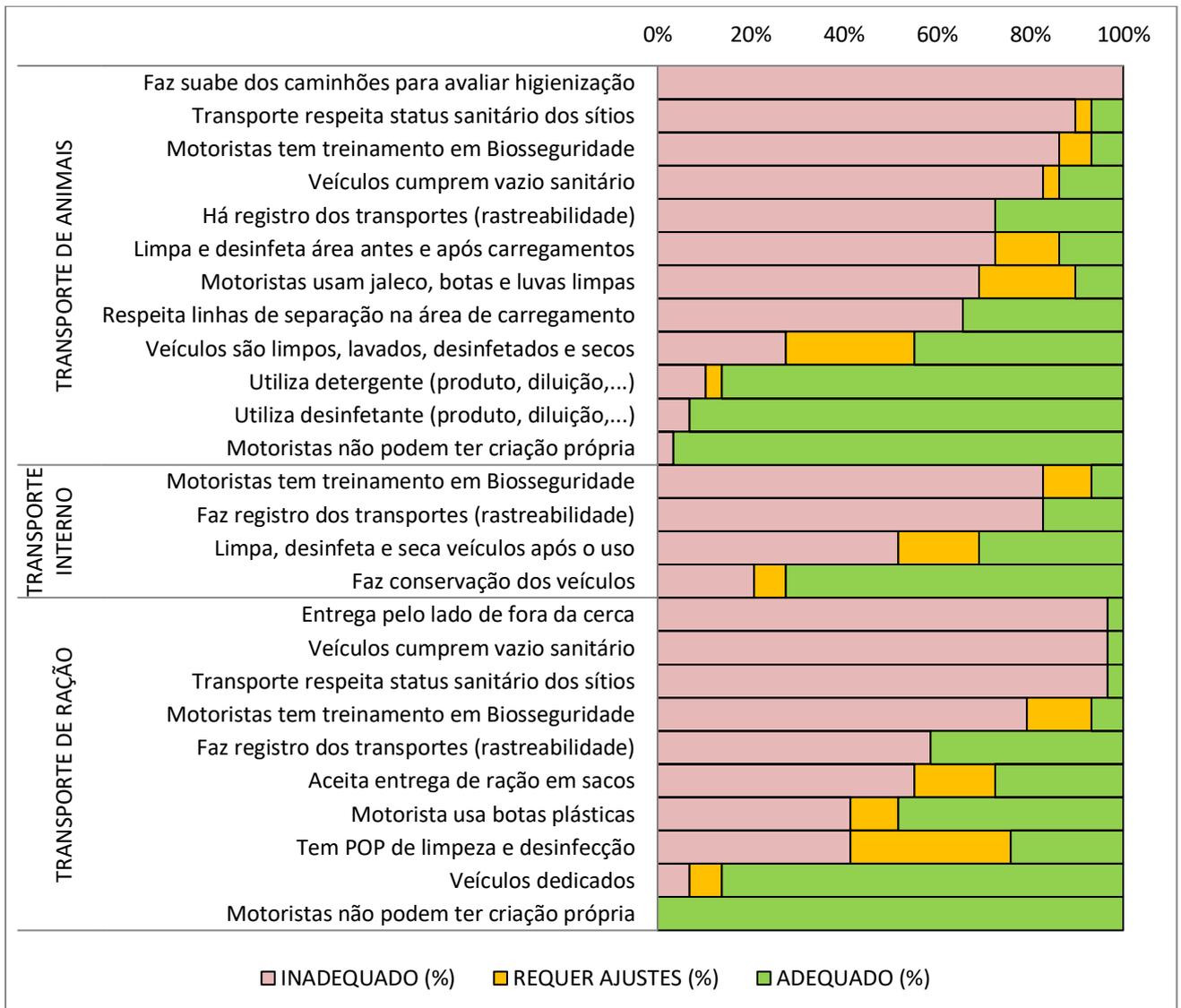
A inseminação artificial era usada em todas as granjas, que produziam ou recebiam as doses de sêmen. Apenas 3,9% realizavam monitoria sanitária do sêmen.

Todas as granjas tinham fonte própria de captação de água (93,1%) e faziam armazenamento em caixas d'água (89,7%), depois de algum tratamento (55,2%). Na maioria (65,5%), a limpeza do sistema hidráulico era inadequada, bem como a frequência de análise da água (55,2%), enquanto que 27,6% precisavam de ajustes nesta questão.

A questão sobre o uso e manejo de filtros de ar resultou em 100% das granjas inadequadas, talvez por ser uma preocupação para instalações fechadas e climatizadas, que não era o caso no município de Pará de Minas.

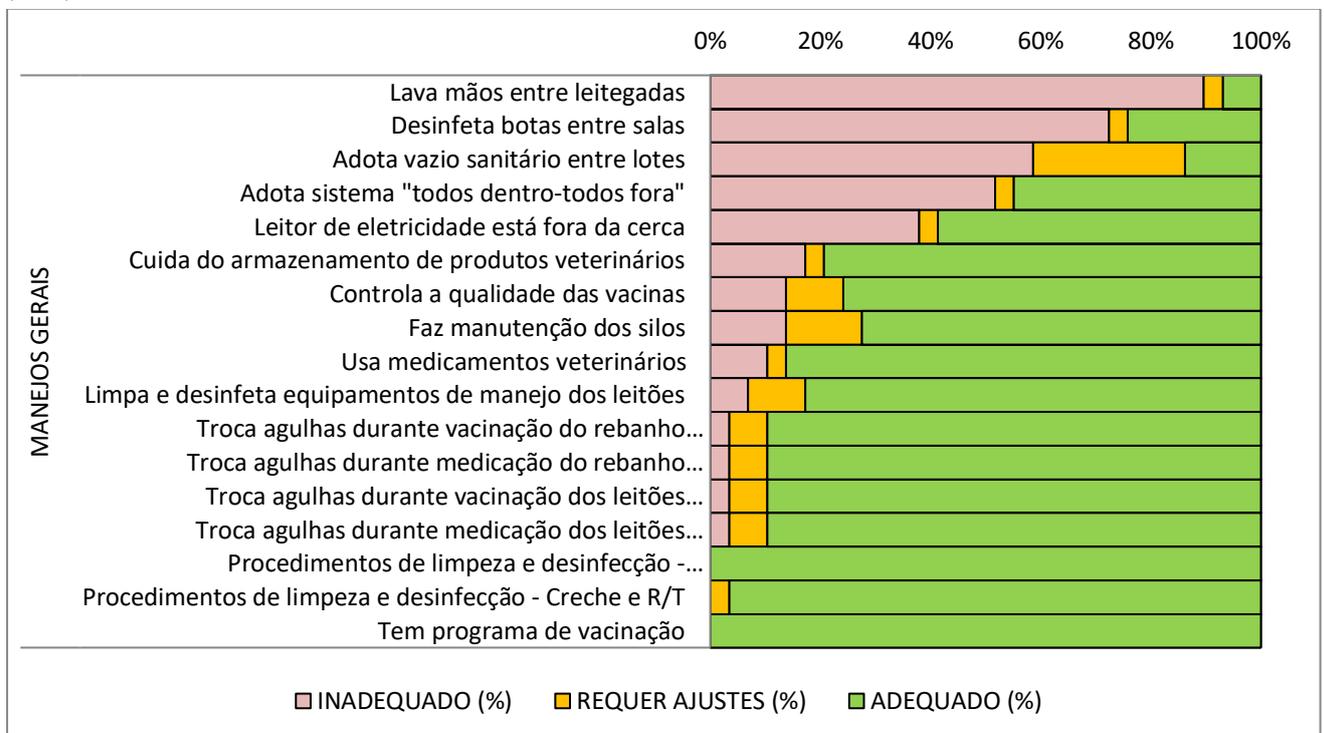
Sobre aspectos de transporte (Figura 5), foram feitas 26 questões, sendo que cerca de 58% das práticas eram inadequadas. Mais de 85% das granjas não fazia treinamento dos motoristas sobre Biosseguridade. Os veículos não cumpriam vazios sanitários nem respeitavam o status sanitário dos sítios. A rastreabilidade no transporte era inadequada no caso de animais (72,4%), no trânsito interno (82,8%) e de ração (58,6%). A entrega de ração era feita pelo lado de fora da cerca em apenas 3,4% das granjas. No transporte de animais, os veículos eram limpos com detergentes ou algum produto desengordurante (86,2%) e desinfetantes (93,1%), mas, no geral, apenas 44,8% das granjas faziam a higienização adequadamente, enquanto que 27,6% precisavam de ajustes.

Figura 5 - Frequência das pontuações das questões sobre transporte de animais, interno e ração, conforme a adequação nas granjas comerciais de ciclo completo no município de Pará de Minas (MG).



As práticas de Biosseguridade Interna, englobadas no aspecto de manejo geral dos animais, foram verificadas em 17 questões e adequadas em 70,6% das respostas, em média (Tabela 2), especialmente os procedimentos de limpeza e desinfecção na maternidade (100%) e nas fases de Creche, Recria e Terminação (96,6%). O programa de vacinação foi adequado, com troca regular de agulhas durante vacinação ou medicação em leitões e reprodutores (89,7%). A maioria das granjas tinha controle e armazenamento adequados de vacinas e medicamentos (Figura 6).

Figura 6 - Frequência das pontuações das questões sobre manejos gerais com animais, conforme a adequação nas granjas comerciais de ciclo completo no município de Pará de Minas (MG).

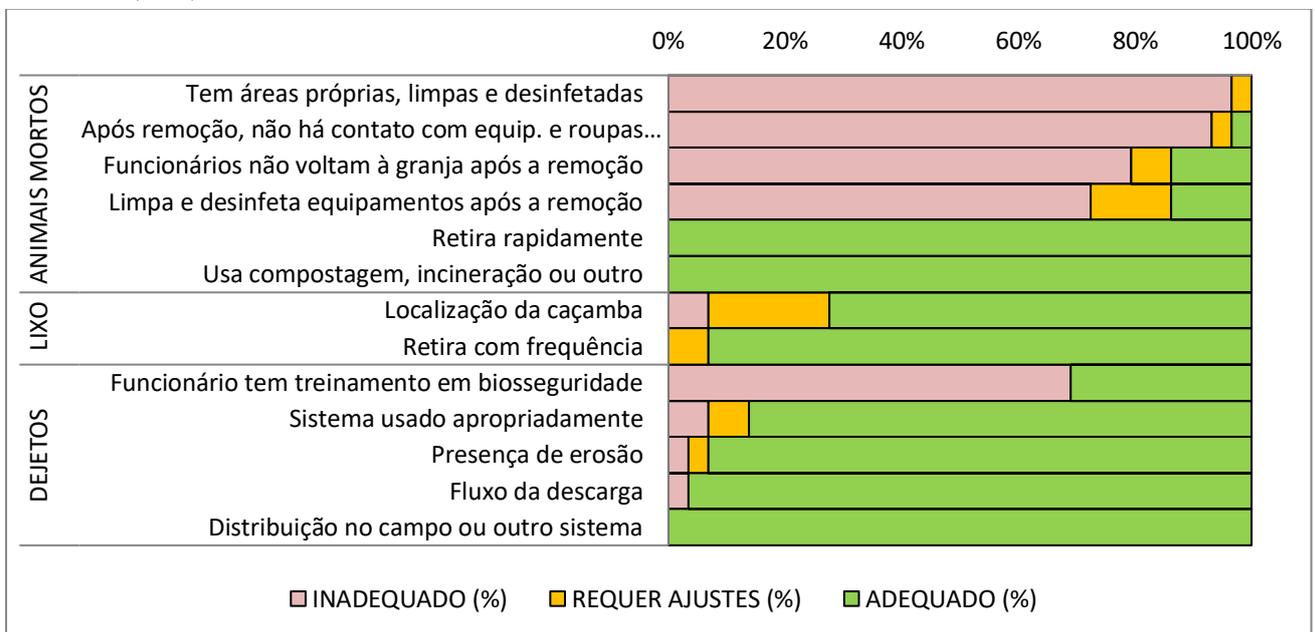


O programa de vacinação adotado pela maioria das granjas incluía a vacinação de porcas contra a Parvovirose, Leptospirose e Erisipela (89,6% das granjas) e contra Rinite Atrófica (79,3%). Os leitões lactentes ou em fase de Creche eram vacinados contra Colibacilose (82,7% das granjas), Clostridiose (82,7%), Micoplasmose (89,6%) e Circovirose (89,6%). Outras vacinas, usadas em algumas granjas, eram as da Doença de Glässer por *Glässerella parasuis* (41,4% das granjas), Salmonelose (13,8%), Pleuropneumonia por *Actinobacillus pleuropneumoniae* (6,9%), Rotavirose (6,9%) e Influenza Suína autógena (3,45%).

Quanto ao fluxo de animais nas instalações, apenas 44,8% das granjas adotava adequadamente o sistema “todos dentro, todos fora” e o vazio sanitário entre lotes era inadequado (58,6%) ou precisava de ajustes (27,6%) (Figura 6).

As granjas faziam adequadamente a retirada do lixo (82,8%) e o manejo de dejetos (81,4%), mas com treinamento inadequado do responsável (69,0%). Com relação ao manejo de animais mortos, embora a retirada e o descarte fossem adequados, os cuidados no manuseio do animal morto e limpeza dos locais foram inadequados na maioria das granjas (Figura 7).

Figura 7 - Frequência das pontuações das questões sobre manejo de dejetos, lixo e animais mortos, conforme a adequação nas granjas comerciais de ciclo completo no município de Pará de Minas (MG).



4.3 Uso de antimicrobianos

Durante as entrevistas, foram citados 28 antimicrobianos em uso nas granjas deste estudo, cujas formas de administração nas diferentes fases da criação dos leitões são mostradas na Figura 8.

Das 13 classes relatadas, a Bambemicina FLA e a Estreptogramina VIRG foram usadas apenas nas fases de Recria e Terminação, enquanto que a Hidroxiquinolina HAL foi usada apenas na Maternidade e Creche. As demais foram usadas em todas as fases da criação de leitões.

Foram constatadas apenas duas formas de administração dos antimicrobianos no plantel: injetável, via intramuscular, e oral, via ração. Os Aminoglicosídeos GEN, os β -lactâmicos AMO e PEN, a Lincosamida LIN e a Quinolona ENRO foram usadas das duas formas para leitões lactentes.

Figura 8 – Classes e formas de administração dos antimicrobianos e fases da criação em que são usados nas granjas comerciais de suínos em Ciclo Completo no município de Pará de Minas (MG), em 2021.

| Classes de antimicrobianos | Princípios ativos | | Formas de administração | |
|----------------------------|-------------------|---|-------------------------|------------|
| | Abreviatura | Nome | Intramuscular | Ração |
| Aminoglicosídeos | GEN | Gentamicina | MT | MT, CH |
| | ESP | Espectinomicina | - | MT, CH, RT |
| | DHESP | Dihoestreptomicina | MT | - |
| | NEO | Neomicina | - | MT, CH |
| Bambermicina | FLA | Flavomicina | - | RT |
| β -Lactâmicos | AMO | Amoxicilina | MT | MT,CH, RT |
| | PEN | Penicilina | MT | MT, CH |
| | CEF | Ceftiofur | MT | - |
| Cloranfenicol | FLO | Florfenicol | - | CH, RT |
| Diterpeno | TIA | Tiamulina | - | CH, RT |
| Estreptograminas | VIRG | Virginiamicina | - | RT |
| Hidroxiquinolina | HAL | Halquinol | - | MT, CH |
| Lincosamida | LIN | Lincomicina | MT | MT, CH, RT |
| Macrolídeos | LEO | Leocomicina | - | RT |
| | TILM | Tilmicosina | - | RT |
| | TIL | Tilosina | - | CH, RT |
| | TYLV | Tilvalosina | - | CH, RT |
| | TUL | Tulatromicina | MT,CH | - |
| Polipeptídeos | BMD/BZN | Bacitracina metileno-disalicilato /Bacitracina de zinco | - | RT |
| | COL | Colistina | - | MT, CH, |
| | ENRA | Enramicina | - | RT |
| Quinolonas | CIPRO | Ciprofloxacina (2º geração) | - | MT, CH, RT |
| | NOR | Norfloxacina (2º geração) | - | MT, CH, RT |
| | ENRO | Enrofloxacina (3º geração) | MT | MT |
| Sulfonamida | ST | Sulfa+trimetoprim | - | CH, RT |
| Tetraciclina | CLO | Clortetraciclina | - | CH,RT |
| | DOX | Doxiciclina | - | CH, RT |
| | OXI | Oxitetraciclina | MT | CH, RT |

*MT- leitões lactentes na maternidade, CH- leitões em fase de creche, RT- leitões nas fases de recria e terminação.

Conforme os resultados mostrados na Tabela 1, as 29 granjas usaram, em média, 434,17 mg de antimicrobianos por quilo de suíno produzido, variando de 34,17 a 1.145,96 mg/kg de suíno produzido. A quantidade total de antimicrobianos usados nas granjas deste estudo foi 1.306.917,70 mg, somando os 28 princípios ativos citados.

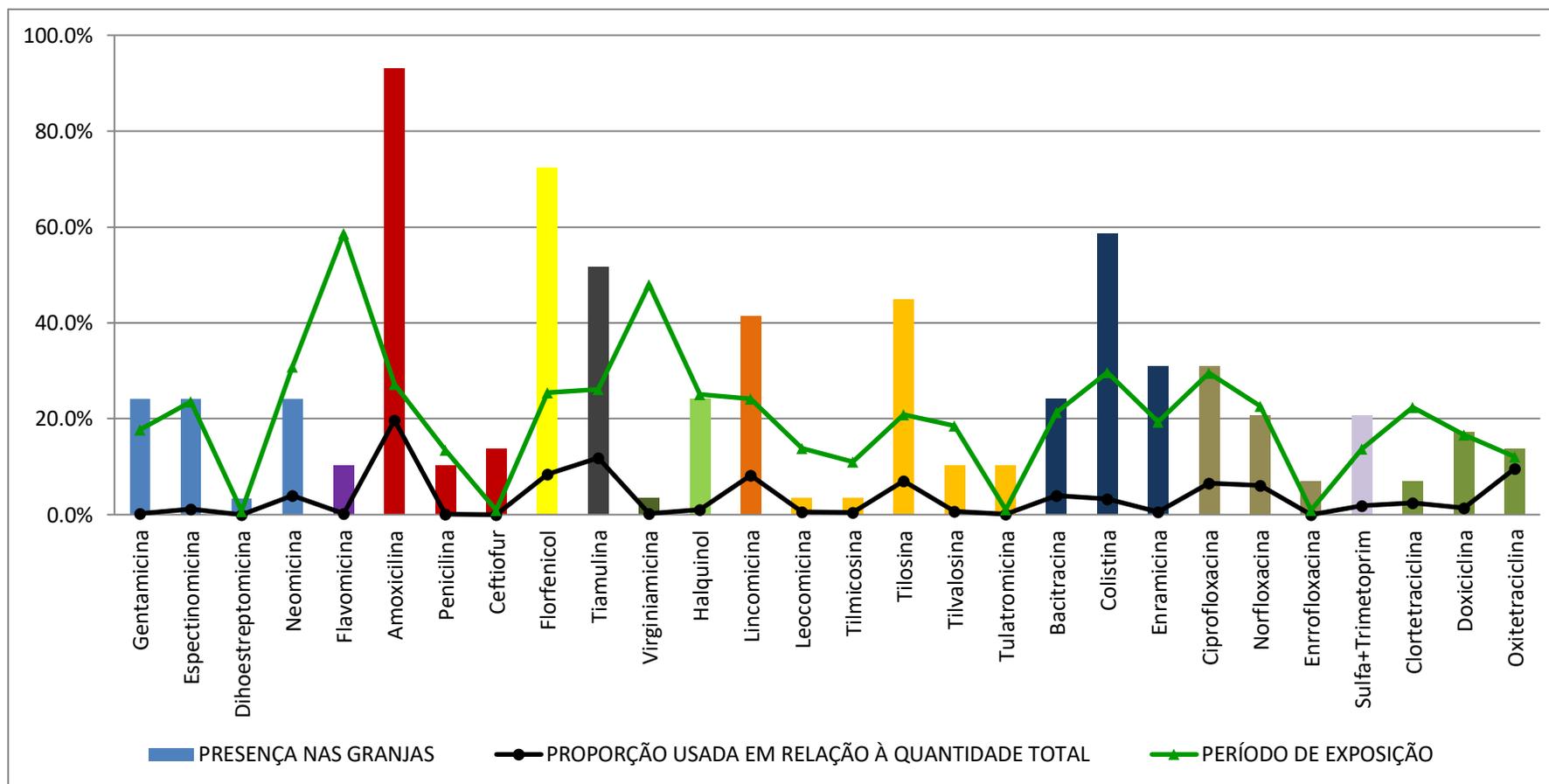
O número médio de bases, ou princípios ativos, usadas em cada granja foi 7,41, variando de 3 a 13 princípios ativos, por granja. Conforme a Figura 9, os antimicrobianos mais frequentemente citados nas granjas estudadas foram a Amoxicilina (93,1%), Florfenicol (72,4%), Colistina (58,6%), Tiamulina (51,7%), Tilosina (44,8%) e a Lincomicina (41,4%).

Os animais foram expostos aos diferentes antimicrobianos durante 116,55 dias, variando de 49 a 162 dias, em média (Tabela 1). Na Tabela 3 e na Figura 9, observa-se que, dentre os antimicrobianos que foram citados com maior frequência pelas granjas, os animais ficaram mais tempo expostos à Colistina (32,27 dias), à Amoxicilina (30,74 dias) e ao Florfenicol (29,38 dias). No entanto, houve muita variação entre granjas no período de exposição a cada antimicrobiano.

Tabela 3 – Período de exposição aos antimicrobianos, por princípio ativo, nas 29 granjas de Ciclo Completo no município de Pará de Minas (MG), em 2021.

| Antimicrobianos | | Granjas (n°) | Período de Exposição (dias) | | | Proporção em relação ao período total de exposição (%) |
|------------------|-------------------------------------|-----------------|--------------------------------|------|-------|---|
| Classe | Princípio ativo | | Mín. | Máx. | Média | |
| Aminoglicosídeos | Gentamicina | 7 | 1 | 59 | 20,43 | 17,67 |
| | Espectinomomicina | 7 | 1 | 42 | 24,29 | 23,61 |
| | Dihioestreptomicina | 2 | 1 | 1 | 1,00 | 0,75 |
| | Neomicina | 7 | 11 | 45 | 30,86 | 30,84 |
| Bambermicina | Flavomicina | 2 | 80 | 100 | 90,00 | 58,64 |
| β-Lactâmicos | Amoxicilina | 27 | 1 | 84 | 30,74 | 27,23 |
| | Penicilina | 3 | 1 | 30 | 16,67 | 13,45 |
| | Ceftiofur | 4 | 1 | 2 | 1,25 | 0,95 |
| Cloranfenicol | Florfenicol | 21 | 14 | 55 | 29,38 | 25,39 |
| Diterpeno | Tiamulina | 15 | 10 | 64 | 31,20 | 26,12 |
| Estreptograminas | Virginiamicina | 1 | 59 | 59 | 59,00 | 47,97 |
| Hidroxiquinolina | Halquinol | 7 | 7 | 64 | 36,29 | 25,12 |
| Lincosamida | Lincomicina | 12 | 1 | 67 | 27,25 | 24,13 |
| Macrolídeos | Leocomicina | 1 | 20 | 20 | 20,00 | 13,89 |
| | Tilmicosina | 1 | 14 | 14 | 14,00 | 11,02 |
| | Tilosina | 12 | 14 | 46 | 25,33 | 20,92 |
| | Tilvalosina | 5 | 15 | 28 | 23,00 | 18,55 |
| | Tulatromicina | 3 | 1 | 2 | 1,33 | 1,06 |
| Polipeptídeos | BacitracinaBMD/BZN | 7 | 10 | 43 | 28,00 | 21,31 |
| | Colistina | 16 | 12 | 59 | 32,27 | 29,69 |
| | Enramicina | 9 | 11 | 29 | 23,67 | 19,41 |
| Quinolonas | Ciprofloxacina (2 ^a ger) | 10 | 15 | 45 | 30,60 | 29,60 |
| | Norfloxacina (2 ^a ger) | 6 | 19 | 74 | 31,33 | 22,58 |
| | Enrofloxacina (3 ^a ger) | 2 | 1 | 1 | 1,00 | 0,98 |
| Sulfonamida | Sulfa+trimetoprim | 6 | 10 | 18 | 13,67 | 13,67 |
| Tetraciclina | Clortetraciclina | 3 | 18 | 30 | 23,33 | 22,46 |
| | Doxiciclina | 5 | 10 | 35 | 20,40 | 16,64 |
| | Oxitetraciclina | 4 | 1 | 21 | 14,25 | 12,12 |

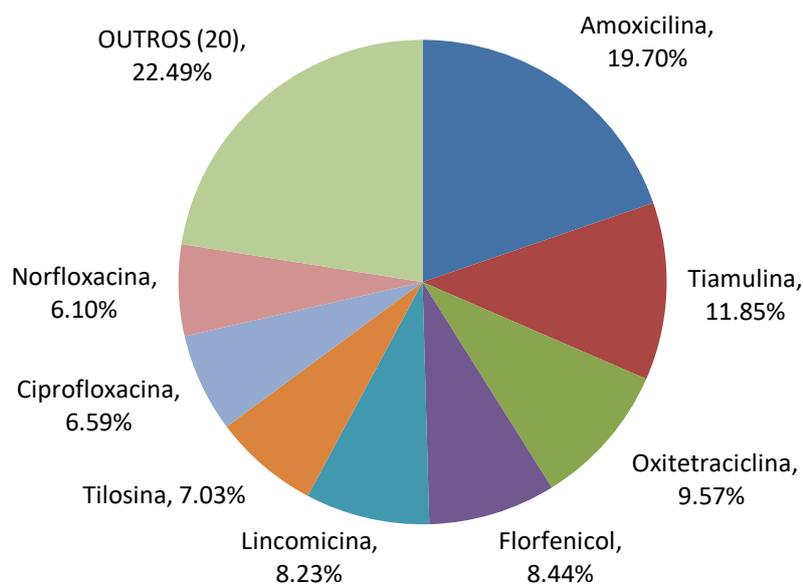
Figura 9 – Presença de antimicrobianos, por princípio ativo, proporção usada em relação à quantidade total e período de exposição nas granjas comerciais de suínos em Ciclo Completo no município de Pará de Minas (MG), em 2021.



Os antimicrobianos com maior quantidade de uso em relação ao total foram a Amoxicilina, Tiamulina, Oxitetraciclina, Florfenicol, Lincomicina, Tilosina, Ciprofloxacina e a Norfloxacina. Apenas estes oito princípios ativos compuseram 77,3% da quantidade total de antimicrobianos usados nas granjas estudadas (Figura 10 e Tabela 4).

Por isso, o uso destes oito antimicrobianos especificamente foi mais bem detalhado quanto à quantidade e esquema de administração por fase de criação, idade à exposição e indicação dos fabricantes para uso com finalidade preventiva.

Figura 10 – Princípios ativos com maior quantidade de uso em relação à quantidade total de antimicrobianos usada nas granjas comerciais de suínos em Ciclo Completo no município de Pará de Minas (MG), em 2021.



Os princípios ativos de antimicrobianos usados em maior quantidade variaram conforme a fase de criação, como consta da Tabela 4.

Na maternidade, foram usados 15 princípios ativos, totalizando 17.689,90 mg de antimicrobianos, ou 1,35% da quantidade total. Seis deles compuseram 95,06% da quantidade usada nesta fase, com destaque para a Neomicina, seguida pela Amoxicilina, Ciprofloxacina e a Colistina.

Na fase de Creche, foram usados 19 princípios ativos, totalizando 366.403,46 mg de antimicrobianos, ou 28,04% da quantidade total. Dez deles compuseram 94,26% da quantidade usada nesta fase, com destaque para a Amoxicilina, seguida pela Neomicina, Colistina, Tiamulina e a Ciprofloxacina.

Tabela 4 – Princípios ativos com maior quantidade de uso em relação à quantidade usada, por fase de criação, nas granjas comerciais de suínos em Ciclo Completo no município de Pará de Minas (MG), em 2021.

| Princípio ativo | Proporção (%) da quantidade de antimicrobianos usada por fases de criação | | | | | |
|-------------------------------------|---|------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------|
| | Todas as fases | Maternidade | Creche | Recria e Terminação | Recria | Terminação |
| Amoxicilina | 19,70 | 19,88 | 31,25 | 15,11 | 13,26 | 17,72 |
| Tiamulina | 11,85 | 0 | 9,97 | 12,82 | 14,76 | 10,06 |
| Oxitetraciclina | 9,57 | - | - | 11,55 | 5,27 | 20,44 |
| Florfenicol | 8,44 | 0 | 3,50 | 11,84 | 13,36 | 8,26 |
| Lincomicina | 8,23 | - | - | 10,06 | 13,46 | 5,26 |
| Tilosina | 7,03 | 0 | - | 8,59 | 5,97 | 14,58 |
| Ciprofloxacina (2 ^a ger) | 6,59 | 11,70 | 8,33 | 5,86 | 7,47 | 3,58 |
| Norfloxacina (2 ^a ger) | 6,10 | 3,56 | 6,43 | 6,02 | 10,28 | 0 |
| OUTROS Todas as fases | 22,70 | | | | | |
| Neomicina | | 44,27 | 12,17 | 0 | 0 | 0 |
| Colistina | | 10,45 | 11,28 | 0 | 0 | 0 |
| Halquinol | | 5,20 | 3,68 | 0 | 0 | 0 |
| OUTROS Maternidade | | 4,94 | | | | |
| Sulfa+trimetoprim | | | 3,92 | - | - | 0 |
| Doxiciclina | | | 3,73 | - | 3,75 | 0 |
| OUTROS Creche | | | 5,74 | | | |
| BacitracinaBMD/BZN | | | | 5,65 | - | 12,55 |
| Clortetraciclina | | | | 2,93 | 5,01 | 0 |
| OUTROS RT | | | | 9,57 | 7,41 | 7,55 |
| TOTAL (mg) | 1.306.917,70 | 17.689,84 | 366.403,46 | 922.823,98 | 540.566,74 | 382.257,66 |
| % da quantidade total | 100% | 1,35% | 28,04% | 70,61% | 41,36% | 29,25% |

Zero = não usa o ATM na fase; Traço = usa o ATM na fase em proporção menor de 3%.

Outros = Penicilina, Gentamicina, Espectinomomicina, Dihidroestreptomicina, Flavomicina, Virginiamicina, Ceftiofur, Leocomicina, Tilmosina, Tilvalosina, Tulatromicina, Enramicina, Enrofloxacina (3^ager).

O uso de antimicrobianos nas fases de Recria e de Terminação (RT) foi registrado de forma conjunta e, posteriormente, os dados foram separados por fase, conforme a idade de início e final da exposição a cada princípio ativo. Assim, nas duas fases (RT), foram usados 19 princípios ativos, totalizando 922.823,98 mg de antimicrobianos, ou 70,61% da quantidade total. Dez deles compuseram 90,43% da quantidade usada nestas fases, com destaque para a Amoxicilina, seguida pela Tiamulina, Florfenicol, Oxitetraciclina, Lincomicina e a Tilosina.

Quando as fases de RT foram analisadas em separado, na fase de Recria, foram usados 17 princípios ativos, totalizando 540.566,74 mg de antimicrobianos, ou 41,36% da quantidade total. Dez deles compuseram 92,59% da quantidade usada nesta fase, com pequeno destaque para a Tiamulina, cujo valor foi bem próximo ao da Amoxicilina, Florfenicol e Lincomicina, seguidos pela Norfloxacin.

Finalmente, para os leitões na fase de Terminação, foram usados 14 princípios ativos, totalizando 382.257,66 mg de antimicrobianos, ou 29,25% da quantidade total. Oito deles compuseram 92,45% da quantidade usada nesta fase. A Oxitetraciclina, que teve a maior participação percentual na quantidade total de antimicrobianos usada nesta fase, foi usada em apenas duas (02) das 29 granjas estudadas. Outros destaques foram a Amoxicilina, Tilosina e a Bacitracina (BMD/BZN).

Todas as granjas estudadas declararam usar antimicrobianos apenas com finalidade preventiva, principalmente por via oral, na ração. Para muitos antimicrobianos, a recomendação veterinária para essa finalidade e via de administração é na forma de “pulsos”, ou seja, períodos de 5 a 14 dias de administração, em momentos definidos. A escolha do princípio ativo depende do agente, ou dos agentes patogênicos em foco.

A Tabela 5 mostra como os principais antimicrobianos, dentre os apontados na Tabela 4, foram usados nas fases de Creche, Recria e Terminação nas granjas comerciais de ciclo completo no município de Pará de Minas, considerando os dados médios.

Tabela 5 – Exposição dos leitões em diferentes idades e doses diárias dos antimicrobianos usados em maior quantidade nas granjas comerciais de ciclo completo do município de Pará de Minas (MG).

| Princípio ativo | Pulso | Creche | | | | | Recria | | | | | Terminação | | | | |
|------------------|-------|--------|-----------|-------|-------------|------------------|--------|-----------|--------|-------------|------------------|------------|-----------|--------|-------------|------------------|
| | | n | Idade (d) | | Período (d) | Dose dia (mg/kg) | n | Idade (d) | | Período (d) | Dose dia (mg/kg) | n | Idade (d) | | Período (d) | Dose dia (mg/kg) |
| | | | Início | Fim | | | | Início | Fim | | | | Início | Fim | | |
| Amoxicilina | 1º | 24 | 30,29 | 43,24 | 13,25 | 17,66 | 7 | 66,43 | 84,71 | 18,29 | 15,36 | 4 | 120,75 | 136,00 | 15,25 | 15,03 |
| | 2º | 12 | 43,08 | 59,08 | 16,00 | 15,31 | 1 | 96,00 | 111,00 | 15,00 | 12,50 | - | - | - | - | - |
| | 3º | 2 | 48,00 | 70,50 | 22,50 | 21,38 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tiamulina | 1º | 11 | 46,45 | 62,64 | 16,18 | 11,09 | 8 | 78,00 | 94,38 | 16,38 | 10,29 | 4 | 112,00 | 128,25 | 16,25 | 8,88 |
| | 2º | 1 | 50,00 | 60,00 | 10,00 | 9,00 | 4 | 98,25 | 114,25 | 16,00 | 8,88 | - | - | - | - | - |
| Oxitetraciclina | 1º | 1 | 36,00 | 43,00 | 7,00 | 37,50 | 1 | 93,00 | 107,00 | 14,00 | 42,50 | 2 | 111,00 | 128,50 | 17,50 | 35,00 |
| Florfenicol | 1º | 10 | 40,50 | 55,30 | 14,80 | 4,83 | 13 | 77,38 | 94,54 | 17,15 | 5,62 | 6 | 123,33 | 138,67 | 15,33 | 4,58 |
| | 2º | 2 | 50,00 | 65,00 | 15,00 | 5,25 | 3 | 98,67 | 117,00 | 18,33 | 4,83 | 0 | - | - | - | - |
| Lincomicina | 1º | 5 | 33,40 | 47,00 | 13,60 | 2,75 | 7 | 73,14 | 90,29 | 17,14 | 7,49 | 3 | 110,33 | 128,67 | 18,33 | 12,10 |
| | 2º | 1 | 36,00 | 50,00 | 14,00 | 1,10 | 1 | 101,00 | 121,00 | 20,00 | 15,51 | - | - | - | - | - |
| Tilosina | 1º | 1 | 21,00 | 36,00 | 15,00 | 12,50 | 4 | 80,25 | 96,25 | 16,00 | 5,63 | 9 | 111,78 | 132,33 | 20,56 | 5,49 |
| Ciprofloxacina2G | 1º | 7 | 28,14 | 42,71 | 14,57 | 12,68 | 3 | 80,33 | 95,33 | 15,00 | 14,17 | 1 | 111,00 | 125,00 | 14,00 | 15,00 |
| | 2º | 4 | 50,00 | 69,00 | 19,00 | 11,56 | 1 | 101,00 | 121,00 | 20,00 | 15,00 | - | - | - | - | - |
| Norfloxacina2G | 1º | 5 | 42,00 | 61,20 | 19,20 | 15,17 | 2 | 82,00 | 104,50 | 22,50 | 15,93 | - | - | - | - | - |
| | 2º | 1 | 29,00 | 36,00 | 7,00 | 15,00 | 1 | 108,00 | 133,00 | 25,00 | 19,60 | - | - | - | - | - |

n – número de granjas que usavam 1, 2 ou 3 pulsos do antimicrobiano, em cada fase.

4.4 Relações entre as variáveis estudadas

A Tabela 6 apresenta a matriz de correlação entre as variáveis estudadas, representadas graficamente na Figura 11.

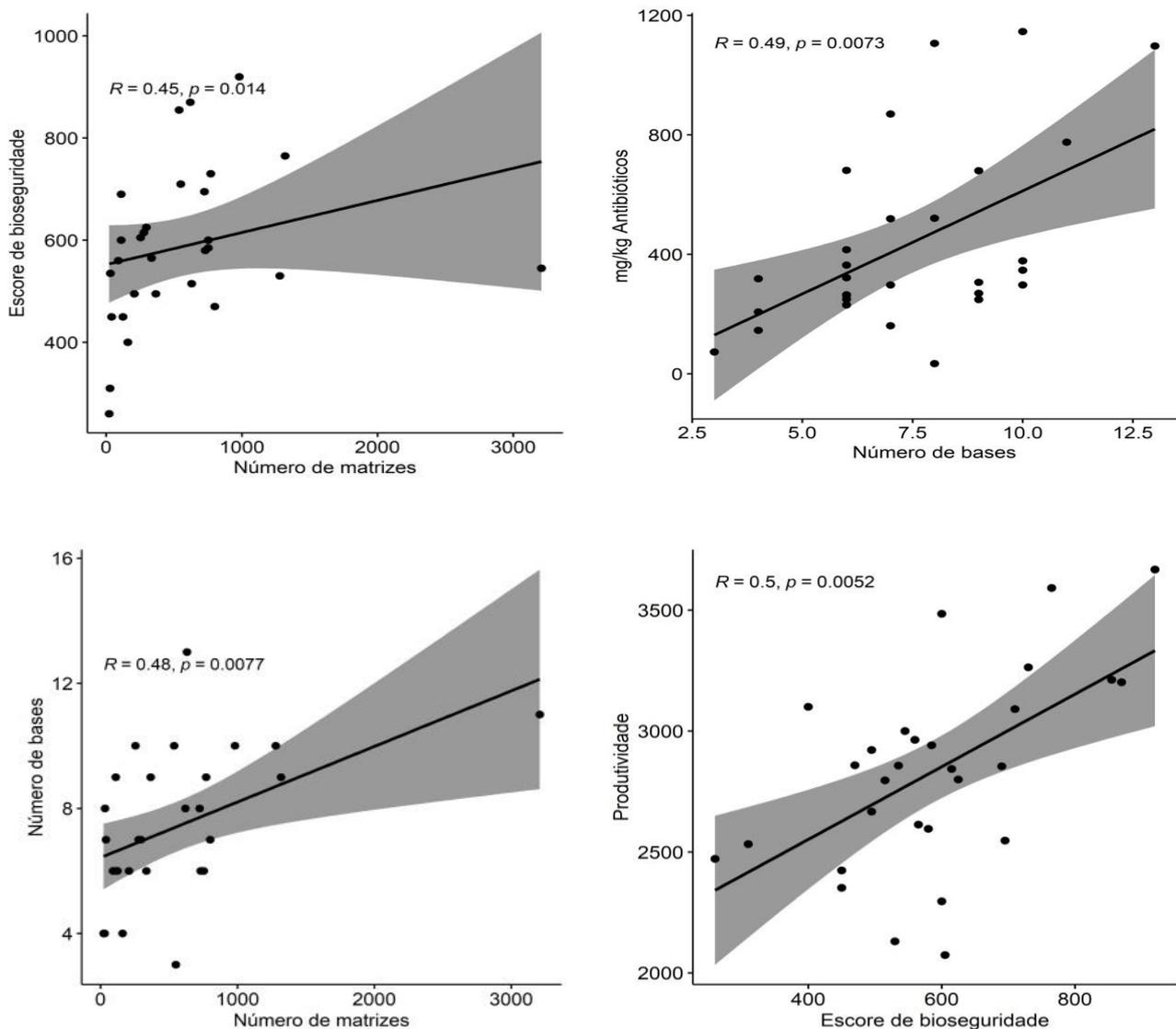
Tabela 6 – Matriz de correlação de Spearman entre as variáveis estudadas.

| | | MATRIZES | ESCORE | ATM | BASES | DIAS | PROD |
|-------------------------------|--------|--------------|-------------------|-------------------|-------------------|------|----------------------|
| Biossegurança | ESCORE | 0,45* | | | | | |
| Quantidade de antimicrobianos | ATM | 0,24 | 0,01 | | | | |
| Nº de bases de ATM | BASES | 0,48* | 0,35 [§] | 0,49* | | | |
| Dias de exposição a ATM | DIAS | -0,09 | 0,04 | 0,31 [§] | 0,37 [§] | | |
| Produtividade | PROD | 0,29 | 0,50* | -0,10 | 0,23 | 0,14 | |
| Ganho de Peso Diário | GPD | 0,07 | 0,30 | -0,11 | 0,15 | 0,16 | 0,63* ^{Obs} |

* $p < 0,05$ e [§] $p < 0,10$

Obs.: Efeito de colinearidade entre Ganho de Peso Diário X Produtividade.

Figura 11 – Gráficos das correlações significativas ($p < 0,05$) entre as variáveis estudadas



A análise de componentes principais (PCA) resultou em duas dimensões explicando 66,10% da variância dos dados. A dimensão 1 foi responsável por 46,34% e foi basicamente explicada pela quantidade de bases de antimicrobianos usadas (33,72%), enquanto a dimensão 2 foi responsável por 19,76% e foi explicada pelo escore de Biossegurança (61,87%).

A formação de grupos (*clusters*) de componentes principais, feita com o método HCPC, resultou em quatro *clusters*, caracterizados na Tabela 7 e representados na Figura 12.

Tabela 7 – Contribuição (%) das variáveis em cada dimensão por componente principal.

| | Número de dimensões / Componentes principais | | | | |
|----------------------------|--|---------------|--------|--------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Autovalores | 2,317 | 0,988 | 0,836 | 0,538 | 0,321 |
| Percentual da Variância, % | 46,344 | 19,758 | 16,714 | 10,754 | 6,430 |
| Variância acumulada, % | 46,344 | 66,103 | 82,816 | 93,570 | 100,000 |
| Variáveis | | | | | |
| MATRIZES | 19,57 | 4,35 | 34,24 | 38,30 | 3,53 |
| ESCORE | 10,04 | 61,87 | 8,92 | 9,28 | 9,90 |
| ATM | 20,97 | 19,34 | 10,50 | 35,68 | 13,51 |
| BASES | 33,72 | 0,03 | 0,59 | 1,09 | 64,57 |
| DIAS | 15,70 | 14,41 | 45,75 | 15,65 | 8,48 |

Figura 12 – Formação dos grupos (*clusters*) hierárquicos dos componentes principais.

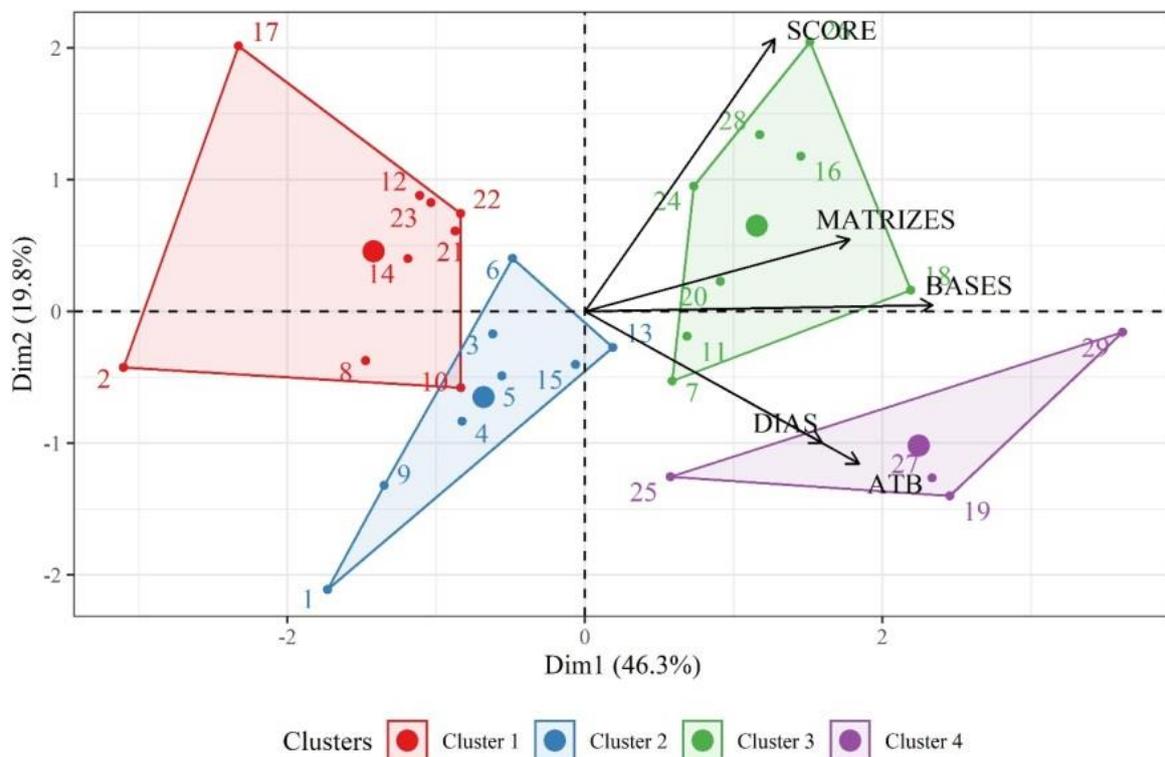


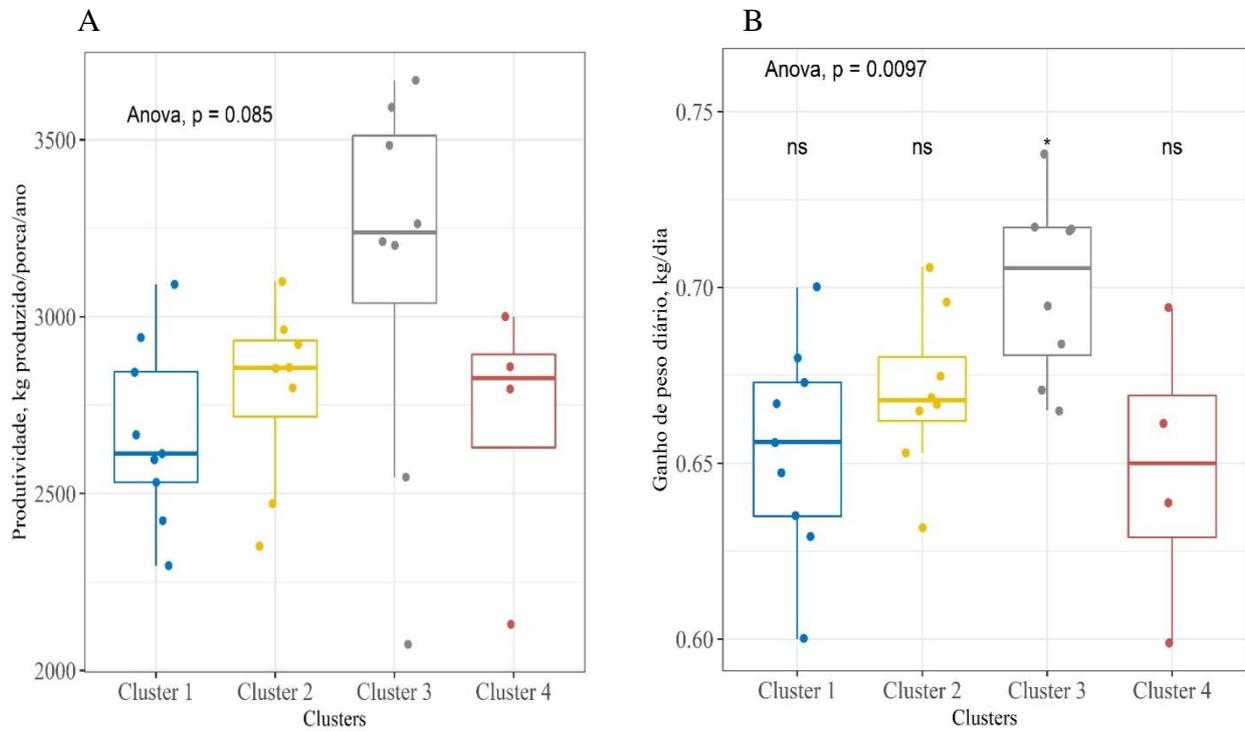
Tabela 8– Características dos *clusters* conforme a média \pm desvio padrão e valores mínimos e máximos das variáveis estudadas.

| Variáveis | <i>Cluster 1</i> (9 granjas) | <i>Cluster 2</i> (8 granjas) | <i>Cluster 3</i> (8 granjas) | <i>Cluster 4</i> (4 granjas) |
|-----------|---------------------------------------|---------------------------------------|--|--|
| MATRIZES | 417,44 \pm 284,49 (29-753) | 139,38 \pm 127,89 (22-366) | 664,38 \pm 384,52 (111-1.318) | 1.479,75 \pm 1184,51 (631-3.208) |
| ESCORE | 545,56 \pm 114,63 (310-710) | 501,88 \pm 134,51 (260-690) | 755,00 \pm 120,30 (600-920) | 515,00 \pm 32,40 (470-545) |
| ATM | 282,86 \pm 175,26 (72,98-681,39) | 283,83 \pm 144,56 (34,17-519,31) | 485,71 \pm 287,59 (248,78-1.106,55) | 972,22 \pm 178,01 (775,40-1.145,96) |
| BASES | 5,56 \pm 1,24 (3-7) | 6,38 \pm 1,77 (4-9) | 9,12 \pm 0,83 (8-10) | 10,25 \pm 2,50 (7-13) |
| DIAS | 77,89 \pm 16,53 (49-90) | 137,38 \pm 12,12 (125-162) | 132,00 \pm 9,96 (120-144) | 131,00 \pm 9,27 (123-144) |

O *Cluster 1* se diferencia dos demais pelo baixo número de princípios ativos (3 a 7 bases por granja) e menor período de exposição dos leitões a antimicrobianos (49 a 90 dias). O *Cluster 2* é de granjas de menor porte, com menos matrizes. O *Cluster 3* se difere por ter o maior escore de Biosseguridade, na média. Finalmente, o *Cluster 4* se difere por ter a maior quantidade de antimicrobiano/kg de peso vivo e a maior quantidade de bases.

Conforme a Figura 13-B, as características que se diferem para formar os grupos, afetaram a variável Ganho de Peso Diário dos leitões, do nascimento ao abate, cuja média foi significativamente maior no *Cluster 3* ($p=0,009$). Já a Produtividade no *Cluster 3* apenas tendeu a se diferenciar dos demais grupos ($p=0,085$) (Figura 13-A).

Figura 13 – Diferença de médias entre os *clusters* para as variáveis dependentes Produtividade, em kg de suínos produzidos, por porca, por ano (A) e Ganho de Peso Diário dos leitões do nascimento ao abate (B).



Os resultados da análise de regressão linear múltipla (*stepwise regression*), mostrados na Tabela 9 indicaram o escore de Biosseguridade como a variável que melhor explica o Ganho de Peso Diário e a Produtividade, independente das demais variáveis. A Produtividade explicou 29,9% da variabilidade, sendo que o escore de Biosseguridade aumenta com a Produtividade ($p=0,001$). O Ganho de Peso Diário explica 8,8% da variabilidade e a Biosseguridade apenas tende a se relacionar com ele ($p=0,065$)

Tabela 9 - Modelos de regressão linear múltipla.

| Resultado | Preditor | Estimativa | Erro padrão | P-value |
|-----------------------------|------------|------------|-------------|---------|
| PRODUTIVIDADE | | | | |
| R^2 Ajustado = 0,2994 | Intercepto | 1.951,388 | 252,732 | <0,001 |
| $P = 0,001$ | ESCORE | 1,502 | 0,417 | 0,001 |
| GANHO DE PESO DIÁRIO | | | | |
| R^2 Ajustado = 0,0884 | Intercepto | 0,625 | 0,024 | <0,001 |
| $P = 0,065$ | ESCORE | 0,000077 | 0,000040 | 0,065 |

5 DISCUSSÃO

Diversas pesquisas têm sido realizadas em todo o mundo visando avaliar a Biosseguridade em granjas suínas e estabelecer uma relação com o uso de antimicrobianos e seus efeitos sobre a sanidade e a produtividade dos plantéis (LAANEN *et al.*, 2013; POSTMA *et al.*, 2016; FILIPPITZI *et al.*, 2017; SALI, 2020; ALARCÓN *et al.*, 2021). Neste estudo, os trabalhos de DUTRA (2017) e DUTRA *et al.* (2021) mereceram destaque por terem sido realizados recentemente no Brasil e com metodologia comparável.

O município de Pará de Minas (MG) é o terceiro maior polo da suinocultura mineira. Concentra cerca de 16.500 matrizes em granjas comerciais e mais de 195.500 suínos, tendo uma alta densidade de suínos por km², o que facilita a transmissão de patógenos e representa um potencial risco para a sanidade e a produtividade dos plantéis. Medidas preventivas, como um programa de Biosseguridade e o uso de antimicrobianos, ganham destaque para os suinocultores neste contexto.

Este estudo envolveu 93,55% das granjas de Ciclo Completo e 99,38% das matrizes suínas do município, sendo uma amostra mais do que significativa da realidade local.

5.1 Tamanho e produtividade das granjas

Houve grande variação no tamanho das 29 granjas, de 22 a 3.208 matrizes, e na produtividade, de 2.074,27 a 3.668,00 kg de suíno/porca/ano, indicando possíveis diferenças na adoção de tecnologias de criação, na gestão ou no *status* sanitário entre as granjas. Vale lembrar que resultados zootécnicos são multifatoriais, portanto alguns fatores como diferentes instalações, genéticas, manejos nutricionais e *status* sanitário poderiam explicar a variação na produtividade entre granjas. Embora não tenha sido objeto deste estudo fazer o levantamento destes fatores no município, um bom indicador seriam as medidas preventivas adotadas pelas granjas, tal como o monitoramento sorológico periódico, o uso de vacinas e outras medidas, como parte de um programa de Biosseguridade. De fato, as análises das correlações neste estudo indicaram que granjas com maior Número de Matrizes têm maior Escore de Biosseguridade e que granjas com maior Escore de Biosseguridade são mais Produtivas (Figura 11).

DUTRA (2017) estudou 25 granjas brasileiras com nível técnico e sanitário similares, em sistema de CC ou UPL e Terminação, variando de 150 a 15.000 matrizes, e também encontrou grande

variação na produtividade, mas não explicou essa variação nem estudou a correlação com o tamanho das granjas e não encontrou correlação com o sistema de criação. POSTMA *et al.* (2016) estudaram 227 granjas em quatro países europeus usando outros indicadores de produtividade, como o número de leitões desmamados, por porca, por ano, taxa de mortalidade de leitões lactentes e o ganho de peso médio diário da desmama ao abate. Eles não estudaram a correlação destes indicadores com o tamanho das granjas e relataram não existir correlação entre Biossegurança e os indicadores de desempenho.

5.2 Biossegurança

Ainda não existe, no Brasil, um sistema oficial, regulamentado, ou, mesmo, de uso preferencial para a classificação de Biossegurança de granjas comerciais para abate, como há para granjas de reprodutores GRSC (MORÉS, 2017).

Na metodologia deste estudo, a Biossegurança foi aferida por meio de 120 questões associadas a 16 aspectos gerais, conforme a classificação proposta pela AASV-PADRAP e adaptada por DUTRA (2017) e DUTRA *et al.* (2021), possibilitando a comparação dos resultados aos mesmos.

A classificação geral da Biossegurança das granjas de ciclo completo do município foi de Alto Risco a Médio-Alto risco, envolvendo 92,77% das matrizes, o que deveria colocar o polo em estado de alerta, dada a grande exposição e vulnerabilidade das granjas a patógenos potencialmente devastadores para a suinocultura, como seria o vírus da PRRS (ainda não identificado no Brasil) ou, mesmo, o Senecavirus A, já presente no estado de Minas Gerais (COMUNICADO, 2020).

A pontuação de cada questão gerou o escore médio de 587,07 pontos, do total de 1.200 pontos, com 55,2% das granjas alcançando menos da metade dos pontos. Esses resultados são piores que os de DUTRA (2017), que encontrou escore médio de 708 pontos e 28% das granjas com menos da metade da pontuação total do programa, que também foram resultados preocupantes, exigindo maior detalhamento.

Embora a metodologia de Biossegurança proposta pela AASV-PADRAP e adaptada por DUTRA (2017) e DUTRA *et al.* (2021) utilizada neste estudo, não divida nem pondere as questões quanto à Biossegurança Externa ou Interna, é possível direcionar a análise dos resultados desta forma. FILIPPITZI *et al.* (2017), em uma análise quantitativa utilizando o sistema Biocheck.UGentTM, com 574 granjas suínas em seis países da União Europeia, encontraram 20% a

mais de cuidados com aspectos de Biosseguridade Externa em comparação a aspectos de Biosseguridade Interna. O mesmo foi observado por SALI (2020) em 13 granjas na Finlândia, onde a média das observações foi 36% maior para a Biosseguridade Externa.

Dentre os 16 aspectos abordados no questionário de Biosseguridade, proposta pela AASV-PADRAP e adaptada por DUTRA (2017) e DUTRA *et al.* (2021), apenas um (01) se refere à Biosseguridade Interna, que são os Manejos Gerais. Este aspecto foi considerado Adequado em 70,6% das respostas, com destaque para os procedimentos de limpeza e desinfecção (equipamentos, utensílios e instalações), vacinação e medicação do plantel, que aparentemente preocupam mais os produtores. No entanto, dois importantes quesitos são negligenciados: o uso das instalações em esquema “todos dentro, todos fora” (*all in, all out*) e o necessário vazio sanitário a cada ocupação, especialmente na maternidade e creche. Essa negligência também ocorreu nas granjas brasileiras estudadas por DUTRA (2017), além do descuido com a limpeza e desinfecção na creche e na recria/terminação. O MANUAL (2011) descreve vazio sanitário como um período de “pausa” da instalação para ação dos produtos desinfetantes, devendo ficar fechada, sem circulação de animais e pessoas, caracterizando o último processo de uma correta limpeza e desinfecção.

Alguns aspectos relacionados à Biosseguridade Externa parecem estar bem compreendidos e implementados, como os cuidados com o manejo do Lixo (82,8% Adequado), Dejetos (81,4%), Sêmen (62,1%) e com o Controle de pragas (61,4% Adequado para roedores e insetos) O controle de pássaros é inadequado, já que 86,2% não usam telas nos galpões, como também foi observado por DUTRA (2017). A inconveniência do lixo acumulado na granja e a legislação sobre impacto ambiental causado pelos dejetos talvez expliquem a adoção das práticas de remoção, tratamento e destinação corretas destes resíduos. Além disso, alternativas como biodigestores tem sido cada vez mais adotadas na suinocultura comercial. MORÉS *et al.* (2017) reforçam que qualquer vetor que carregue matéria orgânica (humano, roedores, insetos, sistema de dejetos etc.) é um risco em potencial.

No entanto, observou-se pouca atenção dos suinocultores com outros aspectos de Biosseguridade Externa, como os de Educação (81% Inadequado), Equipamentos e suplementos (72,4%), Funcionários e visitantes (63%), Quarentena (67%), Transporte interno (59,2%) e de animais e ração (57,2%) e manejo dos Animais mortos (56,9%), que serão discutidos a seguir.

As quatro questões do aspecto Educação apontam para existência, condução, validação e treinamento do Programa de Biosseguridade – que não existe. Mais de 80% das granjas não possuem um Programa de Biosseguridade e nem a descrição dos procedimentos (POP), subentendendo-se que as medidas adotadas não seguem um padrão, o que é agravado com a falta de treinamento de pessoal.

Ainda que houvesse um programa, a falta de auditoria impediria a avaliação das medidas e o aprimoramento dos resultados. DUTRA (2017) encontrou resultados ainda piores, que atribuiu a um “aspecto cultural” dos suinocultores em negligenciar a Biosseguridade. De fato, ALBERNAZ-GONÇALVES *et al.*, (2021), analisando as razões de 58 suinocultores de um polo em Santa Catarina para usarem antimicrobianos, adequadamente ou não, concluíram que eles acreditam mais na eficácia destes fármacos em prevenir e tratar doenças do que em medidas de Biosseguridade. Para as autoras, embora os suinocultores estejam conscientes da necessidade de melhorar a Biosseguridade em suas granjas, eles assumem uma atitude negativa neste sentido por considerarem tais medidas caras e trabalhosas. Isso se estende, perigosamente, à falta de treinamento dos funcionários, que não são esclarecidos sobre a relevância de seu trabalho para a sanidade do plantel.

Com relação a entrada de pessoas, sejam funcionários ou visitantes, a maioria das granjas não realiza o registro de entrada, não exige vazios sanitários nem banhos. A ABPA (2017) recomenda a máxima restrição de entrada de pessoas de qualquer origem, além de outras medidas de Biosseguridade, tanto para granjas quanto para empresas, reafirmando a importância deste quesito. Na pontuação Biocheck.UGentTM, a subcategoria Pessoal e Visitante tem o terceiro maior peso na avaliação da Biosseguridade Externa, representando um quesito de alto risco para a entrada de patógenos na granja (SALI, 2020; LAANEN *et al.*, 2013).

O suíno vivo pode ser portador assintomático de patógenos e isto o torna o principal disseminador de agentes infecciosos, pelas vias de transmissão direta, de animal para animal, ou indireta. Portanto, a compra de animais de granjas GRSC não assegura a sanidade do animal porque outros agentes patogênicos, que não dispõem de controle oficial, podem ser introduzidos (MORÉS *et al.*, 2017). Neste estudo, grande parte dos suinocultores acredita no *status* sanitário dos animais de reposição e do sêmen, não realizando a quarentena (ou realizando de maneira inadequada), sem a devida monitoria sanitária dos animais de reposição. O mesmo para o sêmen, adquirido de uma UDG. FILIPPITZI *et al.* (2017) mostraram que a aquisição de animais e sêmen foi a medida de Biosseguridade melhor realizada em seis países de expressiva produção na Europa, o mesmo encontrado por SALI (2020) em 10 rebanhos finlandeses. Nas 25 granjas brasileiras estudadas por DUTRA (2017), mais da metade não possuía ou não usava o quarentenário adequadamente e 16% delas necessitavam de ajustes em relação ao sêmen adquirido.

Relacionado ao Transporte, tanto de animais quanto de ração, chama a atenção que grande parte das granjas não façam registros que permitam a rastreabilidade. Da mesma forma, não façam o treinamento dos motoristas para Biosseguridade. Como se pode esperar, há contato com os

funcionários durante embarques e desembarques, sendo outro fator de risco negligenciado pelos suinocultores do município, conforme também foi encontrado por DUTRA (2017). BARCELLOS *et al.* (2008) descrevem os procedimentos de limpeza e desinfecção de veículos transportadores e sugere 12 horas de sol após todo o processo como medida complementar, além de ressaltar a necessidade de checagem e avaliação frequente dos procedimentos no local de lavagem, o que também não foi encontrado neste trabalho.

O manejo de animais mortos se encontra inadequado em mais da metade das granjas e necessitando de ajustes, o que também foi relatado por DUTRA (2017) em granjas brasileiras. De forma diferente, FILIPPITZI *et al.* (2017) encontraram que a maioria das granjas estudadas, em seis países europeus, tinha um local apropriado para colocar os animais mortos, em uma “área suja”, mas 72,5% destes não realizavam a limpavam regularmente este ambiente.

Ainda sobre a Biosseguridade Externa, um olhar mais atento sobre as características da Propriedade (44,5% Adequados) indica vários quesitos inadequados de isolamento e que precisam de ajustes. Embora as granjas tenham cerca perimetral, a maioria não tem outras barreiras, como o “cinturão verde”. Por estarem em um polo de suinocultura, com alta densidade de suínos por km², medidas para o isolamento são essenciais, já que a maioria tem granjas vizinhas a menos de 3 km de distância, além de permitirem a presença de cães e gatos dentro da propriedade. Estes resultados são comparáveis aos encontrados por DUTRA (2017) e MORÉS *et al.* (2017), no Brasil, e por FILIPPITZI *et al.* (2017) em outros países, que ratificam que a localização da propriedade e densidade de suínos no entorno aumenta o risco de propagação de patógenos entre propriedades.

A água de beber, uma importante fonte de contaminação, requer maior atenção dos suinocultores do município de Pará de Minas. Apesar da captação e armazenamentos adequados, pouco mais da metade das granjas realizam análise microbiológica frequente, mas não realizam a limpeza do sistema, semelhante ao encontrado por DUTRA (2017). MORÉS *et al.* (2017) recomendam, dentre as medidas de biosseguridade mínima para granjas de abate, que os reservatórios de água de beber sejam mantidos fechados e sejam limpos anualmente, que se faça análise microbiológica da água para coliformes fecais e a cloração, caso necessária. FILIPPITZI *et al.* (2017) relatam que análises microbiológicas de qualidade da água foram comumente relatadas em mais de 550 granjas avaliadas em seis dos principais países produtores de suínos da Europa.

Embora não tenha sido encontrada na análise de correlação significância entre Biosseguridade e Ganho de Peso Diário neste estudo, RODRIGUES DA COSTA *et al.* (2019) encontraram esta associação, na qual granjas com maior Biosseguridade tiveram melhor desempenho. LAANEN *et*

al.,(2013) identificaram tais associações com GPD e eficiência alimentar. Já POSTMAN *et al.*, (2015), observaram que uma maior pontuação de biosseguridade externa influenciou positivamente o número de leitões desmamados por porca por ano.

No entanto, atentando-se para a análise multivariada, verifica-se que o *cluster* 3 ($p < 0,001$), que apresentou a maior média de escore de Biosseguridade (755), o ganho de peso diário diferiu significativamente dos demais grupos. Do mesmo modo, na análise com modelo de regressão linear múltipla a variável que melhor explica o ganho de peso e a produtividade é o score de biosseguridade da granja. Possivelmente os fenômenos que podem explicar esta melhora de produtividade estão relacionados a menores estímulo imunológicos em granjas com maior biosseguridade.

5.3 Uso de antimicrobianos

Nas granjas estudadas em Pará de Minas, 21 delas utilizam antimicrobianos preventivamente como rotina para leitões lactentes na maternidade, sendo que 62% delas usam mais de um princípio ativo: 15 princípios ativos foram administrados nesta fase, dentre eles, cinco por via intramuscular, seis por via oral, na ração, e quatro administrados das duas formas (GEN, AMO, PEN e LINCO). Esses resultados são semelhantes aos de DUTRA (2017), que encontrou que 72% das granjas estudadas usavam antimicrobianos de forma preventiva na maternidade e que metade utilizava mais de um princípio ativo, especialmente CEFT, AMO, GEN e LINCO. DUTRA *et al.* (2021) encontraram sete princípios ativos sendo usados de forma preventiva para leitões lactentes na maternidade (CEF, TUL, AMO, GEN, LIN, ESP e BMD). Estes resultados retratam uma complexa realidade, uma vez que este uso pode alterar a população de microrganismos, como bactérias que habitam naturalmente o trato gastrointestinal, favorecendo o desenvolvimento de resistência bacteriana.

Os resultados apresentados na Figura 9 chamam a atenção para o comportamento similar dos princípios ativos DHESP, TUL, ENRO e CEFT, que foram usados por pouquíssimas granjas, em pequenas quantidades (em relação ao total) e durante um ou dois dias. Estes fármacos foram usados apenas para leitões lactentes e por via intramuscular (Figura 8), indicando um uso específico e provavelmente terapêutico, não preventivo, como declarado nas entrevistas. ALBERNAZ-GONÇALVES *et al.*,(2021) descrevem que menos de 20% dos suinocultores catarinenses diferenciam o uso profilático de antimicrobianos do uso como promotores de crescimento e que 29% não souberam dizer se utilizavam antimicrobianos com esta finalidade na ração.

A VIRG e FLA tiveram um comportamento diferente (Figuras 8 e 9). Estes princípios ativos são usados apenas nas fases de crescimento e terminação, por poucas granjas e em pequena quantidade em relação à quantidade total de antimicrobianos, mas durante um grande período de exposição.

Atentar para a frequência de uso de princípios ativos que são usados na linha humana, como a Amoxicilina e Colistina. CANADA (2017) aponta o risco da transmissão de bactérias resistentes aos antimicrobianos entre humanos e animais de produção e relata que o princípio ativo de maior prescrição por médicos privados no Canadá em 2016 foi a Amoxicilina. Destaca, ainda, a necessidade de monitoramento contínuo aos genes de resistência para a Colistina (MRC-1 e MRC-2), já detectados em *E. Coli* de alimentos, por ser um antimicrobiano de importância na medicina humana.

A Instrução Normativa nº 45/2016 do MAPA proíbe o uso do sulfato de Colistina como aditivo melhorador de desempenho na alimentação animal. Porém, mais de 58% das granjas deste estudo utilizam este princípio ativo, com um longo período de exposição, ainda que com baixa proporção em relação à quantidade total de antimicrobianos. A normativa não inclui o uso terapêutico da COL, que continua permitido. Desta forma, o estudo apresenta um uso similar aos dos antimicrobianos utilizados como promotor de crescimento apontando para possível aplicação inadequada de tal produto. CALLIENS *et al.*, (2012) apresenta situação semelhante na Europa, e relata que mesmo os antimicrobianos promotores de crescimento estando proibidos desde 2006, há uso contínuo com justificativas de tratamento, controle ou prevenção de doenças infecciosas.

Dentre os princípios ativos com maior quantidade de uso, em relação a quantidade total, apresentado por fase (tabela 4), o uso de 41,33% na fase recria, período compreendido entre a creche e a terminação, revela a importância de se aprimorar o uso nesta fase. Os antimicrobianos Tiamulina, Tilosina e Lincomicina, que apresentam uso em grande proporção, terão de ser reavaliados, pois já estão proibidos como aditivos melhorados de desempenho animal, pela IN1/2020 (MAPA, 2021).

Os antimicrobianos Amoxicilina e Tiamulina, seguem as dosagens próximas as indicações de uso dos principais fabricantes encontrados nas granjas, 20mg/Kg e 8,8 mg/Kg respectivamente. Porém o período de utilização indicado é de no máximo 7 dias consecutivos para a amoxicilina e 10 dias para a tiamulina. A tabela 5 apresenta a exposição de 13,25 a 22,5 dias na creche, 15 a 18,29 dias na recria e 15,25 dias na terminação para amoxicilina, e exposição de 10 a 16,18 dias na creche, 16,38 na recria e 16,25 dias na terminação, apresentando uma exposição maior que o indicado. O Florfenicol segue o mesmo padrão, com dosagens de acordo com os principais fabricantes relatados (2 a 15 mg/Kg, durante 14 dias) chegando a 18,33 dias de exposição na recria.

Já o uso do antimicrobiano Lincomicina (tabela 5) apresenta de subdosagens na creche (1,1 mg/Kg) a superdosagens na recria (15,51 mg/Kg) e terminação (12,1 mg/Kg), com período de exposição de 13,6 dias na creche a 20 dias na recria. O que apresenta o uso inadequado do produto, pois a indicação dos principais fabricantes relatados é o uso preventivo de 5 mg/Kg com exposição de até 14 dias, ou uso curativo de 10 mg/Kg para e exposição de no máximo 10 dias. O que demonstra o uso em excesso, por exposição, também deste antimicrobiano, independente da fase de criação.

Este estudo contemplou o uso de antimicrobianos do nascimento ao abate, que apresenta grande variação no período de exposição aos diversos princípios ativos. DUTRA *et al.*, (2021) confirmam essa variação e o uso prolongado de antimicrobianos, excedendo o tempo de prescrição. Para ALBERNAZ-GONÇALVES *et al.* (2021), suinocultores independentes de um polo catarinense adquirem antimicrobianos com facilidade em lojas agropecuárias ou de vendedores de insumos, seja em pó, para adicionar à ração, ou injetáveis, sem necessidade de receituário veterinário, podendo ser pedidos até por mensagens de celular. Isso demonstra o livre acesso a antimicrobianos, que promove o uso indiscriminado na suinocultura.

No presente estudo, todos os entrevistados das 29 granjas de ciclo completo do polo do município de Pará de Minas (MG) declararam fazer uso de antimicrobianos em todas as fases dos leitões apenas com finalidade preventiva. MORÉS (2014) aponta o uso rotineiro de antimicrobianos na suinocultura, com finalidades diversas, especialmente a preventiva, para diminuir possíveis danos em um surto de doença. ALBERNAZ-GONÇALVES *et al.* (2021), em um estudo sobre as razões dos suinocultores de um polo catarinense para usarem antimicrobianos em todas as fases de criação, relatam que eles alegam ser um “mal necessário” para prevenção de doenças. DUTRA *et al.* (2021) também consideram uma prática frequente e comum na suinocultura, mas que representa um risco iminente na seleção de resistência bacteriana.

Quanto às formas de utilização, houve predomínio da via oral (na ração), sendo a parenteral (intramuscular) para leitões lactentes na maternidade. A eficácia da administração de antimicrobianos na ração pode ser questionável, uma vez que animais doentes sofrem inapetência (BARTON, 2014). Para DUTRA *et al.* (2020), o animal, mesmo doente, ainda ingere alguma quantidade de água, o que favorece o tratamento de grupos via água de bebida, garantindo mais precisão e eficiência em comparação à ração. Como toda tecnologia, alguns cuidados devem ser tomados para assegurar o processo, tais como a palatabilidade da água após diluição, solubilidade da droga e a medição precisa do consumo diário de água na baía ou lote.

O consumo médio de antimicrobianos foi de 434,17 mg/kg de suíno produzido, quantidade 17,5% maior que a encontrada no Brasil por DUTRA (2017), de 358 mg/kg de suíno produzido, confirmando que há uso excessivo de antimicrobianos no país, assim como no polo de Pará de Minas. Em um levantamento semelhante, VAN BOECKEL *et al.* (2015) encontraram um consumo médio global de antimicrobianos de 172 mg/kg de suíno produzido e CANADA (2017) relatou o uso de 150 mg/kg animal, para as espécies de produção.

A quantidade de antimicrobianos usada não teve correlação com a Biossegurança nem com a produtividade, da mesma forma que ocorreu no estudo de DUTRA *et al.* (2021).

Pelos resultados encontrados, pode-se inferir que a quantidade de antimicrobianos não tem relação direta com o GPD, porém quanto mais altos os escores de Biossegurança, maior a oportunidade em remover os antimicrobianos. Talvez, os produtores ou os técnicos de campo não se sintam seguros em diminuir o uso de antimicrobianos, uma vez adotado como rotina. POSTMA *et al.* (2015) descrevem uma associação negativa entre o uso de antimicrobianos e a biossegurança, sinalizando que granjas onde há maior biossegurança possui menor frequência de tratamento com antimicrobianos nas diferentes categorias e LAANEN *et al.* (2013) relatam significância entre biossegurança interna e uso de tratamento profiláticos, e que o manejo correto de animais doentes resulta em menor risco de disseminação de infecções dentro do rebanho, por fim discutem que este achado pode ser uma oportunidade para redução do uso profilático em sistema de produção.

Foi constatado o uso de 28 princípios ativos pertencentes a 13 classes de antimicrobianos, em todas as fases de criação dos leitões. DUTRA (2017), avaliando 25 rebanhos suínos em diversos estados brasileiros, encontrou 26 princípios ativos, de 14 classes de antimicrobianos, o que confirma o quadro preocupante do uso de antimicrobianos na suinocultura nacional.

Os antimicrobianos mais frequentemente citados pelas granjas deste estudo foram a Amoxicilina, Florfenicol, Colistina, Tiamulina, Tilosina e a Lincomicina. A frequência das citações é comparável à encontrada por DUTRA (2017), respectivamente, para os princípios ativos AMO (93,1% e 100%), FLOR (72,4% e 68%), COL (58,6% e 52%), NOR (21,4 e 20%) e ENRA (31% e 32%). No entanto, as frequências de citações foram bem menores para a TIAM (51,7% e 88%) e para a DOXI (17% e 72%), e maiores para a TIL (44,8% e 24%), LINCO (41,4% e 28%), ESP (24,1% e 20%) e para o HAL (24,1% e 8%).

Além da frequência com que são citados pelas granjas, foi verificado que apenas oito princípios ativos corresponderam a 77,5% da quantidade total de antimicrobianos usados nas granjas de Pará de Minas. Foram eles a Amoxicilina (19,7%), Tiamulina (11,85%), Oxitetraciclina (9,57%),

Florfenicol (8,44%), Lincomicina (8,23%), Tilosina (7,03%), Ciprofloxacina (6,59%) e a Norfloxacina (6,10%). Este é um resultado difícil de comparar com estudos recentes, mas, ainda assim, é um fato preocupante em relação à utilização de antimicrobianos.

Neste estudo, houve um acúmulo de princípios ativos por granja, com média de 7,45 princípios ativos, e o período médio de exposição a estes fármacos foi de 116,5 dias, mas com grande variação entre granjas, resultados semelhantes aos encontrados por DUTRA (2017).

5.4 Considerações finais e implicações deste estudo

Os suinocultores do município de Pará de Minas (MG) executam algumas medidas isoladas de Biosseguridade Externa e Interna, que não compõem um Programa de Biosseguridade e cuja eficácia é desconhecida. Por isso, as granjas comerciais de ciclo completo neste polo de suinocultura intensiva têm grande exposição e vulnerabilidade à entrada de patógenos, o que deveria colocar o polo em estado de alerta.

Além disso, granjas com maiores escores de Biosseguridade tem maior produtividade, estimada neste estudo como kg de suíno produzido por porca, por ano. Dessa forma, a negligência na adoção de medidas sanitárias compromete os resultados zootécnicos e econômicos associados aos indicadores de produtividade.

Ainda não existe, no Brasil, um sistema oficial, regulamentado, com critérios mais homogêneos e comparáveis ou, apenas, de uso preferencial para a classificação de Biosseguridade de granjas comerciais para o abate. É recomendado o desenvolvimento de um Programa de Biosseguridade integrado ao uso de antimicrobianos, identificando medidas prioritárias para as granjas e para o polo, como um todo. A minimização do impacto positivo desta ação em um polo de suinocultura intensiva, como é Pará de Minas, apenas indica a omissão dos Médicos Veterinários privados quanto ao tema e a ausência de regulamentação para a atuação dos serviços oficiais de defesa sanitária, expondo os suinocultores ao risco de contaminações.

Apenas oito princípios ativos compuseram 77,5% da quantidade total de antimicrobianos usados nas granjas estudadas (Amoxicilina, Tiamulina, Oxitetraciclina, Florfenicol, Lincomicina, Tilosina, Ciprofloxacina e a Norfloxacina), sendo observado o uso prolongado em relação ao indicado.

É recomendada maior orientação aos suinocultores sobre a finalidade, preventiva ou terapêutica, e a eficácia do uso destes princípios ativos contra os patógenos que pretendem controlar,

bem como sua eficácia como promotores de crescimento. O uso de antimicrobianos, considerado excessivo neste estudo, não influenciou a produtividade, ao contrário da Biossegurança, que teve correlação com a produtividade e influenciou o maior ganho de peso diário no grupo com maior escore de Biossegurança.

6 CONCLUSÃO

O presente estudo permite a análise da situação atual da suinocultura no polo de Pará de Minas (MG) quanto às práticas de Biossegurança e ao uso de antimicrobianos nas granjas comerciais de ciclo completo, evidenciando as relações entre estes dois fatores.

Quanto à Biossegurança, a grande maioria das granjas foi classificada como de Alto Risco e Médio-Alto Risco e houve correlação com o porte (número de matrizes) e com a produtividade (kg de suínos produzidos, por porca, por ano) das granjas. Portanto, maiores escores de Biossegurança permitem maior produtividade.

No entanto, não há um Programa de Biossegurança, com procedimentos operacionais definidos e avaliação periódica de resultados. Diversas medidas de Biossegurança Externa são praticadas de forma inadequada ou simplesmente negligenciadas, com destaque para a falta de quarentenário e de treinamento/conscientização de pessoal. As granjas aplicam de forma mais adequada as medidas de Biossegurança Interna, embora não adotem o fluxo de uso das instalações por lotes, impossibilitando o correto esquema “todos dentro, todos fora” com vazio sanitário.

O uso de antimicrobianos é excessivo em comparação a outros estudos no Brasil e no mundo. A quantidade de apenas oito (08) dos 28 princípios ativos usados pelas granjas corresponde a 77,5% da quantidade total usada em leitões do nascimento até a terminação. Foi constatado o uso extra bula dos antimicrobianos com maior quantidade de uso. Não foi encontrada correlação entre o uso de antimicrobianos e a produtividade.

REFERÊNCIAS

- AARESTRUP, F.M. The livestock reservoir for antimicrobial resistance: a personal view on changing patterns of risks, effects of interventions and the way forward. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 370(1670), 20140085–20140085, 2015.
- ABCS. Associação Brasileira de Criadores de Suínos. **Mapeamento da suinocultura brasileira**. Brasília: ABCS, 2016.
- ABCS. Associação Brasileira de Criadores de Suínos. **Produção de Suínos: teoria e prática**. Brasília: ABCS, 2014.
- ABPA. Associação Brasileira da Proteína Animal. **Norma de Biossegurança da ABPA , para o setor suinícola, versão 20/12/17**. Disponível em: www.abpa-br.com.br. Acesso em: 21 maio 2021.
- ABPA. Associação Brasileira da Proteína Animal. **Relatório 2021**. Disponível em: www.abpa-br.com.br. Acesso em: 21 maio 2021.
- AGRINESS. Melhores da Suinocultura. Relatório 2020. Disponível em: www.melhores.agriness.com. Acesso em: 30.05.2021.
- ALARCÓN, L.V.; ALLEPUZ, A.; MATEUS, E. Biosecurity in pig farms: a review. *Porcine Health Management*, v.19, n.348, jan 2021. 15p. Disponível em <https://doi.org/10.1186/s40813-020-00181-z>. Acesso em: 11.06.2021.
- ALBERNAZ-GONÇALVES, R.; OLMOS, G.; HÖTZEL, M.J. Exploring Farmers' Reasons for Antibiotic Use and Misuse in Pig Farms in Brazil. *Antibiotics*, v.10, n.331, 18 p. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/antibiotics10030331>. Acesso em: 22.06.2021.
- ANON. Flujo de determinantes de resistencia a antibioticos. 2017. Portal 3.tres.3. Figura disponível em: https://www.3tres3.com.pt/3tres3_common/art/pt/10743/flujo-de-determinantes-de-resistencia-a-antibioticos_120736.jpg. Acesso em: 10.05.2021.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Antimicrobianos: bases teóricas e usos clínicos. (Cursos, 2007). Disponível em: https://www.anvisa.gov.br/servicosaude/controle/rede_rm/cursos/rm_controle/opas_web/modulo1/bibliografia.htm. Acesso em: 31.05.2021.
- BARCELLOS, D.E.S.N., BOROWSKI, S.M., ALMEIDA, M.N. Programas de vacinação para diferentes sistemas de produção. *Anais Congresso Brasileiro de Veterinários Especialistas em Suínos*, p.54, 2007.
- BARCELLOS, D.E.S.N.; MORES, T.J.; SANTI, M.; GHELLER, N.B. Avanços em programas de Biossegurança para a suinocultura. *Acta Scientiae Veterinariae*, n.36 (Supl.1), p.33-46, 2008.

BARTON, M.D. Impact of antibiotic use in the swine industry. **Current Opinion in Microbiology**, 19(1), 9–15, 2014.

BIOCHECK.Universidade de Ghent. Faculdade de Medicina Veterinária. Disponível em: [About Biosecurity Pig | Biocheck.UGent](#). Acesso em 10.06.2021.

CALLENS B, PERSOONS D, MAES D, LAANEN M, POSTMA M, BOYEN F, HAESEBROUCK F, BUTAYE P, CATRY B, DEWULF J: Prophylactic and metaphylactic antimicrobial use in Belgian fattening pig herds. *Prev Vet Med* 2012, 106:53-62.

CANADÁ. Canadian Antimicrobial Resistance Surveillance System Report 2017. Disponível em: <https://www.canada.ca/content/dam/phac-aspc/documents/services/publications/drugs-health-products/canadian-antimicrobial-resistance-surveillance-system-2017-report-executive-summary/CARSS-Report-2017-En.pdf>. Acesso em: 27 maio 2020.

COMUNICADO ABCS/ASEMG. Esclarecimentos quanto ao Senecavírus A (Minas Gerais). On line, mar.2020, 3p. Disponível em: <http://www.asemg.com.br/site/wp-content/uploads/2020/03/SENECAVIRUS-A-COMUNICADO-ABCS-ASEMG-1.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2021.

COSTA, M.A.F. **Construção do conhecimento em saúde: o ensino de biossegurança em cursos de nível médio na Fundação Oswaldo Cruz**. 2005. 154p. (Tese, Doutorado em Ensino de Biociências e Saúde) – Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: [https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/19555/2/marco costa ioc dout 2005.pdf](https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/19555/2/marco%20costa%20ioc%20dout%202005.pdf). Acesso em: 20.jun. 2021.

DAVIES, J.; DAVIES, D. Origins and Evolution of Antibiotic Resistance. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, v. 3, n. 74, p. 417-433. doi:10.1128/mnbr.00016-10

DUTRA, M.; BARCELLOS, D.E.S.N.; MORENO, A.M. **Uso racional de antimicrobianos na produção de suínos**. In *Suinocultura: Uma Saúde e um Bem-Estar*, 1st ed.; Ribas, J.C.R., Dias, C.P., Ludtke, C.B., Buss, L.P., Eds.; Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento: Brasília, 2020; pp. 158–176. Disponível em: *Suinocultura uma saúde e um bem estar — Português (Brasil)* (www.gov.br). Acesso em: 22.06.2021.

DUTRA, M.C. **Uso de Antimicrobianos em Suinocultura no Brasil: Análise Crítica e Impacto Sobre Marcadores Epidemiológicos de Resistência**. 2017 (Tese. Doutorado em Medicina Veterinária Preventiva) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

DUTRA, M.C.; MORENO, L.C.; DIAS, R.A.; MORENO, A.M. Antimicrobial Use in Brazilian Swine Herds: Assessment of Use and Reduction Examples. **Microorganisms**, Basel, v. 9, n. 881, abr. 2021. 13p. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/microorganisms9040881>. Acesso em 21 maio 2021.

EMA. European Medicines Agency. Sales of Veterinary Antimicrobial Agents in 31 European Countries in 2018: Trends from 2010 to 2018. EMA, 2020. 104p. Disponível em: [sales-veterinary-antimicrobial-agents-31-european-countries-2018-trends-2010-2018-tenth-esvac-report_en.pdf](https://www.ema.europa.eu/en/documents/report/sales-veterinary-antimicrobial-agents-31-european-countries-2018-trends-2010-2018-tenth-esvac-report_en.pdf) (europa.eu). Acesso em 20 mai 2021.

FAO. Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentos. **The FAO Action Plano n Antimicrobial Resistence 2021-2025**. (Programme Committee 130/9, 36 p., mar. 2021). Disponível em: <http://www.fao.org/3/ne859en/ne859en.pdf>. Acesso em 22.06.2021.

FAO. Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentos; OIE-Organização Mundial de Saúde Animal; Banco Mundial. **Good Practices for Biosecurity in the Pig Sector**. Animal Production and Health, Paper 164, 89 p. Roma: FAO, 2010. Disponível em: <http://www.fao.org/3/i1435e/i1435e.pdf>. Acesso em 22.05.2021.

FILIPPITZI, M.E.; BRINCH KRUSE, A.; POSTMA, M. *et al.* Review of transmission routes of 24 infectious diseases preventable by biosecurity measures and comparison of the implementation of these measures in pig herds in six European countries. *Transbound Emerging Diseases*, 65(6):381-398, 2017.

FOX, J., WEISBERG, S. (2019). *An {R} Companion to Applied Regression*, Third Edition. Thousand Oaks CA: Sage. URL: <https://socialsciences.mcmaster.ca/jfox/Books/Companion/>

GONZALES, E.; MELLO, H.H. de C.; CAFÉ, M.B. Uso de Antimicrobianos promotores de crescimento na Alimentação Animal; *Revista UFG / dezembro 2012 / Ano XII n° 13*.

HARRELL JR, F.E. (2021). Hmisc: Harrell Miscellaneous. R package version 4.5-0. <https://CRAN.R-project.org/package=Hmisc>.

HEBBALI, A. (2020). olsrr: Tools for Building OLS Regression Models. R package version 0.5.3. <https://CRAN.R-project.org/package=olsrr>.

HU, Y.; CHENG, H. Health risk from veterinary antimicrobial use in China's food animal production and its reduction. **Environmental Pollution**, v. 219, p.993-997, 2016.

IMA. Instituto Mineiro de Agropecuária. Relatório de Monitoramento. Relatório de Exploração de Suínos 2020. (Documento interno). IMA: Belo Horizonte, 2020.

INSA. Serviço Nacional de Saúde. Resistência aos Antimicrobianos. Portugal, 2010. Disponível em: <http://www2.insa.pt/sites/INSA/Portugues/Paginas/AntibioticosResi.aspx>. Acesso em 10.05.2021.

KASSAMBARA A., MUNDT, F. (2020). factoextra: Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analyses. R package version 1.0.7. <https://CRAN.R-project.org/package=factoextra>.

LAANEN, M.; PERSOONS, D.; RIBBENS, S.; DE JONG, E.; BCALLENS, B.; STRUBBE, M.; MAES, D.; DEWULF, J. Relationship between biosecurity and production/antimicrobial treatment characteristics in pig herds. *The Veterinary Journal*, v. 198, p. 508–512, 2013.

LE, S., JOSSE, J., HUSSON, F. (2008). FactoMineR: An R Package for Multivariate Analysis. *Journal of Statistical Software*, 25(1), 1-18. 10.18637/jss.v025.i01.

MANUAL Brasileiro de Boas Práticas Agropecuárias na Produção de Suínos / Elaboração de Conteúdo Técnico Alexandre César Dias...[et al.]. Brasília, DF: ABCS; MAPA; Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2011. 140 p.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Legislação Alimentação Animal: Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/legislacao-alimentacao-animal>. Atualizado em 29/09/2021. Acesso em 02/10/2021.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil. **Plano de ação nacional de prevenção e controle da resistência aos antimicrobianos no âmbito da Agropecuária 2018-2022 (PAN-BR AGRO)**. Brasília: MAPA, 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/resistencia-aos-antimicrobianos/pan-br-agro>. Acesso em 30.05.2021.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil. **Instrução Normativa nº 19, de 15 de fevereiro de 2002.pdf**. 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/view>. Atualizado em 15/02/2017. Acesso em 02/10/2021.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil. **Mapa reforça vigilância após ocorrências de Peste Suína Africana na República Dominicana**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/mapa-reforca-vigilancia-apos-ocorrencias-de-pestes-suina-africana-na-republica-dominicana>. Acesso em: 06.09.2021

MEDEIROS, J.X.; MIELE, M. **Sistemas de produção integrado, contratado, cooperado e independente**. ABCS. Associação Brasileira de Criadores de Suínos. **Produção de Suínos: teoria e prática**. Cap. 1.3, p.37-49. Brasília: ABCS, 2014.

MEYER, E., GASTMEIER, P., DEJA, M., SCWAB, F. Antibiotic consumption and resistance: Data from Europe and Germany. *International Journal of Medical Microbiology*, n. 303: 388-395, 2013.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Plano de ação nacional de prevenção e controle da resistência aos antimicrobianos no âmbito da Saúde Única 2018-2022 (PAN-BR)**. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Brasília: Ministério da Saúde, 2018.

MORÉS, N. É possível produzir suínos sem o uso de antimicrobianos melhoradores de desempenho? VI Congresso Latino-Americano de Nutrição Animal-CBNA, 2014.

MORÉS, N.; CARON, L.; COLDEBELLA, A.; BORDIN, L.C. **Biosseguridade mínima para granjas que produzem leitões para o abate**. Concórdia: EMBRAPA Suínos e Aves, 2017. 38 p. (Documentos, n.185).

OIE. Organização Mundial de Saúde Animal. Annual Report on Antimicrobial Agents Intended for Use in Animals, 2020a.

OIE. Organização Mundial de Saúde Animal. Standards, Guidelines and Resolution on antimicrobial resistance and the use of antimicrobial agents. 2 ed. , 2020b.

OIE. Organização Mundial de Saúde Animal. Terrestrial Animal Health Code 2019. Roma: OIE, 2019. Disponível em: <https://www.oie.int/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/terrestrial-code-online-access/>. Acesso em 06.06.2021.

POSTMA, M.; BACKHANS, A.; COLLINEAU, L.; LOESKEN, S.; SJÖLUND, M.; BELLOC, C.; EMANUELSON, U.; BEILAGE, E. G.; NIELSEN, E. O.; STÄRK, K. D. C.; DEWULF, J. Evaluation of the relationship between the biosecurity status, production parameters, herd characteristics and antimicrobial usage in farrow-to-finish pig production in four EU countries. *Porcine Health Management*, v. 2, n. 9, 2016. Doi: 10.1186/s40813-016-0028-z. Disponível em: <https://porcinehealthmanagement.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40813-016-0028-z>. Acesso em: 12.06.2021.

R CORE TEAM (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

RODRIGUES DA COSTA, M.; GASA, J.; CALDERÓN DIAZ, J.A *et al.* Using the Biocheck.UGent™ scoring tool in Irish farrow-to-finish pig farms: assessing biosecurity and its relation to productive performance. *Porcine Health Management*, v.5, n.4, 2019. Disponível em: [Using the Biocheck.UGent™ scoring tool in Irish farrow-to-finish pig farms: assessing biosecurity and its relation to productive performance | Porcine Health Management | Full Text \(biomedcentral.com\)](https://porcinehealthmanagement.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40813-019-0028-z). Acesso em 10.06.2021.

ROSTAGNO, H.S. Tabelas brasileiras para aves e suínos [: composição de alimentos e 2017 exigências nutricionais] / Editor: Horacio Santiago Rostagno ; Autores: Horacio Santiago Rostagno ... [et al.]. 4. Ed. – Viçosa : Departamento de Zootecnia, UFV, 2017. 488 p.

SALI, V. **Biosecurity and Antimicrobial Use in Pig Production**. 2020 (Licentiate Thesis) - Faculty of Veterinary Medicine, University of Helsinki. Helsinki, 2020.

SEAPA-MG. Secretaria de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais. Relatórios do Agronegócio. Relatórios da Pecuária. Suinocultura, Novembro de 2020. Disponível em: www.agricultura.mg.gov.br. Acesso em 25.05.2021.

SESA. Secretaria de Estado da Saúde do Paraná. **Programa Estadual de Controle de Resíduos de Medicamentos Veterinários em Alimentos de Origem Animal (PAMvet/PR)**. SESA, 2005. (Relatório, 27 p.).

SILVA, G.S.; MACHADO, G.; KIMBERLEE, L.B. *et al.* Machine-learning algorithms to identify key biosecurity practices and factors associated with breeding herds reporting PRRS outbreak. *Preventive Veterinary Medicine*, 171, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167587719302326?via%3Dihub>. Acesso em: 16.06.2021.

SILVA, K. C., KNOBL, T., & MORENO, A. M. Antimicrobial resistance in veterinary medicine: mechanisms and bacterial agents with the greatest impact on human health. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 50(3), 171–183, 2013.

VAN BOECKEL, T. P., BROWER, C., GILBERT, M., GRENFELL, B. T., LEVIN, S. A., ROBINSON, T. P., LAXMINARAYAN, R. Global trends in antimicrobial use in food animals. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 201503141, 2015. Disponível em: <https://www.pnas.org/content/112/18/5649>. Acesso em: 20.mai.2021.

ZANELLA, J. R.C.; MORÉS, N.; BARCELLOS, D.E.S.N. Principais ameaças sanitárias endêmicas da cadeia produtiva de suínos no Brasil. *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília, v.51, n.5, p.443-453, maio 2016.

ANEXO I

| FORMULÁRIO I - AUDITORIA DE BIOSSEGURIDADE (conforme DUTRA, 2017) | | | | |
|---|-----------|-----------------|------------|------|
| NOME DA GRANJA: | | AUDITOR: | | |
| CARACTERÍSTICAS DA PROPRIEDADE (Núcleo) (Multiplicadora) (Comercial): | | | | |
| CARACTERÍSTICAS DO SÍTIO (Ciclo Completo) (UPL) (Crechário) (Terminação): | | | | |
| DATA: | | | | |
| ASPECTO | ADEQUADO | PRECISA AJUSTES | INADEQUADO | Obs. |
| EDUCAÇÃO | 10 | 5 | 0 | |
| Presença de Programa de Biosseguridade | | | | |
| Presença de POP relacionado à Biosseguridade | | | | |
| Realiza Auditoria do Programa de Biosseguridade (frequência) | | | | |
| Treinamento dos empregados | | | | |
| CARACTERÍSTICAS DA PROPRIEDADE E LOCALIZAÇÃO | | | | |
| Proximidade de outra granja (< 3,0 km de distância) | | | | |
| Status sanitário das granjas mais próximas | | | | |
| Proximidade de abatedouro (< 3,0 km de distância) | | | | |
| Densidade de suínos (< 1000 animais; 1001-5000; >5000 animais) | | | | |
| Tráfego local (leve / médio / pesado) | | | | |
| Presença de outros animais ao redor da granja (criação, selvagem) | | | | |
| Presença de outros animais dentro da propriedade (cães, gatos) | | | | |
| Presença de "Cinturão Verde" | | | | |
| Presença e manutenção de cercas | | | | |
| Presença de placas de Biosseguridade | | | | |
| Política de entrada na propriedade (controle dos portões de entrada) | | | | |
| FUNCIONÁRIOS E VISITANTES | | | | |
| Livro de Visitas | | | | |
| Política de vazão sanitário (funcionários e visitantes) | | | | |
| Empregados autorizados à criar próprios animais | | | | |
| Política de banho para entrar e sair da granja | | | | |
| Limpeza e manutenção da área de banho | | | | |
| Área "limpa" e "suja" bem definidas | | | | |
| Sistema Dinamarquês (sem banho, mas com troca de roupa, botas e limpeza das mãos) | | | | |
| Equipamentos / Utensílios pessoais são permitidos adentrar à granja | | | | |
| Roupas e botas são providenciadas | | | | |
| Carne suína de origem externa autorizada à entrar na granja | | | | |
| Contato ou contaminação cruzada entre motoristas e funcionários da granja durante carregamentos | | | | |

Continuação ANEXO I

| ISOLAMENTO / QUARENTENA | | | | |
|---|--|--|--|--|
| Distância da Quarentena até os barracões da granja (>500 m) | | | | |
| Período de Quarentena (>28-30 dias) | | | | |
| Política de banho para entrar e sair da quarentena | | | | |
| Movimento de pessoas | | | | |
| Transporte dos animais (veículos dedicados) | | | | |
| Procedimentos de testes realizados nos animais | | | | |
| Testes sorológicos (ELISA) | | | | |
| Realização de PCR | | | | |
| Status de saúde dos animais de reposição | | | | |
| Origem dos animais de reposição (mais de uma) | | | | |
| Frequência da chegada dos animais de reposição à quarentena | | | | |
| Animais transportados em veículos dedicados | | | | |
| EQUIPAMENTOS / SUPLEMENTOS | | | | |
| Câmera de Desinfecção ou luz UV presente | | | | |
| Câmera de Desinfecção ou luz UV utilizada apropriadamente | | | | |
| Equip. / Suplem. compartilhados entre granjas | | | | |
| Frequência de entrega de suplementos | | | | |
| Entrega de suplementos segue status sanitário da pirâmide | | | | |
| Suplementos entregues em veículos dedicados | | | | |
| CONTROLE DE PRAGAS | | | | |
| Controle de Roedores | | | | |
| Porta-iscas presente à cada 15-20 metros | | | | |
| Porta-iscas utilizados apropriadamente | | | | |
| Registro da reposição de iscas | | | | |
| Controle de insetos | | | | |
| Controle de pássaros (há telas nos barracões) | | | | |
| Silos mantidos com as tampas fechadas | | | | |
| Restos de ração limpos adequadamente | | | | |
| Manutenção da área ao redor dos barracões | | | | |
| Presença de água parada ao redor dos barracões | | | | |
| SEMEN | | | | |
| Produzido na mesma propriedade | | | | |
| Recebido de outra propriedade | | | | |
| Sêmen entregue com duplo empacotamento | | | | |
| Frequência monitoria sanitária (quais doenças?) | | | | |
| ÁGUA | | | | |
| Fonte de água (poço, captação de ribeirão,...) | | | | |
| Armazenamento de água | | | | |
| Tratamento da água (uso de cloro, filtros,...) | | | | |
| Frequência de limpeza do sistema | | | | |
| Frequência da análise de água | | | | |
| AR | | | | |
| Granja utiliza filtros de ar (manejo dos filtros) | | | | |

Continuação ANEXO I

| TRANSPORTE DE ANIMAIS | | | | |
|---|--|--|--|--|
| Motoristas tem treinamento sobre Biosseguridade | | | | |
| Motoristas utilizam jaleco, botas e luvas limpas em cada transporte | | | | |
| Motoristas podem ter criação própria (suínos) | | | | |
| Veículos têm sido limpos, lavados, desinfetados e secos apropriadamente | | | | |
| Utiliza detergente (produto, diluição,...) | | | | |
| Utiliza desinfetante (produto, diluição,...) | | | | |
| Veículos seguem política de vazios sanitários | | | | |
| Transporte respeita status sanitário dos sítios | | | | |
| Registro dos transportes (rastreamento) | | | | |
| Coleta de amostras dos caminhões (avaliar limpeza) | | | | |
| Linhas de separação são respeitadas na área de carregamento | | | | |
| Áreas de carregamento são limpas e desinfetadas antes e após cada utilização | | | | |
| TRANSPORTE INTERNO (LEITÕES, ANIMAIS MORTOS) | | | | |
| Motoristas tem treinamento sobre Biosseguridade | | | | |
| Registro dos transportes (rastreamento) | | | | |
| Veículos têm sido limpos, lavados, desinfetados e secos apropriadamente | | | | |
| Conservação, armazenamento dos veículos | | | | |
| TRANSPORTE DE RAÇÃO | | | | |
| Motoristas tem treinamento sobre Biosseguridade | | | | |
| Motoristas podem ter criação própria (suínos) | | | | |
| Entrega pelo lado de fora da cerca | | | | |
| Motorista utiliza botas plásticas | | | | |
| Aceita entrega de ração em sacos | | | | |
| Veículos dedicados | | | | |
| Veículos seguem política de vazios sanitários | | | | |
| Transporte respeita status sanitário dos sítios | | | | |
| Registro dos transportes (rastreamento) | | | | |
| Procedimento de limpeza e desinfecção | | | | |
| MANEJOS GERAIS | | | | |
| Limpeza e desinfecção de equipamentos utilizados no processamento dos leitões | | | | |
| Lava mãos entre leitões | | | | |
| Desinfecção de botas entre salas | | | | |
| Processo de Limpeza e desinfecção - Maternidade | | | | |
| Processo de limpeza e desinfecção - Creche e Terminação | | | | |
| Respeita vazios sanitários entre lotes | | | | |
| Adota sistema "todos dentro-todos fora" | | | | |
| Frequência de troca de agulhas durante vacinação do rebanho | | | | |

| | | | | |
|---|--|--|--|--|
| Frequência de troca de agulhas durante medicação do rebanho | | | | |
|---|--|--|--|--|

Continuação ANEXO I

| | | | | |
|---|----------|---------------------------|----------|--|
| Frequência de troca de agulhas durante vacinação dos leitões | | | | |
| Frequência de troca de agulhas durante medicação dos leitões | | | | |
| Programa de vacinação | | | | |
| Controle de qualidade das vacinas | | | | |
| Armazenamento de produtos veterinários | | | | |
| Uso de medicamentos veterinários | | | | |
| Manutenção dos silos | | | | |
| Leitor de eletricidade (fora da cerca) | | | | |
| MANEJO DE ANIMAIS MORTOS | | | | |
| Frequência de retirada | | | | |
| Barracões possuem áreas específicas para remoção dos animais mortos e são devidamente limpas e desinfetadas | | | | |
| Contato físico de volta entre equipamentos, utensílios, roupas utilizadas para remoção dos animais mortos | | | | |
| Equipamentos limpos e desinfetados à cada remoção de animais mortos | | | | |
| Empregados não entram na granja após recolher animais mortos | | | | |
| Sistema propriamente utilizado (compostagem / incineração...) | | | | |
| RETIRADA DE LIXO | | | | |
| Frequência | | | | |
| Localização da caçamba de lixo | | | | |
| MANEJO DE DEJETOS | | | | |
| Pessoa responsável recebe treinamento sobre Biossegurança | | | | |
| Sistema utilizado apropriadamente | | | | |
| Fluxo da descarga | | | | |
| Presença de erosão | | | | |
| Distribuição dos dejetos (campo ou outro sistema) | | | | |
| Soma dos pontos por grau | 0 | 0 | 0 | |
| TOTAL pontos para classificação | | | | |
| CLASSIFICAÇÃO | | | | |
| PONTOS | | NÍVEL DE RISCO | | |
| 0-300 | | EXTREMO ALTO RISCO | | |
| 301-600 | | ALTO RISCO | | |
| 601-900 | | MÉDIO-ALTO RISCO | | |
| 901-1000 | | MÉDIO RISCO | | |
| 1001-1100 | | BAIXO-MÉDIO RISCO | | |
| 1101-1200 | | BAIXO RISCO | | |

ANEXO II

| FORMULÁRIO II – PROGRAMA SANITÁRIO (conforme DUTRA, 2017) | | | | | | | | | | | |
|---|-------|------------|-----------------|--------------|-------------|------------|-----------------------|---------------|------------|-------------------|------------------------|
| PROPRIEDADE: | | | | | | | | | | | Programa Vacinal |
| PLANTEL (NÚMERO DE MATRIZES): | | | | | | | | | | | |
| PRODUTIVIDADE (KG PRODUZIDOS / MATRIZ / ANO): | | | | | | | | | | | |
| Uso de Antimicrobianos na Maternidade | Idade | Peso médio | Princípio Ativo | Dose (mg/kg) | Dose Diária | Dose Total | Classificação da Dose | Via de admin. | Finalidade | Dias de exposição | Maternidade / Gestação |
| Leitões (preventivo) | | | | | | | | | | | |
| Leitões (preventivo) | | | | | | | | | | | |
| Total (Leitões) | | | | | | | | | | | |
| Matrizes (preventivo) | | | | | | | | | | | |
| Matrizes (preventivo) | | | | | | | | | | | |
| Total (matrizes) | | | | | | | | | | | |
| Uso de Antimicrobianos na Creche | Idade | Peso médio | Princípio Ativo | Dose (mg/kg) | Dose Diária | Dose Total | Classificação da Dose | Via de admin. | Finalidade | Dias de exposição | Creche |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Total (preventivo leitões) | | | | | | | | | | | |
| Uso de Antimicrobianos na Terminação | Idade | Peso médio | Princípio Ativo | Dose (mg/kg) | Dose Diária | Dose Total | Classificação da Dose | Via de admin. | Finalidade | Dias de exposição | Terminação |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Total (preventivo leitões) | | | | | | | | | | | |
| Número total de princípios ativos | | | | | | | | | | | |
| Duração da exposição a antimicrobianos (dias) | | | | | | | | | | | |
| Idade e peso médio de abate / GPD (kg) - média 3 m. | | | | | | | | | | | |
| Quantidade de antimicrobiano consumida / animal (mg) | | | | | | | | | | | |
| mg antimicrobiano / kg de suíno produzido | | | | | | | | | | | |