

RAÍZES, CIÊNCIA E TRANSFORMAÇÃO

50 anos de inovação da Embrapa Suínos e Aves

Jean Vilas-Boas
Monalisa Leal Pereira
Editores Técnicos



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Suínos e Aves
Ministério da Agricultura e Pecuária*

RAÍZES, CIÊNCIA E TRANSFORMAÇÃO

50 anos de inovação da Embrapa Suínos e Aves

*Jean Vilas-Boas
Monalisa Leal Pereira
Editores Técnicos*

Embrapa
*Brasília, DF
2025*

Embrapa
Parque Estação Biológica
Av. W3 Norte (final)
70770-901 Brasília, DF
www.embrapa.br/
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Responsável pelo conteúdo e editoração

Embrapa Suínos e Aves
Rodovia BR 153 - KM 110
89.715-899, Concórdia, SC
<https://www.embrapa.br/suinos-e-aves>

Comitê Local de Publicações

Presidente

Franco Müller Martins

Secretária-executiva

Tânia Maria Biavatti Celant

Membros

*Clarissa Silveira Luiz Vaz, Catia Silene Klein,
Gerson Neudí Scheuermann, Jane de Oliveira
Peixoto e Joel Antonio Boff*

Membros suplentes

Estela de Oliveira Nunes e Fernando Tavernari

Edição executiva

*Jean Vilas-Boas, Monalisa Leal Pereira e
Marina Schmitt*

Revisão de texto

*Jean Vilas-Boas, Monalisa Leal Pereira,
Sandra Camile Almeida Mota e Vicky Lilge
Kawski*

Normalização bibliográfica

Claudia Antunes Arrieche (CRB14/880)

Projeto gráfico, capa e diagramação

Marina Schmitt

1ª edição

Publicação digital (2025): PDF
1ª impressão (2025): 700 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Suínos e Aves

Raízes, ciência e transformação: 50 anos de inovação da Embrapa Suínos e Aves/Jean
Vilas-Boas, Monalisa Leal Pereira, editores técnicos - Brasília, DF: Embrapa, 2025.

PDF (509 p.) : il. color.

ISBN 978-65-5467-100-2

1. Embrapa Suínos e Aves. 2. História. 3. Desenvolvimento. 4. Inovação. 5. Meio ambiente.
6. Produção animal. 7. Genética animal. 8. Sanidade animal. I. Vilas-Boas, Jean. II. Pereira,
Monalisa Leal.

CDD (21. ed.) 630.72

Claudia Antunes Arrieche (CRB-14/880)

©2025 Embrapa

CAPÍTULO 21

Estatística e ciência de dados na pesquisa em suínos e aves

Arlei Coldebella, Maurício Egídio Cantão,
Alfredo Ribeiro de Freitas e Waldomiro Barioni Júnior

Estatística e ciência de dados na pesquisa em suínos e aves

A Embrapa Suínos e Aves sempre teve a área de estatística e ciência de dados como um norte para o planejamento, a execução e a finalização de seus trabalhos de pesquisa, visando obter qualidade científica robusta nos projetos desenvolvidos. No início, a grande preocupação era a estruturação física da Unidade, criação de laboratórios, campos experimentais e, principalmente, a busca por recursos humanos, período em que houve muitas contratações e transferências de pesquisadores. Nesta época, já havia grande demanda de pesquisas e, conseqüentemente, maior preocupação com a área de métodos quantitativos, com foco na estatística experimental, amostragem, coleta de dados, análise exploratória de dados quantitativos e qualitativos, delineamentos clássicos, como inteiramente casualizado (IC) e blocos casualizados (BC), regressão, curvas de crescimento, análises multivariadas e análise econômica. Outra preocupação estava na capacitação e treinamento de profissionais da área de métodos quantitativos, o que levou a Unidade a investir muito nessa área, possibilitando que a equipe participasse de cursos, treinamentos, workshops e eventos.

Na metade da década de 1980, o Setor de Métodos Quantitativos e Informática (SMQ) da Embrapa Suínos e Aves, concentrado em análises de dados, também tinha a incumbência de participar na elaboração e desenvolvimento de projetos de pesquisa. Realizava ainda prestação de serviços, tais como treinamento e processamento na área técnico-administrativa, assessoramento

à equipe multidisciplinar de pesquisadores e desenvolvimento de software. O SMQ possuía uma estrutura computacional bem simples comparada aos dias atuais, contando com os seguintes equipamentos para o tratamento de dados: três microcomputadores de 8 bits (Polimax), cinco microcomputadores de 16 bits (PCs) e um supermicrocomputador de 16/32 bits (EDISA), com quatro terminais e seis impressoras. Todos os microcomputadores possuíam winchester e memória expandida. A equipe utilizava o ControlProgram/Monitor (CP/M), sistema operacional desenvolvido pela Digital Research Inc. para ser usado com os processadores Intel 8080 e MS-DOS, acrônimo de Microsoft Disk Operating System, sistema operacional usado na linha de computadores IBM PC.

A área de métodos quantitativos incluía a estatística experimental e a economia, com a finalidade de dar suporte e apoio ao planejamento experimental e análise dos dados nas áreas de pesquisa da Unidade. Quanto aos recursos humanos, o primeiro profissional da área de estatística a atuar na Embrapa Suínos e Aves foi o pesquisador Alfredo Ribeiro de Freitas (agrônomo que atuou de 1978-1987). Na sequência, os pesquisadores Antônio Lourenço Guidoni (agrônomo, 1984-2011), Flávio Bello Fialho (engenheiro agrícola; 1989-2003) e Waldomiro Barioni Junior (estatístico, 1989-2004) foram contratados. No início dos anos 2000, eram três pesquisadores atuando na área, além do pesquisador Arlei Coldebella (Médico-veterinário, 2002-atual). No final da década 2010, a analista Luziane Franciscon (estatística, 2007-2009) foi contratada em substituição ao pesquisador Waldomiro Barioni Junior, transferido para a Embrapa Pecuária Sudeste. Finalmente, em 2009 a analista Letícia dos Santos Lopes (estatística, 2009-atual) foi contratada para atuar na unidade em substituição à analista Luziane, transferida para a Embrapa Florestas. Outra área contemplada na ciência de dados, a bioinformática, foi suprida pela contratação do pesquisador Maurício Egídio Cantão (processamento de dados, 2011-atual).

Organização dos métodos quantitativos na Unidade

O trabalho da área de Estatística na Embrapa Suínos e Aves dependia também de uma organização central, na Sede, em Brasília (DF). Neste sentido, vale destacar que um pesquisador fundamental e preocupado com a qualidade dos resultados das pesquisas da Embrapa, desde a sua implantação até os dias atuais, é Eliseu Roberto de Andrade Alves. Ele promoveu um dos grandes avanços da área de métodos quantitativos com a criação do Departamento de Métodos Quantitativos da Embrapa (DMQ), em 7 de dezembro de 1976. O DMQ contava com uma equipe de profissionais voltada para a ciência da computação, matemática computacional, tecnologia da informação e modelagem computacional. O

objetivo principal era dar suporte e assessoria no desenvolvimento de softwares e recursos para comunicação de dados, dentre outros.

Uma ação bastante relevante do DMQ na Embrapa era o programa estratégico de consultoria nacional e internacional que a empresa adotava para as diferentes áreas, com objetivo de suprir conhecimentos que faltavam nas Unidades e favorecer a incorporação destes conhecimentos pelos pesquisadores. Neste programa, o DMQ contava com consultores renomados, na maioria professores de universidades de destaque do Brasil e do exterior. A Embrapa Suínos e Aves teve a consultoria de professores de universidades do País, bem como de universidades do exterior. Nas consultorias internacionais, destacaram-se as contribuições de especialistas da França e de Portugal, especialmente nos trabalhos relacionados à identificação dos “fatores de riscos” associados a patologias multifatoriais em projetos de suinocultura (sanidade animal), aplicando a metodologia dos estudos ecopatológicos ligados à área de epidemiologia quantitativa. Nestes estudos, a Análise de Correspondência Múltipla era a principal técnica estatística na definição dos fatores de riscos associados a uma patologia multifatorial.

Outro avanço fundamental na área de métodos quantitativos ocorreu em 1976, quando a Embrapa adquiriu licença do *Statistical Analysis System* (SAS), usado até os dias de hoje. O software SAS, conhecido como Sistema de Análise Estatística, foi criado na Universidade do Estado da Carolina do Norte, EUA, como um projeto para analisar dados de pesquisas agrícolas. Como a demanda por esse tipo de software cresceu significativamente, em 1976 foi fundado o Instituto SAS, com o objetivo de ajudar todos os tipos de clientes – desde as empresas farmacêuticas e bancos até entidades acadêmicas e governamentais.

Na Embrapa, o primeiro curso do SAS, organizado pelo DMQ, foi em 1978 em Brasília, na sede da empresa. Nessa época, os dados para análise estatística eram enviados das unidades descentralizadas para a sede da empresa via malote (Figura 21.1). Depois, passaram a ser enviados por meio da Rede Nacional de Comunicação de Dados por Comutação de Pacotes (Renpac), disponibilizada pela Embratel. Um fato interessante, na época, era a exigência da descrição detalhada da metodologia estatística que seria utilizada nos projetos de pesquisas das diferentes áreas. Neste item, era descrito o modelo estatístico utilizado na análise, o delineamento experimental, as hipóteses de estatística a serem testadas, a unidade experimental, o número de repetições, a descrição das técnicas de estatística, nível descritivo de significância e o pacote estatístico para análise dos dados.

Na época, na Embrapa havia a junção dos métodos quantitativos e computação científica (MQCC), que era uma reunião das ciências exatas - matemática, Estatística, Pesquisa Operacional e Computação, abrangendo as áreas de Esta-



Figura 21.1. Meios de armazenamento utilizados ao longo das décadas para envio de dados às centrais de processamento.

tística Aplicada, Econometria, Matemática Aplicada, Inteligência Computacional, Visualização Científica e Biometria. Tratava-se de uma abordagem científico-metodológica da pesquisa e os processos de decisão em condições de incerteza, que também suscitava, estudava, propunha e incorporava novos paradigmas intrínsecos à sua natureza de estudo.

Apesar dos grandes avanços dos MQCC na Embrapa, surgiram retrocessos significativos. A partir de 1987, a Diretoria Executiva (DE) criou, na estrutura centralizada da Embrapa, o Departamento de Informática (DIN) e extinguiu o DMQ (Embrapa, 1987). Considerando que a Embrapa fazia parte do consórcio para implantação e desenvolvimento do Projeto Fábrica de Software, no Centro Tecnológico para Informática (CTI), em Campinas (SP), também por meio de decisão da DE criou-se o Núcleo Tecnológico para Informática Agropecuária (NTIA) (Embrapa, 1985).

Dessa forma, a Embrapa simplesmente extinguiu o DMQ e criou duas Unidades de Informática (NTIA), uma em Campinas (Embrapa, 1985) e a outra, o DIN, na Sede (Embrapa, 1987). O NTIA, a partir de 1993, passou a ser chamado Centro Nacional de Pesquisa Tecnológica em Informática para Agricultura (CNPTIA), depois Embrapa Informática Agropecuária e atualmente Embrapa Agricultura Digital. Com a criação do NTIA, parte dos pesquisadores da área de MQCC, principalmente estatísticos, foram alocados em Campinas, no Núcleo Tecnológico recém-criado. Nesse período, com o projeto Fábrica de Software, surgiu a possibilidade de desenvolver o Software Científico (SOC), um software voltado à realidade da Embrapa para ser executado em PCs, que substituiria o SAS.

Na época, alguns pesquisadores foram para os Estados Unidos, onde ficaram durante um ano para aprimoramento de conhecimentos em engenharia de software, que foi fundamental para o desenvolvimento do SOC. Esse software era composto por módulos, que abrangiam desde o planejamento de experimentos à análise estatística de dados, em modelos de delineamentos experimentais, de tratamentos, amostras, etc. À medida que os módulos eram finalizados e testados pela equipe, ocorriam reuniões com usuários, geralmente estatísticos da empresa, para utilização do software, com dados oriundos dos ensaios experimentais dos centros de pesquisa da Embrapa. O SOC chegou a ser distribuído às unidades descentralizadas e outras instituições de ensino e pesquisa. Porém, foi desativado depois de um certo período de uso. Consequentemente, a Embrapa teve que continuar usando o SAS, realizando a renovação da licença anualmente.

Com a ausência de uma coordenação central, houve falta de interação entre os profissionais atuantes em métodos quantitativos. Várias ações foram tomadas para reintegrar e reagrupar esses pesquisadores, mas não obtiveram sucesso. Em 2003, foi criado um Grupo de Trabalho para formular uma proposta

para o estabelecimento de condições que possibilitassem o planejamento, a coordenação e a orientação de atividades de MQCC para a Embrapa. Em 2004, surgiu, sob a coordenação da Secretaria de Gestão Estratégica (SGE), o Núcleo de Gestão Tecnológica em Métodos Quantitativos e Computação Científica. Porém, por falta de representatividade administrativa e orçamento, o Núcleo e suas ações não foram adiante.

Fatos relevantes e resultados obtidos pela Estatística

Sessão Temática Embrapa permanece atuante na RBRAS até hoje

O Setor de Métodos Quantitativos da Embrapa Suínos e Aves, com apoio da Embrapa Sede, organizou e coordenou a primeira Sessão Temática Embrapa, instituída em 2001, durante a 46ª Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria (RBRAS) e 9º Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agronômica (Seagro), ocorrida na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros, da Universidade de São Paulo (Esalq/USP), Piracicaba (SP). Nesse evento, a Embrapa teve papel fundamental, viabilizando a participação de mais de 20 profissionais. Essa sessão permanece na programação da RBRAS e Seagro até hoje.

Levantamento Agropecuário de Santa Catarina (2003 e 2004)

A Embrapa Suínos e Aves teve papel relevante na organização e aplicação do primeiro Levantamento Agropecuário de Santa Catarina (LAC), executado entre setembro de 2003 e março de 2004. A Unidade foi responsável pela organização do banco de dados e pelas análises dos dados obtidos, gerando informações importantes e detalhadas sobre a produção agropecuária catarinense naquele período. Alguns dados podem ser encontrados na publicação Levantamento Agropecuário de Santa Catarina 2002-2003 (Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina, 2005). Posteriormente, com base nos dados do LAC, foram iniciados os trabalhos para realização do ordenamento da suinocultura, em associação às demais atividades agrícolas para o estado de Santa Catarina.

Esse censo foi realizado por meio de um convênio envolvendo Governo do Estado de Santa Catarina, Secretaria de Estado da Agricultura e Desenvolvimento Rural, Centrais de Abastecimento do Estado de Santa Catarina (Ceasa/SC), Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina (Cidasc), Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina (Instituto CEPA/SC), Banco

Mundial, Embrapa, Federação Catarinense dos Municípios (Fecam), FEPA, Fundo Estadual de Ciência e Tecnologia (Funcitec), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), Secretarias de Estado de Desenvolvimento Regional, Associação Catarinense das Fundações Educacionais (Sistema Acafe), Fundação Educacional de Brusque (Febe), Centro Universitário de Jaraguá do Sul (Ferj), Universidade Regional de Blumenau (Furb), Universidade do Contestado (UNC), Universidade do Planalto Catarinense (Unesc), Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí (Unidavi), Universidade do Planalto Catarinense (Uniplac), Universidade do Sul de Santa Catarina (Unisul), Universidade do Vale do Itajaí (Univali), Universidade da Região de Joinville (Univille) e Universidade do Oeste de Santa Catarina (Unoesc).

Contribuições para a experimentação com frangos de corte

A prática de realizar experimentos de desempenho com frangos de corte por meio de delineamentos experimentais em blocos ao acaso, no qual se confunde o peso dos animais com a localização no aviário experimental, surgiu na Embrapa Suínos e Aves a partir de 1995 (Guidoni et al., 1995), sendo reforçado em 2010 (Coldebella et al., 2010), quando se demonstrou a necessidade e a importância da utilização de blocos em experimentos com frangos de corte. A utilização de blocagem por peso inicial em experimentos de desempenho de frango de corte é importante para aumentar a precisão experimental, possibilitando detectar diferenças significativas menores entre tratamentos do que em delineamentos inteiramente ao acaso. Essas diferenças, ainda que pequenas, são importantes quando se trata de grandes produções de frangos, onde poucos gramas podem gerar perdas ou lucros expressivos. Dessa forma, percebe-se a importância da experimentação em blocos e as diferenças positivas que ela apresenta em relação à experimentação ao acaso.

Outra contribuição relevante para a experimentação com frangos de corte diz respeito à amostragem dentro de cada unidade experimental (ou box) para avaliar o peso dos cortes após o abate. Trabalho realizado por Guidoni et al. (1995) demonstrou que abater uma única ave com peso próximo ao peso médio do box (ou unidade experimental) é mais representativo do que realizar o abate de dez aves aleatoriamente. A partir disso, experimentos realizados na Embrapa Suínos e Aves geralmente fazem uso deste conhecimento, até porque reduzem muito a necessidade de mão de obra para a realização do abate e obtenção das respectivas avaliações.

Outros estudos (Lopes et al., 2016) também demonstraram que a variabilidade entre unidade experimentais se mantém próxima, mesmo quando se amostra uma única ave, desde que ela tenha peso próximo ao peso médio da

unidade experimental. Também demonstraram existir forte correlação linear do peso de cortes desta ave com a média de seis aves da mesma unidade experimental.

Modelos matemáticos para predição de variáveis de interesse

A modelagem matemática para predição de variáveis de interesse é de fundamental importância para o entendimento mais apurado dos fenômenos envolvidos ou para criar valor a partir das avaliações realizadas. Nesse sentido, o trabalho da área de estatística da Embrapa Suínos e Aves foi de fundamental importância para o desenvolvimento de equações para classificação de carcaças de suínos, associada a equações para pagamento por qualidade de carcaça. Tal trabalho está detalhado no livro de Vilas-Boas et al. (2011).

Em outro campo, o da produção de ovos, foi desenvolvido um modelo matemático para estimar curvas de produção de ovos com precisão, cujos parâmetros têm fácil interpretação prática. Esse modelo permite a comparação de diferentes curvas, predição da produção total usando registros parciais e permite uma análise mais detalhada do ciclo de produção de ovos (Fialho; Ledur, 2000).

Outros dois trabalhos (Fialho, 1999; 2002) também merecem ser citados como importantes para o meio científico e, mesmo, produtivo. No primeiro, mostrou-se de forma didática a interpretação da curva de Gompertz para descrever o crescimento de animais e tecidos, enquanto no segundo trabalho foi demonstrado o uso genérico das funções de transição para uso em modelagem. A metodologia para estimar o peso de carcaça de frangos de corte a partir do peso vivo foi explicada no Comunicado Técnico 582 (Coldebella et al., 2021a) e serviu de base para o IBGE revisar e atualizar os registros de peso de carcaça de frangos divulgados na Pesquisa Trimestral do Abate de Animais, cuja série histórica iniciou em 1997.

Contribuições da Estatística para ações voltadas a políticas públicas

Nos últimos anos, a Embrapa Suínos e Aves envolveu-se diretamente, por demanda do Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa), através do Departamento de Origem de Produtos Animais (Dipoa), no auxílio à formulação de políticas públicas ligadas a este departamento. Notadamente, sustentou através de análises consistentes de dados a inspeção com base em risco para carne suína e para carne de frangos (mais informações nos Capítulos 8 e 13). Esses novos procedimentos de inspeção estão normatizados pela Instrução Normativa (IN) nº 79/2018 (Brasil, 2018) e pela Portaria nº 736/2022 (Brasil, 2022b), respectivamente para suínos e frangos, bem como pela Portaria nº 1023/2024 (Brasil, 2024), que normatiza o controle microbiológico no processo de abate de frangos de corte.

O detalhamento dos trabalhos realizados está publicado em opiniões científicas disponibilizadas pela Embrapa Suínos e Aves (Kich et al., 2019; Caron et al., 2024). No bojo dos estudos para a modernização dos sistemas de inspeção de suínos e aves no Brasil, vale citar os trabalhos que tratam do abate e condenações de suínos e aves registrados no Sistema de Informações Gerenciais do Serviço de Inspeção Federal (Coldebella et al., 2018a; 2018b; 2021b).

Outra legislação que teve papel crucial da Embrapa Suínos e Aves, cujos trabalhos demandaram a efetiva participação da equipe de métodos quantitativos, foi a atualização da Instrução Normativa nº 32/2010 (Brasil, 2010) para a Portaria nº 557/2022 ((Brasil, 2022a), que versam sobre a composição em água e proteína de cortes de carne de frangos. O trabalho científico para a atualização dos parâmetros de água e proteína na carne de frangos foi demandado pela Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA) e executado pela Embrapa Suínos e Aves, com parceria direta com o Mapa, devido à necessidade de avaliar possíveis alterações na composição da carne de frangos, principalmente, pelo progresso genético.

Bancos de dados na Embrapa e também no ambiente produtivo

Em 2015, a Embrapa criou o Sistema de Informação de Experimentos (SIExp), o qual permite armazenar qualquer dado experimental obtido pela empresa, de forma padronizada e segura, possibilitando o reúso dos dados no futuro. A Embrapa Suínos e Aves participou ativamente do desenvolvimento e implantação do SIExp na Embrapa. Entende-se que esse sistema agrega valor aos dados obtidos pela pesquisa, tornando-os corporativos e maximizando o uso dos mesmos ao longo do tempo.

Nas empresas e cooperativas produtoras de suínos e aves, o volume de dados armazenados relativos aos lotes produtivos é cada vez maior e mais detalhado. Isso possibilita identificar fatores que afetam o desempenho produtivo e sanitário dos lotes, agregando melhoria contínua aos sistemas produtivos. Parcerias entre as empresas privadas e a Embrapa permitiram trabalhar os dados armazenados por meio de equipes multidisciplinares e especializadas neste tipo de avaliação.

Exemplos desse tipo de interação podem ser verificados nos trabalhos com centrais de coleta de sêmen de suínos (Rocha et al., 2024), com desempenho zootécnico e econômico de sistemas de produção para frangos de corte (Trentin et al., 2024) e com identificação de fatores de risco para o aumento do custo com medicamentos no crescimento e terminação de suínos (Coldebella et al., 2022), dentre outros. Esses trabalhos, além de fornecerem informações relevantes para a melhoria do sistema produtivo, identificaram lacunas de pesquisa e desenvolvimento que necessitam de novas abordagens.

Juntamente com as bases de dados, o uso da internet tem avançado bastante no meio produtivo, o que agregará cada vez mais dados às avaliações e tomadas de decisão. No futuro próximo, provavelmente, a maioria das decisões cotidianas que envolvem a produção de aves e de suínos será subsidiada pela aquisição e avaliação automática de dados, gerando uma decisão que será implementada de forma automatizada no sistema, por meio de inteligência artificial.

Bioinformática e suas aplicações para suínos e aves

A biologia moderna está passando por uma revolução tecnológica, impulsionada pelos avanços no sequenciamento de alto desempenho e outras tecnologias ômicas. Essa transformação resulta na geração de grandes volumes de dados biológicos, alterando fundamentalmente como compreendemos e estudamos os seres vivos. Essa nova era da ciência é marcada pela possibilidade de desvendar processos biológicos com um nível de detalhe sem precedentes, com impactos que vão desde a biologia básica até a aplicação prática na saúde, agricultura e meio ambiente.

Essa revolução é especialmente significativa na pesquisa aplicada à produção animal. Tecnologias multiômicas, como genômica, transcriptômica e metagenômica, permitem explorar a genética de populações, o melhoramento genético, a saúde, a nutrição e a interação dos animais com o ambiente. No entanto, transformar esses volumes de dados em informações úteis requer ferramentas e abordagens avançadas de análise. Nesse cenário, a bioinformática emerge como uma área que oferece soluções inovadoras para coletar, armazenar, processar e interpretar dados biológicos gerados pelas novas tecnologias. Suas aplicações vão desde a identificação de genes associados a características de interesse até a modelagem de redes metabólicas e a análise de padrões de expressão gênica.

A aplicação da bioinformática na Embrapa Suínos e Aves foi inserida nos últimos anos em trabalhos diversos, evidenciando sua importância em projetos que abrangem desde a genética molecular até a sustentabilidade ambiental. Resultados recentes demonstraram como essa área tem promovido a inovação e fortalecido a pesquisa agropecuária, abrindo novas perspectivas para o futuro.

Bioinformática é essencial para enfrentar desafios da biologia

A bioinformática é uma área interdisciplinar que combina biologia, ciência da computação, estatística e matemática para analisar e interpretar dados biológicos. Com o avanço das tecnologias de sequenciamento de DNA e a geração de grandes volumes de dados, a bioinformática tornou-se indispensável para a compreensão dos processos biológicos e para impulsionar o avanço do conhe-

cimento científico. Sua importância está na capacidade de transformar dados brutos, cada vez mais complexos e volumosos, em informações úteis e aplicáveis em diversas áreas, como biomedicina, biotecnologia, agropecuária, entre outras.

Para transformar grandes volumes de dados em conhecimento útil, são desenvolvidas ferramentas computacionais, algoritmos e bancos de dados que viabilizam o armazenamento, organização, análise e interpretação de resultados, como sequências de DNA, RNA e proteínas. Entre as aplicações mais conhecidas estão a montagem de genomas, a identificação de genes, o estudo de relações evolutivas, a modelagem de estruturas proteicas e a análise de grandes conjuntos de dados provenientes de áreas multiômicas.

A bioinformática é essencial para enfrentar os desafios da biologia moderna e suas contribuições incluem a aceleração de pesquisas científicas, a identificação de genes associados a características específicas, a compreensão de doenças complexas, como o câncer e doenças genéticas, e o desenvolvimento de terapias personalizadas. O desenvolvimento contínuo de novas tecnologias torna a bioinformática uma área extremamente dinâmica e em constante evolução. Esse progresso impulsiona a criação de programas e algoritmos cada vez mais avançados, com o objetivo de alcançar resultados mais precisos, eficientes e inovadores.

Em suma, a bioinformática não é apenas uma ferramenta, mas uma abordagem essencial para desvendar o controle genético dos fenótipos de interesse na agropecuária e a influência do sistema produtivo sobre os animais, transformando dados biológicos em conhecimento e oferecendo soluções inovadoras para os desafios mais complexos da ciência contemporânea.

Resultados ligados à bioinformática na Embrapa Suínos e Aves

Nos últimos anos, a bioinformática tem assumido um papel estratégico na Embrapa Suínos e Aves, impulsionando e fortalecendo as pesquisas voltadas à produção animal. Sua aplicação tem se expandido de forma significativa, contribuindo para avanços em áreas fundamentais como melhoramento genético, sustentabilidade, manejo ambiental, epidemiologia e saúde animal. Esses progressos são alcançados por meio de projetos que integram abordagens baseadas em genômica, transcriptômica e metagenômica, destacando o potencial transformador da bioinformática no entendimento e na solução de desafios complexos da agropecuária moderna.

Até o momento desta publicação, a Base de Dados da Pesquisa Agropecuária (BDPA)¹ registra uma expressiva produção científica relacionada à bioinfor-

¹ <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br>

mática na Embrapa Suínos e Aves. Essa produção abrange 61 artigos publicados em periódicos indexados, 41 resumos em anais de congressos, 38 artigos em anais de congressos, dois artigos de divulgação na mídia, duas publicações na Série Documentos e um capítulo em livro técnico-científico. Esses trabalhos foram desenvolvidos com o suporte de ferramentas de bioinformática, abordando temas diversos, com destaque para problemas metabólicos em suínos e frangos de corte, melhoramento genético animal e patógenos, como o vírus da influenza A, circovírus, senecavírus, *salmonella*, *pasteurella*, entre outros microrganismos.

A ampla aplicação da bioinformática nesses estudos (incluindo montagem de genomas, transcriptomas e metilomas, mapeamento de genes, análise de associação genômica e estudos de expressão gênica) evidencia sua importância como base tecnológica para a pesquisa agropecuária. Assim, a bioinformática vem contribuindo para a geração de conhecimento científico e inovação no setor. Esses resultados destacam a integração estratégica da bioinformática às pesquisas da Embrapa Suínos e Aves, impulsionando avanços científicos e tecnológicos que fortalecem a produção animal. Com uma produção científica ampla e diversificada, essa área promove inovações que impactam a produtividade, a sustentabilidade e o bem-estar animal, consolidando-se como indispensável para o futuro da agropecuária.

Diversos interesses de pesquisa são abordados pela bioinformática

A bioinformática tem sido uma aliada fundamental em diversos projetos estratégicos desenvolvidos pela Embrapa Suínos e Aves, com impacto direto na inovação e na eficiência da produção animal. Os conceitos de bioinformática vem sendo aplicados em investigações diversas aplicadas pela Unidade. Exemplos são pesquisas sobre miopatias e condições metabólicas em frangos, identificação de fatores genéticos relacionados a hérnias e criptorquidismo em suínos e em estudos genômicos voltados ao melhoramento genético de aves. Além disso, destaca-se o seu papel na análise de resíduos de suínos para promover sustentabilidade e na vigilância epidemiológica do vírus influenza A em suínos. Esses são apenas alguns exemplos dos trabalhos desenvolvidos na Embrapa com o uso da bioinformática, que segue ampliando sua importância como ferramenta estratégica para a pesquisa e a inovação agropecuária.

Miopatias e condições metabólicas em frangos de corte

Conforme abordado no Capítulo 10, nos últimos anos, a Embrapa Suínos e Aves tem conduzido diversos projetos de pesquisa utilizando a tecnologia RNA-Seq em suas análises. Um exemplo é sua aplicação em frangos de corte, permitindo a

identificação de genes associados a condições metabólicas importantes, como a necrose da cabeça do fêmur, uma condição esquelética degenerativa comum em aves de rápido crescimento (Hul et al., 2021). Essas descobertas aprofundam a compreensão dessa patologia e auxiliam no entendimento dos mecanismos moleculares subjacentes, abrindo caminho para o desenvolvimento de estratégias preventivas e promovendo melhorias no bem-estar dos animais nas granjas.

Em frangos de corte, as miopatias peitorais são alterações que impactam o valor comercial da carne devido a mudanças na textura e aparência. Elas também levantam questões relacionadas ao bem-estar animal. As miopatias peitorais *white striping* e *wooden breast* foram estudadas utilizando tecnologias de avaliação de expressão gênica por meio da análise de RNA-Seq e microRNAs (miRNAs) com potencial atuação na regulação dessas condições. Por meio de análises utilizando ferramentas de bioinformática, foi possível identificar transcritos (Padilha et al., 2021) e miRNAs diferencialmente expressos em frangos saudáveis e em aves afetadas por essas miopatias (Marchesi et al., 2019). Além disso, as análises revelaram vias metabólicas importantes que são potencialmente moduladas por esses miRNAs, oferecendo novas perspectivas sobre os mecanismos moleculares dessas duas condições.

Genes candidatos para criptorquidismo e pesquisas com transcriptoma

Na área da genômica, a bioinformática tem desempenhado um papel importante ao viabilizar a montagem e a anotação de genomas em diferentes espécies, possibilitando a criação de mapas detalhados do DNA, incluindo a identificação de regiões codificantes de genes. Esses avanços expandem o conhecimento sobre a estrutura genética das espécies e abrem caminhos para aplicações práticas e direcionadas, como a identificação de genes relacionados a características específicas ou condições de saúde.

Em suínos, estudos genômicos têm avançado na compreensão de problemas reprodutivos e doenças estruturais. Um estudo utilizando a abordagem de sequenciamento de exoma identificou genes candidatos relacionados ao criptorquidismo unilateral, uma condição que afeta a descida testicular e compromete a reprodução (Silva et al., 2023). Em pesquisas com transcriptoma, foram identificados mecanismos genéticos associados a condições como hérnias umbilicais (Romano et al., 2020) e escrotais (Souza et al., 2020), destacando a regulação de genes musculares e outros fatores envolvidos no desenvolvimento dessas anomalias. Essas condições, que comprometem a saúde dos suínos, impactam negativamente tanto o bem-estar animal quanto a eficiência reprodutiva e produtiva, representando desafios significativos para a suinocultura.

Estudos de associação genômica em aves identificam regiões específicas

Em frangos, estudos de associação genômica ampla identificaram regiões específicas do DNA que influenciam características multifatoriais, como a eficiência alimentar (Marchesi et al., 2021) e a deposição de gordura (Moreira et al., 2018). Essas descobertas, realizadas por abordagens como a associação genômica ampla (do inglês, *genome-wide association studies* - GWAS) em conjunto com análises de bioinformática, possibilitaram a identificação de regiões e genes candidatos com potencial uso em programas de melhoramento genético. Essas informações são essenciais para o desenvolvimento de estratégias que aumentem a produtividade de forma sustentável, ao mesmo tempo em que asseguram o bem-estar animal, promovendo avanços mais precisos e eficientes no setor avícola.

Ferramentas de bioinformática auxiliam a identificar microrganismos

A sustentabilidade na produção animal tem se tornado uma prioridade cada vez mais relevante, especialmente no que diz respeito ao manejo de resíduos. Para isso, projetos que envolvem análises de metagenoma têm desempenhado um papel importante ao desvendar a estrutura das comunidades microbianas envolvidas em processos de tratamento de efluentes (Bonassa et al., 2022). Por meio do sequenciamento do gene 16S rRNA, em conjunto com ferramentas de bioinformática e bancos de dados específicos, é possível identificar microrganismos-chave envolvidos nos processos biológicos de tratamento de resíduos da suinocultura e avicultura, contribuindo para torná-los ambientalmente seguros. No tratamento de águas residuais, processos como o Anammox utilizam microrganismos específicos para a remoção eficiente de nitrogênio, reduzindo o impacto ambiental e promovendo práticas mais sustentáveis na produção animal.

Identificação rápida de variantes virais de relevância epidemiológica

As doenças respiratórias representam uma ameaça constante para a produção de suínos, especialmente no caso das patologias causadas por infecção com vírus zoonóticos. Esses vírus, além de representar riscos aos animais, também afetam a saúde pública. Um exemplo marcante foi o surto de influenza pandêmica H1N1 em 2009, que evidenciou como a interação entre humanos e suínos facilita a emergência e a disseminação de novas variantes virais (Junqueira et al., 2023). Esses eventos demonstraram a dinâmica bidirecional de transmissão humano-suína, criando um ambiente propício para o surgimento de cepas que podem escapar de imunidades pré-existentes, tanto em humanos quanto em animais.

Nesse contexto, a bioinformática emerge como uma ferramenta importante para o monitoramento genômico, permitindo a rápida identificação de variantes virais de relevância epidemiológica. A aplicação de sequenciamento genômico e análises filogenéticas possibilitam a detecção precoce de mutações com potencial de adaptação ou aumento de patogenicidade. Assim, a integração de dados genômicos em programas de vigilância é fundamental para prevenir novos surtos e minimizar os impactos das zoonoses respiratórias na saúde global e na economia agropecuária.

Protagonismo da bioinformática se consolida de várias formas

Na Embrapa Suínos e Aves, a bioinformática tem sido protagonista em diversas inovações científicas que atendem aos desafios da produção animal. Por meio da análise de dados genômicos, transcriptômicos e metagenômicos, foi possível identificar genes candidatos relacionados a condições metabólicas, reprodutivas e estruturais, contribuindo para melhorar a saúde e o bem-estar dos animais, além de aumentar a eficiência produtiva. Essas descobertas também promoveram práticas mais sustentáveis, alinhadas às exigências ambientais e econômicas.

A aplicação da bioinformática vai além da genética animal. No manejo de resíduos da produção animal, as análises metagenômicas têm ajudado a identificar microrganismos-chave em processos biológicos que tornam os efluentes mais seguros e sustentáveis. Na vigilância epidemiológica, o monitoramento genômico de patógenos, como o vírus da influenza A, fortaleceu a capacidade de prever e mitigar riscos à saúde animal e humana, contribuindo para a segurança sanitária global e para a competitividade do setor.

À medida que a bioinformática avançou, consolidaram-se oportunidades de transformar a produção animal de forma ainda mais integrada e inovadora. As pesquisas realizadas pela Embrapa Suínos e Aves demonstraram como a aplicação estratégica dessa ciência pode gerar soluções com impacto global, desde o aprimoramento genético até a sustentabilidade dos sistemas de produção. Ao superar desafios tecnológicos e investir na formação de profissionais capacitados, a bioinformática se estabeleceu como uma aliada indispensável para construir uma agropecuária moderna, sustentável e consciente, capaz de atender às demandas de uma sociedade em constante evolução.

Embora a bioinformática tenha um impacto significativo, essa área enfrenta desafios que precisam ser superados para ampliar ainda mais seu potencial. Um dos principais obstáculos é o crescente volume de dados biológicos gerados por tecnologias de sequenciamento de alto desempenho, que demandam não apenas infraestrutura robusta para armazenamento e processamento, mas também

ferramentas computacionais cada vez mais avançadas. Além disso, a integração de dados de diferentes ômicas (genômicos, transcriptômicos, proteômicos, metabolômicos e metagenômicos) continua sendo uma tarefa complexa, mas indispensável para obter uma visão abrangente dos mecanismos biológicos envolvidos na produção animal. Outro desafio é a formação de profissionais qualificados para atuar em um campo multidisciplinar. A bioinformática requer especialistas capazes de combinar conhecimentos em biologia, genética, ciência da computação, estatística e matemática, além de promover colaborações entre biólogos, veterinários, zootecnistas e cientistas de dados.

Apesar desses desafios, o potencial da bioinformática na pesquisa agropecuária é imenso e promissor. À medida que investimentos em infraestrutura tecnológica e capacitação profissional se expandirem, a bioinformática se consolidará como uma das áreas estratégicas para o futuro da agropecuária. Com seu caráter integrador e seu impacto crescente, ela continuará a ser um pilar essencial para a construção de sistemas produtivos mais eficientes, sustentáveis e alinhados às exigências de uma sociedade em constante evolução. Finalmente, pelo que foi relatado neste artigo, fica evidente a importância da área de métodos quantitativos no planejamento, interpretação e conclusão de dados de pesquisa.

Referências

BARIONI JÚNIOR, W. **Análise de correspondência na identificação dos fatores de risco associados à diarreia e à performance de leitões na fase de lactação**. 1995. 97 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

BONASSA, G.; VENTURIN, B.; BOLSAN, A.C.; HOLLAS, C.E.; CANDIDO, D.; RODRIGUES, H.C.; CANTAO, M.E.; IBELLI, A.M.G.; DE PRA, M.C.; ANTES, F.G.; KUNZ, A. Performance and microbial features of Anammox in a single-phase reactor under progressive nitrogen loading rates for wastewater treatment plants. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v. 10, n. 107028, 2022. DOI: 10.1016/j.jece.2021.107028.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 79 de 14 de dezembro de 2018. Aprova os procedimentos de inspeção ante e post mortem de suínos com base em risco. **Diário Oficial da União**: seção 1, n. 241, p. 4-7, 17 dez. 2018. Disponível em: https://wikisda.agricultura.gov.br/dipoa_baselegal/in_79-2018_inspe%C3%A7%C3%A3o_ante_e_post_mortem_em_su%C3%ADnos.pdf. Acesso em: 7 abr. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 32 de 03 de dezembro de 2010. Estabelecer os parâmetros para avaliação do Teor de Água Contida nos Cortes de Frangos, resfriados e congelados. **Diário Oficial da União**: seção 1, n. 233, p. 15, 7 dez. 2010. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=15&data=07/12/2010>. Acesso em: 1 abr. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Portaria nº 557 de 30 de março de 2022. Aprova os parâmetros para avaliação do teor total de água contida em carcaças e cortes frango. **Diário Oficial da União**: seção 1, ed. 62, 31 mar. 2022a. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-n-557-de-30-de-marco-de-2022-389824103>. Acesso em: 1 abr. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Portaria SDA nº 736, de 29 de dezembro de 2022. Aprova os procedimentos para a adesão dos abatedouros frigoríficos registrados no Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal da Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento ao Sistema de Inspeção com Base em Risco aplicável aos frangos de corte. **Diário Oficial da União**: seção 1, ed. 246, p. 25, 30 dez. 2022b. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-sda-n-736-de-29-de-dezembro-de-2022-454816449>. Acesso em: 1 abr. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Portaria nº 1.023, de 29 de fevereiro de 2024. Aprova os procedimentos para a avaliação microbiológica do desempenho higiênico-sanitário do processo de abate de frangos de corte em Abatedouros Frigoríficos registrados no Serviço de Inspeção Federal - SIF, do Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal da Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura e Pecuária. **Diário Oficial da União**: seção 1, ed. 43, p. 6, 4 mar. 2024a. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=04/03/2024&jornal=515&pagina=6&totalArquivos=228>. Acesso em: 1 abr. 2025..

CARON, L.; COLDEBELLA, A.; ALBUQUERQUE, E. R.; KINDLEIN, L.; DUARTE, S. C. (ed). **Modernização da inspeção sanitária em abatedouros de frango de corte**: inspeção baseada em risco: opinião científica. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2024. 247 p. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 245).

COLDEBELLA, A.; ALBUQUERQUE, E. R.; MORES, M. A. Z.; DUARTE, S.C.; CARON, L. **Abate e condenações de aves do gênero Gallus: registros do sistema de informações gerenciais do Serviço de Inspeção Federal de 2012 a 2019.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2021b. 30 p. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 223).

COLDEBELLA, A.; CARON, L.; ALBUQUERQUE, E. R.; VIANA, A. L. P. **Avaliação dos dados de abate e condenações de aves registrados no Sistema de Informações Gerenciais do Serviço de Inspeção Federal nos anos de 2012 a 2015.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2018a. 44 p. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 195).

COLDEBELLA, A.; KICH, J. D.; ALBUQUERQUE, E. R.; BUOSI, R. J. **Avaliação dos dados de abate e condenações/desvios de suínos registrados no Sistema de Informações Gerenciais do Serviço de Inspeção Federal nos anos de 2012 a 2014.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2018b. 127 p. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 198).

COLDEBELLA, A.; KICH, J. D.; MARIN, G. B.; MIELE, M. **Número de origens como principal fator de risco associado ao aumento do custo com medicamentos no crescimento e terminação de suínos.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2022. 7 p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 597).

COLDEBELLA, A.; LOPES, L. S.; GUIDONI, A. L. A blocagem por peso inicial em experimentos com frangos de corte aumenta a precisão experimental. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 55.; REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO ARGENTINA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 15., 2010, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2010.

COLDEBELLA, A.; SCHEUERMANN, G. N.; CARON, L.; CUNHA JUNIOR, A. **Método para estimar o peso de carcaça fria em função do peso vivo de frangos de corte.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2021a. 7 p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 582).

EMBRAPA. Cria o Departamento de Informática (DIN) e extingue o Departamento de Métodos Quantitativos (DMQ). Deliberação n. 007/87, de 25 de fevereiro de 1987. Fica criado, na estrutura centralizada da EMBRAPA, como Unidade Técnico Administrativa, o Departamento de Informática-DIN. **Boletim de Comunicação Administrativa**, Brasília, DF, n. 7, 12 mar. 1987.

EMBRAPA. Resolução Normativa n. 149/85, de 1º de novembro de 1985. Cria o Núcleo Tecnológico para Informática Agropecuária - NTIA. **Boletim de Comunicação Administrativa**, Brasília, DF, n. 37, 1 nov. 1985.

FIALHO, F. B. **Funções de transição para uso em Modelagem**. Concórdia: EMBRAPA-CNPISA, 2002. 5 p. (EMBRAPA-CNPISA. Comunicado técnico, 310).

FIALHO, F. B. **Interpretação da curva de crescimento de Gompertz**. Concórdia: EMBRAPA-CNPISA, 1999. 4 p. (EMBRAPA-CNPISA. Comunicado Técnico, 237).

FIALHO, F. B.; LEDUR, M. C. **Modelo matemático para curvas de produção de ovos**. Concórdia : Embrapa Suínos e Aves, 2000. 3 p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 256).

GUIDONI, A. L.; ROSA, P. S.; BRUM, P. A. R. Tamanho ideal da amostra na experimentação com frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1995, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FACTA, 1995. p. 299-300.

HUL, L. M.; IBELLI, A. M. G.; SAVOLDI, I. R.; MARCELINO, D. E. P.; FERNANDES, L. T.; PEIXOTO, J. O.; CANTAO, M. E.; HIGA, R. H.; GIACHETTO, P. F.; COUTINHO, L. L.; LEDUR, M. C. Differentially expressed genes in the femur cartilage transcriptome clarify the understanding of femoral head separation in chickens. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, p. 1-13. 2021. DOI: 10.1038/s41598-021-97306-3.

INSTITUTO DE PLANEJAMENTO E ECONOMIA AGRÍCOLA DE SANTA CATARINA. **Levantamento agropecuário da Santa Catarina: 2002-2003: dados preliminares: fevereiro de 2005**. Florianópolis: Instituto CEPA, 2005. 255 p.

JUNQUEIRA, D. M.; TOCHETTO, C.; ANDERSON, T. K.; GAVA, D.; HAACH, V.; CANTAO, M. E.; BAKER, A. L. V.; SCHAEFER, R. Human-to-swine introductions and onward transmission of 2009 H1N1 pandemic influenza viruses in Brazil. **Frontiers in Microbiology**, v. 14, article 1243567, 2023. DOI: 10.3389/fmicb.2023.1243567.

KICH, J. D.; COLDEBELLA, A.; ALBUQUERQUE, E. R.; CARDOSO, M.; CORBELLINI, L. G.; COSTA, E. F. **Modernização da inspeção sanitária em abatedouros de suínos: inspeção baseada em risco: opinião científica**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2019. 178 p. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 204).

LOPES, L. S.; LIBANO, L.; ÁVILA, V. S.; SUREK, D.; COLDEBELLA, A.; KRABBE, E. L. Amostragem em ensaios com frangos de corte considerando variáveis de abate. **Avicultura Industrial**, Itu, ed. 1252, n. 2, p. 58-60, 2016.

MARCHESI, J. A. P.; IBELLI, A. M. G.; PEIXOTO, J. O.; CANTÃO, M. E.; PANDOLFI, J. R. C.; MARCIANO, C. M. M.; ZANELLA, R.; SETTLES, M. L.; COUTINHO, L. L.; LEDUR, M. C. Whole transcriptome analysis of the pectoralis major muscle reveals molecular mechanisms involved with white striping in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 98, n. 2, p. 590-601, 2019. DOI: 10.3382/ps/pey429.

MARCHESI, J. A. P.; ONO, R. K.; CANTÃO, M. E.; IBELLI, A. M. G.; PEIXOTO, J. de O.; MOREIRA, G. C. M.; GODOY, T. F.; COUTINHO, L. L.; MUNARI, D. P.; LEDUR, M. C. Exploring the genetic architecture of feed efficiency traits in chickens. **Scientific Reports**, v. 11, n. 4622, 2021. DOI: 10.1038/s41598-021-84125-9.

MOREIRA, G.C.M.; BOSCHIERO, C.; CESAR, A.S.M.; REECY, J.M.; GODOY, T.F.; TREVISOLI, P.A.; CANTÃO, M.E.; LEDUR, M.C.; IBELLI, A.M.G.; PEIXOTO, J.O.; MOURA, A.S.A.M.T.; GARRICK, D., COUTINHO, L.L. A genome-wide association study reveals novel genomic regions and positional candidate genes for fat deposition in broiler chickens. **BMC Genomics**, v. 19, n. 374, 2018. DOI: 10.1186/s12864-018-4779-6.

PADILHA, S. F.; IBELLI, A. M. G.; PEIXOTO, J. O.; CANTÃO, M. E.; MOREIRA, G. C. M.; FERNANDES, L. T.; TAVERNARI, F. C.; MORÉS, M. A. Z.; BASTOS, A. P. A.; DIAS, L. T.; TEIXEIRA, R. A.; LEDUR, M. C. Novel candidate genes involved in an initial stage of white striping development in broiler chickens. **Animals**, v. 14, n. 16, p. 2379, 2024. DOI: 10.3390/ani14162379.

ROCHA, J. C.; ROSA, E. R.; QUIRINO, M.; MARQUES, M. G.; BENNEMANN, P. E.; COLDEBELLA, A.; RAUBER, L. P.; SCHWEGLER, E.; MOREIRA, F.; PERIPOLLI, V.; LUCIA JUNIOR, T.; BIANCHI, I. Quality control of semen processing in boar studs: a Brazilian scenario. **Scientia Agrícola**, v. 81, p. 1-10, 2024. DOI: 10.1590/1678-992X-2023-0164.

ROMANO, G. de S.; IBELLI, A. M. G.; LORENZETTI, W. R.; WEBER, T.; PEIXOTO, J. de O.; CANTAO, M. E.; MORES, M. A. Z.; MORÉS, N.; PEDROSA, V. B.; COUTINHO, L. L.; LEDUR, M. C. Inguinal ring RNA sequencing reveals downregulation of muscular genes related to scrotal hernia in pigs. **Genes**, v. 11, n. 117, 2020. DOI: 10.3390/genes11020117.

SILVA, A. N. da; IBELLI, A. M. G.; SAVOLDI, I. R.; CANTAO, M. E.; ZANELLA, E. L.; MARQUES, M. G.; SILVA, M. V. G. B.; PEIXOTO, J. de O.; LEDUR, M. C.; LOPES, J. S.; VARGAS, J. E.; ZANELLA, R. Whole-exome sequencing indicated new candidate genes associated with unilateral cryptorchidism in pigs. **Sexual Development**, v. 17, n. 1, p. 56-66, 2023. DOI: 10.1159/000528360.

SOUZA, M. R.; IBELLI, A. M. G.; SAVOLDI, I. R.; CANTÃO, M. E.; PEIXOTO, J. O.; MORES, M. A. Z.; LOPES, J. ; COUTINHO, L. L.; LEDUR, M. C. Transcriptome analysis identifies genes involved with the development of umbilical hernias in pigs. **PLoS One**, v. 15, n. 5, e0232542, 2020. DOI: 10.1371/journal.pone.0232542.

TRENTIN, A.; TALAMINI, D. J. D.; COLDEBELLA, A.; PEDROSO, A. C.; GOMES, T. M. A. Technical and economic performance favours fully automated climate control broiler housing. **British Poultry Science**, v. 2024, p. 1-8, 2024. DOI: 10.1080/00071668.2024.2394182.

VILAS-BOAS, J.; TALAMINI, D. J. D.; SCHEUERMANN, G. N.; SCHMIDT, G. S. **Sonho, desafio e tecnologia**: 35 anos de contribuições da Embrapa Suínos e Aves. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2011. 470 p.

Literatura recomendada

GOMES, E. G. Geraldo da Silva e Souza: um legado de ética científica e alegria. **Revista Política Agrícola**, v. 31, n. 4, 2022.

OLIVEIRA, A. C. de. Organização e infra-estrutura de métodos quantitativos em unidades de pesquisa. In: ENCONTRO DE MÉTODOS QUANTITATIVOS DA EMBRAPA, 1., 1982. Brasília, DF. **Memória...** Brasília, DF: EMBRAPA-DMQ, 1982. p. 339-343.

PELOSO, A. L. **Uma alternativa de uso da RENPAC para a EMBRAPA**. Campinas: EMBRAPA, NTIA, 1988. (EMBRAPA, NTIA. Comunicado técnico, 6).

RODRIGUES, L. O. R.; LAZZARETTI, D. **Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves-CNPSA**: Estrutura e Funcionamento. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1989. 47 p. (EMBRAPA-CNPSA. Documentos, 16).

SAS INSTITUTE. **Featured Topics from SAS**. Disponível em: <<http://www.sas.com>>. Acesso em: 7 nov. 2024.