

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

CHRISTIAN DOS SANTOS ARAÚJO DA CUNHA

RESÍDUO DE CERVEJARIA EM DIETAS DE FRANGOS DE CORTE DE
CRESCIMENTO LENTO

CAMPO GRANDE - MS

2025

CHRISTIAN DOS SANTOS ARAÚJO DA CUNHA

RESÍDUO DE CERVEJARIA EM DIETAS DE FRANGOS DE CORTE DE
CRESCIMENTO LENTO

Trabalho de conclusão de curso apresentado na
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul,
como parte das exigências para a obtenção do
título de bacharel em Zootecnia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Karina Márcia Ribeiro
de Souza Nascimento

CAMPO GRANDE - MS
2025

CHRISTIAN DOS SANTOS ARAÚJO DA CUNHA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado em 03/10/2025, e aprovado pela Banca
Examinadora:

Prof. Dr^o Karina Marcia Ribeiro de Souza Nascimento
Presidente

Prof. Dr^o Thiago Rodrigues da Silva
Membro da Banca

Mestre (a) Pamylla Mayara Pereira da Silva Quirino
Membro da Banca

Mestre (a) Natalia da Rocha
Pitzschk
Membro da Banca

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela dádiva da vida e por sua constante presença, guiando-me com força, sabedoria e esperança ao longo de toda esta jornada acadêmica e pessoal.

À minha mãe, Elaine, e ao meu tio, Joilson, meus alicerces inabaláveis, por sempre acreditarem em meu potencial e nunca medirem esforços para me proporcionar as melhores oportunidades de estudo. Sua dedicação e amor foram essenciais para que eu chegasse até aqui.

Aos meus mentores e grandes amigos, Danilo Santos, Melissa Escobar e Persiely Pires, que me inspiraram a dar o primeiro passo rumo à universidade e me apoiaram incansavelmente nos estudos. Mesmo fora da sala de aula, suas lições de perseverança e confiança me ensinaram a buscar ser a melhor versão de mim mesmo.

Agradeço à Bárbara Fortes Menin e à Evelyn da Silva Alves, que, por meio da Secretaria de Acessibilidade e Ações Afirmativas (SEAAF/UFMS), foram minhas apoiadoras durante o ano de 2023. Vocês foram fundamentais para que eu me tornasse um aluno melhor, mesmo enfrentando desafios devido às diferenças entre nossos cursos — Psicologia e Zootecnia. Apesar disso, construímos uma amizade que permanece viva. Sinto falta dos momentos de apoio e aprendizado que compartilhamos, e sou profundamente grato pelo impacto positivo que vocês tiveram em minha trajetória.

À Eduarda Salina, minha companheira nos últimos dois anos de graduação, cuja parceria tornou os dias mais leves e alegres. Suas risadas, mesmo diante das minhas brincadeiras para te “provocar”, e seu apoio constante foram inesquecíveis – como sempre digo, tinha que ser veterinária!

À Lúcia Restel, amiga fiel que esteve ao meu lado ao longo desses anos, com conselhos sábios, broncas necessárias e momentos de pura alegria. Sua presença trouxe equilíbrio e carinho à minha trajetória.

À Professora Karina Márcia Ribeiro de Souza Nascimento, pela dedicação excepcional na orientação deste trabalho e no meu crescimento pessoal e profissional. Seus elogios me motivaram, e suas “puxadas de orelha” me ensinaram a melhorar. No Laboratório Experimental de Ciência Aviária, suas lições foram marcantes – e, como a senhora disse, talvez eu tenha sido mesmo o estagiário mais teimoso, mas sempre com vontade de aprender.

Aos professores Aline Gomes, Camila Cunha, Cassia Brito, Charles Kiefer,

Gabriela Puhl, Gustavo de Faria Theodoro, Marina Bonin, Susana Teixeira e Vanessa Longhini, por compartilharem seu conhecimento e paixão pela Zootecnia, mostrando-me a beleza e a importância desta profissão. Graças aos senhores, tenho certeza de que escolhi o caminho certo.

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), por me acolher e proporcionar uma formação de excelência, com oportunidades e ensinamentos que moldaram meu desempenho e me prepararam para os desafios profissionais.

Ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Bolsa de Iniciação Científica da UFMS, meu profundo agradecimento pelo apoio financeiro e incentivo à pesquisa. Esse suporte foi decisivo para minha formação.

Aos meus amigos Bárbara Forte, Caren Samaniego, Emilly Souza, Evelyn Silva, Eduarda Salina, João Dos Santos Menezes, Júlia Mendes, Nicolas Coca, Vithória Barboza, Wellington Tinoco e tantos outros que cruzaram meu caminho, minha gratidão por tornarem a graduação inesquecível. Suas risadas, conselhos e apoio incondicional fizeram toda a diferença em minha vida acadêmica.

Por fim, aos colegas Jéssica Rodrigues, Natalia Pizschk, Pablo Martins e Thiago Rodrigues, que dividiram comigo os desafios do estágio e a execução deste trabalho. Com vocês, os dias foram mais leves, divertidos e repletos de aprendizado, transformando momentos intensos em memórias preciosas.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para esta conquista, meu mais sincero obrigado. Vocês são parte essencial desta vitória!

Resumo

A avicultura de corte desempenha papel central na produção de proteína animal no Brasil, sendo o país um dos maiores produtores e exportadores mundiais. Entretanto, o elevado custo da alimentação, responsável por cerca de 70% do total da produção, impulsiona a busca por alternativas nutricionais mais econômicas e sustentáveis. Nesse contexto, o resíduo de cervejaria, subproduto abundante da indústria cervejeira, surge como opção promissora devido ao teor de proteína bruta, fibras e minerais. O presente trabalho teve como objetivo identificar na literatura o potencial da inclusão do resíduo de cervejaria em dietas de frangos de corte de crescimento lento, analisando efeitos sobre desempenho zootécnico. Os resultados mostraram diversos níveis de inclusão em dietas de frangos de corte e apresentou como desafio o alto teor de fibra e variações nas composições bromatológicas do alimento, em função do processamento. Conclui-se que o resíduo de cervejaria pode ser utilizado em dietas de frangos de crescimento lento como alternativa viável para reduzir custos de produção e contribuir para a sustentabilidade da avicultura. Além de agregar valor a um subproduto agroindustrial, utilização alinha-se aos princípios da economia circular, transformando um resíduo abundante em insumo nutricional. Recomenda-se a continuidade de estudos sobre formas de processamento e impactos na qualidade da carne.

Palavras-chave: alimentação alternativa, frangos caipiras, subprodutos agroindustriais, sustentabilidade.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	10
2.1 Mercado da carne de frango de corte.....	10
2.2 Sistemas de criação de frango de corte.....	11
2.2.1 Criação de frangos de corte em Sistema Intensivo.....	11
2.2.2 Criação de frangos de corte em sistema extensivo.....	12
2.2.3 Criação de frango de corte em Sistema semi-intensivo.....	13
2.3 Frangos alternativos.....	14
2.4 Linhagens.....	15
2.5 O novo consumidor.....	18
2.6 Nutrição e Alimentação.....	20
2.6.1 Energia.....	20
2.6.2 Proteínas.....	21
2.6.3 Arginina.....	21
2.6.4 Fenilalanina.....	21
2.6.5 Tirosina.....	22
2.6.6 Lisina.....	22
2.6.7 Metionina.....	22
2.7 Resíduo de Cervejaria.....	24
2.7.1 Relevância do resíduo de cervejaria.....	24
2.7.2 Comparação com outros subprodutos agroindustriais.....	25
2.7.3 Aspectos nutricionais.....	25
2.7.4 Uso resíduo de cervejaria em dietas de frangos de corte.....	26
2.7.5 Sustentabilidade e Impacto Ambiental.....	27
3 CONCLUSÃO.....	28
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	29
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30

1 INTRODUÇÃO

A avicultura brasileira destaca-se como pilar fundamental na economia nacional, com relevância tanto no mercado doméstico quanto internacional, onde o Brasil se consolida como o maior exportador e o segundo maior produtor de carne de frango (ABPA, 2023). O setor avícola desempenha papel essencial no progresso socioeconômico, fornecendo proteína animal de qualidade a preços acessíveis, o que eleva o padrão de vida da população (Talamini; Souza, 2021).

Nas últimas décadas a avicultura passou por mudanças significativas impulsionadas por inovações tecnológicas em processos produtivos, industriais e comerciais, além de avanços no manejo e na adaptação aos padrões globais de consumo. O uso de tecnologias modernas, o melhoramento genético e a oferta de rações balanceadas têm permitido maior eficiência produtiva em prazos reduzidos, destacando a carne de frango em comparação com outras cadeias agropecuárias (Dufosé et al., 2023; Santana; Oliveira, 2021).

Esses esforços resultaram em números expressivos: em 2024, o Brasil alcançou a produção de 14,833 milhões de toneladas de carne de frango, com exportações de 5,139 milhões de toneladas, reforçando a sua posição de liderança global como exportador e segundo maior produtor (ABPA, 2024). Tais resultados derivam de anos de melhorias tecnológicas e práticas de manejo que otimizam o uso de recursos e reduzem perdas nos lotes (Santana; Oliveira, 2021).

A produção avícola brasileira concentra-se majoritariamente nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, que, juntos, respondem por 64,42% da carne de frango produzida no país. São Paulo contribui com 8,48% da produção nacional, enquanto Goiás, o quinto maior produtor, registrou 8,19% em 2022, com um total de 461 milhões de aves abatidas (Anual 2023).

O valor bruto da produção em 2022 alcançou R\$112,145 bilhões, superando o recorde anterior de 2021 (R\$108,926 bilhões), com um crescimento de 2,87%. Atualmente, o Brasil possui 56.391.927 matrizes alojadas, e o consumo *per capita* de carne de frango em 2022 foi de 45,2 kg por habitante, o terceiro maior desde o início da série histórica em 2010 (ABPA, 2023). As exportações de produtos avícolas (*in natura* e processados).

A produção e o consumo de carne de frango no Brasil têm apresentado crescimento expressivo, desempenhando papel central na economia nacional. As exportações de

produtos, sejam *in natura* ou processados, registraram um aumento de 5,6% nos embarques entre janeiro e novembro de 2023, enquanto o consumo interno foi estimado em 9,8 milhões de toneladas (ABPA, 2023).

Apesar desses avanços, os custos de produção continuam sendo um obstáculo significativo, especialmente devido aos gastos com alimentação, que representam mais de 70% do custo total, alcançando 77% em 2022, o que reflete um aumento de aproximadamente 9% em relação a janeiro de 2020 (EMBRAPA, 2022). Esse contexto exige que os produtores busquem estratégias para otimizar o uso de recursos e mitigar os impactos das flutuações nos preços de insumos, como milho e farelo de soja (Runho et al., 2001).

Frente aos elevados custos de produção e à crescente demanda por práticas sustentáveis, pesquisas que investigam a substituição de milho e farelo de soja por ingredientes alternativos nas rações avícolas tornam-se indispensáveis. Esses estudos devem avaliar aspectos como desempenho zootécnico, metabolismo das aves, excreção de nutrientes e o potencial econômico da utilização dos dejetos para fertilizantes, fornecendo dados relevantes para profissionais de zootecnia, medicina veterinária e agronomia, e contribuindo para uma cadeia produtiva mais eficiente e sustentável (Sanchez; Kiefer, 2023).

Nesse cenário, o uso de subprodutos agroindustriais, como o resíduo de cervejaria (RC) ou bagaço de malte, destaca-se como alternativa viável na alimentação animal. Esses materiais, ricos em nutrientes, podem substituir parcialmente insumos tradicionais, promovendo a redução de custos e de resíduos sólidos, além de favorecer a sustentabilidade econômica e ambiental nas atividades agropecuárias (Carvalho et al., 2021; Guerreiro et al., 2021; Dias Junior; Vieira; Ferreira, 2009; Maradini Filho, 2020).

Diante do exposto, este trabalho foi elaborado com o objetivo de relatar o potencial do resíduo de cervejaria como alimento para frangos de corte de crescimento lento.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Mercado da carne de frango de corte

O setor avícola brasileiro ocupa posição de destaque no cenário global, com o Brasil liderando como o maior exportador e o segundo maior produtor de carne de frango. Em 2020, a produção nacional alcançou 13,845 milhões de toneladas, das quais 31% foram destinadas ao mercado internacional, enquanto o consumo interno registrou uma média de

45,27 kg por habitante, abrangendo diferentes formas de processamento (ABPA, 2021).

De acordo com o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2020), a carne de frango foi a proteína animal mais consumida globalmente em 2020, totalizando mais de 98 milhões de toneladas, superando a carne suína (segunda colocada) e a bovina (terceira colocada). Esse predomínio é atribuído, em grande parte, ao custo mais acessível em comparação com outras proteínas disponíveis no mercado internacional. As exportações de carne de frango em relação às carnes bovina e suína entre 1997 e 2015, confirmam que o frango lidera as exportações desde os anos 1990, evidenciando a competitividade do setor avícola tanto no mercado interno quanto externo (Aranda et al., 2017). Esses dados reforçam a relevância da cadeia avícola para a economia Brasileira e mundial.

A carne de frango é um dos principais alimentos consumidos no Brasil, graças à alta qualidade nutricional e preço acessível. A eficiência produtiva e os elevados padrões sanitários do setor permitem que o Brasil mantenha liderança como maior exportador e segundo maior produtor mundial, atendendo a mais de 150 países (EMBRAPA, 2023).

Em 2021, estimativas indicaram que o preço médio do frango alcançaria R\$15,39 por quilo, considerando a taxa de câmbio de R\$5,50 por dólar. Esse aumento foi impulsionado pelos altos custos de insumos, como rações, e pela forte demanda nos mercados interno e externo. Além disso, surtos de influenza aviária em outros países produtores contribuíram para a volatilidade dos preços. Comparado aos valores projetados para 2021, que estimavam R\$7,27/kg para frango resfriado e R\$7,21/kg para frango congelado (USDA, 2021), os preços em 2025 refletem um aumento expressivo, sustentado pela robustez da produção avícola brasileira, projetada em 47,5 bilhões de libras para o ano.

2.2 Sistemas de criação de frango de corte

Os frangos de corte podem ser criados em diferentes sistemas que variam conforme a densidade populacional podendo ter acesso a áreas externas, como piquetes, e variações no tipo de alimentação fornecida às aves.

2.2.1 Criação de frangos de corte em Sistema Intensivo

O sistema intensivo é caracterizado pelo confinamento total das aves em galpões

durante todo o ciclo de produção (Morgan, 2011). Predominante na avicultura industrial, esse sistema permite um ciclo produtivo de aproximadamente 45 dias, consideravelmente mais curto que o do sistema semi-intensivo. No entanto, enfrenta desafios como a alta densidade de aves por metro quadrado, que pode exceder a capacidade dos galpões e resultar em perdas produtivas. Além disso, exige um controle sanitário rigoroso, devido ao maior risco de propagação de doenças e à rápida disseminação e contaminação.

2.2.2 Criação de frangos de corte em sistema extensivo

O sistema extensivo caracteriza-se pela criação de aves ficam nos piquetes durante o dia, geralmente em espaços abertos (Lazia, 2012). Nesse modelo, o ciclo produtivo é completo, com as galinhas responsáveis pela incubação dos ovos e pelo cuidado com os filhotes. Geralmente, a avicultura não é a atividade principal da propriedade, o que resulta em investimentos reduzidos em estruturas de proteção contra predadores, exposição ao sol ou chuvas (Takahashi et al., 2006).

A criação extensiva valoriza o bem-estar das aves ao proporcionar maior liberdade de movimento, porém esse modelo produtivo apresenta desafios. Embora sejam vistos como alternativas aos sistemas intensivos, que, apesar de eficientes em termos de sustentabilidade ambiental, são questionados por comprometerem o bem-estar animal (Leinonen et al., 2012). Nesse cenário, a integração de baixo impacto ambiental com elevado bem-estar animal em um único sistema de criação tem gerado crescente interesse, incentivando pesquisas voltadas para a otimização da sustentabilidade ambiental nos sistemas extensivos e para melhorias simultâneas nessas duas dimensões (Pelletier, 2017).

Na criação extensiva, as aves geralmente não recebem rações balanceadas, sendo alimentadas com fontes energéticas como milho, restos de culturas agrícolas e/ou sobras de alimentos domésticos. Esse tipo de manejo, combinado com o controle limitado da produção, pode elevar as taxas de mortalidade e prolongar o período até o abate, que ocorre próximo à maturidade sexual, por volta dos seis meses (Amaral, 2009).

No entanto, o abate em idades mais avançadas, combinado ao maior espaço para locomoção proporcionado por áreas amplas, resulta em aves com características distintas, valorizadas por carne de coloração mais escura e avermelhada, sabor metálico e textura única (Pellattiero et al., 2020).

Nesse contexto, a busca por estratégias que otimizem a alimentação e reduzam custos é fundamental para aumentar a eficiência produtiva. A pesquisa avícola tem

investigado ingredientes alternativos para substituir ingredientes tradicionais, como o farelo de soja na formulação de rações, com o objetivo de melhorar a produtividade e reduzir custos. Estudos indicam que subprodutos, como o resíduo de cervejaria, podem substituir o farelo de soja com eficiência semelhante, especialmente quando as rações são formuladas para atender às exigências nutricionais das aves, promovendo redução de custos sem prejudicar o desempenho zootécnico (Silva; Ferreira, 2017).

A criação de aves representa uma alternativa viável para pequenos produtores rurais, demandando baixo investimento, pouca mão de obra e oferecendo rendimentos que podem chegar a cerca de 50% (Carmo, 2012). Devido ao caráter alternativo desse sistema, há restrições impostas por órgãos sanitários para garantir a segurança do produto comercializado, evitando riscos ao consumidor, como os associados a doenças como a influenza aviária.

Atualmente, empresas brasileiras já implementam sistemas organizados de criação de aves caipiras, seguindo todos os padrões sanitários por meio de modelos práticos e acessíveis, que permitem a pequenos produtores (Baracho, et al., 2010).

2.2.3 Criação de frango de corte em Sistema semi-intensivo

A criação de frangos em sistemas alternativos, como o semi-intensivo, é uma prática promissora. Entre suas vantagens, destacam-se o manejo simplificado e a baixa dependência de tecnologias avançadas. O Sistema semi-intensivo é recomendado para produtores que buscam criar aves saudáveis, que são melhores do que os extensivos, e atenção ao espaço necessário para desenvolvimento e bem-estar (Zechinatto, 2022). Nesse modelo, as aves têm acesso a áreas de pastagem e espaços abertos para locomoção, mas essas áreas são delimitadas, permitindo controle completo dos aspectos nutricionais e sanitários. Contudo, esse sistema exige maiores investimentos financeiros, devido aos custos com vacinas, rações balanceadas, piquetes, poleiros e outras instalações. A produção semi-intensiva combina características da criação em galpões com a criação ao ar livre, utilizando piquetes para otimizar o uso do espaço e reduzir a redução de ração vem caindo, pois tem acesso a pastagem, uma vez que as aves podem complementar alimentação com o pasto disponível.

A integração entre controle e liberdade faz do Sistema semi-intensivo uma alternativa que favorece o bem-estar animal, permitindo que as aves expressem

comportamentos naturais ao acessarem áreas de pastejo, o que também melhora a qualidade do produto (Blokhuys et al., 2000). Nesse contexto, o estudo do comportamento animal torna-se essencial para a produção, pois o desenvolvimento de técnicas de manejo, alimentação e infraestrutura busca aprimorar a criação, considerando as necessidades comportamentais das aves (Takahashi et al., 2006; Pereira et al., 2006; Alves et al., 2007). Assim, o Sistema semi-intensivo destaca-se por equilibrar eficiência produtiva com práticas que promovem o bem-estar animal.

Dessa forma, o Sistema semi-intensivo não apenas aprimora a eficiência produtiva, mas também valoriza a qualidade do produto e o bem-estar das aves, atendendo às expectativas de consumidores e produtores.

2.3 Frangos alternativos

Observa-se que o sistema convencional de criação tem enfrentado críticas devido ao impacto no bem-estar animal, seja pelo confinamento constante em gaiolas, pela ausência de contato com o ambiente externo ou pela limitação de movimentos naturais, o que pode tornar a vida das aves estressante e comprometer a qualidade dos produtos (Pereira et al., 2013).

As criações de frangos que diferenciam dos métodos industriais convencionais são classificadas como alternativas. Essas produções integram sistemas de criação com dietas geralmente livres de ingredientes de origem animal e promotores de crescimento (Sakomura, 2007). Esses sistemas priorizam o bem-estar animal, oferecendo maior liberdade às aves, reduzindo impactos ambientais e promovendo práticas sustentáveis (Leinonen et al., 2012). Enfoque tem estimulado pesquisas que buscam aprimorar a sustentabilidade ambiental dos sistemas extensivos, ao mesmo tempo em que promovem avanços no bem-estar animal (Pelletier, 2017).

Entre os tipos de aves alternativas, destacam-se os subgrupos colonial e orgânico, que reforçam a atenção ao bem-estar e resultam em produtos com características diferenciadas. Essas aves apresentam carne com menor teor de gordura, coloração amarelada, textura mais firme e tonalidade avermelhada, atendendo à crescente demanda por produtos de alta qualidade (Moreng; Avens, 1990; Paulino et al., 2019).

O frango caipira comercial é obtido por meio de cruzamentos entre galinhas de terreiro sem raça definida e aves selecionadas por produtividade. Conforme Albino (2011), a comercialização de produtos caipiras, como aves vivas, abatidas ou ovos, tem como

diferencial a atratividade para consumidores que buscam produtos Considerados mais saudáveis, destacando-se como uma estratégia de marketing.

A produção de frango caipira caracteriza-se pelo abate mais tardio, realizado a partir dos 70 dias, conforme a norma NBR 16389:2025 (ABNT, 2025), ou aos 85 dias, conforme a normativa nº 73/2020/DIPOA/SDA/MAPA de 09/04/2020 (MAPA, 2020). Nesse sistema, são utilizadas linhagens de crescimento lento com alimentação exclusivamente vegetal, e sem aditivos melhoradores de desempenho. Essa abordagem resulta em produtos mais naturais, valorizados pelos consumidores por não conterem aditivos químicos, o que agrega benefícios e aumenta demanda (SEBRAE, 2014). Essas características do sistema influenciam diretamente a qualidade da carne, conferindo propriedades distintas como uma textura e sabor mais característico.

A densidade populacional de frangos alternativos refere-se ao número de aves por metro quadrado, podendo alcançar até 35 kg de carne por m² ao final do ciclo produtivo (Tinoco, 2001). Esse fator de manejo está relacionado à otimização das instalações e do processo de produção (Gopinger et al., 2015) e impacta diretamente o desempenho das aves, uma vez que densidades elevadas dificultam o controle ambiental nos galpões (Gopinger et al., 2013).

Atualmente, o uso de altas densidades em aviários é alvo de debates, pois estudos indicam que podem comprometer o desenvolvimento das aves. Nos sistemas industriais, a alta densidade dificulta a manutenção de condições ambientais adequadas, afetando o conforto das aves e aumentando a incidência de lesões cutâneas (Falavenna, 2004). Já os sistemas alternativos, como os de frangos caipiras e orgânicos, adotam densidades reduzidas nos galpões, garantindo mais espaço e diminuindo o estresse, o que favorece o bem-estar animal.

Práticas de manejo bem executadas permitem que as aves desenvolvam plenamente seus sistemas vitais, expressando potencial genético, o que resulta em melhor conversão alimentar, maior ganho de peso diário e maior rendimento de carcaça. Por outro lado, falhas no manejo podem comprometer o desempenho, levando a desuniformidade e maior suscetibilidade a doenças (Bertolini et al., 2018).

2.4 Linhagens

A genética exerce um papel crucial na avicultura, influenciando características como taxa de crescimento, resistência a enfermidades e eficiência na conversão alimentar.

A escolha do genótipo afeta diretamente a viabilidade econômica, uma vez que diferentes linhagens apresentam variações no consumo de ração, idade de abate, conversão alimentar, rendimento de carcaça e cortes nobres, destacando a relevância da seleção genética para maximizar a produção (Santos et al., 2005).

O desempenho dos frangos de corte está relacionado a fatores como potencial genético, idade de abate, sexo, manejo, nutrição e condições sanitárias. Além disso, variáveis externas, como o ambiente de criação e o bem-estar animal também impactam a produtividade e a rentabilidade do sistema (Hellmeister et al., 2003). A seleção da linhagem depende do objetivo produtivo, sendo as Linhagens classificadas conforme a velocidade de crescimento em rápidas ou lentas.

As Linhagens de crescimento rápido são comumente empregadas em sistemas intensivos de produção. Essas aves, altamente produtivas, atingem em média 2,5 kg aos 42 dias (Fabri; Chacón, 2018). Os frangos de crescimento rápido apresentam maior ganho de peso em comparação com linhagens de crescimento lento, que, por sua vez, se destacam por maior atividade, resistência a doenças infecciosas e menor propensão a distúrbios metabólicos (Santos et al., 2018)

Estima-se que mais de 300 linhagens de galinhas domésticas já foram desenvolvidas, mas poucas alcançaram relevância comercial no Brasil. Entre as principais linhagens de frangos de corte, a Ross® é reconhecida por sua excelente conversão alimentar e rendimento de carcaça, especialmente em peito e coxas. A Cobb® destaca-se pelo peso médio elevado, boa conversão alimentar e desenvolvimento muscular peito, mas com menor desempenho em coxas. Já a Hubbard® apresenta bons resultados em conversão alimentar e peso médio, com ênfase no desenvolvimento muscular das coxas. Um fator decisivo na escolha da linhagem é a velocidade de empenhamento, sendo que linhagens com empenamento mais precoce, como a Cobb®, tendem a apresentar menores perdas por anomalias na pele, enquanto a Ross® é considerada mais lenta nesse aspecto (API, 2017).

Na criação de frangos caipiras, a genética é fundamental, influenciando as características produtivas e a adaptação ao sistema semi-intensivo. Segundo Zanusso e Dionello (2003), linhagens como Paraíso Pedrês, Label Rouge, Isa Label e Caipirão da ESALQ passaram por programas de melhoramento genético para consolidar atributos produtivos desejáveis e minimizar características indesejadas, resultando em aves de crescimento lento e maior rusticidade, ideais para sistemas alternativos (Dourado et al., 2009). Essas linhagens consomem mais ração e apresentam menor eficiência alimentar em comparação com frangos industriais, mas oferecem características organolépticas distintas,

como menor teor de gordura, coloração mais intensa e textura mais firme da carne (Takahashi et al., 2006; Ferreira, 2013), evidenciando o papel da seleção genética na qualidade e sustentabilidade da produção caipira.

O sistema caipira, mais rudimentar que o industrial, caracteriza-se por crescimento mais lento e abate tardio. Além disso, a carne apresenta diferenças físico-químicas, como textura, cor, sabor e pH, relacionadas à maturidade sexual, ao potencial de crescimento e ao desenvolvimento muscular das aves (Lazia, 2012; Oliveira et al., 2015).

Para organizar a cadeia produtiva de frangos de sistemas alternativos, foram estabelecidas regulamentações específicas. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), por meio do Ofício Circular DOI/DIPOA nº 007/99, definiu normas para a criação de frangos caipiras. Além disso, a ABNT NBR 16389:2015 estabelece denominações como "Frango Caipira", "Frango Colonial", "Frango Tipo ou Estilo Caipira" ou "Tipo ou Estilo Colonial" para criações que seguem as normas do MAPA, incluindo alimentação exclusivamente vegetal, com proteína de origem vegetal e sem uso de promotores de crescimento.

A avicultura brasileira conta com um sistema avançado que impulsiona o crescimento econômico e atende a diversos mercados, aumentando a preocupação com aspectos sanitários, qualidade e rendimento. A necessidade de abater frangos maiores em menos tempo destaca a importância de avanços tecnológicos em melhoramento genético (Martins et al., 2012).

Progressos na nutrição, conforme Santini (2006), têm contribuído para o avanço da genética avícola. Novas formulações reduzem o tempo de crescimento e melhoram o desempenho das aves. A proibição de antibióticos na União Europeia incentivou a pesquisa de alternativas, como enzimas e probióticos, na indústria de nutrição animal.

A criação de linhagens de crescimento lento, como caipiras, é um segmento promissor na avicultura alternativa, visando produtos com sabor mais pronunciado, textura firme e características diferenciadas. Essas aves são criadas até a maturidade sexual, sem melhoramento genético intensivo (Bastianelli, 2001). Contudo, linhagens leves enfrentam dificuldades para competir com linhagens pesadas, devido à demanda por cortes processados com alto rendimento de carcaça (Madeira et al., 2010).

As linhagens de crescimento rápido resultam de décadas de seleção genética, priorizando aves com maior desenvolvimento de carcaça e ganho de peso em curto prazo, gerando maior retorno econômico (Santos et al., 2005). A avicultura apresenta ciclos produtivos curtos em comparação com outras espécies, permitindo avanços genéticos

rápidos.

O aumento da produção avícola decorre do uso intensivo de tecnologias em nutrição, imunologia, manejo e melhoramento genético (Bassi; Silva, 2017). Esse crescimento à população pode estar associado a mudanças tecnológicas, organizacionais e hábitos alimentares dos consumidores (Vasconcelos et al., 2021).

A indústria avícola busca máximo desempenho com menor conversão alimentar, boa saúde intestinal e carcaças de alta qualidade no menor tempo possível, mantendo a sanidade do lote. Assim, ciência e tecnologia são fundamentais para inovações em nutrição, manejo, sanidade e genética, promovendo produção sustentável (Demattê Filho; Marques, 2011).

Na avicultura alternativa, linhagens de crescimento lento, conhecidas como “caipiras melhoradas”, são utilizadas. Embora apresentem menor potencial de crescimento e desempenho zootécnico, criação é justificada por atributos valorizados pelo mercado, como textura e coloração acentuada da carne (Santos et al., 2005). Esses atributos são influenciados por características genéticas selecionadas para atender demandas específicas. Pesquisas sobre curvas de crescimento de linhagens como Label Rouge, Master Griss, Paraíso Vermelho, Carijó e Gigante Negro são limitadas, especialmente para galinhas caipiras melhoradas destinadas à produção de carne (Rovadoscki, 2012; Moraes, et al, 2015).

2.5 O novo consumidor

A crescente preocupação com o bem-estar dos frangos de corte tem se intensificado, impulsionada pelas exigências dos países importadores de carne. Os principais mercados consumidores de proteína animal estabelecem regulamentações específicas que priorizam práticas voltadas ao bem-estar, acompanhadas por uma forte preferência dos consumidores por produtos desenvolvidos com base em princípios éticos e com garantia de qualidade desde a origem, abrangendo todas as etapas da cadeia produtiva. As grandes redes varejistas e de restaurantes na União Europeia têm defendido o bem-estar animal em negociações de importação, o que leva os exportadores a se adaptarem aos padrões internacionais para manterem a competitividade (Federici, 2012).

A cadeia produtiva de frangos de corte no Brasil apresenta vantagens competitivas, como ciclos produtivos rápidos, uma estrutura organizacional verticalizada e o baixo custo da proteína, atraindo consumidores de diferentes classes sociais (Reck; Schultz, 2016).

Essa cadeia é marcada pela adoção de sistemas modernos de planejamento, gestão, coordenação e técnicas gerenciais, além da incorporação de tecnologias que impulsionam o crescimento contínuo da produção (Gordin; Oliveira, 2003; Reck; Schultz, 2016; Espíndola, 2012).

A avicultura brasileira destaca-se por avanços em genética, nutrição, manejo e sanidade animal. Fatores como clima favorável, vasta extensão territorial, disponibilidade de mão de obra, produção de grãos, tecnologia e logística fortalecem o setor. A atividade gera empregos diretos e indiretos, contribuindo com cerca de 1,5% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional (ABPA, 2015). Em 2021, o consumo *per capita* de carne de frango atingiu 45,27 kg, sendo uma das proteínas mais consumidas devido ao seu preço acessível, versatilidade no preparo e disponibilidade constante no mercado (ABPA, 2021).

A maior capacidade de retenção de água e a menor perda de peso durante o cozimento em frangos caipiras podem ser explicadas pela idade avançada no momento do abate, já que essas aves, criadas em sistemas alternativos, não passam por modificações genéticas intensivas para ganho de peso. Assim, demandam mais tempo para atingir o peso ideal de abate e apresentam maior atividade física, o que contribui para a maior retenção de água nos músculos (Souza; Faria; Bressan, 2012; Mello, 2016).

Esse produto diferencia-se pelo sabor marcante, típico de aves adultas próximas à maturidade sexual e criadas sem melhoramento genético intensivo (frangos de crescimento lento ou “tipo caipira”) ou com maior liberdade de movimento, como em sistemas extensivos ou de semi-intensivo. (Bastianelli, 2001).

Frangos de crescimento lento possuem maior proporção de fibras vermelhas em relação às fibras brancas nas coxas, característica comum em sistemas orgânicos (Castellini et al., 2002). Independentemente do sistema de criação, essas aves apresentam atributos distintos dos frangos de crescimento rápido, sem influência do sexo sobre essas características (Fanatico et al., 2005).

Conforme as cadeias curtas de comercialização, que se diferenciam dos sistemas agroalimentares tradicionais, baseiam-se em princípios éticos e morais, como justiça social, solidariedade, sustentabilidade ambiental e processos produtivos sustentáveis (Amaral et al., 2020). A expansão contínua dessas cadeias evidencia que os sistemas agroalimentares convencionais já não atendem plenamente às expectativas dos consumidores, que buscam produtos ecologicamente corretos, sustentáveis e alinhados aos saberes e tradições locais.

2.6 Nutrição e Alimentação

A Nutrição é o principal fator que influencia a rentabilidade na avicultura, representando cerca de 70% dos custos totais de produção. Entre os componentes das rações, as Proteínas são um dos ingredientes mais caros (Cancherini et al., 2005; Tavernari et al., 2014). A maior parte das proteínas no organismo das aves está concentrada nos tecidos musculares, sendo diretamente afetada pela quantidade e pelo equilíbrio de aminoácidos nas dietas (Maruno, 2013).

Os aminoácidos, no entanto, não são armazenados diretamente, mas incorporados na formação de proteínas, sem uma proteína específica para reservá-los para uso futuro. Assim, devem ser fornecidos pela dieta, pela degradação normal de proteínas ou por síntese via "turnover". A deposição de proteínas no organismo é influenciada por fatores como genética, sexo, idade, função fisiológica e imunológica das aves (Silva, 2012).

Ao longo do tempo, a nutrição tem evoluído para atender às exigências nutricionais de cada fase do desenvolvimento das aves, ao mesmo tempo em que busca reduzir a emissão de nutrientes no meio ambiente. As proteínas são essenciais na alimentação de frangos de corte, contribuindo para o aumento de carne na carcaça. Essas macromoléculas, indispensáveis para a manutenção, reprodução e produção, são tradicionalmente quantificadas como proteína bruta (PB) nas formulações de rações. Contudo, esse conceito está sendo substituído devido às pressões por uma produção mais sustentável, que visa reduzir custos sem comprometer a eficiência (Bittencourt et al., 2021).

2.6.1 Energia

As dietas para frangos de corte incluem ingredientes altamente digestíveis, como milho e farelo de soja, ricos em energia e proteínas (Ladeira, 2016). A energia é definida como o calor gerado pela oxidação de moléculas orgânicas, utilizado nos processos metabólicos das aves (Sakomura; Rostagno, 2016). Essa energia é dividida entre as necessidades de manutenção e as demandas para produção, sendo priorizada para a manutenção antes de ser alocada para o crescimento.

2.6.2 Proteínas

As Proteínas são compostas por sequências de aminoácidos, sendo conhecidos cerca de 22 conformações, dos quais 10 são essenciais (Arginina, Fenilalanina, Histidina, Isoleucina, Leucina, Lisina, Metionina, Treonina, Triptofano e Valina). Esses aminoácidos essenciais devem ser fornecidos pela dieta, pois as aves não os sintetizam ou sintetizam em quantidade inferiores à exigência mínima, e sua deficiência pode comprometer o desenvolvimento (Bellaver, 2016; Ceccantini; Yuri, 2008).

Anteriormente, as rações eram baseadas no conceito de proteína bruta, o que resultava em dietas com excesso de aminoácidos. Com o avanço tecnológico e a introdução de aminoácidos sintéticos, tornou-se possível formular dietas com níveis reduzidos de proteína bruta, ajustadas às necessidades das aves, e minimizando o desperdício de nutrientes excretados (Araújo et al., 2001).

2.6.3 Arginina

A Arginina é um aminoácido essencial para aves, especialmente na fase inicial, devido à incapacidade de sintetizá-lo, tornando as aves dependentes de sua inclusão na dieta. As aves apresentam a maior exigência de Arginina (Ball et al., 2007), devido à alta taxa de deposição proteica, ao rápido crescimento das linhagens modernas e ao antagonismo com a Lisina. O Triptofano, outro aminoácido essencial, apresenta exigências inconsistentes para aves comerciais, sendo necessário determinar valores mais precisos para esclarecer a função no organismo (Moreira; Pozza, 2014).

2.6.4 Fenilalanina

A Fenilalanina, pertencente ao grupo dos aminoácidos aromáticos, junto com a Tirosina e o Triptofano e tem a exigência influenciada pelos níveis de Tirosina na dieta, já que a Fenilalanina é precursora da Tirosina, que, por sua vez, contribui para a síntese de hormônios como triiodotironina, tiroxina, epinefrina e norepinefrina (Borlogan, 1992; Khan; Abidi, 2007; Kim et al., 2012).

2.6.5 Tirosina

A Tirosina torna-se essencial quando existe déficit em Fenilalanina, a variabilidade nas recomendações de Fenilalanina destaca a necessidade de mais estudos para determinar as exigências (Nascimento et al., 2020).

2.6.6 Lisina

A Lisina, um aminoácido essencial, é o segundo limitante para aves em dietas à base de milho e farelo de soja, desempenhando papel central no desenvolvimento das aves, especialmente na síntese de proteínas musculares que sustentam o crescimento e a formação de tecidos (Costa et al., 2001; Lana et al., 2005). A suplementação de Lisina melhora a eficiência alimentar, aumenta o ganho de peso, o peso da carcaça e dos cortes nobres, contribuindo para a qualidade do produto (Lana et al., 2005a).

Além disso, a Lisina é essencial para a formação de colágeno, elastina, histonas, carnitina e enzimas digestivas. A deficiência de lisina compromete o desenvolvimento muscular, o desempenho, as características de carcaça e a composição corporal, sendo considerada o aminoácido de referência no conceito de proteína ideal, com as exigências dos demais aminoácidos definidos em proporção a ela (Oliveira et al., 2013). A genética das aves também influencia as exigências de Lisina, especialmente em linhagens coloniais, embora o sistema de produção tenha menor impacto (Takahashi et al., 2006; Dourado et al., 2009; Madeira et al., 2010).

2.6.7 Metionina

A desnutrição proteica impacta a concentração de aminoácidos no organismo (Li et al., 2007). A Metionina é o primeiro aminoácido limitante em dietas de aves baseadas em fontes vegetais como milho e farelo de soja e é essencial para o crescimento das penas e a síntese proteica. Esses ingredientes, amplamente usados em rações, não atendem completamente às necessidades de aminoácidos, tornando necessária a suplementação de Metionina sintética para otimizar o desenvolvimento para manutenção e principalmente produção (Bunchasak, 2009; Wen et al., 2014).

A Metionina, um aminoácido sulfurado essencial, junto com a cistina, participa da síntese de proteínas e outras funções fisiológicas, incluindo a codificação genética como

componente inicial do RNA mensageiro (Kimball; Jefferson, 2004; Flora et al., 2017). A suplementação também protege as células intestinais contra danos oxidativos causados por radicais livres, como em infecções por *Eimeria* spp., por meio da modulação do sistema antioxidante (Khatlab et al., 2019).

A formulação de rações deve considerar as exigências de Metionina para maximizar a deposição muscular e a conversão alimentar (Santos, 2019). Esse aminoácido é crucial para a síntese proteica, o metabolismo energético, o crescimento, a produção de penas e o funcionamento do sistema imunológico (Jankowski et al., 2014; Carvalho, 2017; Izadi; Shahir; Torshizi, 2024). A biodisponibilidade e eficiência nutricional das fontes de Metionina variam, influenciando a escolha conforme as necessidades das aves e as condições econômicas (Liu et al., 2004; Asasi et al., 2023).

Embora as linhagens de crescimento lento apresentem menor desempenho zootécnico, rendimento de carcaça e cortes nobres, além de maior custo e abate tardio em comparação com frangos convencionais, sua produção é justificada pelo maior valor de mercado, impulsionado pela demanda crescente, oferta limitada e consumidores dispostos a pagar mais por produtos com características organolépticas diferenciadas, tornando essa atividade uma fonte de renda viável, especialmente para a agricultura familiar (Guato et al., 2020).

Em um cenário de aumento nos preços de insumos como milho e farelo de soja, os produtores devem buscar estratégias para reduzir os custos de alimentação, como a utilização de alimentos regionais com valor nutricional adequado, que minimizem os custos de aquisição e transporte (Luccarelli; Santos, 2016). A alimentação representa cerca de 70 a 80% dos custos de produção, tornando essencial a busca por ingredientes alternativos que mantenham a qualidade e sejam acessíveis regionalmente (Ferreira et al., 2019).

O uso de subprodutos e a biodiversidade regional podem gerar benefícios produtivos, econômicos, sociais e ambientais (Cruz et al., 2016; Cruz; Rufino, 2017; Silva et al., 2023). A crescente demanda por alimentos saudáveis e naturais tem impulsionado pesquisas em nutrição animal, buscando substitutos para ingredientes sintéticos que mantenham ou aumentem a produtividade e a qualidade, reduzindo custos e aumentando a lucratividade (Garcia et al., 2009). Além disso, níveis moderados de fibras nas dietas favorecem o equilíbrio da microbiota intestinal e a absorção de nutrientes com efeitos semelhantes aos de probióticos comerciais (Goulart et al., 2016; Montagne et al., 2003).

2.7 Resíduo de Cervejaria

A produção brasileira de cevada está concentrada na região Sul do país devido às características climáticas exigidas dessa cultura, típica do período do inverno (Córdova, 2004).

O grão de cevada e seus subprodutos podem ser utilizados na alimentação animal *in natura*. A cevada traz as matérias-primas utilizadas para a produção da cerveja, sendo elas: água, malte, lúpulo e leveduras. Qualquer ingrediente diferente destes adicionados na cerveja são considerados adjuntos, a exemplo alguns cereais como trigo e milho, frutas, chocolates, cafês, castanhas, entre outros, podendo variar de acordo com as características desejadas na cerveja (Mult Consultoria, 2018).

A produção de cerveja envolve diversas etapas que resultam em parte sólida e a parte líquida do produto em preparação. A fração líquida é fermentada e então é transformada em cerveja, e a parte sólida é descartada, tornando-se um resíduo da indústria. (Martinez, 2021).

A alta competitividade dos cereais tradicionais, como milho e soja, devido à sua ampla utilização, torna necessária a busca por novas fontes de alimentos para os animais. Nesse contexto, destacam-se as oportunidades de utilizar e aproveitar os resíduos industriais, como o resíduo seco de cervejaria (Salman, 2012).

2.7.1 Relevância do resíduo de cervejaria

A indústria cervejeira mundial gera milhões de toneladas de resíduos de cervejaria (Brewer's Spent Grain – BSG) por ano, representando cerca de 85% de todos os resíduos sólidos produzidos no processo (Lynch et al., 2016). Para cada 100 litros de cerveja produzida, estima-se a geração de 20 kg desse resíduo úmido, rico em fibras e proteínas (Aliyu; Bala, 2011).

Quando descartado de forma inadequada, o Resíduo de cervejaria (RC) pode causar poluição ambiental, devido à alta porcentagem orgânica e rápida degradação microbológica (Robertson et al., 2010). Nesse sentido, o reaproveitamento na alimentação animal atende à lógica da economia circular, transformando um passivo ambiental em insumo produtivo. Para frangos de crescimento lento, a abundância e o baixo custo do RC

representam uma oportunidade estratégica de reduzir os custos de produção sem comprometer o desempenho zootécnico.

2.7.2 Comparação com outros subprodutos agroindustriais

Assim como outros subprodutos agrícolas — DDG (grãos secos de destilaria), polpa cítrica ou casca de soja — o RC surge como alternativa para substituir parcialmente milho e farelo de soja. Em comparação com esses ingredientes, o RC apresenta teores de proteína bruta entre 20 – 30%, valor semelhante ao do DDG, mas com maior fração de fibras não amiláceas (Silva; Ferreira, 2017).

A grande vantagem está no baixo custo e alta disponibilidade, principalmente em regiões próximas a polos cervejeiros. Além disso, ao contrário de alguns resíduos agroindustriais que dependem de sazonalidade (como a polpa cítrica), o RC é gerado continuamente ao longo do ano, garantindo oferta estável. Para frangos caipiras e de crescimento lento, criados em sistemas extensivos ou semi-intensivos, essa disponibilidade contribui para formulações regionais mais econômicas.

2.7.3 Aspectos nutricionais

O resíduo de cerveja na forma úmida possui de 25 a 30% de matéria seca. Para facilitar o armazenamento, transporte e devido a rápida degradação microbiológica (Robertson et al., 2010), e para a utilização deste produto, este necessita ser prensado ou seco para que seja removida parte da água, resultando no Resíduo seco de cervejaria (RSC), considerado o método de conservação mais eficiente (Aliyu; Bala, 2011).

Quando seco, pode chegar a 90% de matéria seca (Albrecht, 2019), porém podem ser observadas grandes variações na composição química e nutricional, devido a vários fatores, como a variedade dos cereais, solos, época de colheita, processos distintos de fabricações entre as fábricas e se houve adição de adjuvantes durante a fabricação de cerveja (Lynch et al., 2016).

O RC apresenta composição bromatológica variável, influenciada por tipo de cereal, processos industriais e adição de adjuntos na cervejaria. Em média, contém 25 – 30% de proteína bruta, 14% de fibra bruta, 4% de extrato etéreo e 4–5% de minerais

(Scapinello et al., 2020). Além disso, é rico em aminoácidos como lisina, arginina e glutamina, importantes para o crescimento muscular das aves (Borlongan, 1992).

Por outro lado, o alto teor de fibras insolúveis limita a digestibilidade em aves de rápido crescimento. No entanto, frangos de crescimento lento possuem metabolismo mais o metabolismo dele não é tão rápido quantos os frangos comerciais o que favorece o aproveitamento do RC. Essa característica reforça o potencial do ingrediente em programas de produção alternativa e sustentável de carne de frango.

2.7.4 Uso resíduo de cervejaria em dietas de frangos de corte

O resíduo de cervejaria na dieta de animais de produção tem colaborado com os avanços nas áreas de exigências nutricionais, avaliação de alimentos e nos programas de alimentação que utilizam matérias primas regionais (Fernandes et al., 2012) mostrando-se uma excelente fonte de proteínas para rações de: bovinos, caprinos, suínos e peixes (Huige, 2006; Kaur; Saxena, 2004).

O RSC é um alimento energético e proteico e pode ser utilizado em substituição parcial ao milho e ao farelo de soja em dietas para frangos de corte (Swain et al., 2013). Em revisão de Abd El-Hack et al. (2019), avaliando a composição química do RSC, foram encontrados valores médios de 2198 kcal kg⁻¹ e 25,8% de energia metabolizável e proteína bruta, respectivamente, além de minerais, vitaminas e aminoácidos. Entretanto, a utilização na alimentação de frangos de corte é limitada devido ao alto teor de fibras e polissacarídeos não amiláceos (PNAs) presentes na composição (Odunukan et al., 2016), porém a utilização de enzimas carboidrases, como as xilanases, que apresentam atividade de degradação dos PNAs auxiliam na melhora da metabolizabilidade das dietas que contém esse ingrediente (Lima et al., 2020).

Neste cenário, o resíduo de cervejaria acaba sendo uma opção mais econômica para os produtores, visto que é comumente descartado. A reutilização não apenas reduz custos, mas também contribui para a preservação ambiental, minimizando o descarte inadequado de resíduos e promovendo a maximização dos recursos naturais (Cavalcante, 2018).

Os trabalhos apresentados (Tabela 1) indicam as características de desempenho zootécnico quando há inclusão do RCD em dietas de frangos de crescimento lento com níveis entre 3,5% à 15%.

Tabela 1. Desempenho de frangos de corte de crescimento lento recebendo diferentes

níveis de resíduo de cervejaria nas dietas.

Autores	Linhagem	Níveis	IA	PC	CR	CA	NI
Silva, 2022	Pescoço Pelado vermelho	0 -10%	84	3434	10,194	3,00	10%
Pitzschk, 2023	Pescoço Pelado vermelho	0 -10%	84	3597	9,189	2,59	15%
Silva; Ferreira, 2017	Label Rouge	0 – 5,25%	75	2934	7,14	2,74	3,5%
Malhado et al, 2021	Label Rouge	0 – 12%	90	2337	-	4,00	12%

IA: Idade de abate (dias); PC: Peso corporal (g); CR: Consumo de ração (g); CA: conversão alimentar (g/g); NI: Nível indicado de resíduo de cervejaria.

Frangos de corte de crescimento lento apresentam metabolismo mais desacelerado quando comparado com frangos de corte industrial, fato que pode auxiliar em melhor aproveitamento de dietas desafiadoras como as de alto teor em fibras, como apresentado nas dietas contendo o RSD.

Para aumentar o aproveitamento do RC em dietas avícolas, estudos mostram que a adição de enzimas como xilanase e β -glucanase melhoram a digestibilidade, reduz a viscosidade intestinal e aumenta a energia metabolizável das dietas (Bedford; Cowieson, 2012).

Em frangos de corte, o uso de xilanase em rações contendo RC resultou em melhor ganho de peso e conversão alimentar, além de favorecer o equilíbrio da microbiota intestinal (Choct et al., 2010). Isso mostra que, com manejo nutricional adequado, o RC pode substituir parte significativa do milho e farelo de soja sem comprometer o desempenho.

2.7.5 Sustentabilidade e Impacto Ambiental

Além da contribuição nutricional, o uso do RC em dietas animais representa um ganho ambiental. Atualmente, cerca de 70% do RC mundial já é direcionado para alimentação animal, mas ainda há grande volume descartado em aterros, gerando poluição e emissões de gases de efeito estufa (Bolwig et al., 2019).

Ao integrar esse subproduto em formulações de frangos de crescimento lento, o produtor não apenas reduz custos, mas também participa ativamente da cadeia da economia circular, dando destino a um resíduo abundante. Assim, a produção avícola se

torna mais sustentável, alinhada às exigências de consumidores que buscam alimentos com menor impacto ambiental.

3 CONCLUSÃO

O resíduo de cervejaria apresenta potencial de inclusão em dietas de frangos de corte de crescimento lento em níveis de até 15%, sem prejuízos significativos ao desempenho zootécnico. Sua utilização contribui para a redução dos custos de produção e para a valorização de um subproduto agroindustrial abundante, oferecendo uma alternativa nutricionalmente viável e ambientalmente sustentável aos produtores.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados discutidos neste trabalho demonstram que o resíduo de cervejaria pode ser incorporado em dietas de frangos de corte de crescimento lento em proporções entre 3,5% e 15%, mantendo índices satisfatórios de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar. Embora o elevado teor de fibras represente uma limitação, essa barreira pode ser minimizada pelo metabolismo mais lento dessas aves e pelo uso de aditivos como enzimas carboidrases.

Além dos benefícios produtivos e econômicos, a utilização desse subproduto contribui para a sustentabilidade ambiental, ao destinar de forma adequada um resíduo abundante da indústria cervejeira que, de outra forma, poderia ser descartado inadequadamente. Nesse contexto, o resíduo de cervejaria consolida-se como alternativa promissora à substituição parcial do milho e do farelo de soja, reduzindo custos de produção e atendendo à crescente demanda por práticas mais responsáveis na cadeia avícola.

Assim, recomenda-se a continuidade de estudos que avaliem: (I) diferentes formas de processamento e conservação do resíduo; (II) a associação com aditivos nutricionais; e (III) os impactos sobre a qualidade da carne, de modo a ampliar o uso seguro e eficiente desse ingrediente na avicultura alternativa.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal. *Produção e exportação da avicultura e da suinocultura devem registrar alta em 2024, projeta ABPA*. São Paulo: ABPA, 2024. Disponível em: <https://abpa-br.org/noticias/producao-e-exportacao-da-avicultura-e-da-suinocultura-devem-registrar-alta-em-2024-projeta-abpa/>. Acesso em: 14 ago. 2025.

ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal. *Relatório anual 2021*. São Paulo: ABPA, 2021. Disponível em: <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2023/01/abpa-relatorio-anual-2021.pdf>. Acesso em: 2 ago. 2025.

ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal. *Relatório anual 2021*. São Paulo: ABPA, 2023. Disponível em: <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2023/04/Relatorio-Anual-2023.pdf>. Acesso em: 07 de outubro de 2025.

ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal. *Relatório anual 2022*. São Paulo: ABPA, 2023. Disponível em: <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2023/01/abpa-relatorio-anual-2022.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2025.

ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal. *Relatório anual 2024*. São Paulo: ABPA, 2024. Disponível em: <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2024/04/Relatorio-Anual-2024.pdf>. Acesso em: 8 abr. 2025.

ALBINO, L. F. T., NERY, L. R., DE VARGAS JÚNIOR, J. G., & DA SILVA, J. H. V. *Criação de frango e galinha caipira: avicultura alternativa*. Viçosa: Aprenda Fácil, 2011.

ALIYU, S.; BALA, M. Brewer's spent grain: a review of its potentials and applications. *African Journal of Biotechnology*, 2011. Disponível em: <https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/92219>

ALVES, S. P.; SILVA, I. J. O.; PIEDADE, S. M. S. Avaliação do bem-estar de aves poedeiras comerciais: efeitos do sistema de criação e do ambiente bioclimático sobre o desempenho das aves e a qualidade de ovos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 36, n. 5, p. 1388-1394, 2007.

AMARAL, E. S. *Galinhas poedeiras: criação em semiconfinamento*. Brasília: Emater-DF, 2009.

AMARAL, L.; SANTOS, C.J., SOUZA, C. R., PENHA, T. A. M., ARAÚJO, J. P. O papel das cadeias curtas de comercialização na construção de um modelo de desenvolvimento rural sustentável no semiárido nordestino: o caso da Central de Comercialização da Agricultura Familiar do Rio Grande do Norte (CECAFES). *Sociedade e Ambiente no Semiárido: controvérsias e abordagens*, v. 55, p. 494-516, dez. 2020.

API, I., TAKAHASHI, S. E., MENDES, A. S., PAIXÃO, S. J., REFATI, R., RESTELATTO, R. Efeito da sexagem e linhagens sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte. *Ciência Animal Brasileira*, Goiânia, v. 18, p. 1-10, 2017.

ARANDA, M. A., GARCIA, R. G., DE FARIA DOMINGUES, C. H., SGAVIOLI, S. Panorama da avicultura: balanço do comércio brasileiro e internacional. *Revista Espacios*, Caracas, v. 38, n. 21, p. 1-8, 2017. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a17v38n21/17382125.html>

ARAÚJO, L. F., JUNQUEIRA, O. M., ARAÚJO, C. D. S., LAURENTIZ, A. D., ALMEIDA, J. G., & SERRANO, P. P. Proteína bruta e proteína ideal para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, Campinas, v. 3, n. 2, p. 1-7, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 16389:2015: Avicultura – Produção, abate, processamento e identificação do frango caipira, colonial ou capoeira*. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 16389:2025: Avicultura – Produção, abate, processamento e identificação do frango caipira, colonial ou capoeira*. Rio de Janeiro: ABNT, 2025.

BALL, R. O.; URSCHER, K. L.; PENCHARZ, P. B. Nutritional consequences of interspecies differences in arginine and lysine metabolism. *Journal of Nutrition*, Bethesda, v. 137, n. 6, p. 1626-1641, 2007.

BARACHO, M. S.; NÄÄS, I. A.; GIGLI, A. C. S. Impacto das variáveis ambientais em incubatório de estágio múltiplo de frangos de corte. *Revista de Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 563-577, 2010.

BASSI, N. S. S.; SILVA, C. L. Oportunidades e desafios em P&D na cadeia produtiva de frangos de corte. In: *Agropensa, Embrapa Suínos e Aves*. Concórdia: Embrapa, 2017.

BASTIANELLI, D. Produção de frangos diferenciados na França: mercado, aspectos organizacionais e regulamentares. In: *CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS*, 2001, Campinas. *Anais...* Campinas: FACTA, 2001. p. 235-254.

BEDFORD, M. R.; Cowieson, A. J. Exogenous enzymes and their effects on intestinal microbiology. *Animal Feed Science and Technology*, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.12.018>

BELLAVER, C. *Sistemas de produção de frangos de corte – Nutrição e alimentação*. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2016. Disponível em: https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao6_1galceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=5102&p_r_p_-996514994_topicoId=5540. Acesso em: 8 ago. 2025.

BERTOLINI, I. D. V.; BIACHI, I.; DE LIMA, M. F. Avaliação do desempenho zootécnico de frango de corte das linhagens Cobb e Ross. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Centro de Pesquisas Avícolas, Instituto Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

BITTENCOURT, T. M., VALENTIM, J. K., LIMA, H. J. D. A., GOBIRA, G. A., FERREIRA, A. L., RODRIGUES, R. F. M., ... & MATOS, N. E. Proteína na nutrição de não ruminantes. *Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde*, Anápolis, v. 25, n. 3, p. 268-274, 2021.

BLOKHUIS, H. J., EKKEL, E. D., KORTE, S. M., HOPSTER, H., VAN REENEN, C. G. Farm animal welfare research in interaction with society. *Veterinary Quarterly*, Bilthoven, v. 22, n. 4, p. 217-222, 2000.

BOLWIG, S.; MARK, M.; S.; HAPPEL, M.; K.; BREKKE, A. Beyond animal feed? The valorisation of brewers' spent grain. In: *From Waste to Value: Valorisation Pathways for Organic Waste Streams in Circular Bioeconomies*. [S.l.]: Routledge, 2019a. Disponível em: <https://doi.org/10.4324/9780429460289-6>.

BORLONGAN, I. G. Dietary requirement of milkfish (*Chanos chanos* Forsskal) juveniles for total aromatic amino acids. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 102, p. 309-317, 1992. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(92\)90184-M](https://doi.org/10.1016/0044-8486(92)90184-M).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Ofício circular DOI/DIPOA n. 007/99. Registro do produto “frango caipira ou frango colonial” ou “frango tipo ou estilo caipira” ou “tipo ou estilo colonial”*. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 19 maio de 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. *Ofício Circular nº 73/2020/DIPOA/SDA/MAPA de 04/09/2020. Frango “caipira, colonial ou capoeira”*. Brasília: MAPA, 2020

BUNCHASAK, C. Role of dietary methionine in poultry production. *Journal of Poultry Science*, Tsukuba, v. 46, n. 3, p. 169-179, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.2141/jpsa.46.169>.

CANCHERINI, L. C., JUNQUEIRA, O. M., OLIVEIRA, M. C. D., ANDREOTTI, M. D. O., & BARBOSA, M. J. B. Utilização de subprodutos de origem animal em dietas formuladas com base em proteína bruta e proteína ideal para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 535-540, 2005.

CARMO, H. M. O. *Análise envoltória de dados para avaliação da eficiência da avicultura familiar em Alagoas*. 2012. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Alagoas, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Maceió, 2012.

CARVALHO, G. B. *Níveis e fontes de metionina na nutrição de frangos de corte*. 2017. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia, Goiânia, 2017.

CARVALHO, J. M., SILVA SIMÕES, A. C., MEDEIROS, M. B. O., RODRIGUES, A. R. P. Utilização do bagaço de malte como alimentação animal: uma alternativa para o pequeno produtor. *Cadernos UNIFOA*, Rio de Janeiro, v. 16, n. 46, p. 1-7, ago. 2021.

CASTELLINI, C.; MUGNAI, C.; DAL BOSCO, A. Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. *Meat Science*, Amsterdam, v. 60, n. 3, p. 219-225, 2002.

CAVALCANTE, S. E. A. S. Potencial de utilização de subprodutos regionais da microrregião de Chapadinha na alimentação de ruminantes e produção de gases. *Nutritime Revista Eletrônica*, Pelotas, v. 15, n. 2, p. 8132-8141, 2018.

CECCANTINI, M. L.; YURI, D. Otimização da formulação de ração com base em aminoácidos digestíveis. In: *V CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM AVICULTURA PARA POSTURA COMERCIAL*, 2008, Jaboticabal. *Anais...* Jaboticabal: Funep, 2008. p. 31-40.

Choct, M., et al. Effects of xylanase supplementation on performance and gut health in broilers. *British Poultry Science*, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.07.008>

CÓRDOVA, H. D. A. (2004). Utilização de cevada em substituição ao milho em dietas para vacas holandesas de alta produção.

COSTA, F. G. P.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; GOMES, P. C.; TOLEDO, R. S. Níveis dietéticos de lisina para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 40 dias de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 20, n. 6, p. 1490-1497, 2001.

CRUZ, F. G. G.; RUFINO, J. P. F. *Formulação e fabricação de rações (aves, suínos e peixes)*. Manaus: EDUA, 2017.

CRUZ, F. G. G.; RUFINO, J. P. F.; MELO, R. D.; FEIJÓ, J. C.; DAMASCENO, J. L.; COSTA, A. P. G. C. Perfil socioeconômico da avicultura no estado do Amazonas, Brasil. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, Maringá, v. 9, n. 2, p. 371-391, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2016v9n2p371-391>.

DEMATTE FILHO, L. C.; MARQUES, P. E. M. Dinâmica tecnológica da cadeia industrial da avicultura alternativa: multifuncionalidade, desenvolvimento territorial e sustentabilidade. *Segurança Alimentar e Nutricional*, Campinas, v. 18, n. 2, p. 1-11, 2011.

DIAS JUNIOR, A. A.; VIEIRA, A. G.; FERREIRA, T. P. Processo de produção de cerveja. *Revista Processos Químicos*, São Paulo, v. 3, n. 6, p. 61-71, 2009.

DOURADO, L. R. B.; SAKOMURA, N. K.; NASCIMENTO, D. C. N., DORIGAM, J. C., MARCATO, S. M., FERNANDES, J. B. K. Crescimento e desempenho de linhagens de aves pescoço pelado criadas em sistema semiconfinado. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 33, n. 3, p. 875-881, 2009.

DUFOSSE, M. C. S.; LIMA, J. S.; BRANDÃO, S. M. R.; SAMPAIO, A. P. P. O.; DANTAS, V. V.; SILVA, E. V. C.; SILVA, J. B. Identificação dos pontos críticos de controle em um abatedouro de aves. *Tecnologia e Inovação em Ciências Agrárias e Biológicas*, [S.l.], v. 36, p. 1-3, 2023.

EMBRAPA. Qualidade da Carne: Carne de Aves. Disponível em: <https://www.embrapa.br/qualidade-da-carne/carne-de-aves>. Acesso em: 04 de outubro de 2025

EMBRAPA. *ICP Frango/Embrapa*. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/custos/icpfrango>. Acesso em: 14 ago. 2025.

EMBRAPA. *Qualidade da carne de aves*. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, [2021]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/qualidade-da-carne/carneaves>. Acesso em: 2 fev. 2025.

ESPÍNDOLA, C. J. Trajetórias do progresso técnico na cadeia produtiva de carne de frango do Brasil. *Revista Geosul*, Florianópolis, v. 27, n. 53, p. 89-113, 2012.

FALAVENNA, L.C.B. Lesões Cutâneas em Frangos de Corte. *Revista Sanidade Avícola*. Disponível em: URL <<http://www.avisite.com.br/cet/1/09/index.shtm>> Acesso em: 04 outubro. 2025.

FABRI, F.; CHÁCON, J. Fatores que influem na produtividade do frango de corte moderno. Florianópolis: CIDASC, 2018. Disponível em: <https://www.cidasc.sc.gov.br/blog/2018/03/17/fatores-que-influem-na-produtividade-do-frango-de-corte-moderno/>. Acesso em: 28 jul. 2025.

FANATICO, A. C., PILLAI, P. B., CAVITT, L. C., OWENS, C. M., & EMMERT, J. L. Evaluation of slower-growing broiler genotypes grown with and without outdoor access: growth performance and carcass yield. *Poultry Science*, Oxford, v. 84, n. 8, p. 1321-1327, 2005.

FEDERICI, J. F. *Bem-estar de frangos de corte no Brasil e na Bélgica: avaliação e impacto nas relações de comércio internacional*. 2012. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

FERNANDES, R. T. V., VASCONCELOS, N. V. B., FRANÇA LOPES, F., & DE ARRUDA, A. M. V. Aspectos gerais sobre alimentos alternativos na nutrição de aves. *Revista Verde*, Mossoró, v. 7, n. 5, p. 66-72, 2012.

FERREIRA, C. B. *Redução da proteína bruta da ração de frangos de corte tipo caipira*. 2013. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2013.

FERREIRA, T. S., LANA, S. R. V., LANA, G. R. Q., MADALENA, J. A., SILVA, L. C. L., & TORRES, E. C. Resíduo de acerola em dietas para codornas. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v. 71, n. 1, p. 259-266, 2019.

FLORA, R. P. D., DIONELLO, N. J. L., BENITEZ, L., GERMANO, J. M., GOTUZZO, A. G., & FREITAS, S. IGF-I and GHR gene expression in liver and breast muscle of meat quails supplemented with different levels of methionine in two successive generations.

Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, Belo Horizonte, v. 69, n. 1, p. 205-213, 2017.

GARCIA, D.; GOMES, D. E. A avicultura brasileira e os avanços nutricionais. *Revista Científica Unilago*, São José do Rio Preto, v. 1, n. 1, 2019.

GARCIA, E. A., BRITTO MOLINO, A., BERTO, D. A., PELÍCIA, K., OSERA, R. H., FAITARONE, A. B. G. Desempenho e qualidade de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com sementes moídas de urucum (*Bixa orellana* L.). *Veterinária e Zootecnia*, Botucatu, v. 16, n. 4, p. 689-697, 2009.

GOPINGER, E., CATALAN, A., & ROLL, V. Efeitos da densidade de alojamento sobre a produção de frangos de corte. *Revista Eletrônica Nutritime*, Pelotas, v. 10, n. 1, p. 2173-2179, 2013. Disponível em: http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos. Acesso em: 14 ago. 2025.

GOPINGER, E.; AVILA, V. S.; PERONDI, D.; CATALAN, A. A. S.; KRABBE, E. L.; ROLL, V. F. B. Performance, carcass characteristics and litter moisture in broilers housed at two densities. *Acta Scientiarum: Animal Sciences*, Maringá, v. 37, n. 1, p. 35-39, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1519-99402017000100015>.

GOULART, F. R.; ADORIAN, T. J.; MOMBACH, P. I.; SILVA, L. P. Importância da fibra alimentar na nutrição de animais não ruminantes. *Revista de Ciência e Inovação do IF Farroupilha*, São Borja, v. 1, n. 1, p. 141-154, 2016.

GUATO, C. A., GOMES, F. A., FREITAS, H. J., DE ARAÚJO SANTOS, F. G., ZANFANGNINI, L. G., DE OLIVEIRA SANDRA, I., & ÁVILA, R. L. Extrato de orégano (*Origanum vulgare*) em frangos de corte machos de linhagem caipira criados na Amazônia Ocidental. *South American Journal*, Rio Branco, v. 7, n. 1, p. 325-342, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/SAJEBTT/article/view/3216/2263>. Acesso em: 5 ago. 2025.

GUERREIRO, O., CACHUCHO, L., COSTA, C., PAULOS, K., SILVA, J. S., DENTINHO, M. T. P., & JERÓNIMO, E. Subprodutos agroindustriais mediterrânicos com potencial para a utilização na alimentação animal. *Vida Rural*, Lisboa, p. 68-74, 2021.

HELLMEISTER, F. P.; MENTEN, J. F. M.; SILVA, M. A. N. D.; COELHO, A. A. D.; SAVINO, V. J. M. Efeito de genótipo e do sistema de criação sobre o desempenho de frangos tipo caipira. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1883-1889, 2003.

HUIGE, N. J. Brewery by-products and effluents. In: *Handbook of Brewing*. 2. ed. [S.l.]: Taylor e Francis Group, 2006. p. 655-684.

IZADI, E.; SHAHIR, M. H.; TORSHIZI, M. A. K. Relative bioavailability of L-methionine and DL-methionine in growing broilers. *Poultry Science*, Oxford, v. 103, n. 2, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.104311>.

JANKOWSKI, J.; KUBIŃSKA, M.; ZDUŃCZYK, Z. Nutritional and immunomodulatory function of methionine in poultry diets: a review. *Annals of Animal Science*, Kraków, v. 14, n. 1, p. 17-31, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.2478/aoas-2013-0081>.

KAUR, V. I.; SAXENA, P. K. Incorporation of brewery waste in supplementary feed and its impact on growth in some carps. *Bioresource Technology*, Amsterdam, v. 91, n. 1, p. 101-104, 2004.

KHAN, M. A.; ABIDI, S. F. Total aromatic amino acid requirement of Indian major carp *Labeo rohita* (Hamilton) fry. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 267, n. 1-4, p. 111-118, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.02.025>.

KHATLAB, A.; DEL VESCO, A. P.; DE OLIVEIRA NETO, A. R.; FERNANDES, R. P. M., & GASPARINO, E. Dietary supplementation with free methionine or methionine dipeptide mitigates intestinal oxidative stress induced by *Eimeria* spp. challenge in broiler chickens. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, London, v. 10, n. 58, 17 p., 2019. Disponível em: <https://jasbsci.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40104-019-0353-6>. Acesso em: 13 ago. 2025.

KIM, S. S.; RAHIMNEJAD, S.; SONG, J. W.; LEE, K. J. Comparison of growth performance and whole-body amino acid composition in red seabream (*Pagrus major*) fed free acid dipeptide form of phenylalanine. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, Seoul, v. 25, n. 8, p. 1138-1144, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.5713/ajas.2012.12054>.

KIMBALL, S. R.; JEFFERSON, L. S. Amino acids as regulators of gene expression. *Nutrition & Metabolism*, London, v. 1, n. 3, p. 1-10, 2004.

LADEIRA, D. S. *Influência da suplementação de enzimas exógenas no valor nutricional do farelo de soja para frangos de corte*. 2016. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016.

LANA, S. R. V., OLIVEIRA, R. F. M. D., DONZELE, J. L., GOMES, P. C., VAZ, R. G. M. V., & REZENDE, W. D. O. Níveis de lisina digestível em rações para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, mantidos em ambiente de termoneutralidade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 1624-1632, 2005.

LAZIA, B. *Principais sistemas de criação de frango e galinha caipiras*. [S.l.]: Portal Agropecuário, 2012. Disponível em: <https://www.portalagropecuario.com.br/agricultura/floricultura/criacao-de-frango-e-galinha-caipira>. Acesso em: 30 jul. 2025.

LEINONEN, I., WILLIAMS, A. G., WISEMAN, J., GUY, J., & KYRIAZAKIS, I. Predicting the environmental impacts of chicken systems in the United Kingdom through a life cycle assessment: egg production systems. *Poultry Science*, Oxford, v. 91, n. 1, p. 26-40, 2012.

LI, P., Yin, Y. L., Li, D., Kim, S. W., & Wu, G. Amino acids and immune function. *British Journal of Nutrition*, Cambridge, v. 98, n. 2, p. 237-252, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S000711450769936X>.

LIMA, M. D., LOPES, I. M. G., SILVA, K. F. D., MIRANDA, H. A. F., ALMEIDA, A. C. D., & DUARTE, E. R. Use of additives in diets for piglets in nursing stage: a review. *Research, Society and Development*, [S.l.], v. 9, n. 12, p. 1-31, 2020.

LIU, Z., BATEMAN, A., BRYANT, M., ABEBE, A., & ROLAND, D. Estimation of bioavailability of DL-methionine hydroxy analogue relative to DL-methionine in layers with exponential and slope-ratio models. *Poultry Science*, Oxford, v. 83, n. 10, p. 1580-1586, 2004.

LUCCARELLI, R. S.; DOS SANTOS, G. Análise da viabilidade econômica da pecuária de corte na fase de cria, no município de Itapira-SP. *Revista IPecege*, Piracicaba, v. 2, n. 4, p. 73-82, 2016.

Lynch, K. M., Steffen, E. J., & Arendt, E. Brewers' spent grain: a review with an emphasis on food and health. *Journal of the Institute of Brewing*, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jib.363>

MADEIRA, L. A., SARTORI, J. R., ARAUJO, P. C., PIZZOLANTE, C. C., SALDANHA, É. S. P. B., & PEZZATO, A. C. Avaliação do desempenho e do rendimento de carcaça de quatro linhagens de frangos de corte em dois sistemas de criação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 39, n. 10, p. 2214-2221, 2010.

MALHADO, A. L. N., ALVES, J. R., LIMA, H. J. D. A., & ROSA, M. S. *Níveis de resíduo de cevada na dieta de frangos de corte Label Rouge*. 2021. Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), Cuiabá, MT, 2021.

MARADINI FILHO, A. M., JUNIOR, S. V. Aproveitamento de resíduos agroindustriais. In: ROBERTO, C. D.; TEIXEIRA, L. J. Q.; CARVALHO, R. V. de (org.). *Tópicos especiais em ciência e tecnologia de alimentos*. Vitória: EDUFES, 2020. v. 1, cap. 17.

MARTINS, J. M. S.; LITZ, F. H.; CASTILHANO, H.; CAMPOS, D. F. Melhoramento genético de frangos de corte. *Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia*, [S.l.], v. 6, p. 1369-1374, 2012.

MARUNO, M. K. *Avaliação da essencialidade da metionina e lisina em frangos de corte pelo turnover de isótopos estáveis de carbono*. 2013. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2013.

MELLO, J. L. M. *Caracterização física e química da carne de peito de aves de diferentes idades submetida à maturação*. 2016. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2016.

MENEGHETTI, C., DE QUEIROZ, L. S. B., JÚNIOR, A. A. P. G., BERTECHINI, A. G., LIMA, E. M. C., OLIVEIRA, H. B. *Nutrição de monogástricos*. Lavras: UFLA, 2012. 255 p.

MONTAGNE, L.; PLUSKE, J. R.; HAMPSON, D. J. A review of interactions between dietary fibre and the mucosa intestinal, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. *Animal Feed Science and Technology*, Amsterdam, v. 108, n. 1-4, p. 95-117, 2003. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(03\)00163-9](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(03)00163-9).

MORAIS, J., FERREIRA, P. B., JACOME, I. M. T. D., MELLO, R., BREDÁ, F. C., & RORATO, P. R. N. Curva de crescimento de diferentes linhagens de frango de corte caipira. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 45, n. 10, p. 1872-1878, 2015.

MOREIRA, I.; POZZA, P. C. Metabolismo protéico. In: SAKOMURA, N. K.; SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P.; FERNANDES, J. B. K.; HAUSCHILD, L. (org.). *Nutrição de não ruminantes*. Jaboticabal: FUNEP, 2014. p. 110-126, 2014.

MORENG, R. E.; AVENS, J. S. *Ciência e produção de aves*. São Paulo: Roca, 1990.

MORGAN, A. Sistema intensivo mantém as aves confinadas do nascimento ao abate. 2011. Disponível em: Acesso em: 14 de agosto 2025.

MULT CONSULTORIA. *Etapas da produção de cerveja*. [S.l.], 2018. Disponível em: <https://consultoriamult.com.br/blog/etapas-da-producao-de-cerveja/>. Acesso em: 14 ago. 2025.

NASCIMENTO, T. M. T., MANSANO, C. F., PERES, H., RODRIGUES, F. H., KHAN, K. U., ROMANELI, R. S., FERNANDES, J. B. Determinations of the optimum dietary essential amino acid profile for growing phase of Nile tilapia by deletion method. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 523, 2020.

ODUNUKAN, R. O., AKINYEMI, D. O., TANIMOLA, O. A., & BANKOLE, Y. O. Design, construction and performance analysis of brewery waste dryer. *Asian Journal of Basic and Applied Science*, [S.l.], v. 3, n. 2, p. 27-42, 2016.

OLIVEIRA, F. R., BOARI, C. A., PIRES, A. V., MOGNATO, J. C., CARVALHO, R. M. D. S., SANTOS, M. A., & MATTIOLI, C. C. Jejum alimentar e qualidade da carne de frango de corte tipo caipira. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, v. 16, n. 3, p. 667-677, 2015.

OLIVEIRA, G. B. Uma discussão sobre o conceito de desenvolvimento. *Revista da FAE*, Curitiba, v. 5, n. 2, 2002.

OLIVEIRA, H. G., CARRIJO, A. S., KIEFER, C., GARCIA, E. R. M., OLIVEIRA, J. A., SILVA, J. B., HORING, S. F. Lisina digestível em dietas de baixa proteína para frangos de corte tipo caipira de um aos 28 dias. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v. 65, n. 2, p. 497-504, 2013.

OLIVEIRA, M. D. *Inventário de emissão de amônia gerada pela avicultura de corte em instalações híbridas na Zona da Mata Mineira utilizando PMU*. 2021. Dissertação, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - Minas Gerais, 2021.

PAULINO, M. T. F., OLIVEIRA, E. M., OLIVEIRA GRIESER, D., TOLEDO, J. B. Criação de frangos de corte e acondicionamento térmico em suas instalações: revisão. *Pubvet*, [S.l.], v. 13, n. 3, p. 170, 2019. Disponível em: <http://www.pubvet.com.br/artigo/5731/criacao-de-frangos-de-corte-e-acondicionamento-termico-em-suas-instalacoes-revisao>.

PELLATTIERO, E., TASONIERO, G., CULLERE, M., GLEESON, E., BALDAN, G., CONTIERO, B., DALLE ZOTTE, A. Are meat quality traits and sensory attributes in favor of slow-growing chickens? *Animals*, Basel, v. 10, n. 1, p. 1-14, 2020.

PELLETIER, N. Life cycle assessment of Canadian egg products, with differentiation by hen housing system type. *Journal of Cleaner Production*, Oxford, v. 152, p. 167-180, 2017.

PEREIRA, D. F.; BATISTA, E. S.; SANCHES, F. T.; GABRIEL FILHO, L. R. A.; BUENO, L. G. F. Comportamento de poedeiras criadas em diferentes densidades e tamanhos de grupo em ambiente enriquecido. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 48, n. 6, p. 682-688, 2013.

PEREIRA, D. F.; CURTO, F. P. F.; NÄÄS, I. A. Diferenças nos comportamentos individuais quanto à preferência de uso de locais de matrizes pesadas em função do ambiente térmico. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, São Paulo, v. 43, n. 6, p. 775-782, 2006.

PITZSCHK, N. R. *Níveis de aminoácidos digestíveis em dietas de frangos de corte de crescimento lento sobre deposição de nutrientes e expressão gênica*. 2023. Dissertação, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2023.

RECK, A. B.; SCHULTZ, G. Aplicação da metodologia multicritério de apoio à decisão no relacionamento interorganizacional na cadeia da avicultura de corte. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, Brasília, v. 54, n. 4, p. 709-728, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1234-56781806-94790540407>. Acesso em: 6 ago. 2025.

ROBERTSON, J. A., I'ANSON, K. J., BROCKLEHURST, T. F., FAULDS, C. B., & WALDRON, K. W. Brewers' spent grain: composition and use in animal feeding. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2010. Disponível em: https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/jf1001099?casa_token=bwA-uI8P63gAAAAA%3AuzWABwRE_ZJErPAAVQVihFP8ytnWfc1vPCSi7GUagRXLR70KNlehej_axOODD900Dnf6VhJxyWVU2UYT

ROVADOSCKI, G. A. *Modelos de curvas de crescimento e regressão aleatória em linhagens nacionais de frango caipira*. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/D.11.2012.tde-14022013-172453>. Acesso em: 29 jul. 2025.

RUNHO, R. C., GOMES, P. C., ROSTAGNO, H. S., ALBINO, L. F. T., LOPES, P. S., POZZA, P. C. Exigência de fósforo disponível para frangos de corte machos e fêmeas de 1 a 21 dias de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 187-196, 2001.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. *Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos*. Jaboticabal: Funep, 2007.

SALMAN, A. K. D. *Aproveitamento de resíduos agroindustriais na alimentação de bovinos leiteiros em Porto Velho*. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2012.

SANCHES D. S.; KIEFER, C. Dietas alternativas para aves e suínos: uma breve revisão. *Revista Eletrônica Multidisciplinar de Investigação Científica*, [S.l.], v. 2, n. 1, 2023.

SANTANA, L.; OLIVEIRA, J. Agricultura 4.0 e o desenvolvimento de pesquisas de computação aplicada às ciências agrárias. *SBC Horizontes*, Porto Alegre, mar. 2021.

SANTINI, G. A. *Dinâmica tecnológica da cadeia de frango de corte no Brasil: análise dos segmentos de insumo e processamento*. 2006. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.

SANTOS, A. L., SAKOMURA, N. K., FREITAS, E. R., FORTES, C. M. L. S., CARRILHO, E. N. V. M., FERNANDES, J. B. K. Estudo do crescimento, desempenho, rendimento de carcaça e qualidade de carne de três linhagens de frango de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 1589-1598, 2005.

SANTOS, R. R. D. Saullo Diogo de ASSIS, S. D. LEANDRO, N. S. MACHADO, J. P. VERISSIMO, S. SOUSA, R. F. Desempenho de três diferentes linhagens de frangos de crescimento lento na fase inicial. In: *28º CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA*, 2018, Goiânia. *Anais...* Goiânia, 2018. Disponível em: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20203173286>. Acesso em: 20 de agosto de 2025.

SANTOS, S. C. L. D. Avaliação de fontes de metionina sintética desempenho e expressão de genes do metabolismo aminoácidos sulfurosos no tecido hepático de frangos. 2019. Tese, Universidade Federal da Paraíba, Areia – PB, 2019.

Scapinello, C., et al. Nutritional evaluation of brewers' spent grain in poultry. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 2020. SciELO

SCHEUERMANN, G. N.; LUDKE, J. V. Considerações para o uso de DDGS em frangos de corte. *Avicultura Industrial*, Grajau. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1148423/1/final10044.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2025.

SCOLARO, F. D. M.; SALMAN, A. K. D.; CRUZ, P. G. da; ALVEZ, G. T. Meta-análise das características físico-químicas do bagaço de malte e seu potencial para alimentação animal. In: *EMBRAPA RONDÔNIA – RESUMO EM ANAIS DE CONGRESSO*, 2019, Porto Velho. *Anais...* Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2019.

SEBRAE MERCADOS. *O mercado e a produção de galinha caipira no Brasil*. Sebrae Respostas, [S.l.], abr. 2014. Disponível em: <https://respostas.sebrae.com.br/mercado-e-producao-de-galinha-caipira-no-brasil/>. Acesso em: 14 ago. 2025.

SILVA GARCIAS, L. M.; LARSEN, S. F. O impacto na economia causado pela *Escherichia coli* na produção do frango de corte. *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária FAG*, Cascavel, v. 6, n. 2, p. 255-265, 2023.

SILVA, C. R. *Desempenho e deposição de nutrientes em frangos de corte alimentados com diferentes níveis dietéticos de lisina*. 2012. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

SILVA, I. J. O.; ABREU, P. G.; MAZZUCO, H. *Manual de boas práticas para o bem-estar em galinhas poedeiras criadas livres de gaiolas*. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2020.

MARTINEZ, E. A., SILVA, I. S., (2021). REAPROVEITAMENTO DO MALTE DE CEVADA USADO NA PRODUÇÃO DE CERVEJA COMO SUPLEMENTO PARA PRODUÇÃO DE HIDROMEL. *Anais dos Seminários de Iniciação Científica*, (25).

SILVA, J. N. *Resíduo de cervejaria na alimentação de frangos de corte de crescimento lento*. 2022. Dissertação, Universidade de Mato Grosso do Sul, 2022.

SILVA, T. R.; FERREIRA, A. S. Utilização do resíduo de cervejaria na alimentação de aves. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 2017.

SILVA, T. R.; FERREIRA, M. W. *Resíduo de cervejaria na alimentação de frangos*. 2017. Doi: <https://doi.org/10.22256/PUBVET.V11N12.1274-1279>.

SOUZA, X. S.; FARIA, P. B.; BRESSAN, M. C. Qualidade da carne de frangos caipiras abatidos em diferentes idades. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v. 64, n. 2, p. 479-487, 2012.

SWAIN, B. K.; NAIK, P. K.; CHAKURKAR, E. B.; SINGH, N. P. Effect of feeding brewers' dried grain on the performance of Japanese quail layers. *Indian Journal of Animal Nutrition*, Bareilly, v. 30, n. 2, p. 210-213, 2013.

TAKAHASHI, S. E., MENDES, A. A., SALDANHA, E. S. P. B., PIZZOLANTE, C. C., PELÍCIA, K., GARCIA, R. G., QUINTEIRO, R. R. Efeito do sistema de criação sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte tipo colonial. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v. 58, n. 4, p. 624-632, 2006.

TALAMINI, D. J. D.; SOUZA, J. C. P. V. B. Avanço tecnológico e sustentável das cadeias de frango de corte e de suínos. *Embrapa*, Concórdia, p. 157-162, 2021.

TAVERNARI, F. C.; BERNAL, L. E. P.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; VIEIRA, R. A. Relação metionina+cistina/lisina digestível para frangos de corte Cobb. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 61, n. 2, p. 193-201, 2014.

TINOCO, I. F. F. Avicultura industrial: novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, Campinas, v. 3, n. 1, p. 1-26, 2001. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-635X2001000100001>. Acesso em: 14 ago. 2025.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. *Foreign Agricultural Service*. [S.l.]: USDA, 2020. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery>. Acesso em: 8 ago. 2025.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. *Poultry and Products Annual – Brazil*. Brasília: USDA, 2021. Disponível em: https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Poultry%20and%20Products%20Annual_Brasilia_Brazil_09-01-2021.pdf. Acesso em: 14 ago. 2025.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. *USDA Data Strategy*. [S.l.]: USDA, 2019. Disponível em: <https://www.usda.gov/topics/data>. Acesso em: 8 ago. 2025.

VASCONCELOS, M. C., BASSI, N. S. S., SILVA, C. L. Caracterização das tecnologias e inovação na cadeia produtiva do frango de corte no Brasil. In: *VII SEMINÁRIO DE PESQUISA INTERDISCIPLINAR*, 2021, *Anais...* Unisul, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Irati, Paraná, 2021.

WEN, C., CHEN, X., CHEN, G. Y., WU, P., CHEN, Y. P., ZHOU, Y. M., & WANG, T. Methionine improves breast muscle growth and alters myogenic gene expression in broilers. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 92, n. 3, p. 1068-1073, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.2527/jas2013-6485>.

ZANUSSO, J. T.; DIONELLO, N. J. L. Produção avícola alternativa: análise dos fatores qualitativos da carne de frangos de corte tipo caipira. *Revista Brasileira de Agrociência*, Pelotas, v. 9, n. 3, p. 191-194, 2003.

ZECHINATTO, J. C. Criação de frango caipira. 2022. Disponível em: http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/acervo/agricultura/arquivos/criacao_de_frango_caipira.pdf. Acesso em: 20 de agosto de 2025.

GORDIN, M. H. D. O. (2003). Cadeia produtiva da carne de frango em Mato Grosso do Sul: instrumento para desenvolvimento local. Master's Thesis in Local Development, Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande.

SILVA, E. P. D. (2012). Modelos de crescimento e das respostas de frangas de postura submetidas a diferentes ingestões de aminoácidos sulfurados.

BORLONGAN, I. G., BENITEZ, L. V. (1992). Lipid and fatty acid composition of milkfish (*Chanos chanos* Forsskal) grown in freshwater and seawater. *Aquaculture*, 104(1-2), 79-89.

Asasi, R., Ahmadi, H., Torshizi, MAK, Torshizi, RV, & Shariatmadari, F. (2023). Avaliação da equivalência nutricional de DL-metionina e L-metionina em frangos de corte: um estudo meta-analítico. *Poultry Science*, 102 (12), 103143.

ALBRECHT. Soluções para secagem de resíduos de cervejaria Albrecht, 2019. Equipamentos Industriais LTDA Joinville – SC.