

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia



Tese

***Saccharomyces boulardii* e *Saccharomyces cerevisiae* na alimentação de
frangos de corte alojados em diferentes substratos de cama**

Renata Cedres Dias

Pelotas, 2022

Renata Cedres Dias

***Saccharomyces boulardii* e *Saccharomyces cerevisiae* na alimentação de frangos de corte alojados em diferentes substratos de cama**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Ciências, na Área de Concentração: Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. Victor Fernando Büttow Roll

Co-orientador: Prof. Dr. Fábio Pereira Leivas Leite

Co-orientadora: Dr^a. Aline Arassiana Piccini Roll

Pelotas, 2022

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

D541s Dias, Renata Cedres

Saccharomyces boulardii e *Saccharomyces cerevisiae*
na alimentação de frangos de corte alojados em diferentes
substratos de cama / Renata Cedres Dias ; Victor Fernando
Büttow Roll, orientador ; Fábio Pereira Leivas Leite, Dr^a.
Aline Arassiana Piccini Roll, coorientadores. — Pelotas,
2022.

73 f.

Tese (Doutorado) — Zootecnia, Faculdade de
Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas,
2022.

1. Avicultura. 2. Casca de arroz. 3. Leveduras. 4.
Maravalha. 5. Probióticos. I. Roll, Victor Fernando Büttow,
orient. II. Leite, Fábio Pereira Leivas, coorient. III. Roll, Dr^a.
Aline Arassiana Piccini, coorient. IV. Título.

CDD : 636.5

Elaborada por Ubirajara Buddin Cruz CRB: 10/901

Renata Cedres Dias

***Saccharomyces boulardii* e *Saccharomyces cerevisiae* na alimentação de frangos de corte alojados em diferentes substratos de cama**

Tese aprovada como requisito parcial, para obtenção do grau de Doutora em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 09/06/2022

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Victor Fernando Büttow Roll (Orientador)
Doutor em Produção Animal pela *Universidad de Zaragoza*

Prof. Dr. Eduardo Gonçalves Xavier
Ph.D. em *Animal Sciences* pela *University of Kentucky*

Prof. Dr. Antonio Sergio Varela Junior
Doutor em Ciências pela Universidade Federal do Rio Grande

Prof. Ph.D. Fernando Rutz
Ph.D. em *Animal Sciences* pela *University of Kentucky*

Dr. Renan Eugênio Araújo Piraine
Doutor em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas

Agradecimentos

Agradeço a Deus, São Francisco de Assis, aos anjos da guarda e espíritos de luz por me guiarem e me manterem firme nesta jornada.

À Universidade Federal de Pelotas, e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pela oportunidade de realização do Doutorado e pela formação profissional.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul – FAPERGS (Concessão de Apoio Financeiro ao Projeto de Pesquisa - Termo de Outorga 19/2551-0001985-8)

À IRGOVEL Indústria Riograndense de Óleos Vegetais Ltda., pelo fornecimento da casca de arroz utilizada como cama aviária.

Ao Sr. Raul Augusto Lopes Amaral e a Mig-PLUS Agroindustrial Ltda., pelo fornecimento do Núcleo vitamínico-mineral utilizado na formulação das dietas experimentais.

Ao Prof. Dr. Fábio Pereira Leivas Leite e seus orientados, por terem aberto as portas do Laboratório de Microbiologia, do Centro de Biotecnologia da Universidade Federal de Pelotas para que eu pudesse realizar este trabalho, em especial ao Dr. Renan Piraine por me ensinar sobre a produção de leveduras, e à Mayara Caetano Abreu pela amizade e companheirismo na produção de muitos litros de cultivo de probióticos.

Ao Prof. Dr. Antonio Sergio Varela Junior e ao Laboratório de Reprodução Animal Comparada do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Rio Grande, à Prof^a. Dr^a. Ana Paula Nunes e ao Laboratório de Preparação de Biologia Celular, Histologia e Anatomia ao Desenvolvimento, no Departamento de Morfologia, do Instituto de Biologia da Universidade Federal de Pelotas, por terem colaborado na execução das análises histológicas.

À minha co-orientadora Dr^a. Aline Arassiana Piccini Roll, por ter sido minha amiga, conselheira e pilar essencial durante todo o período deste trabalho.

À Camila Von Mühlen por ter sido meu braço direito durante todo o período experimental, agradeço pela amizade, ajuda e ensinamentos de vivência com a produção de frangos de corte.

Ao GEASPel (Grupo de Estudos de Aves e Suínos de Pelotas) por toda ajuda prestada durante o período do doutorado, em especial à Brenna Kelen de Freitas e Rafaela Nunes por terem participado ativamente de todas as etapas deste trabalho

Ao Prof. Dr. Victor Büttow Roll, pela orientação, apoio, ensinamentos, paciência e confiança durante a realização deste trabalho. Muito obrigada!

Aos meus pais, Renato Carlos Borges Dias (*in memoriam*) e Luci Cedres Dias, e à minha irmã, Rafaela Cedres Dias, pelo amor, apoio e incentivo em todos os momentos da minha vida. Impossível descrever neste texto a minha gratidão por tudo que fizeram e lutaram por mim, sendo meus melhores amigos. Vocês são os responsáveis pela minha formação pessoal e profissional. Amo vocês!

À minha avó, Gecy Borges Dias, que mesmo esquecida sei que me coloca nas suas orações, sempre na torcida por mim, também sendo responsável pela minha criação e formação pessoal.

Ao meu namorado, Mário Abreu Ely, por ter me ajudado sempre que possível, por ser meu amor, companheiro de vida, melhor amigo e apoiador. Te amo!

À Família Abreu Ely, que se tornaram parte da minha família, agradeço por terem sido meus amigos, me apoiarem e torcerem por mim.

À minha psicóloga, Carolina Rivero, por me ouvir, aconselhar, apoiar e fazer com que eu não desistisse desta etapa.

Aos familiares e amigos, onde cada um sabe da sua contribuição nesta conquista, agradeço pela compreensão, amizade e apoio. Obrigada por me manterem sempre forte e de cabeça erguida.

À banca avaliadora, que se dispuseram a participar e enriquecer este trabalho com suas sugestões.

Enfim, agradeço de coração a todos que direta ou indiretamente fizeram parte e torceram por mim nesta etapa da minha vida. Muito obrigada!

Resumo

DIAS, Renata Cedres. ***Saccharomyces boulardii* e *Saccharomyces cerevisiae* na alimentação de frangos de corte alojados em diferentes substratos de cama.** 2022. 73 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas - RS.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho, a produtividade de carcaça e a morfometria intestinal de frangos de corte suplementados com *Saccharomyces boulardii* e *Saccharomyces cerevisiae*, bem como as características de diferentes substratos de cama. Para isto, foram alojados 270 pintainhos de corte, com 1 dia de idade, da linhagem Cobb 500, num esquema fatorial 3x3 em um delineamento completamente casualizado, distribuídos em 45 boxes experimentais totalizando 9 tratamentos e 5 repetições cada. Foram avaliados o consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, características de carcaça e vísceras comestíveis além das características da cama aviária durante o período de 1 até 42 dias de idade dos frangos. Os resultados demonstraram que não houve interação significativa entre o tipo de cama aviária e a suplementação com levedura sobre o consumo de ração, conversão alimentar e ganho de peso. No entanto, o ganho de peso foi superior nos frangos alojados em cama de casca de arroz. A suplementação com leveduras, não melhorou o desempenho dos frangos. A *S. boulardii* piorou a conversão alimentar dos animais no período de 1 a 21 dias de idade. Por outro lado, a análise multivariada indicou menores pesos de carcaça eviscerada, cortes e vísceras comestíveis, para os animais suplementados com *S. boulardii* e alojados em cama de mistura maravalha e casca de arroz e também para os animais suplementados com *S. cerevisiae* e alojados em cama de maravalha. Não houve efeito do tipo de cama e da suplementação com leveduras na morfometria do íleo, exceto para a variável comprimento dos vilos que foi maior nas aves criadas sobre cama composta pela mistura 50% de substratos de maravalha e casca de arroz. A maravalha nova apresentou as características que melhor atendem as necessidades da produção de frangos de corte. Não houve um tamanho de efeito grande da suplementação com *S. boulardii* e *S. cerevisiae*, em comparação com o grupo não suplementado com leveduras sobre a contagem de bactérias na cama aviária ao longo do período de crescimento das aves. O teor de umidade e pH das camas não foram afetados pela suplementação com leveduras ou pelo tipo de substrato. A suplementação com leveduras e os tipos de substratos de cama não afetaram a frequência de lesões por pododermatites, exceto na incidência de lesões leves que foram maiores na casca de arroz e mistura 50% de casca de arroz e maravalha.

Palavras-chave: avicultura, casca de arroz, leveduras, maravalha, probióticos.

Abstract

DIAS, Renata Cedres. ***Saccharomyces boulardii* and *Saccharomyces cerevisiae* in the feeding of broilers housed in different litter substrates.** 2022. 73 f. Thesis (Doctor of Science) - Graduate Program of Animal Science, Department of Animal Science, Faculty of Agronomy Eliseu Maciel, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2022.

This study aimed to evaluate the performance, carcass yield, and intestinal morphometry of broilers supplemented with *Saccharomyces boulardii* and *Saccharomyces cerevisiae* as well as the characteristics of different litter substrates. 270 1-day-old broilers of the Cobb 500 strain were used in a completely randomized 3x3 factorial scheme, distributed in 45 experimental pens totaling 9 treatments and 5 replications each. Feed intake, weight gain, feed conversion, carcass characteristics and edible viscera and litter characteristics were evaluated during the period from 1 to 42 days of age of the chickens. The results demonstrated that there was no significant interaction between the type of litter substrates and yeast supplementation on feed intake, feed conversion and weight gain. However, weight gain was higher in chickens housed in rice husk bedding. Supplementation with yeast did not improve the performance of the chickens. *S. boulardii* impaired the feeding conversion of the animals in the period from 1 to 21 days of age. On the other hand, the multivariate analysis indicated lower carcass weights, edible cuts and viscera weights, for animals supplemented with *S. boulardii* and housed in a bed of mixture of shavings and rice husks and also for animals supplemented with *S. cerevisiae* and housed in wood-shavings bedding. There was no effect of litter type and yeast supplementation on ileum morphometry, except for length of the villi which was higher in chickens raised on litter composed by mixing 50% of shavings and rice husks substrates. The wood-shavings presented the physical properties that best meet the needs of broiler production. There was no large effect size of supplementation with *S. boulardii* and *S. cerevisiae*, compared to the control group on the bacteria count in the litter over the experimental period. The moisture content and pH of the litters were not affected by yeast supplementation or substrate type. Supplementation with yeasts and types of bedding substrates did not affect the frequency of pododermatitis lesions, except in the incidence of mild lesions that were higher in rice husks and 50% mixture of rice husk and wood-shavings.

Key-words: poultry, probiotics, rice husk, wood shavings, yeast.

Lista de Figuras

CAPÍTULO 1 - Leveduras *Saccharomyces boulardii* e *Saccharomyces cerevisiae* como Probióticos no Desempenho Zootécnico e Morfometria Intestinal de Frangos de Corte Alojados em Diferentes Substratos de Cama

Figura 1. Dispersão de pontuações para as duas primeiras variáveis canônicas na avaliação dos tratamentos29

Figura 2. Dendrograma resultante da análise de nove tratamentos em delineamento com base em nove variáveis respostas (pesos de carcaça eviscerada, asas, coxas, sobrecoxas, dorso, peito, coração, fígado e moela).31

CAPÍTULO 2 - Avaliação de maravalha, casca de arroz e a mistura destas utilizadas como substratos de cama para frangos de corte suplementados com *Saccharomyces boulardii* e *Saccharomyces cerevisiae*

Figura 1. Temperaturas superficiais da cama após início do aquecimento do ambiente com campânula a gás.54

Figura 2. Curvas de crescimento microbiológico em meio BHI (A), MacConkey bactérias fermentadoras (B) e MacConkey bactérias não fermentadoras (C) na cama de frangos de corte criados até 42 dias de idade e submetidos a diferentes tratamentos.59

Lista de Tabelas

CAPÍTULO 1 - Leveduras *Saccharomyces boulardii* e *Saccharomyces cerevisiae* como probióticos no desempenho zootécnico e morfometria intestinal de frangos de corte alojados em diferentes substratos de cama

Tabela 1. Composição nutricional das dietas experimentais.	20
Tabela 2. Consumo de Ração, Ganho de Peso e Conversão Alimentar de 1 a 21, 22 a 42 e 1 a 42 dias de idade em lote misto de frangos de corte alimentados com dietas contendo <i>S. boulardii</i> e <i>S. cerevisiae</i> alojados em diferentes substratos de cama. ...	24
Tabela 3. Peso de carcaça eviscerada, cortes e vísceras comestíveis de frangos de corte alimentados com dietas contendo <i>S. boulardii</i> e <i>S. cerevisiae</i> alojados em diferentes substratos de cama abatidos aos 42 dias de idade.	27
Tabela 4. Resumo da matriz de dissimilaridade dos tratamentos de frangos de corte alimentados com dietas contendo <i>S. boulardii</i> e <i>S. cerevisiae</i> alojados em diferentes substratos de cama abatidos aos 42 dias de idade.	29
Tabela 5. Morfometria do íleo (comprimento do vilo, comprimento da cripta e relação comprimento do vilo/comprimento da cripta) em frangos corte alimentados com dietas contendo <i>S. boulardii</i> e <i>S. cerevisiae</i> alojados em diferentes substratos de cama. ...	32
Tabela 6. Matriz de correlações entre peso vivo, peso da carcaça, comprimento de vilos e comprimento de cripta em frangos de corte aos 42 dias de idade suplementados com leveduras e alojados em diferentes substratos de cama.	33

CAPÍTULO 2 - Avaliação de maravalha, casca de arroz e a mistura destas utilizadas como substratos de cama para frangos de corte suplementados com *Saccharomyces boulardii* e *Saccharomyces cerevisiae*

Tabela 1. Composição nutricional das dietas experimentais.....	48
Tabela 2. Densidade, umidade e fator de absorção de materiais de cama.	52
Tabela 3. Taxa de evaporação de umidade de materiais de cama saturadas com água e submetidos a ventilação forçada.	53
Tabela 4. Temperatura (°C) da cama de maravalha, casca de arroz ou mistura de 50% de maravalha e 50% de casca de arroz ao longo do período experimental dos frangos suplementados com <i>S. boulardii</i> e <i>S. cerevisiae</i>	55

Tabela 5. Incidência de amônia ao longo do período experimental dos frangos suplementados com <i>S. boulardii</i> e <i>S. cerevisiae</i> e alojados em diferentes substratos de cama.	57
Tabela 6. Influência dos substratos e da suplementação da dieta com <i>S. boulardii</i> e <i>S. cerevisiae</i> sobre a umidade e o pH da cama aos 21 e 42 dias de idade em um lote misto de frangos de corte.....	61
Tabela 7. Influência dos substratos e da suplementação da dieta com <i>S. boulardii</i> e <i>S. cerevisiae</i> sobre lesões ($\sqrt{\%}$) nas patas de frangos de corte aos 21 e 42 dias de idade.	63

Sumário

INTRODUÇÃO	13
CAPÍTULO 1 - Leveduras <i>Saccharomyces boulardii</i> e <i>Saccharomyces cerevisiae</i> como probióticos no desempenho zootécnico e morfometria intestinal de frangos de corte alojados em diferentes substratos de cama	16
Resumo	16
Abstract	16
1 Introdução	17
2 Material e Métodos	19
2.1 Produção de Leveduras	19
2.2 Local, Animais e Tratamentos	20
2.3 Variáveis Analisadas	22
2.3.1 Desempenho Zootécnico	22
2.3.2 Cortes e Vísceras Comestíveis	22
2.3.3 Morfometria Intestinal	22
2.4 Análise Estatística	23
3 Resultados	24
3.1 Desempenho Zootécnico	24
3.2 Peso de Cortes e Vísceras Comestíveis	26
3.3 Morfometria Intestinal	31
4 Discussão	34
5 Conclusões	38
Agradecimentos	38
Referencias Bibliográficas	39
CAPÍTULO 2 - Avaliação de maravalha, casca de arroz e a mistura destas utilizadas como substratos de cama para frangos de corte suplementados com <i>Saccharomyces boulardii</i> e <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	45
Resumo	45
1 Introdução	45
2 Material e Métodos	46
2.1 Substratos de Cama	46
2.2 Produção de Leveduras	47
2.3 Local, Animais e Tratamentos	47

2.4 Variáveis Analisadas	49
2.4.1 Características Físicas e Absortivas da Maravalha e da Casca de Arroz..	49
2.4.2 Avaliação da Qualidade da Cama Durante o Período Experimental	50
2.4.3 Pododermatites.....	51
2.5 Análise Estatística	51
3 Resultados e Discussão	52
3.1 Características Físicas e Absortivas dos Substratos de Cama	52
3.2 Avaliação da Qualidade da Cama Durante o Período Experimental	54
4 Conclusão	64
Agradecimentos.....	65
Referências Bibliográficas	65
CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70

INTRODUÇÃO

A avicultura brasileira tem grande importância social, principalmente nos estados do Sul, Sudeste e Centro Oeste do país, empregando direta e indiretamente milhares de pessoas e respondendo por uma parte significativa do Produto Interno Bruto (PIB) nacional (DAI PRÁ & ROLL, 2019). A produção de carne de frango alcançou 14,329 milhões de toneladas produzidas no Brasil em 2021, sendo o segundo maior produtor no ranking mundial e se mantendo como líder em exportação, com cerca de 32% da produção sendo exportada para outros países (ABPA, 2022).

O equilíbrio e saúde intestinal tem sido uma forma de buscar o maior aproveitamento possível do alimento fornecido aos animais, visto que a alimentação corresponde a 70% do custo total de produção em avicultura de corte (BORAH et al., 2019). O uso de antibióticos utilizados como promotores de crescimento, tem como uma das alternativas, o uso de probióticos nas dietas, com efeitos positivos podendo resultar em uma melhora nutricional e na saúde do hospedeiro, atuando como biorreguladores da microbiota intestinal e reforçando as defesas naturais dos animais (SHAREEF & AL-DABBAGH, 2009). Dentre os microorganismos probióticos utilizados, leveduras como *Saccharomyces boulardii* e *Saccharomyces cerevisiae* vêm sendo reconhecidas por impactar positivamente a saúde intestinal por meio da modulação na ultraestrutura intestinal (RAJPUT et al., 2013).

Saccharomyces cerevisiae é um microrganismo eucariótico unicelular, que apresenta forma variada e destaca-se pela sua capacidade de ajustar-se metabolicamente para a fermentação de açúcares em presença ou ausência de oxigênio, produzindo álcool e gás carbônico, sendo comumente utilizado na produção de cervejas ou panificação (TORTORA et al., 2017). Os efeitos benéficos da utilização de *S. cerevisiae* foram comprovados na avicultura, principalmente por melhorar a taxa de crescimento, reprodução, produção de ovos e eficiência alimentar (DAWSON, 1993).

Estudos indicaram que a suplementação com cultura de levedura apresenta benefícios nutricionais e à saúde dos animais, e que a suplementação dietética com *S. cerevisiae* pode aumentar o peso corporal e a eficiência alimentar, além de promover o sistema imunológico dos animais, ao mesmo tempo em que diminui a porcentagem de gordura abdominal em frangos de corte (GAO et al., 2008; AFSHARMANESH et al., 2010). Segundo Pais et al. (2020), *Saccharomyces boulardii* é uma levedura probiótica com eficácia comprovada no tratamento de doenças

gastrointestinais, especialmente quando usado em associação ao tratamento com antibióticos. Diferentes pesquisadores sugerem que os benefícios desta levedura parecem ser transitórios e independentes da colonização intestinal do hospedeiro, diferenciando seu modo de ação de outros probióticos bacterianos amplamente utilizados (Pais et al. 2020).

Estudos revelam que as cepas de *S. boulardii* têm origens distintas, pertencendo a um espaço claramente delimitado dentro da espécie *S. cerevisiae*, argumentando que deveriam ser consideradas diferentes linhagens da mesma espécie (MITTERDORFER et al., 2002; FIETTO et al., 2004).

Por outro lado, a cama aviária em que os animais são alojados também é de extrema importância, pois está diretamente ligada ao bem-estar animal. O papel principal da cama aviária é absorver a umidade das excretas, manter o ambiente o mais seco possível e adequado para que os frangos cresçam sem desenvolver lesões pelo corpo (KHERAVII et al. 2017). O substrato utilizado como cama nos aviários interfere no comportamento das aves. Quanto melhor a qualidade da cama, mais facilmente a ave conseguirá expressar seu comportamento natural, considerando a cama como instrumento de enriquecimento ambiental, favorecendo assim as condições de bem-estar animal (BAXTER et al., 2018). Segundo Macari et al. (2014), uma cama de baixa qualidade influencia negativamente no desempenho do lote, obtendo características indesejáveis de carcaça, causando prejuízos para o produtor e perdas econômicas para a indústria avícola.

Os materiais comumente utilizados como cama em aviários são maravalha, casca de arroz, bagaço de cana, espigas de milho, casca de aveia e palha de trigo por terem alta capacidade de absorção de umidade, sendo adequados para esta utilização (KHERAVII et al. 2017).

Para a indústria avícola, reduzir os custos de produção é uma prioridade, dessa forma, a escolha do substrato de cama está ligada às épocas de colheita e à disponibilidade regional (GARCÊS et al., 2017). A escolha pelo material a ser utilizado é feita conforme a oferta da região e o custo, sendo mais utilizado no Brasil a maravalha de pinus (MENDES et al, 2004; MACARI et al., 2014). A casca de arroz é outro material que possui grande disponibilidade em algumas regiões, principalmente no Sul do Brasil, em função da grande produção orizícola, podendo ser também utilizada na avicultura.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho zootécnico, rendimento de carcaça e morfometria intestinal de frangos de corte alimentados com dietas contendo *Saccharomyces boulardii* e *Saccharomyces cerevisiae* e alojados em diferentes substratos de cama, além da avaliação das características e qualidade destas camas em que os animais foram alojados.

CAPÍTULO 1 - Leveduras *Saccharomyces boulardii* e *Saccharomyces cerevisiae* como probióticos no desempenho zootécnico e morfometria intestinal de frangos de corte alojados em diferentes substratos de cama

Resumo

Estudos nutricionais com leveduras vêm sendo desenvolvidos afim de melhorar a absorção intestinal dos nutrientes e a resposta imune de frangos de corte. Além disso, estudos relacionados ao bem-estar animal também despertam o interesse de pesquisadores e produtores, uma característica que está diretamente relacionada ao tipo de substrato de cama em que as aves são criadas. Dessa forma, objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho zootécnico, rendimento de carcaça e morfologia intestinal de frangos de corte suplementados ou não com as leveduras *Saccharomyces boulardii* e *Saccharomyces cerevisiae* e, alojados sobre cama de maravalha, casca de arroz ou uma mistura 50% destes substratos. Para isto, foram alojados 270 pintainhos de corte da linhagem Cobb 500 com 1 dia de idade, num esquema fatorial 3x3 em um delineamento completamente casualizado, distribuídos em 45 boxes experimentais totalizando 9 tratamentos e 5 repetições cada. Foram avaliados o consumo de ração, ganho de peso e a conversão alimentar das aves no período de 1 a 21 dias de idade, dos 22 aos 42 dias e no período total do experimento, assim como, o peso de cortes e vísceras comestíveis após eutanásia aos 42 dias de idade. Foi possível concluir que o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar não foram afetados pela suplementação com *S. boulardii* ou *S. cerevisiae* na dieta, mas o ganho de peso, no período de 1 a 21 dias de idade e no período total do experimento, foi afetado pelo uso de casca de arroz ou mistura de maravalha e casca de arroz como substratos alternativos de cama aviária.

Palavras-Chave: avicultura, casca de arroz, ganho de peso, maravalha, microbiota.

Abstract

Nutritional studies with yeasts have been administered in order to improve the intestinal absorption of nutrients and the immune response of broilers. In addition, studies related to animal welfare also arouse the interest of researchers and producers, a characteristic that is directly related to the type of bedding substrate in which the birds are reared. Thus, the objective of this work was to evaluate the zootechnical performance, carcass yield and intestinal morphology of broiler chickens

supplemented or not with the yeasts *Saccharomyces boulardii* and *Saccharomyces cerevisiae* and, housed on wood shavings, rice husks or a mixture 50 % of these substrates. For this, 270 Cobb 500 broiler chicks 1-day-old were housed in a 3x3 factorial scheme in a completely randomized design, distributed in 45 experimental boxes totaling 9 treatments and 5 repetitions each. Were considered the feed intake, weight gain and feed conversion of the birds in the period from 1 to 21 days of age, from 22 to 42 days and in the total period of the experiment, as well as the weight of cuts and edible viscera after euthanasia at 42 days of age. It was possible to conclude that feed intake, weight gain and feed conversion were not employed by supplementation with *S. boulardii* or *S. cerevisiae* in the diet, but weight gain, in the period from 1 to 21 days of age and in the the total period of the experiment was affected by the use of rice husks or a mixture of wood shavings and rice husks as alternative poultry litter substrates.

Keywords: poultry, probiotics, rice husk, wood shavings, yeast.

1 Introdução

Segundo dados da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA, 2022), a produção de carne de frango brasileira em 2021 foi de 14,329 milhões de toneladas, estando o Brasil como segundo maior produtor no ranking mundial e se mantendo como líder em exportação, com cerca de 32% da produção sendo comercializada com outros países. O equilíbrio e saúde intestinal tem sido uma forma de buscar o maior aproveitamento possível do alimento fornecido aos animais, visto que a alimentação corresponde a 70% do custo total de produção em avicultura de corte (BORAH et al., 2019).

Uma forma de garantir este aproveitamento é através do equilíbrio e saúde intestinal, o que pode ser estimulado através da administração de alimentos funcionais. Nesse sentido, uma das áreas promissoras de desenvolvimento de alimentos funcionais tem sido o uso de probióticos devido a sua função relacionada diretamente com a saúde do hospedeiro (SANDERS, 2003).

Segundo Hill et al. (2014), os probióticos são microrganismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas, conferem benefícios à saúde do hospedeiro. Os tipos de microrganismos mais comuns utilizados como probióticos em avicultura são bactérias do gênero *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Streptococcus*, e leveduras do gênero *Saccharomyces* (ANADÓN et al., 2006). Dentre

os benefícios da utilização de probióticos no desempenho das aves, podemos citar: a estimulação do sistema imunológico, melhoria na eficiência alimentar, redução das reações inflamatórias intestinais, prevenção da colonização de patógenos, melhoria da digestibilidade da dieta, diminuição na excreção de ácido úrico. Dessa forma, o conjunto desses benefícios pode resultar no aumento do desempenho e crescimento dos animais (ABD EL-HACK et al., 2020; KRYSIAK et al., 2021).

Alguns probióticos modulam a resposta imune, potencializando a resposta do hospedeiro, o que abre uma nova perspectiva de sua utilização. Os probióticos são amplamente utilizados na prevenção e tratamento de doenças, regulação da microbiota intestinal, distúrbios do metabolismo gastrointestinal, como promotores de crescimento e ainda como imunomoduladores, constituindo-se assim em uma alternativa aos antibióticos (MARTÍN, 2014). Segundo Rajput et al. (2013), dentre as leveduras, *Saccharomyces boulardii* e *Saccharomyces cerevisiae* vem sendo reconhecidos por impactar positivamente a saúde intestinal por meio da modulação na ultraestrutura intestinal.

Por outro lado, o substrato utilizado para compor a cama do frango de corte é também um fator importante da produção avícola, pois tem influência direta no bem-estar dos animais, na saúde do lote, na segurança alimentar, nos impactos ambientais e na eficiência da produção (MUNIR et al., 2019).

Os substratos mais utilizados como cama aviária no sul do Brasil são a maravalha de pinus e a casca de arroz (GARCÊS et al., 2013). O material utilizado como cama, por um longo período, limitou-se à maravalha, o que acarretou na sua progressiva escassez e incremento de seu valor de mercado; sua obtenção, em muitos casos, depende de fornecedores distantes, o que aumenta acentuadamente o custo da produção (AVILA et al., 2008; GARCÊS et al., 2013). A maravalha é oriunda da indústria madeireira, têm um tamanho de partícula de aproximadamente 3 cm e é produzida a partir da moagem de madeira. No entanto, este material vem tornando-se escasso em todo o mundo, principalmente devido ao crescimento da indústria avícola e a crescente demanda para outros usos (BOWERS et al., 2003; RAMADAN et al., 2013; GARCÊS et al., 2017).

Em contrapartida, existe a abundância de casca de arroz a baixo custo de aquisição em algumas regiões do Brasil, em função da alta produção orizícola. No processo de beneficiamento do arroz, a casca é um subproduto e, muitas vezes, não

é utilizada. Em razão disso, a mistura de maravalha e casca de arroz vem sendo utilizada para diminuir os custos com a cama aviária na produção de frangos de corte.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho zootécnico, rendimento de carcaça e morfometria intestinal de frangos de corte alimentados com dietas contendo *Saccharomyces boulardii* e *Saccharomyces cerevisiae* e alojados em três diferentes substratos de cama: maravalha, casca de arroz e a mistura dos dois.

2 Material e Métodos

O experimento foi aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Federal de Pelotas (CEEa - UFPel), sob o número 9053, e foi realizado em duas etapas, iniciando-se com a produção de leveduras para adição nas dietas experimentais e posteriormente realizando o ensaio com os animais no aviário experimental da mesma instituição.

2.1 Produção de Leveduras

As cepas de *Saccharomyces boulardii* CNCM I-745 (Floratil®) e *Saccharomyces cerevisiae* YT001 (Yeastech Ltda., Rio Grande do Sul, Brasil) foram adquiridas em placas de cultivo do estoque do Laboratório de Microbiologia, no Centro de Biotecnologia da Universidade Federal de Pelotas. As leveduras foram semeadas em caldo YM (*Yeast Malt*), composto por 0,3% de Extrato de Malte, 0,3% de Extrato de Levedura, 0,5% de Peptona bacteriológica, e 1% de Glicose, sendo posteriormente incubadas por 24 horas à temperatura de 28 °C em agitador orbital a 150 rpm.

Inicialmente foi realizada a inoculação de uma colônia de levedura em 10 mL de meio YM, e então, a cada 24 horas, as próximas etapas, sendo os inóculos de 100 mL de meio YM, 1 L e, por fim, 7 L em biorreator aerado continuamente. Após cada etapa foi realizada a coloração de Gram para a certificação da pureza dos inóculos.

Após o processo, os balões contendo 8 L de cultivo foram colocados sob refrigeração por 72 h a aproximadamente 4 °C, para a decantação da massa celular e retirada do sobrenadante. Desta forma, foi obtido em torno de 1 L de cultivo na concentração de 1×10^9 UFC/mL (Unidades Formadoras de Colônia por mL), contagem realizada por diluição seriada e plaqueamento.

2.2 Local, Animais e Tratamentos

O trabalho foi conduzido na Sala Experimental para Frangos de Corte do Biotério de Avicultura do Laboratório de Ensino e Experimentação Zootécnica Prof. Renato Rodrigues Peixoto, do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas.

Foram alojados 270 pintainhos de corte, com 1 dia de idade, da linhagem Cobb 500, distribuídos em 45 boxes experimentais de 1,20 m x 0,65 m x 0,65 m. Em cada boxe foram alojados 6 animais, 3 machos e 3 fêmeas, compondo a unidade experimental. Os tratamentos foram definidos através do esquema fatorial 3x3, sendo 3 dietas e 3 substratos de cama.

Os animais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com 9 tratamentos e 5 repetições, sendo os tratamentos os seguintes: T1 - Dieta sem levedura e cama de maravalha; T2 - Dieta sem levedura e cama de casca de arroz; T3 - Dieta sem levedura e cama de mistura de 50% de maravalha e 50% de casca de arroz; T4 - Dieta com *S. boulardii* e cama de maravalha; T5 - Dieta com *S. boulardii* e cama de casca de arroz; T6 - Dieta com *S. boulardii* e cama de mistura de 50% de maravalha e 50% de casca de arroz; T7 - Dieta com *S. cerevisiae* e cama de maravalha; T8 - Dieta com *S. cerevisiae* e cama de casca de arroz; T9 - Dieta com *S. cerevisiae* e cama de mistura de 50% de maravalha e 50% de casca de arroz.

As dietas que foram utilizadas eram à base de milho e farelo de soja, sendo isocalóricas, isoenergéticas e isonutritivas. A composição nutricional das dietas experimentais é apresentada na Tabela 1, onde observa-se as duas fases pré-estabelecidas conforme a idade dos animais. As leveduras foram colocadas *on-top* na mistura dos ingredientes, sendo adicionado 1L de cultura de levedura concentrada para 100 Kg de ração, estando na concentração final de 1×10^7 UFC/g.

Tabela 1. Composição nutricional das dietas experimentais.

Ingredientes (%)	Inicial (1 - 21 dias)	Crescimento (22 - 42 dias)
Milho	55,080	59,900
Farelo de Soja	40,920	36,443
Núcleo		
L-Lisina	0,154	0,169

DL-Metionina	0,322	0,253
L-Treonina	0,085	0,065
Glicina	0,950	0,871
Serina	1,179	1,082
Cálcio	1,095	1,038
Sódio	0,210	0,174
Fitase	0,005	0,005
Total	100,00	100,00
Perfil Nutricional (%)		
Energia Metabolizável (Kcal/Kg)	2808,024	2856,784
Matéria Seca (%)	87,839	87,722
Proteína Bruta (%)	23,061	21,214
Fibra Bruta (%)	3,6480	3,9830
Extrato Etéreo (%)	2,2940	2,3860
Lisina (%)	1,2500	1,1500
Treonina (%)	0,8429	0,7587
Fósforo Total (%)	0,7660	0,5810
Metionina (%)	0,6368	0,5482

Para a dieta Inicial (1 - 21 dias) o Núcleo Vitamínico Mineral Aminoácido para frangos de corte utilizado foi o Mig Frango Inicial 4% com os níveis de garantia mínimos por kg do produto a seguir: (Ácido Fólico (min) 18 mg, Ácido Pantotênico (min) 230 mg, Biotina (min) 2,2 mg, Cálcio (min – max) 190 – 230 g, Cobalto (min) 4,8 mg, Cobre (min) 370 mg, Colina (min) 9800 mg, Ferro (min) 1500 mg, Fitase 12500 FTU, Flavomicina 50 mg, Fósforo (min) 50 g, Iodo (min) 44 mg, Lisina (min) 26 g, Manganês (min) 1600 mg, Metionina (min) 70 g, Niacina (min) 970 mg, Salinomicina 1500 mg, Selênio (min) 6,2 mg, Sódio (min) 42 g, Treonina (min) 18 g, Vit A (min) 240000 UI, Vit B1 (min) 44 mg, Vit B12 (min) 500 mcg, Vit B2 (min) 136 mg, Vit B6 (min) 60 mg, Vit D3 (min) 50000 UI, Vit E (min) 620 UI, Vit K3 (min) 48 mg, Zinco (min) 2200 mg). Para a dieta Crescimento (22 - 42 dias), foi utilizado o Núcleo Vitamínico Mineral Aminoácido para frangos de corte Mig Frango Crescimento 4% com os níveis de garantia mínimos por kg do produto a seguir: (Ácido Fólico (min) 18 mg, Ácido Pantotênico (min) 230 mg, Biotina (min) 2,2 mg, Cálcio (min – max) 100 - 170 g, Cobalto (min) 4,8 mg, Cobre (min) 370 mg, Colina (min) 7300 mg, Ferro (min) 1500 mg, Fitase 12500 FTU, Flavomicina 50 mg, Fósforo (min) 16 g, Iodo (min) 42 mg, Lisina (min) 30 g, Manganês (min) 1800 g, Metionina (min) 58 g, Monensina 2500 mg, Niacina (min) 970 mg, Selênio (min) 6,2 mg, Sódio (min) 32 g, Treonina (min) 14 mg, Vit A (min) 241500 UI, Vit B1 (min) 44 mg, Vit B12 (min) 500 mcg, Vit B2 (min) 138 mg, Vit B6 (min) 60 mg, Vit D3 (min) 50000 UI, Vit E (min) 620 UI, Vit K3 (min) 50 mg, Zinco (min) 2340 mg).

2.3 Variáveis Analisadas

2.3.1 Desempenho Zootécnico

Os animais foram pesados no início do período experimental, com 1 dia de idade, aos 21 e aos 42 dias de idade, para avaliação do ganho de peso. Toda a ração ofertada aos animais foi contabilizada e, aos 21 e 42 dias de idade, as sobras foram pesadas para avaliação do consumo no período. A conversão alimentar foi analisada através da fórmula:

$$\text{Conversão Alimentar} = \frac{\text{Consumo de Ração}}{\text{Ganho de Peso}}$$

Aos 42 dias de idade, foram pesados individualmente e eutanasiados dois animais de cada unidade experimental, foram depenados e eviscerados, retirando-se os pés, pescoço e cabeça. A carcaça eviscerada foi pesada para quantificação do rendimento de carcaça, em relação ao peso vivo do animal.

2.3.2 Cortes e Vísceras Comestíveis

Ao final do período experimental, as aves passaram por jejum de 10 horas para serem abatidas. Foram selecionadas aleatoriamente dois frangos machos de cada unidade experimental, totalizando 10 animais por tratamento para a análise da carcaça e coleta de órgãos. O processo de eutanásia foi realizado no Laboratório de Experimentação Zootécnica, com a utilização de anestésico inalatório (Isoflurano) com o uso de câmara de eutanásia. A eutanásia foi realizada pelo Médico Veterinário responsável técnico.

Foi realizado o corte das carcaças, separando-as em coxas, sobrecoxas, asas, peito e dorso, e as vísceras comestíveis (coração, moela e fígado), e realizada a pesagem destes em balança analítica.

2.3.3 Morfometria Intestinal

Foi amostrada uma parte do íleo de aproximadamente um centímetro para avaliação da altura das vilosidades, profundidade das criptas e relação vilo:cripta. Todas as medidas foram realizadas com o uso de um microscópio eletrônico na escala de micrômetros (μm).

As amostras foram preparadas no Laboratório de Reprodução Animal Comparada do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Rio Grande (FURG) e analisadas no Laboratório de Preparação de Biologia Celular, Histologia e Anatomia ao Desenvolvimento, no Departamento de Morfologia, do Instituto de Biologia (UFPEL). Após a coleta, as amostras de íleo foram mantidas em formol 10%, até o início das análises. Na sequência, foram submetidas a desidratação durante 40 min em série crescente de álcoois 70%, 80%, 90% e absoluto, tratados com Xilol (três banhos de 40 min para cada) e incluídos em parafina, conforme descrito por Ribeiro, Grötzner e Filho (2012). Os blocos foram cortados em micrótomo na espessura de 5 µm e entre cada amostra foram descartados pelo menos dez cortes.

As lâminas foram coradas com Hematoxilina e Eosina, conforme descrito por Beçak e Paulete (1976) e visualizadas em um microscópio de luz acoplado em um computador com um sistema de análise de imagens. As medidas de altura de vilo e profundidade de cripta foram realizadas de acordo com as recomendações de Gava (2012) e foram aferidas 15 medidas em cada amostra, totalizando 990 vilos e criptas distintos.

Resumidamente, o comprimento das vilosidades foi calculado medindo a distância entre a ponta do vilo e sua base, excluindo a cripta. Este procedimento foi feito em cada um dos grupos experimentais.

2.4 Análise Estatística

A análise estatística foi feita com o auxílio do *software* R. Os dados de consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar foram analisados utilizando o pacote R Emmeans - Estimated Marginal Means (EMMs) (R CORE TEAM, 2022). Quando foi observado F significativo, os valores médios foram comparados pelo teste de Tukey com nível de significância de 5%. A interação entre a suplementação de probióticos e o tipo de substrato da cama, quando significativa, foi desdobrada de acordo com os fatores envolvidos.

A análise de variância multivariada (MANOVA) foi feita com o auxílio da função Manova no pacote de análise multivariada Multivariate Analysis do R (R CORE TEAM, 2022), utilizando o teste de Roy a 5% de significância. Posteriormente, as informações referentes às observações foram submetidas à análise multivariada utilizando variáveis canônicas com auxílio do mesmo pacote.

As análises canônicas foram realizadas em variáveis de características de carcaça para explorar sua distribuição natural e agrupamento e investigar correlações entre as variáveis. Este método reduz o número de variáveis a um número específico de variáveis canônicas (CV), que são combinações lineares das variáveis iniciais.

Após o cálculo da matriz de dissimilaridade pela distância de Mahalanobis, foi construído o dendrograma, utilizando o método de agrupamento das médias das distâncias “Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean” (UPGMA). Para a verificação do ajuste entre a matriz de dissimilaridade e o dendrograma, foi calculado o coeficiente de correlação cofenética (r), conforme teste de Mantel com 999 simulações usando a função Dendrograma do pacote estatístico Multivariate Analysis do R (R CORE TEAM, 2022). O ponto de corte do dendrograma foi estabelecido de acordo com Mojena (1977).

Foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson para medir a relação estatística existente entre as variáveis peso vivo, peso de carcaça, comprimento de vilo e comprimento de cripta.

3 Resultados

3.1 Desempenho Zootécnico

Na Tabela 2 são apresentados os resultados de consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar para os efeitos principais dos substratos de cama e da suplementação da dieta com leveduras, bem como as médias das interações destes fatores nos períodos de 1 a 21, 22 a 42 e 1 a 42 dias de idade das aves.

Tabela 2. Consumo de Ração, Ganho de Peso e Conversão Alimentar de 1 a 21, 22 a 42 e 1 a 42 dias de idade em lote misto de frangos de corte alimentados com dietas contendo *S. boulardii* e *S. cerevisiae* alojados em diferentes substratos de cama.

	Consumo de Ração (Kg/ave)			Ganho de Peso (Kg/ave)			Conversão Alimentar		
	1-21	22-42	1-42	1-21	22-42	1-42	1-21	22-42	1-42
Cama									
Maravalha	1,15	3,61	4,76	0,79AB	2,10	2,90B	1,46	1,71	1,65
Casca de Arroz	1,17	3,74	4,91	0,82A	2,18	3,01A	1,42	1,69	1,63
Mistura	1,12	3,62	4,74	0,78B	2,12	2,91AB	1,44	1,69	1,63
EPM	0,018	0,07	0,058	0,01	0,039	0,033	0,015	0,019	0,013

Levedura									
Sem Levedura	1,14	3,60	4,75	0,81	2,13	2,95	1,40B	1,68	1,61
<i>S. boulardii</i>	1,14	3,65	4,79	0,78	2,11	2,90	1,47A	1,70	1,65
<i>S. cerevisiae</i>	1,15	3,72	4,87	0,80	2,16	2,97	1,44AB	1,71	1,64
EPM	0,018	0,07	0,058	0,01	0,039	0,033	0,015	0,019	0,013
Interação									
T1	1,14	3,50	4,64	0,810	2,08	2,89	1,40	1,68	1,61
T2	1,16	3,63	4,78	0,834	2,17	3,00	1,39	1,68	1,60
T3	1,14	3,69	4,83	0,810	2,14	2,95	1,40	1,69	1,64
T4	1,18	3,64	4,82	0,779	2,10	2,88	1,54	1,73	1,67
T5	1,15	3,79	4,94	0,799	2,14	2,94	1,44	1,71	1,68
T6	1,10	3,52	4,62	0,764	2,11	2,87	1,44	1,67	1,61
T7	1,13	3,71	4,84	0,789	2,13	2,92	1,43	1,74	1,66
T8	1,20	3,80	5,00	0,841	2,24	3,09	1,42	1,69	1,62
T9	1,14	3,65	4,78	0,778	2,13	2,91	1,46	1,71	1,65
EPM	0,03	0,012	0,101	0,018	0,06	0,0575	0,026	0,03	0,023
Probabilidade									
Cama	0,069	0,156	0,113	0,029	0,123	0,044	0,151	0,264	0,714
Levedura	0,779	0,282	0,329	0,064	0,391	0,297	0,006	0,215	0,096
Interação	0,171	0,282	0,320	0,828	0,832	0,756	0,143	0,481	0,085

*Médias seguidas de letras distintas nas colunas indicam diferença significativa entre grupos ($p < 0,05$).

T1 - Dieta sem levedura e cama de maravalha; T2 - Dieta sem levedura e cama de casca de arroz; T3 - Dieta sem levedura e cama de mistura de 50% de maravalha e 50% de casca de arroz; T4 - Dieta com *S. boulardii* e cama de maravalha; T5 - Dieta com *S. boulardii* e cama de casca de arroz; T6 - Dieta com *S. boulardii* e cama de mistura de 50% de maravalha e 50% de casca de arroz; T7 - Dieta com *S. cerevisiae* e cama de maravalha; T8 - Dieta com *S. cerevisiae* e cama de casca de arroz; T9 - Dieta com *S. cerevisiae* e cama de mistura de 50% de maravalha e 50% de casca de arroz. EPM = Erro Padrão da Média.

Não foram encontradas interações significativas entre os fatores estudados sobre as variáveis de desempenho produtivo nos três períodos de tempo avaliados. No período de 1 a 21 dias foi observado maior ganho de peso (0,825 vs 0,784 kg, $P = 0,03$) e tendência de maior consumo de ração (1,17 vs 1,12 kg, $P = 0,07$) em aves criadas sobre casca de arroz em comparação com mistura de maravalha e casca de arroz, respectivamente. No período de 1 a 21 dias de idade as aves não suplementadas com leveduras apresentaram melhor conversão alimentar do que aquelas suplementadas com *S. boulardii* (1,40 vs 1,47, $P = 0,006$).

No período de 22 a 42 dias de idade das aves não foram encontrados efeitos significativos dos tratamentos sobre as respostas produtivas. No entanto, considerando o período total de 1 a 42 dias, as aves criadas sobre casca de arroz apresentaram maior ganho de peso em comparação com as criadas sobre maravalha (3,01 vs 2,90 kg, $P = 0,04$).

3.2 Peso de Cortes e Vísceras Comestíveis

As médias e os desvios padrão das variáveis de peso de cortes e vísceras comestíveis são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Peso de carcaça eviscerada, cortes e vísceras comestíveis de frangos de corte alimentados com dietas contendo *S. bouldardii* e *S. cerevisiae* alojados em diferentes substratos de cama abatidos aos 42 dias de idade (média $\pm$ desvio padrão).

Tratamentos	Carcaça	Cortes (g)				Vísceras Comestíveis (g)			
	Eviscerada	Asas	Coxas	Sobrecoxas	Dorso	Peito	Coração	Fígado	Moela
T1	2606,5 $\pm$ 283,2	217,0 $\pm$ 22,7	296,4 $\pm$ 33,1	332,7 $\pm$ 42,1	526,9 $\pm$ 70,8	931,4 $\pm$ 113,9	14,1 $\pm$ 3,5	56,5 $\pm$ 15,0	41,4 $\pm$ 6,7
T2	2751,5 $\pm$ 267,3	224,7 $\pm$ 20,2	303,1 $\pm$ 28,3	366,7 $\pm$ 32,7	565,6 $\pm$ 87,5	942,9 $\pm$ 86,0	15,5 $\pm$ 2,9	58,0 $\pm$ 11,1	43,7 $\pm$ 7,4
T3	2903,5 $\pm$ 343,5	229,6 $\pm$ 17,4	306,3 $\pm$ 25,3	362,9 $\pm$ 46,2	572,4 $\pm$ 53,8	994,3 $\pm$ 93,0	15,7 $\pm$ 1,9	61,3 $\pm$ 9,4	45,4 $\pm$ 4,8
T4	2633,0 $\pm$ 179,6	217,6 $\pm$ 10,0	289,4 $\pm$ 22,4	339,8 $\pm$ 47,4	538,1 $\pm$ 56,7	924,2 $\pm$ 81,5	14,4 $\pm$ 2,2	58,0 $\pm$ 7,9	44,8 $\pm$ 3,8
T5	2693,0 $\pm$ 356,8	220,5 $\pm$ 31,6	300,1 $\pm$ 31,8	357,2 $\pm$ 47,5	560,2 $\pm$ 69,2	950,3 $\pm$ 172,3	14,1 $\pm$ 2,2	57,4 $\pm$ 8,5	46,0 $\pm$ 4,5
T6	2476,0 $\pm$ 214,7	208,2 $\pm$ 20,5	281,3 $\pm$ 27,1	331,2 $\pm$ 36,9	513,0 $\pm$ 42,7	843,8 $\pm$ 109,5	15,3 $\pm$ 3,8	54,9 $\pm$ 8,9	44,0 $\pm$ 5,7
T7	2611,5 $\pm$ 362,9	219,6 $\pm$ 28,4	300,3 $\pm$ 51,8	338,9 $\pm$ 56,3	541,8 $\pm$ 111,7	914,6 $\pm$ 116,3	16,1 $\pm$ 2,8	52,9 $\pm$ 8,9	43,9 $\pm$ 11,0
T8	2893,0 $\pm$ 199,4	238,6 $\pm$ 13,6	322,2 $\pm$ 27,1	370,8 $\pm$ 33,5	602,4 $\pm$ 59,8	1026,9 $\pm$ 74,6	15,8 $\pm$ 2,5	59,7 $\pm$ 4,8	46,8 $\pm$ 4,6
T9	2671,0 $\pm$ 224,5	221,4 $\pm$ 13,3	296,5 $\pm$ 33,1	342,6 $\pm$ 34,4	551,5 $\pm$ 78,2	957,5 $\pm$ 83,9	16,2 $\pm$ 2,3	60,6 $\pm$ 7,8	44,4 $\pm$ 4,7
Probabilidade									
Cama					0,24				
Levedura					0,22				
Interação					0,03				

T1 - Dieta sem levedura e cama de maravalha; T2 - Dieta sem levedura e cama de casca de arroz; T3 - Dieta sem levedura e cama de mistura de 50% de maravalha e 50% de casca de arroz; T4 - Dieta com *S. bouldardii* e cama de maravalha; T5 - Dieta com *S. bouldardii* e cama de casca de arroz; T6 - Dieta com *S. bouldardii* e cama de mistura de 50% de maravalha e 50% de casca de arroz; T7 - Dieta com *S. cerevisiae* e cama de maravalha; T8 - Dieta com *S. cerevisiae* e cama de casca de arroz; T9 - Dieta com *S. cerevisiae* e cama de mistura de 50% de maravalha e 50% de casca de arroz.

A análise de variância multivariada (MANOVA) com o teste de Roy não mostrou efeito significativo dos fatores principais tipo de cama ($P=0,24$) e suplementação com leveduras ($P=0,22$), porém indicou interação significativa ($P=0,03$) entre estes fatores, considerando as características quantitativas multivariadas de peso de cortes e vísceras comestíveis.

A análise discriminante da interação entre os fatores indica que as duas primeiras variáveis canônicas, explicaram 61,46% da variação total observada no conjunto de tratamentos. Observa-se que na variável canônica 1 os resultados de peso dos cortes e das vísceras comestíveis estiveram positivamente correlacionados com dietas sem suplementação de leveduras na dieta de aves alojadas sobre cama composta por mistura de maravalha e casca de arroz (T3), enquanto que estiveram negativamente correlacionadas em aves suplementadas com *S. cerevisiae* e criadas sobre camas de maravalha (T7).

Na variável canônica 2 os resultados de peso dos cortes e das vísceras comestíveis estiveram positivamente correlacionados com a suplementação de *S. cerevisiae* na dieta em aves alojadas sobre cama de casca de arroz (T8), enquanto que estiveram negativamente correlacionadas em aves suplementadas com *S. boulardii* e criadas sobre camas compostas pela mistura de maravalha e casca de arroz (T6).

Apesar das duas primeiras variáveis canônicas explicarem não mais que 61,5% da variação total no presente estudo, esta metodologia indicou quais combinações de fatores produziram as melhores respostas. Os tratamentos mais discrepantes em relação a análise multivariada do peso dos cortes e das vísceras comestíveis, foram das aves suplementadas com *S. boulardii* criadas em cama de mistura de maravalha e casca de arroz (T6) e nos frangos suplementados com *S. cerevisiae* e criados em cama de maravalha (T7) (Figura 1).

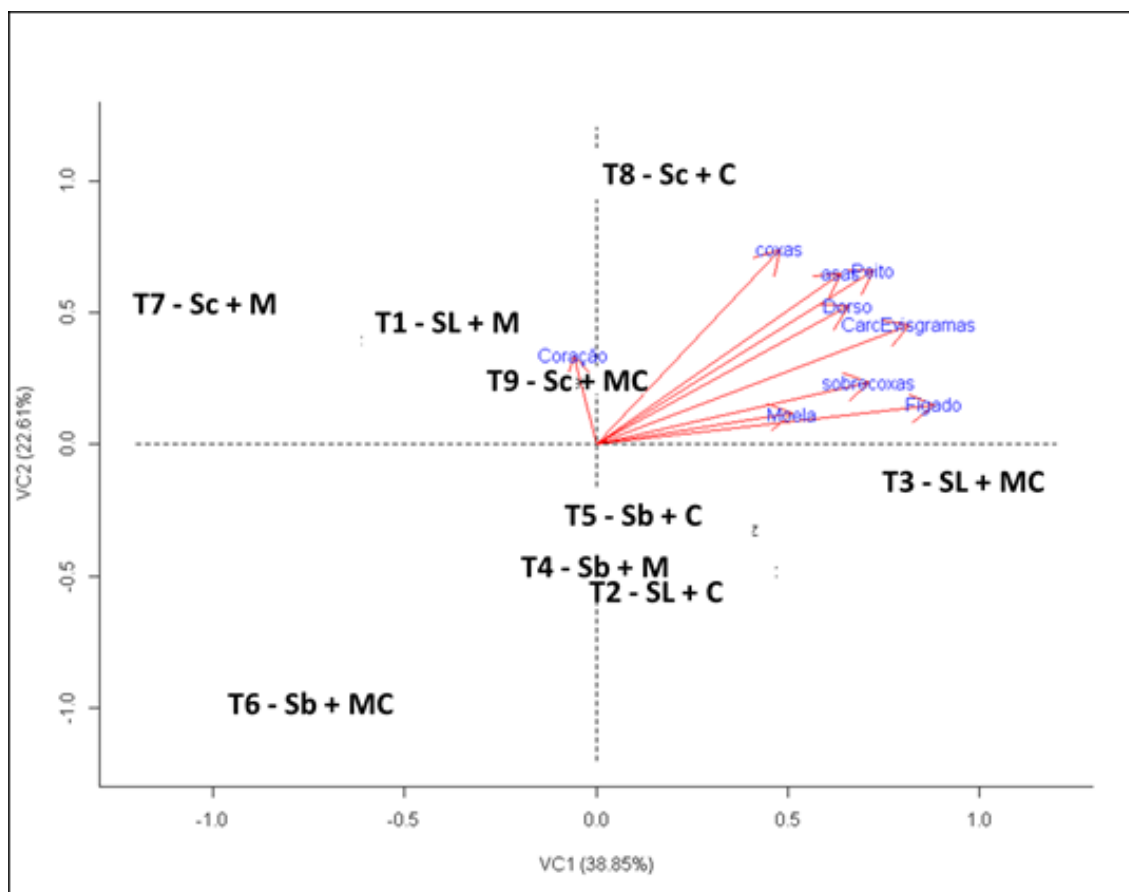


Figura 1. Dispersão de pontuações para as duas primeiras variáveis canônicas na avaliação dos tratamentos. T1 - Dieta sem levedura e cama de maravalha; T2 - Dieta sem levedura e cama de casca de arroz; T3 - Dieta sem levedura e cama de mistura de 50% de maravalha e 50% de casca de arroz; T4 - Dieta com *S. boulardii* e cama de maravalha; T5 - Dieta com *S. boulardii* e cama de casca de arroz; T6 - Dieta com *S. boulardii* e cama de mistura de 50% de maravalha e 50% de casca de arroz; T7 - Dieta com *S. cerevisiae* e cama de maravalha; T8 - Dieta com *S. cerevisiae* e cama de casca de arroz; T9 - Dieta com *S. cerevisiae* e cama de mistura de 50% de maravalha e 50% de casca de arroz.

As medidas de dissimilaridades entre os tratamentos calculadas pela distância de Mahalanobis quando as nove variáveis de peso de corte e vísceras comestíveis foram analisadas em conjunto são apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4. Resumo da matriz de dissimilaridade dos tratamentos de frangos de corte alimentados com dietas contendo *S. boulardii* e *S. cerevisiae* alojados em diferentes substratos de cama abatidos aos 42 dias de idade.

Tratamentos	Mínimo	Médio	Máximo	SD	Mais Próximo	Mais Distante
-------------	--------	-------	--------	----	--------------	---------------

T1	1,32	1,96	3,27	0,65	T4	T3
T2	0,99	1,57	2,27	0,43	T5	T7
T3	1,38	2,53	4,52	1,16	T2	T7
T4	0,40	1,32	2,69	0,68	T5	T7
T5	0,40	1,49	2,80	0,72	T4	T7
T6	1,29	2,15	3,74	0,94	T4	T3
T7	1,54	2,47	4,52	0,93	T6	T3
T8	1,14	1,89	3,41	0,68	T9	T6
T9	0,68	1,45	2,02	0,44	T4	T3

T1 - Dieta sem levedura e cama de maravalha; T2 - Dieta sem levedura e cama de casca de arroz; T3 - Dieta sem levedura e cama de mistura de 50% de maravalha e 50% de casca de arroz; T4 - Dieta com *S. boulardii* e cama de maravalha; T5 - Dieta com *S. boulardii* e cama de casca de arroz; T6 - Dieta com *S. boulardii* e cama de mistura de 50% de maravalha e 50% de casca de arroz; T7 - Dieta com *S. cerevisiae* e cama de maravalha; T8 - Dieta com *S. cerevisiae* e cama de casca de arroz; T9 - Dieta com *S. cerevisiae* e cama de mistura de 50% de maravalha e 50% de casca de arroz.

A menor distância encontrada foi de 0,40, indicando que os tratamentos mais próximos foram T5 - *S. boulardii* com cama de casca de arroz e T4 - *S. boulardii* com cama de maravalha, enquanto que a maior distância foi de 4,52, indicando que os tratamentos mais distantes foram T7 - *S. cerevisiae* com cama de maravalha e T3 - Sem levedura com cama de mistura de maravalha e casca de arroz. A média das distâncias foi de 1,87, com desvio padrão de 0,84 e coeficiente de variação de 45,3%.

Na Figura 2 pode-se observar o Dendrograma para pesos de corte e vísceras comestíveis, que formaram dois grupos diferentes, foi utilizado o Método de Agrupamento de Ligação Média entre Grupo. O valor do coeficiente de correlação cofenética (r) foi de 0,6469234 ($P=0,001$) pelo teste Mantel e o ponto de corte de 2,22 pelo método de Mojena.

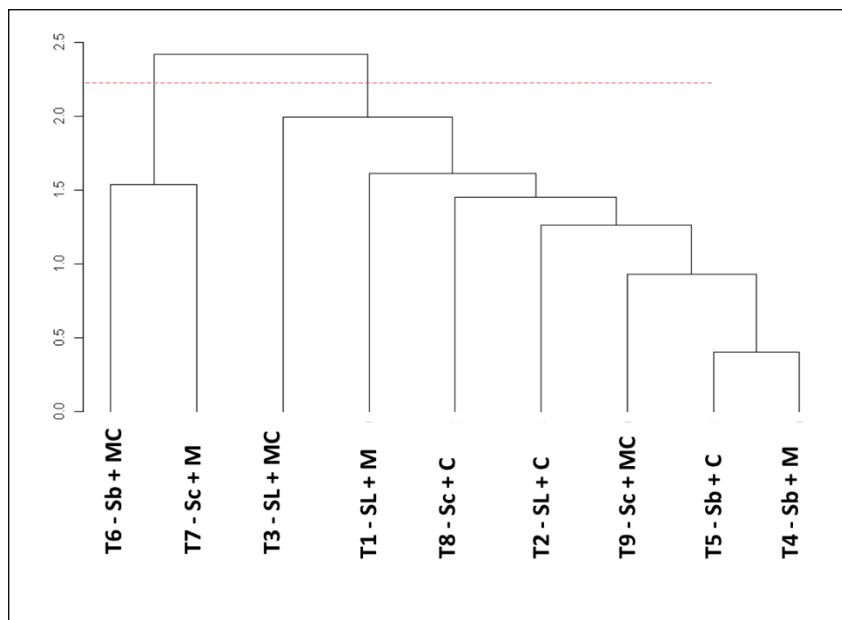


Figura 2. Dendrograma resultante da análise de nove tratamentos em delineamento com base em nove variáveis respostas (pesos de carcaça eviscerada, asas, coxas, sobrecoxas, dorso, peito, coração, fígado e moela). T1 - Dieta sem levedura e cama de maravalha; T2 - Dieta sem levedura e cama de casca de arroz; T3 - Dieta sem levedura e cama de mistura de 50% de maravalha e 50% de casca de arroz; T4 - Dieta com *S. boulardii* e cama de maravalha; T5 - Dieta com *S. boulardii* e cama de casca de arroz; T6 - Dieta com *S. boulardii* e cama de mistura de 50% de maravalha e 50% de casca de arroz; T7 - Dieta com *S. cerevisiae* e cama de maravalha; T8 - Dieta com *S. cerevisiae* e cama de casca de arroz; T9 - Dieta com *S. cerevisiae* e cama de mistura de 50% de maravalha e 50% de casca de arroz.

O primeiro grupo foi formado pelos tratamentos T6 - *S. boulardii* criados em cama de mistura de maravalha e casca de arroz e T7 - *S. cerevisiae* criadas em cama de maravalha e, o segundo, pelos demais tratamentos que apresentam as maiores médias multivariadas para pesos de cortes e vísceras comestíveis comparados aos tratamentos do primeiro grupo.

3.3 Morfometria Intestinal

As medidas realizadas nas vilosidades e criptas do íleo e a avaliação da relação comprimento de vilo/comprimento de cripta são apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5. Morfometria do íleo (comprimento do vilo, comprimento da cripta e relação comprimento do vilo/comprimento da cripta) em frangos corte alimentados com dietas contendo *S. boulardii* e *S. cerevisiae* alojados em diferentes substratos de cama.

	Comprimento (μm)		Relação Vilo/Cripta
	Vilo	Cripta	
Cama			
Maravalha	1730B	341	5,15
Casca de Arroz	1703B	359	4,84
Mistura	2067A	361	5,84
EPM	96,7	11,0	0,33
Levedura			
Sem Levedura	1758	351	5,11
<i>S. boulardii</i>	1919	363	5,34
<i>S. cerevisiae</i>	1824	348	5,36
EPM	96,7	11,0	0,33
Interação			
T1	1548	349	4,43
T2	1522	338	4,67
T3	2203	365	6,24
T4	1627	341	4,81
T5	1936	366	5,38
T6	2192	381	5,83
T7	2016	333	6,20
T8	1652	373	4,46
T9	1804	338	5,43
EPM	171	19,4	0,58
P			
Cama	0,018	0,368	0,101
Levedura	0,508	0,606	0,841
Interação	0,054	0,465	0,128

*Médias seguidas de letras distintas nas colunas indicam diferença significativa entre grupos ($p < 0,05$). T1 - Dieta sem levedura e cama de maravalha; T2 - Dieta sem levedura e cama de casca de arroz; T3 - Dieta sem levedura e cama de mistura de 50% de maravalha e 50% de casca de arroz; T4 - Dieta com *S. boulardii* e cama de maravalha; T5 - Dieta com *S. boulardii* e cama de casca de arroz; T6 - Dieta com *S. boulardii* e cama

de mistura de 50% de maravalha e 50% de casca de arroz; T7 - Dieta com *S. cerevisiae* e cama de maravalha; T8 - Dieta com *S. cerevisiae* e cama de casca de arroz; T9 - Dieta com *S. cerevisiae* e cama de mistura de 50% de maravalha e 50% de casca de arroz. EPM = Erro Padrão da Média.

Foi observado aos 42 dias de idade que as aves criadas sobre cama composta pela mistura 50% de substratos de maravalha e casca de arroz apresentaram maior comprimento de vilo no íleo (2067 μm) que aquelas criadas em cama de maravalha (1730 μm) ou casca de arroz (1703 μm) ($P < 0,05$). Nas amostras de íleo também foi constatada a ausência de efeitos dos tipos relacionados a cama aviária e da suplementação com leveduras nas medidas de comprimento da cripta e sobre a relação comprimento do vilo:comprimento da cripta.

Na Tabela 6 são mostrados os coeficientes de correlação de Pearson e os níveis de significância para a relação estatística entre as variáveis de peso vivo e peso de carcaça com as variáveis comprimento de vilo e cripta. Observa-se que somente o peso vivo com o peso da carcaça eviscerada estiveram altamente correlacionados ($r = 0,99$, $P < 0,001$). Observa-se também que o comprimento de vilos e comprimento de cripta não estiveram correlacionados entre si nem com o peso vivo ou peso da carcaça eviscerada.

Tabela 6. Matriz de correlações entre peso vivo, peso da carcaça, comprimento de vilos e comprimento de cripta em frangos de corte aos 42 dias de idade suplementados com leveduras e alojados em diferentes substratos de cama.

	Peso Vivo	Peso Carcaça Eviscerada	Comprimento de Cripta	Comprimento de Vilos
Peso Vivo	-			
Peso Carcaça Eviscerada	0,990 (<0,001)	-		
Comprimento de Cripta	-0,118 (0,349)	-0,116 (0,356)	-	
Comprimento de Vilos	-0,034 (0,791)	-0,051 (0,686)	0,118 (0,350)	-

4 Discussão

As leveduras são microrganismos com potencial para aplicação em diversas áreas, principalmente em rações animais como um suplemento alimentar (SOUSA et al., 2019). Ainda, sua administração é sugerida como uma ótima alternativa para substituir a utilização de antibióticos na produção animal, podendo ser vista como uma tecnologia aplicada à nutrição (SHEN et al., 2009). E, assim como a importância das leveduras como suplementação alimentar, a escolha da cama em que os animais são alojados é muito importante para o desempenho dos mesmos (MUNIR et al., 2019).

A análise dos resultados dos resultados demonstrou que não houve interação significativa entre o tipo de cama aviária e a suplementação com levedura para as variáveis de consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar, indicando, desta forma, a possibilidade de discutir os resultados dos fatores separadamente.

De 1 a 21 dias de idade se observou maior ganho de peso para os animais alojados em cama de casca de arroz, mas dos 22 aos 42 dias de idade, onde não se observou diferença significativa nos tipos de cama em que os animais foram alojados, concordam com os resultados observados por Jorge et al. (2020), que não observaram diferença significativa no desempenho zootécnico de frangos de corte alojados em camas de maravalha e de casca de arroz.

Toledo et al. (2019) também verificaram através de uma meta-análise que não há diferenças no consumo de ração e conversão alimentar em frangos de corte criados sobre casca de arroz em comparação com maravalha. No entanto, estes mesmos autores verificaram que frangos de corte criados sobre maravalha apresentam significativamente maior peso vivo do que os criados em casca de arroz. Normalmente o peso vivo está relacionado com o ganho de peso animal, por outro lado, as meta-análises tem maior poder de detectar diferenças significativas que estudos individuais (ROEVER, 2016) o que poderia ser uma razão que explicaria esta divergência.

Outro ponto importante confirmado neste estudo é que a cama de maravalha apresenta uma densidade 2 a 3 vezes menor que a cama de casca de arroz (50,8 vs 115,9 kg/m³, respectivamente) (VON MUHLEN et al., 2021). Devido a sua menor densidade, a cama de maravalha foi perdendo a sua qualidade mais rapidamente, compactando-se e formando cascos, perdendo sua capacidade isolante de absorção da umidade proveniente dos dejetos liberados pelas aves e bebedouros em comparação com a cama de casca de arroz. A densidade é afetada pelo tamanho das partículas e pelo teor de umidade dos materiais de cama (KIM et al., 2007). Partículas menores deixam menos lacunas entre si

aumentando o seu grau de ligação, e como consequência ocorre aumento da densidade do material (AHN et al., 2016).

No início desta pesquisa os boxes experimentais foram preenchidos com uma camada de 10 cm de espessura dos substratos de cama e durante o experimento não houve reposição ou troca de cama até os 42 dias de idade das aves. Portanto, para manter o potencial da cama de maravalha seria necessário iniciar o experimento com o mesmo peso das camas ou repor material de cama com o avanço da idade das aves.

Em estudo, Sousa et al. (2019) relataram que quando os frangos foram alimentados com diferentes concentrações de levedura na dieta, na suplementação com 6% de levedura houve um ganho de peso com melhor conversão alimentar no período total do experimento, porém não foram observadas diferenças no consumo de ração em frangos de corte. De forma similar, Ding et al. (2019) observaram que a inclusão de levedura em dietas de frangos de corte pode melhorar o ganho de peso corporal e conversão alimentar, resultados que não corroboram com o presente estudo em que observamos melhor conversão alimentar de 1 a 21 dias de idade para os animais que não foram suplementados com levedura.

Em estudo realizado por Shareef e Al-Dabbagh (2009), utilizando diferentes níveis de *S. cerevisiae* na alimentação de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, foi observado melhora significativa na conversão alimentar, não corroborando com o presente estudo, em que os valores de conversão alimentar de 1 aos 21 dias de idade, são piores nos animais suplementados com *S. boulardii*, não diferindo da conversão alimentar dos animais suplementados com *S. cerevisiae*.

Na Tabela 3 observa-se que as variáveis de desempenho estudadas não foram significativamente afetadas pela suplementação da dieta com *S. boulardii* e *S. cerevisiae*. Os resultados apresentados neste trabalho são restritos aos aspectos avaliados e, portanto, há a necessidade também de considerar a análise dos efeitos destas leveduras sobre outras variáveis respostas de interesse como, por exemplo a sanidade e bem-estar dos frangos de corte, estudos nestas áreas estão em desenvolvimento para futuras publicações.

Os mecanismos envolvidos no controle do crescimento em frangos são complexos para serem observados apenas sob análise univariada, pois todas as características são biologicamente correlacionadas (ROSÁRIO et al., 2008). Portanto, os pesos dos cortes e das vísceras comestíveis no presente estudo foram avaliados sob uma abordagem multivariada, utilizando a análise discriminante canônica. Essa abordagem possibilitou uma

avaliação global das relações entre as variáveis e o agrupamento natural dos tratamentos, considerando assim a correlação entre as características e mecanismos biológicos.

A análise discriminante canônica permitiu uma compreensão do rendimento avaliado pelo peso de cortes e vísceras comestíveis, levando em consideração a covariação total entre as características em conjunto, que são biológica e fisiologicamente aceitos, porque o desempenho das características é naturalmente correlacionado. Esse fato foi importante para elucidar a interpretação prática dessas variáveis e facilitou a avaliação dos tratamentos que puderam ser classificados em dois grupos, sendo os tratamentos com suplementação de *S. boulardii* e alojados em cama de maravalha e mistura de maravalha e casca de arroz e *S. cerevisiae* alojados em cama de maravalha, T6 e T7 respectivamente, mais próximos entre si e os pesos de carcaça eviscerada, cortes e vísceras comestíveis superiores nos demais.

O teste de correlação de Pearson entre os valores de peso vivo e peso de carcaça com o comprimento de vilo e cripta foi realizado para descobrir a força da associação entre esses dois fatores, independentemente dos tratamentos experimentais. Como esperado o peso vivo esteve fortemente correlacionado com o peso de carcaça. No entanto, o aspecto mais interessante dos resultados observados nesta análise foi não encontrar nenhuma correlação significativa entre o comprimento dos vilos e a profundidade das criptas com os valores de peso vivo e peso de carcaça. Barros et al. (2021) relata que no íleo, a quantidade de nutrientes que chegam para o processo digestivo químico é baixa, uma vez que as porções anteriores do intestino já teriam feito a maior parte do trabalho. Desta forma, a contribuição dos nutrientes absorvidos pelo íleo seria menor, o que poderia explicar em parte a falta de correlação entre peso vivo e peso da carcaça com as medidas de vilosidades e criptas no íleo no presente estudo.

Apesar de haver grande número de experimentos mostrando a importância do comprimento dos vilos e das criptas sobre o desempenho em frangos de corte, ainda são escassos na literatura artigos que apresentem resultados de correlação que comprovem a relação linear existente entre estas variáveis. Ghosia et al. (2011) e Barros et al. (2021) encontraram correlação positiva entre área de cripta no duodeno e jejuno e consumo de ração. Barros et al. (2021) também registraram uma correlação positiva entre a porcentagem de coxa e sobre-coxa com a área de cripta no íleo.

Maiorka et al. (2000) relataram a importância da mucosa intestinal no processo digestivo e na absorção de nutrientes. Desta forma, a contribuição da análise da histologia

intestinal do íleo apresentada neste estudo estaria diretamente relacionada com a capacidade absorção de nutrientes

Segundo diversos autores, as aves que apresentam vilosidades intestinais maiores têm melhores capacidades absorptivas e relatam que a suplementação probiótica aumenta a altura e largura do vilo intestinal, bem como a profundidade da cripta intestinal em comparação com grupos não suplementados com probióticos (LIONG; ZAREI et al., 2017; FORTE et al., 2018; QUEVEDO et al. 2011; BARROS et al. 2021). No presente estudo não encontramos nenhum efeito significativo de *S. boulardii* ou de *S. cerevisiae* sobre o comprimento das vilosidades aos 42 dias de idade das aves.

No entanto, há indícios que o comprimento das vilosidades pode estar associado a idade das aves. O desenvolvimento dos pintinhos na primeira semana é pré-requisito para o desempenho produtivo do frango na fase de terminação, sendo na primeira semana que processos fisiológicos, como hiperplasia celular e diferenciação da mucosa gastrointestinal ocorrem de forma mais acentuada podendo influenciar o peso corporal e a conversão alimentar da ave até a idade de abate (MACARI & FURLAN, 2001). Desta forma pode ser que os efeitos positivos encontrados na literatura atribuídos aos probióticos sobre as vilosidades intestinais sejam mais perceptíveis no crescimento inicial dos frangos de corte, fato este que não podemos verificar no presente experimento, pois só foram coletadas amostras de íleo na idade de abate.

Por exemplo Marchini et al. (2009), observaram diferenças na relação comprimento de vilos/profundidade de cripta em frangos de corte submetidos estresse térmico somente aos 21 dias de idade das aves. De forma semelhante Lima et al. (2020) observaram que a altura dos vilos no duodeno foi significativamente maior em aves recebendo probiótico em comparação com um grupo controle aos 21 dias, mas não aos 42 dias de idade, indicando que os efeitos probióticos sobre o epitélio intestinal não persistem em aves adultas, o que afeta a capacidade absorptiva e parâmetros de produção.

Por outro lado, o maior comprimento ou profundidade das criptas indica uma maior atividade proliferativa celular que resulta em renovação das perdas na altura dos vilos (FURLAN et al., 2004). No entanto, esta renovação requer energia e proteína, o que pode reduzir o crescimento e desenvolvimento de outros tecidos (MARKOVIC et al., 2009). Sendo assim, as criptas rasas ou uma diminuição de sua profundidade estaria correlacionada com um melhor desempenho produtivo das aves.

Desta forma, criptas rasas indicam um intestino eficiente, que requer menos nutrientes para renovação celular, com menor renovação de células intestinais estas se tornam mais

maduras, aumentam a produção de enzimas digestivas, e a eficiência na absorção de nutrientes (IBRAHIM, 2011). Santos (2010) reporta que o menor valor da relação vilo:cripta é um indicador de destruição dos vilos. Por esta razão, para uma melhor interpretação destes resultados é necessária a avaliação em conjunto dessas variáveis. No presente estudo não encontramos nenhum efeito significativo dos tratamentos sobre o comprimento da cripta e a relação vilo:cripta.

5 Conclusões

Os resultados do presente estudo demonstram que não houve interação significativa entre o tipo de cama aviária e a suplementação com levedura sobre o consumo de ração, conversão alimentar e ganho de peso. Separadamente, pode-se concluir que o ganho de peso foi superior nos frangos alojados em cama de casca de arroz. A suplementação com leveduras, não melhorou o desempenho dos frangos sendo que a *S. boulardii* inclusive, piorou a conversão alimentar dos animais no período de 1 a 21 dias de idade. Em contrapartida, a análise multivariada indicou menores pesos de carcaça eviscerada, cortes e vísceras comestíveis, para os animais suplementados com *S. boulardii* e alojados em cama de mistura maravalha e casca de arroz e também para os animais suplementados com *S. cerevisiae* e alojados em cama de maravalha.

Não houve efeito do tipo de cama e da suplementação com leveduras na morfometria do íleo, exceto para a variável comprimento dos vilos que foi maior nas aves criadas sobre cama composta pela mistura 50% de substratos de maravalha e casca de arroz.

Não foram encontradas correlações lineares significativas entre o comprimento dos vilos e comprimento das criptas do íleo com as variáveis de peso vivo e peso da carcaça eviscerada dos frangos de corte aos 42 dias de idade.

Agradecimentos

Este trabalho apresenta resultados parciais do projeto de pesquisa (19/2551-0001985-8) apoiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul - FAPERGS.

Agradecemos à IRGOVEL Indústria Riograndense de Óleos Vegetais Ltda., pelo fornecimento da casca de arroz utilizada nas camas e à Mig-PLUS Agroindustrial Ltda., pelo fornecimento do Núcleo vitamínico mineral aminoácido utilizado na fabricação de ração.

Referencias Bibliográficas

ABD EL-HACK, M. E., EL-SAADONY, M. T., SHAFI, M. E., QATTAN, S. Y., BATIHA, G. E., KHAFAGA, A. F., ... & ALAGAWANY, M. (2020). Probiotics in poultry feed: A comprehensive review. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, 104(6), 1835-1850.

ABPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **RELATORIO ANUAL ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL – ABPA. RELATORIO ANUAL DA AVICULTURA** 2021. Disponível em: <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2021/04/ABPA_Relatorio_Anual_2021_web.pdf> Acesso em: Dezembro de 2021.

AHN, G. C., JANG, S. S., LEE, K. Y., KWAK, W. S., OH, Y. K., & PARK, K. K. (2016). Characteristics of sawdust and cocopeat beddings, and their usefulness according to the fan and pen location for rearing Hanwoo cattle. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, 29(3), 444.

ANADÓN, ARTURO; MARTÍNEZ-LARRAÑAGA, MARIA ROSA; MARTÍNEZ, MARIA ARANZAZU. Probiotics for animal nutrition in the European Union. Regulation and safety assessment. **Regulatory toxicology and pharmacology**, v. 45, n. 1, p. 91-95, 2006.

AVILA, V. S.; OLIVEIRA, U.; FIGUEIREDO, E. A. P.; COSTA, C. A. F.; ABREU, V. M. N.; ROSA, P. S. Avaliação de materiais alternativos em substituição à maravalha como cama de aviário. 2008. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 2, p. 273-277.

BARROS, B. O. J.; RAMOS, R. B.; CORREDOR, M. J. R.; PULECIO, S. S. L.; GÓMEZ, G. D. & OCHOA, A. J. Association between productive parameters and intestinal histomorphological findings in broilers supplemented with probiotics (*Saccharomyces cerevisiae*, *Lactobacillus acidophilus* and *Bacillus subtilis*). **International Journal of Morphology**, 39(5) :1493-1501, 2021

BEÇAK, W.; PAULETE, J. Técnicas de citologia e histologia. Livros Técnicos e Científicos. Editora SA, Rio de Janeiro, 1976. 230 p.

BORAH, T.K., KALITA, N., BEGUM, K., SHARMA, P., & SAIKIA, A.K. 2019. Effects of feeding different levels of distillers dried grains with solubles (DDGS) on performance of broiler chicken. **International Journal of Chemical Studies**.7(6), 1230-1235. <http://chemijournal.com>

BOWERS, B. D., J. B. HESS, S. F. BILGILI, J. P. BLAKE, and M. K. ECKMAN. 2003. "Sand Litter Temperatures during Brooding." **Journal of Applied Poultry Research** 12 (3): 271–274. doi:10.1093/japr/12.3.271.

DING B, ZHENG J, WANG X, ZHANG L, SUN D, XING Q, PIRONE A, FRONTE B. 2019. Effects of dietary yeast beta-1,3-1,6-glucan on growth performance, intestinal morphology and chosen immunity parameters changes in Haidong chicks. **Asian Australas Journal Animal Science**. 32:1558–1564.

FURLAN, R.L.; MACARI, M.; LUQUETTI, B.C. Como avaliar os efeitos do uso de prebióticos, probióticos e flora de exclusão competitiva. In: Simpósio técnico de incubação, matrizes de corte e nutrição, 2004, Balneário Camboriú, Santa Catarina: Anais... p. 6-28, 2004.

GARCÊS, A., S. M. S. AFONSO, A. CHILUNDO, and C. T. S. JAIROCE. 2013. "Evaluation of Different Litter Materials for Broiler Production in a Hot and Humid Environment: 1. Litter Characteristics and Quality." **Journal of Applied Poultry Research** 22 (2): 168–176. doi:10.3382/japr.2012-00547.

GARCÊS, A. P. J. T., S. M. S. AFONSO, A. CHILUNDO, and C. T. S. JAIROCE. 2017. "Evaluation of Different Litter Materials for Broiler Production in a Hot and Humid Environment: 2. Productive Performance and Carcass Characteristics." **Tropical Animal Health and Production** 49 (2): 369–374. doi:10.1007/s11250-016-1202-7.

GAVA, M.S. Metodologia de morfometria intestinal em frangos de corte. (Dissertação - Mestrado em Ciências Veterinárias – Sanidade avícola) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2012.

GHOSHIA, L.; AKHTAR, A.; AHMAD, I. & MUHAMMAD, S. Effects of probiotic on the intestinal morphology with special reference to the growth of broiler. **Journal of the Chemical Society of Pakistan**, 33(1):129-33, 2011.

HILL C, GUARNER F, REID G, GIBSON GR, MERENSTEIN DJ, POT B, et al. Expert consensus document. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. **Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology**. 2014 Aug;11(8):506–14.

IBRAHIM, Z.A. Modulation of immunity and some biological functions of japanese quail by mannan oligosaccharide and B-glucan administration. **Egypt Poultry Science**, v. 31, p. 867-882, 2011.

JORGE, M. P. B., VAZ, R. G. M. V., DA SILVA, M. C., & DE ARAUJO COSTA, H. 2020. Desempenho de frangos de corte criados sobre dois tipos de cama e duas densidades. **Desafios - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, 7(Especial), 221-228.

KIM, Y.S., KIM, B.T., LEE, C.H. Variations of physical properties depending on the height of reactor in vertical composting process. **Journal of the Korea Organic Resources Recycling Association** 15:115-124, 2007

KRYSIAK, K., KONKOL, D., & KORCZYŃSKI, M. (2021). Overview of the use of probiotics in poultry production. **Animals**, 11(6), 1620.

LIMA, D. K. S., PESSOA, M. S., ARHNOLD, E., LEITE, P. R. S. C., LEONÍDIO, A. R. A., SANTOS, R. L. R., EICKSTEIN, C., PINTO, V. M., & ABRÃO, F. O. (2020). Intestinal and immunological histological parameters of broilers supplemented with commercial probiotic or fungi of the autochthonous microbiota. **Brazilian Journal of Veterinary Medicine**, 42, e101220. <http://doi.org/10.29374/2527-2179.bjvm101220>

MACARI, M.; FURLAN, R.L. Ambiência na produção de aves em clima tropical. In: SILVA, I.J.O. (Ed). Ambiência na produção de aves em clima tropical. Piracicaba: FUNEP, 2001, v.1, p.31- 87.

MAIORKA A, FISCHER DA SILVA AV, SANTIN E, BORGES AS, BOLELI IC, MACARI M. Influência da suplementação de Glutamina sobre o desempenho e o desenvolvimento de vilos e criptas do intestino delgado de frangos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 2000 a; 52: 487-490.

MARCHINI, C. F. P., SILVA, P. L., NASCIMENTO, M. R. B. M., BELETTI, M. E., GUIMARÃES, E. C., & SOARES, H. L. (2009). Morfometria da mucosa duodenal em frangos de corte submetidos à temperatura ambiente cíclica elevada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 61(2), 491-497.

MARKOVIC, R.; SEFER, D.; KRSTIC, M.; PETRUJKIC, B. Effect of different growth promoters on broiler performance and gut morphology. **Archivos de medicina veterinaria**, v.41, p.163-169, 2009.

MARTIN, F.A. 2014. Probióticos y Lactobacillus reuteri Protectis (DSM17938) Ergon. Sociedad Española de Gastroenterología Hepatología y Nutrición Pediátrica 150p.

MOJENA, R. 1977. Hierarchical grouping methods and stopping rules: an evaluation. **The Computer Journal** 20: 359-363.

MUNIR, M. T., BELLONCLE, C., IRLE, M., & FEDERIGHI, M. (2019). Wood-based litter in poultry production: a review. **World's Poultry Science Journal**, 75(1), 5-16.

RAJPUT, I. R., LI, L. Y., XIN, X., WU, B. B., JUAN, Z. L., CUI, Z. W., & LI, W. F. 2013. Effect of Saccharomyces boulardii and Bacillus subtilis B10 on intestinal ultrastructure modulation and mucosal immunity development mechanism in broiler chickens. **Poultry science**, 92(4), 956-965.

RAMADAN, S. G. A., H. D. MAHBOUB, M. A. HELAL, and K. M. GAAFAR. 2013. "Behaviour, Welfare And Performance Of Broiler Chicks Reared On Different Litter Materials." **Assiut Veterinary Medical Journal** 59 (138): 9–18.

R CORE TEAM (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://CRAN.R-project.org/package=MultivariateAnalysis>.

RIBEIRO, C. A. O.; GRÖTZNER, S. R.; FILHO, H. S. R. Técnicas e Métodos para Utilização Prática em Microscopia. Editora Santos, 2012. 420 p.

ROEVER, L. Compreendendo os estudos de metanálise na pesquisa clínica. **Revista da Sociedade Brasileira de Clínica Médica**, v. 14, p. 245-249, 2016.

ROSÁRIO, M., SILVA, M., COELHO, A., SAVINO, V., & DIAS, C. (2008). Canonical discriminant analysis applied to broiler chicken performance. **Animal**, 2(3), 419-424. doi:10.1017/S1751731107001012.

SANDERS, M.E. Probiotics: considerations for human health. **Nutrition Reviews**, New York, v.61, n.3, p.91-99, 2003.

SANTOS, U.; RAMOS, C. O.; SANCHES, N. M.; SOUSA, F. F. Propriedade antibacteriana dos frutos de Sucupira-Branca (*Pterodon pubescens*). **Revista Eletrônica de Biologia**, [online], Sorocaba, v. 3, n. 4, p. 77-88, 2010.

SHAREEF, A. M., & AL-DABBAGH, A. S. A. (2009). Effect of probiotic (*Saccharomyces cerevisiae*) on performance of broiler chicks. **Iraqi Journal of Veterinary Science**, 23(Supplement I), 23-29.

SHEN YB, PIAO XS, KIM SW, LIU P, YOON I, ZHEN YG. 2009. Effects of yeast culture supplementation on growth performance, intestinal health, and immune response of nursery pigs. **Journal of Animal Science**. 87:2614–2624.

SOUSA RF, DOURADO LRB, LOPES JB, FERNANDES ML, KATO RK, NASCIMENTO DCN, SAKOMURA NK, LIMA SBP, FERREIRA GJBC. 2019. Effect of an enzymatic blend and yeast on the performance, carcass yield and histomorphometry of the small intestine in broilers from 21 to 42 days of age. **Brazilian Journal of Poultry Science**. 21:1–6.

TOLEDO, T. D. S. D., PICH, C. S., ROLL, A. A. P., DAI PRÁ, M. A., LEIVAS LEITE, F., GONCALVES XAVIER, E., & ROLL, V. F. B. 2019. The effect of litter materials on broiler performance: a systematic review and meta-analysis. **British Poultry Science**, 60(6), 605-616.

VON MÜHLEN, C.; ROLL, A. P.; DIAS, R. C.; FREITAS, B. K.; XAVIER, E. G.; ROLL, V. F. Características físicas e absorptivas da casca de arroz e da maravalha usadas como cama avícola: In **XXX CIC- Congresso de Iniciação Científica, 7a Semana Integrada UFPEL 2021**. Disponível em: https://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2021/CA_03208.pdf Acesso em 27/04/2022.

CAPÍTULO 2 - Avaliação de maravalha, casca de arroz e a mistura destas utilizadas como substratos de cama para frangos de corte suplementados com *Saccharomyces boulardii* e *Saccharomyces cerevisiae*

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar as características e qualidade dos diferentes substratos de cama em que frangos de corte alimentados com dietas contendo *Saccharomyces boulardii* e *Saccharomyces cerevisiae* foram alojados. Para isto, foram alojados em camas de maravalha, casca de arroz e mistura de 50% de maravalha com 50% de casca de arroz, 270 pintainhos de corte, com 1 dia de idade, da linhagem Cobb 500, num esquema fatorial 3x3 em um delineamento completamente casualizado, distribuídos em 45 boxes experimentais totalizando 9 tratamentos e 5 repetições cada. Foram avaliadas as características físicas e absorptivas destes substratos de cama, assim como a qualidade das mesmas durante o período de alojamento dos frangos de 1 até 42 dias de idade. Concluiu-se que a maravalha apresenta as características que melhor atendem as necessidades da produção de frangos de corte.

Palavras-Chave: amônia, alojamento, avicultura, leveduras, probióticos, temperatura.

1 Introdução

A expansão da avicultura de corte ocorreu devido ao crescimento dos índices zootécnicos, que estão ligados à evolução genética, nutrição e o manejo das aves. O material utilizado como cama de aviário tem influência direta no bem-estar dos animais, na saúde do lote, na segurança alimentar, nos impactos ambientais e na eficiência da produção (MUNIR et al. 2019).

A principal função da cama de aviário é evitar o contato direto da ave com o piso, auxiliando a absorção de água, incorporação de excretas, bem como, a redução de oscilações de temperaturas no aviário (DAI PRÁ & ROLL, 2019). Desta forma é importante para os avicultores conhecer como os substratos comumente utilizados como cama de aviário se comportam em relação a essas características. A questão do conforto ambiental também afeta diretamente no desempenho dos animais, e o substrato de cama que os animais são alojados é de extrema importância para isso. O manejo adequado da cama aviária é fundamental para diminuir perdas econômicas, aumentar a produtividade e garantir o bem-estar animal (CASTRO et al., 2017).

Segundo Von Mühlen et al. (2021), a maravalha de pinus, a casca de arroz e a mistura 50% desses dois materiais são os substratos mais utilizados em frangos de corte na região sul do Brasil, mas apesar da mistura de maravalha e casca de arroz ser amplamente utilizada na produção de frangos de corte, não foram encontrados resultados de suas características físicas na literatura científica. Em função da alta produção orizícola no sul do Brasil, existe a abundância de casca de arroz. Dessa forma, a mistura da maravalha e da casca de arroz vem sendo utilizada para diminuir os custos com a cama aviária.

Segundo Gonçalves et al. (2019), algumas alternativas estão sendo estudadas com o intuito de reduzir o pH, melhorando a qualidade físico-química e microbiológica da cama em que os frangos são alojados, propiciando maior conforto às aves e assim favorecendo seu desempenho zootécnico e sanitário.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar as características e qualidade dos diferentes substratos de cama antes e depois do alojamento de frangos de corte alimentados com dietas contendo *Saccharomyces boulardii* e *Saccharomyces cerevisiae*.

2 Material e Métodos

O experimento foi aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Federal de Pelotas (CEEa - UFPel), sob o número 9053, e foi realizado em duas etapas, iniciando-se com a produção de leveduras para adição nas dietas experimentais e posteriormente realizando o ensaio com os animais no aviário experimental da mesma instituição.

2.1 Substratos de Cama

As amostras de maravalha foram obtidas a partir de uma indústria destinada exclusivamente para a produção deste material para uso em aviários. A apresentação da maravalha era de madeira do tipo pinus, seca e esterilizada por calor e ensacada a vácuo.

A casca de arroz foi obtida a partir da doação da IRGOVEL Indústria Riograndense de Óleos Vegetais (Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil) e transportada a granel em sacos de polipropileno com capacidade aproximada de 2 m³ cada.

Os materiais avaliados consistiram, portanto, em maravalha, casca de arroz e a mistura destes materiais. A mistura de 50% de maravalha e 50% de casca de arroz foi preparada utilizando-se pesos iguais de cada material, ou seja, em 100 kg da mistura havia

50 kg de maravalha e 50 kg de casca de arroz, para as análises realizadas antes do alojamento dos animais.

2.2 Produção de Leveduras

As cepas de *Saccharomyces boulardii* CNCM I-745 (Floratil®) e *Saccharomyces cerevisiae* YT001 (Yeastech Ltda., Rio Grande do Sul, Brasil) foram adquiridas em placas de cultivo do estoque do Laboratório de Microbiologia, no Centro de Biotecnologia da Universidade Federal de Pelotas. As leveduras foram semeadas em caldo YM (*Yeast Malt*), composto por 0,3% de Extrato de Malte, 0,3% de Extrato de Levedura, 0,5% de Peptona bacteriológica, e 1% de Glicose, sendo posteriormente incubadas por 24 horas à temperatura de 28 °C em agitador orbital a 150 rpm.

Inicialmente foi realizada a inoculação de uma colônia de levedura em 10 mL de meio YM, e então, a cada 24 horas, as próximas etapas, sendo os inóculos de 100 mL de meio YM, 1 L e, por fim, 7 L em biorreator aerado continuamente. Após cada etapa foi realizada a coloração de Gram para a certificação da pureza dos inóculos.

Após o processo, os balões contendo 8 L de cultivo foram colocados sob refrigeração por 72 h a aproximadamente 4 °C, para a decantação da massa celular e retirada do sobrenadante. Desta forma, foi obtido em torno de 1 L de cultivo na concentração de 1×10^9 UFC/mL (Unidades Formadoras de Colônia por mL), contagem realizada por diluição seriada e plaqueamento.

2.3 Local, Animais e Tratamentos

O trabalho foi conduzido na Sala Experimental para Frangos de Corte do Biotério de Avicultura do Laboratório de Ensino e Experimentação Zootécnica Prof. Renato Rodrigues Peixoto, do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas.

Foram alojados 270 pintainhos de corte, com 1 dia de idade, da linhagem Cobb 500, distribuídos em 45 boxes experimentais de 1,20 m x 0,65 m x 0,65 m. Em cada boxe foram alojados 6 animais, 3 machos e 3 fêmeas, compondo a unidade experimental. Os tratamentos foram definidos através do esquema fatorial 3x3, sendo 3 dietas e 3 substratos de cama.

Os animais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com 9 tratamentos e 5 repetições, sendo os tratamentos os seguintes: T1 - Dieta sem levedura e cama de maravalha; T2 - Dieta sem levedura e cama de casca de arroz; T3 - Dieta sem

levedura e cama de mistura de 50% de maravalha e 50% de casca de arroz; T4 - Dieta com *S. boulardii* e cama de maravalha; T5 - Dieta com *S. boulardii* e cama de casca de arroz; T6 - Dieta com *S. boulardii* e cama de mistura de 50% de maravalha e 50% de casca de arroz; T7 - Dieta com *S. cerevisiae* e cama de maravalha; T8 - Dieta com *S. cerevisiae* e cama de casca de arroz; T9 - Dieta com *S. cerevisiae* e cama de mistura de 50% de maravalha e 50% de casca de arroz.

As dietas que foram utilizadas eram à base de milho e farelo de soja, sendo isocalóricas, isoenergéticas e isonutritivas. A composição nutricional das dietas experimentais é apresentada na Tabela 1, onde observa-se as duas fases pré-estabelecidas conforme a idade dos animais. As leveduras foram colocadas *on-top* na mistura dos ingredientes, sendo adicionado 1L de cultura de levedura concentrada para 100 Kg de ração, estando na concentração final de 1×10^7 UFC/g.

Tabela 1. Composição nutricional das dietas experimentais.

Ingredientes (%)	Inicial (1 - 21 dias)	Crescimento (22 - 42 dias)
Milho	55,080	59,900
Farelo de Soja	40,920	36,100
Núcleo		
L-Lisina	0,154	0,169
DL-Metionina	0,322	0,253
L-Treonina	0,085	0,065
Glicina	0,950	0,871
Serina	1,179	1,082
Cálcio	1,000	0,720
Sódio	0,210	0,174
Cloro	0,370	0,318
Fitase	0,005	0,005
Total	100,00	100,00
Perfil Nutricional (%)		
Energia Metabolizável (Kcal/Kg)	2808,024	2856,784
Matéria Seca	87,839	87,722
Proteína Bruta	23,061	21,214
Fibra Bruta	3,6480	3,9830

Extrato Etéreo	2,2940	2,3860
Lisina	1,2500	1,1500
Treonina	0,8429	0,7587
Fósforo Total	0,7660	0,5810
Metionina	0,6368	0,5482

Para a dieta Inicial (1 - 21 dias) o Núcleo Vitamínico Mineral Aminoácido para frangos de corte utilizado foi o Mig Frango Inicial 4% com os níveis de garantia mínimos por kg do produto a seguir: (Ácido Fólico (min) 18 mg, Ácido Pantotênico (min) 230 mg, Biotina (min) 2,2 mg, Cálcio (min – max) 190 – 230 g, Cobalto (min) 4,8 mg, Cobre (min) 370 mg, Colina (min) 9800 mg, Ferro (min) 1500 mg, Fitase 12500 FTU, Flavomicina 50 mg, Fósforo (min) 50 g, Iodo (min) 44 mg, Lisina (min) 26 g, Manganês (min) 1600 mg, Metionina (min) 70 g, Niacina (min) 970 mg, Salinomicina 1500 mg, Selênio (min) 6,2 mg, Sódio (min) 42 g, Treonina (min) 18 g, Vit A (min) 240000 UI, Vit B1 (min) 44 mg, Vit B12 (min) 500 mcg, Vit B2 (min) 136 mg, Vit B6 (min) 60 mg, Vit D3 (min) 50000 UI, Vit E (min) 620 UI, Vit K3 (min) 48 mg, Zinco (min) 2200 mg). Para a dieta Crescimento (22 - 42 dias), foi utilizado o Núcleo Vitamínico Mineral Aminoácido para frangos de corte Mig Frango Crescimento 4% com os níveis de garantia mínimos por kg do produto a seguir: (Ácido Fólico (min) 18 mg, Ácido Pantotênico (min) 230 mg, Biotina (min) 2,2 mg, Cálcio (min – max) 100 - 170 g, Cobalto (min) 4,8 mg, Cobre (min) 370 mg, Colina (min) 7300 mg, Ferro (min) 1500 mg, Fitase 12500 FTU, Flavomicina 50 mg, Fósforo (min) 16 g, Iodo (min) 42 mg, Lisina (min) 30 g, Manganês (min) 1800 mg, Metionina (min) 58 g, Monensina 2500 mg, Niacina (min) 970 mg, Selênio (min) 6,2 mg, Sódio (min) 32 g, Treonina (min) 14 mg, Vit A (min) 241500 UI, Vit B1 (min) 44 mg, Vit B12 (min) 500 mcg, Vit B2 (min) 138 mg, Vit B6 (min) 60 mg, Vit D3 (min) 50000 UI, Vit E (min) 620 UI, Vit K3 (min) 50 mg, Zinco (min) 2340 mg).

2.4 Variáveis Analisadas

2.4.1 Características Físicas e Absortivas da Maravalha e da Casca de Arroz

A densidade aparente foi determinada colocando-se as amostras de cama em uma caixa 20 x 20 x 20 cm (largura x comprimento x altura) multiplicando-se o peso obtido por 125 vezes, para obter o peso em kg/m³ que é a maneira como este produto é encontrado no mercado brasileiro.

Para avaliação do acúmulo de calor nos materiais de cama foi preparada uma área de cama em formato de quadrado latino 3 x 3 em que cada quadrado correspondia a amostra de cama com 400 cm² e uma profundidade de 20 cm. Um aquecedor com um queimador de gás convencional, em que o calor é transmitido por condução e convecção (ABREU, 2003) foi instalado a uma distância de um metro de altura da superfície das amostras de cama. A cada 15 minutos a temperatura superficial de cada amostra de cama foi aferida utilizando-se um termômetro digital a laser infravermelho.

Para a análise de umidade, foram realizados testes em cinco amostras de cada material de cama pelo método de secagem em estufa de circulação forçada de ar a 50 – 55 °C por 72 h. O cálculo de teor de umidade foi feito utilizando-se a seguinte fórmula:

$$\text{Umidade (\%)} = \frac{(\text{Peso Inicial} - \text{Peso Seco})}{\text{Peso Inicial}} \times 100$$

Para a análise de fator de absorção, a metodologia foi adaptada de Voyles e Honeyman (2005). Foram pesadas cinco repetições de 500 g de cada material de cama. Cada amostra foi colocada em uma bolsa de nylon fino e embebida em uma caixa da água de 500 L por 14 horas e então suspensas para gotejar por 75 minutos, (tempo que levou para que as amostras parassem de pingar). Logo as amostras foram pesadas novamente para determinar o fator de absorção usando a seguinte fórmula:

$$\text{Fator de Absorção} = \frac{\text{Peso após Imersão} - \text{Peso Inicial}}{\text{Peso Inicial}}$$

A taxa de evaporação foi realizada através da metodologia adaptada de Ahn et al. (2016). As amostras de cama saturadas com água foram novamente suspensas e submetidas a uma corrente de ar forçado gerado a partir de um ventilador suspenso de três pás e 61 cm de diâmetro com capacidade de fluxo de ar aproximado de 137 m³/min (medido por anemômetro digital) que foi ligado a três metros de distância das amostras. A taxa de evaporação da umidade foi calculada a cada hora durante um período de 4 horas pela seguinte fórmula:

$$\text{Evaporação (\%)} = \frac{\text{Peso após Ventilação}}{\text{Peso pré Ventilação}} \times 100$$

2.4.2 Avaliação da Qualidade da Cama Durante o Período Experimental

A temperatura da cama de cada boxe foi mensurada com termômetro infravermelho digital, no dia inicial do experimento e, aos 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias de experimento, assim como, a detecção de amônia no ambiente de cada boxe, sendo mensurada por detector de amônia SP2nd NH3 da empresa Akso.

Aos 7, 14, 21, 28 e 35 dias após início do experimento, foram coletadas amostras de cama de cada unidade experimental do qual foi utilizado um *pool* de cada tratamento para análise microbiológica que foi realizada em triplicata.

As amostras de cama foram coletadas de cinco pontos fixos dentro de cada boxe, escolhidos de maneira estratégica, para que ficassem afastados de comedouros e bebedouros, usando toda a espessura da cama, formando as amostras simples, as quais posteriormente formaram as amostras compostas (*pool*) de cada tratamento.

No Laboratório de Microbiologia pesava-se 1 g de cama em tubo Falcon e acrescentava-se 9 mL de água destilada estéril, após homogeneização, era realizada a diluição seriada em solução PBS (*Phosphate-buffered saline*), espalhava-se 50 µL deste material com alça de Drigalski em placas de Petri vertidas de ágar BHI (*Brain Heart Infusion*) e ágar MacConkey e, incubadas em estufa à 37 °C por 24 horas para posterior contagem das colônias.

Aos 21 e 42 dias após início do experimento, também foram coletadas amostras de cama de cada boxe para avaliação de pH e umidade. Para o pH, eram pesados 9 g de cama em balança analítica digital e misturava-se 60 mL de água destilada, então realizava-se a leitura do pH em pHMetro Microprocessado de bancada da marca QUIMIS. As amostras de cama foram colocadas em sacos de papel pardo, pesadas em balança analítica digital e colocadas em estufa de circulação forçada de ar à 55 °C por 72 horas, após foi realizada a pesagem final do material e para o cálculo de teor de umidade utilizou-se a seguinte fórmula:

$$\text{Umidade(\%)} = \frac{\text{Peso Inicial} - \text{Peso Seco}}{\text{Peso Inicial}} \times 100$$

2.4.3 Pododermatites

As lesões de pododermatite foram avaliadas aos 21 e 42 dias de idade dos frangos utilizando-se uma escala de quatro pontos em que: Escore 0: coxim plantar íntegro; Escore 1: menos de 25% do coxim acometido; Escore 2: lesão cobrindo de 26 a 50% do coxim; Escore 3: lesão cobrindo mais de 50% do coxim (MENDES & KOMIYAMA, 2011).

2.5 Análise Estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância seguida pelo teste de Tukey para a comparação das médias dos tratamentos ($P < 0,05$), para as variáveis microbiológicas, foi

realizada Correlação de Pearson. Foi utilizando o software estatístico R (R CORE TEAM, 2021).

3 Resultados e Discussão

3.1 Características Físicas e Absortivas dos Substratos de Cama

As médias de densidade, umidade e fator de absorção dos três materiais de cama são mostrados na Tabela 2.

Tabela 2. Densidade, umidade e fator de absorção de materiais de cama.

	Maravalha	Casca de arroz	Mistura 50%	Prob
Densidade (kg/m ³)	50,8±1,02 C	115,9±2,16 A	74,5±1,81 B	<0,001
Umidade (%)	2,3±0,34 C	8,9±0,19 A	5,5±0,23 B	<0,001
Fator de Absorção	1,87±0,01 A	0,58±0,01 C	1,21±0,02 B	<0,001

Médias sem uma letra igual na linha diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A casca de arroz apresentou a maior densidade ($P < 0,001$) sendo 2,3 vezes maior do que a maravalha. A densidade é afetada pelo tamanho das partículas e pelo teor de umidade dos materiais de cama (KIM et al., 2007). Partículas menores deixam menos lacunas entre si aumentando o seu grau de ligação, e como consequência aumenta a densidade do material (AHN et al., 2016). A casca de arroz apresentou maior umidade ($P < 0,001$) o que contribui também para explicar a maior densidade deste material em comparação com a maravalha. A mistura 50% de casca de arroz e maravalha como era esperado apresentou valores intermediários de densidade e umidade.

Os dados coletados para os fatores de absorção de água dos substratos de cama mostram diferenças significativas na capacidade de absorção dos diferentes materiais de cama. A maravalha foi capaz de absorver quase o dobro do seu peso de água e a casca de arroz apenas a metade, enquanto que a mistura absorveu apenas um pouco acima do seu peso.

As características mais importantes dos substratos de cama são: ter grande capacidade de absorção, secar rapidamente e ser reaproveitável para outros fins (GRIMES et al., 2002). A julgar por estas características a maravalha de pinus mostra-se como a melhor opção em comparação com a casca de arroz e a mistura de ambas.

Na Tabela 3 são apresentadas as taxas de evaporação de umidade das amostras que atingiram um valor máximo de aproximadamente 6,0% até 4 h de observação. Essas baixas

taxas de evaporação podem ser explicadas pelas condições climáticas no dia em que a avaliação foi realizada (umidade do ar 100% e temperatura 10°C). Com o ar saturado de umidade e com temperatura ambiente baixa a taxa de evaporação ficou prejudicada. Mas mesmo nestas condições foi possível verificar diferenças significativas entre os materiais de cama. A partir da segunda hora de observação, as taxas de evaporação de umidade foram significativamente mais altas na maravalha e na mistura em comparação com a casca de arroz. Possivelmente a explicação para estas diferenças seja devido a maior área de superfície e menor densidade das partículas da maravalha juntamente com a sua maior porosidade que facilitam a evaporação da umidade em comparação com a casca de arroz.

Tabela 3. Taxa de evaporação de umidade de materiais de cama saturadas com água e submetidos a ventilação forçada.

Tempo (horas)	Taxa de evaporação (%)			Prob
	Maravalha	Casca de arroz	Mistura 50%	
1	2,95±0,32	2,60±0,86	2,77±0,08	NS
2	4,00±0,37 A	3,17±0,71 B	3,88±0,12 AB	0,03
3	5,17±0,41 A	4,28±0,77 B	5,20±0,32 A	0,03
4	5,84±0,57 A	4,91±0,66 B	5,83±0,26 A	0,02

Médias sem uma letra igual na linha diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de significância, NS= não significativo.

Na Figura 1 são apresentados os acúmulos de calor nas amostras de cama. A temperatura média máxima superficial da maravalha foi de 24,6 °C enquanto que a da mistura de 50% maravalha e 50% casca de arroz foi de 23,1 °C, enquanto que a casca de arroz sozinha foi 22,3 após 140 min submetidos ao aquecimento com a campânula. A diferença média de 2,5 °C entre maravalha e casca de arroz foi altamente significativa ($P<0,001$). No entanto, essa diferença entre estes dois substratos de cama foi ainda maior logo nos primeiros minutos de aquecimento, razão pela qual houve interação significativa do tempo de aquecimento com o tipo de substrato de cama ($P<0,001$). Esses resultados são particularmente importantes nos meses de inverno e no alojamento dos pintinhos quando há necessidade de maior temperatura para manter a saúde e o desempenho das aves na fase inicial de criação.

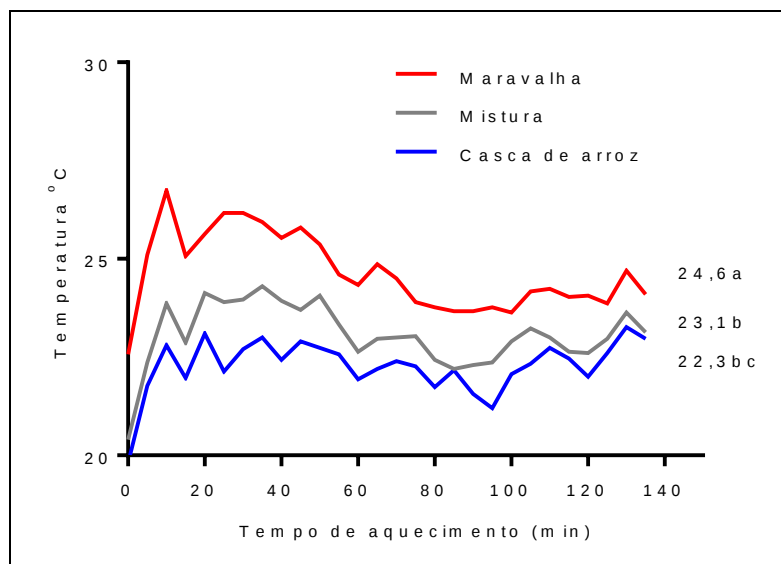


Figura 1. Temperaturas superficiais da cama após início do aquecimento do ambiente com campânula a gás.

Portanto, os resultados indicam haver necessidade de maior tempo de exposição ou maior temperatura da campânula para aquecer a cama de casca de arroz ao mesmo nível da maravalha. Por outro lado, na fase final de criação e no verão a menor temperatura da cama poderia ser uma vantagem para a casca de arroz.

3.2 Avaliação da Qualidade da Cama Durante o Período Experimental

A cama avícola é rica em microrganismos, podendo apresentar variações no teor de umidade, amônia e população de bactérias coliformes, dependendo do material usado como cama e de seu manejo (JORGE et al., 1996).

O acúmulo de microrganismos patógenos na cama gera preocupações para a saúde no próprio lote de aves, mas sobretudo para a saúde dos consumidores. Por esta razão os objetivos do presente estudo foram avaliar como os diferentes substratos de cama juntamente com a suplementação das dietas das aves afetam as principais características da cama aviária que influenciam diretamente nos aspectos produtivos e sanitários dos lotes de frangos de corte.

Na Tabela 4 são apresentados os resultados de temperatura dos substratos de cama ao longo do período experimental. Pode-se observar que houve efeito significativo do fator suplementação com levedura aos 7 dias e do tipo de substrato aos 14 dias de idade do lote sobre a temperatura da cama aviária. Aos sete dias as camas nas quais foram criadas aves

suplementadas com *S. boulardii* apresentaram maior temperatura (1,6 °C) que as camas em que foram criados frangos suplementados com *S. cerevisiae*.

Tabela 4. Temperatura (°C) da cama de maravalha, casca de arroz ou mistura de 50% de maravalha e 50% de casca de arroz ao longo do período experimental dos frangos suplementados com *S. boulardii* e *S. cerevisiae*.

	Dias						
	1	7	14	21	28	35	42
Cama							
Maravalha	31,1	24,5	28,1B	27,0	27,2	23,0	25,2
Casca de Arroz	31,7	24,7	29,3A	27,2	27,8	22,9	25,6
Mistura	30,7	24,7	28,7AB	27,3	26,7	23,3	25,4
EPM	0,74	0,34	0,33	0,37	0,53	0,58	0,22
Levedura							
Sem Levedura	31,3	24,5AB	28,8	27,6	27,8	22,6	25,4
<i>S. boulardii</i>	31,5	25,3A	28,5	27,0	27,3	23,2	25,5
<i>S. cerevisiae</i>	30,7	23,7B	28,9	27,0	26,5	23,3	25,3
EPM	0,74	0,34	0,33	0,37	0,53	0,58	0,22
Interação							
T1	32,2	25,3	28,3	27,1	27,1	23,0	24,8
T2	31,0	24,1	29,1	28,2	29,0	22,3	25,6
T3	30,7	25,3	28,9	27,5	27,4	22,6	25,7
T4	30,3	24,4	28,1	26,9	27,8	23,5	25,5
T5	32,0	25,8	28,7	26,6	27,5	22,1	25,4
T6	32,1	25,6	28,8	27,4	26,8	24,1	25,6
T7	30,9	23,7	28,0	27,2	26,8	22,6	25,3
T8	32,0	24,3	30,1	26,7	26,8	24,3	25,8
T9	29,1	23,2	28,5	27,0	25,9	23,1	24,9
EPM	1,28	0,59	0,58	0,65	0,91	0,99	0,38
P							
Cama	0,64	0,86	0,05	0,87	0,36	0,91	0,49
Levedura	0,73	0,009	0,76	0,41	0,22	0,64	0,89
Interação	0,46	0,14	0,55	0,68	0,77	0,48	0,33

*Médias seguidas de letras distintas nas colunas indicam diferença significativa entre grupos ($p < 0,05$). T1 - Dieta sem levedura e cama de maravalha; T2 - Dieta sem levedura e cama de casca de arroz; T3 - Dieta sem levedura e cama de mistura de 50% de maravalha e 50% de casca de arroz; T4 - Dieta com *S. boulardii* e cama de maravalha; T5 - Dieta com *S. boulardii* e cama de casca de arroz; T6 - Dieta com *S. boulardii* e cama de mistura de 50% de maravalha e 50% de casca de arroz; T7 - Dieta com *S. cerevisiae* e cama de maravalha; T8 - Dieta com *S. cerevisiae* e cama de casca de arroz; T9 - Dieta com *S. cerevisiae* e cama de mistura de 50% de maravalha e 50% de casca de arroz. EPM = Erro Padrão da Média.

É difícil determinar a causa da maior temperatura das camas aos sete dias nos boxes em que foram criados frangos suplementados com *S. boulardii*. Mas possivelmente este resultado esteja influenciado pelo rápido crescimento da população microbiana na cama conforme pode ser observado na Figura 2 posteriormente, ou também devido a covariáveis não controladas no experimento, como por exemplo, a distância aleatória dos boxes às fontes de aquecimento dentro do aviário.

O resultado encontrado aos 14 dias surpreende, pois, conforme observado na Figura 1, a casca de arroz nova e não usada foi o material que menos acumulou temperatura superficial após 140 min de aquecimento com campânula. Isto demonstra que a presença de aves altera as propriedades químico-físicas dos materiais de cama originais seja pela incorporação de resíduos de ração, penas, excretas e aumento da umidade e atividade microbiana. De qualquer forma estes resultados concordam com Przybulinski (2020) que observou que a cama de casca de arroz apresentou maior temperatura interna em comparação com a cama de maravalha na criação de frangos de corte.

Mas no geral, em condições normais a temperatura da cama deve situar-se próxima da temperatura ambiente do aviário para dar condições de bem-estar animal e não interferir negativamente no desempenho das aves (DAI PRÁ & ROLL, 2019).

Na Tabela 5 são apresentados os resultados do nível de amônia ao longo do período experimental, pode-se observar que não houve aumento significativo de amônia liberada para nenhum dos fatores estudados ao longo do período experimental. Estes resultados corroboram em parte com De Freitas et al. (2011), que em experimento com frangos de corte alojados avaliando diferentes substratos de cama, não observaram diferença significativa para o nível de amônia volatizada em cama de maravalha e cama de casca de arroz.

Tabela 5. Incidência de amônia (ppm) ao longo do período experimental dos frangos suplementados com *S. boulardii* e *S. cerevisiae* e alojados em diferentes substratos de cama.

	Dias				
	14	21	28	35	42
Cama					
Maravalha	5,53	27,7	36,9	15,5	27,8
Casca de Arroz	5,47	27,7	37,6	16,4	27,8
Mistura	5,20	26,5	36,7	15,1	27,9
EPM	0,149	0,71	0,58	0,83	0,74
Levedura					
Sem Levedura	5,47	27,3	36,8	16,1	27,6
<i>S. boulardii</i>	5,27	27,8	36,9	16,3	27,7
<i>S. cerevisiae</i>	5,47	26,9	37,5	14,7	28,2
EPM	0,149	0,71	0,58	0,83	0,74
Interação					
T1	5,40	27,6	37,0	16,0	28,0
T2	5,4	28,2	37,0	17,6	28,2
T3	5,6	26,2	36,4	14,6	26,6
T4	5,4	28,4	36,6	16,0	27,4
T5	5,40	27,4	37,8	15,8	28,2
T6	5,0	27,6	36,2	17,0	27,6
T7	5,8	27,2	37,0	14,6	28,0
T8	5,60	27,6	38,0	15,8	27,0
T9	5,0	25,8	37,4	13,8	29,6
EPM	0,258	1,22	1,0	1,44	1,27
P					
Cama	0,26	0,39	0,49	0,55	0,98
Levedura	0,55	0,65	0,67	0,38	0,83
Interação	0,37	0,90	0,95	0,68	0,52

*Médias seguidas de letras distintas nas colunas indicam diferença significativa entre grupos ($p < 0,05$). T1 - Dieta sem levedura e cama de maravalha; T2 - Dieta sem levedura e cama de casca de arroz; T3 - Dieta sem levedura e cama de mistura de 50% de maravalha e 50% de casca de arroz; T4 - Dieta com *S. boulardii* e cama de maravalha; T5 - Dieta com *S. boulardii* e cama de casca de arroz; T6 - Dieta com *S. boulardii* e cama

de mistura de 50% de maravalha e 50% de casca de arroz; T7 - Dieta com *S. cerevisiae* e cama de maravalha; T8 - Dieta com *S. cerevisiae* e cama de casca de arroz; T9 - Dieta com *S. cerevisiae* e cama de mistura de 50% de maravalha e 50% de casca de arroz. EPM = Erro Padrão da Média.

Não foi constatada a presença de amônia no primeiro e no sétimo dia de criação dos frangos. Aos 14 dias já foram constatados níveis de amônia variando de 5,0 a 5,8 ppm. A amônia presente ao nível das camas aos 21, 28 e 42 dias de idade esteve acima da concentração de 15 a 20 ppm, descritos como níveis máximos recomendados para as aves (CARLILE, 1984). Este fato se deve as características do galpão experimental que não conta com um sistema de exaustão por pressão negativa aliado a coleta de dados de amônia no início da manhã após o aviário ter estado totalmente fechado durante a noite por motivos de segurança e para manter a temperatura interna adequada para as aves. No entanto, foi observado que os níveis de amônia reduziam durante o dia com a abertura das janelas de ventilação evitando prejuízos ao bem-estar e o desempenho das aves.

Também podemos sugerir que houve uma associação positiva entre os níveis de amônia liberada da cama com a contagem de microrganismos nas camas aviárias. Segundo Sampaio et al. (1999) a menor quantidade de amônia liberada promove decréscimo na contagem padrão de microrganismos na cama aviária.

A amônia, embora tenha efeito negativo em níveis elevados no interior do galpão por proporcionar desconforto às aves, é importante para reduzir algumas populações de microrganismos que se desenvolvem na cama (DAI PRÁ & ROLL, 2019).

A amônia, um gás incolor e irritante para as mucosas, é formado a partir da decomposição microbiana do ácido úrico que é eliminado pelas aves. Quando inalado em quantidades superiores a 25 ppm, causa perda de peso (LOTT, 2003), e quando em níveis superiores a 60 ppm predispõe as aves a problemas respiratórios, o que pode promover o aumento das complicações secundárias após as vacinações. Além disso, altos níveis de amônia podem ocasionar a redução de taxa e profundidade da respiração, prejudicando assim os processos fisiológicos de trocas gasosas (OLIVEIRA et al., 2003). Assim, um dos objetivos desta pesquisa foi quantificar a liberação de amônia e a contagem de microrganismos na cama de frangos durante o ciclo de criação das aves.

Na Figura 2A, 2B e 2C são apresentadas as curvas referentes às médias do crescimento microbiológico em meios BHI e MacConkey ao longo do período experimental. Nelas pode ser observado, principalmente em meio BHI um grande crescimento na primeira

semana de alojamento dos animais, mas se mantendo linear no restante do período experimental.

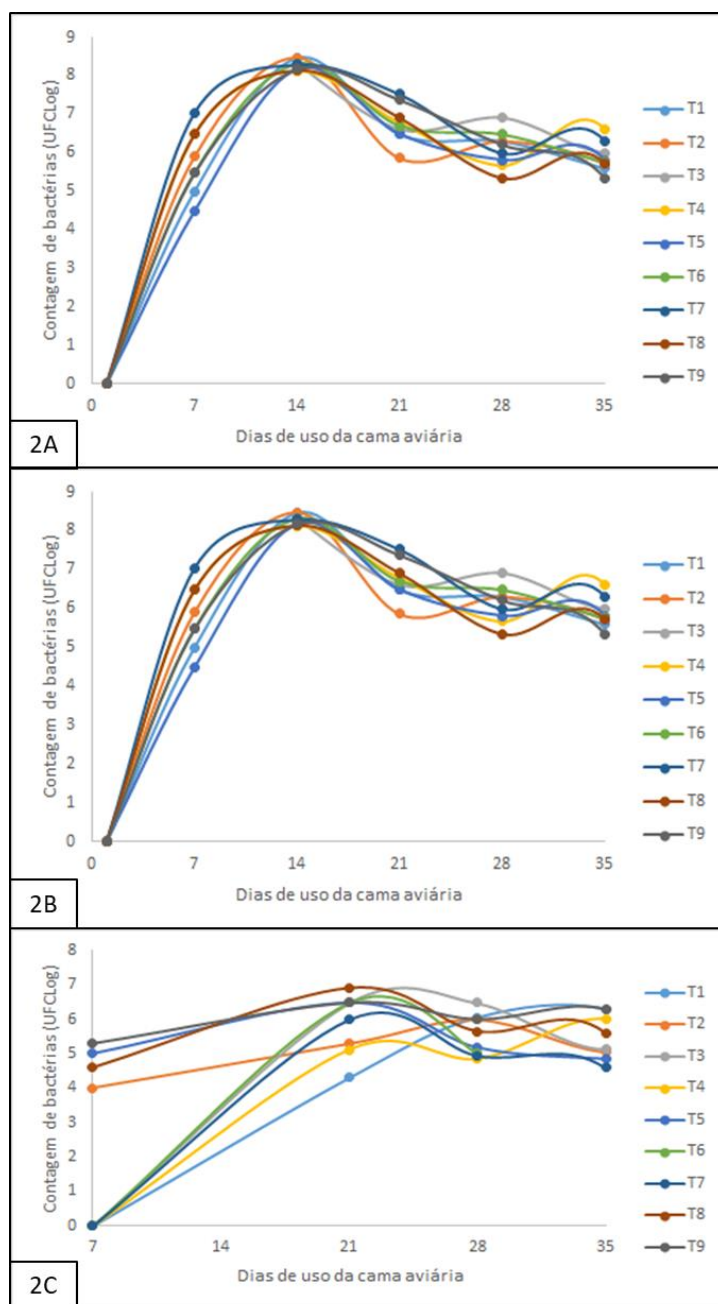


Figura 2. Curvas de crescimento microbiológico em meio BHI (A), MacConkey bactérias fermentadoras (B) e MacConkey bactérias não fermentadoras (C) na cama de frangos de corte criados até 42 dias de idade e submetidos aos seguintes tratamentos, T1 - Dieta sem levedura e cama de maravalha; T2 - Dieta sem levedura e cama de casca de arroz; T3 - Dieta sem levedura e cama de mistura de 50% de maravalha e 50% de casca de arroz; T4 - Dieta com *S. boulardii* e cama de maravalha; T5 - Dieta com *S. boulardii* e cama de casca de arroz; T6 - Dieta com *S. boulardii* e cama de mistura de 50% de maravalha e 50% de

casca de arroz; T7 - Dieta com *S. cerevisiae* e cama de maravalha; T8 - Dieta com *S. cerevisiae* e cama de casca de arroz; T9 - Dieta com *S. cerevisiae* e cama de mistura de 50% de maravalha e 50% de casca de arroz.

Quando se leva em consideração a presença de enterobactérias em cama nova, os títulos elevam-se rapidamente na primeira semana de criação, mantendo-se altos até a quarta semana, a partir daí inicia-se um declínio acentuado e, quanto mais tardio for o abate do lote, menores serão os níveis destes microrganismos (JORGE et al., 1996). Isso pode ser explicado pelo aumento da presença de fezes, amônia e umidade na cama.

A microbiota da cama é extremamente diversificada em função do contínuo aporte de material fecal durante o ciclo de criação, além da incorporação de fungos e bactérias derivados do ambiente (JORGE et al., 1996). Neste contexto é muito comum o conceito de que o simples acúmulo fecal na cama resulta em aumento de microrganismos patogênicos, além de intensificar a geração de gases prejudiciais à saúde das aves.

A cama de aviário tem condição especial para o desenvolvimento bacteriano com valores adequados de pH, entre 8 e 9 (DAI PRÁ et al., 2010). Aliado a isso, as temperaturas variam em condições normais de 20 a 32 °C no aviário (ÁVILA et al., 1992) dependendo da semana de criação, completando um habitat ótimo para bactérias, sobretudo as mesófilas aeróbicas ou microaerófilas. Além disso, a cama oferece condições ao desenvolvimento de muitas bactérias indesejáveis, como por exemplo, *Salmonella spp.*, *Campylobacter spp.*, *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens* e *Staphylococcus aureus* (WERLE et al., 2010).

Llewellyn et al. (1988) citam como uma desvantagem das camas de casca de arroz a maior proliferação bacteriana e micotóxicoses em comparação com os outros substratos de cama. Por outro lado, Jorge et al. (1996), ao estudarem a presença de coliformes em cinco tipos de cama de frangos não tratadas, obtiveram títulos mais elevados nos períodos chuvoso e seco, respectivamente entre o 17º e 24º dias de criação e concluíram que a população de coliformes dependeu, em maior escala, da massa fecal e da umidade acumuladas do que propriamente do material de cama empregado.

No meio BHI foi possível observar no 14º dia, efeito significativo da suplementação com *S. boulardii* e *S. cerevisiae* sobre a redução da contagem de bactérias em comparação com o grupo não suplementado com leveduras (Tabela 6).

O mesmo comportamento foi observado aos 28 dias de idade para bactérias não fermentadoras em meio MacConkey em que a contagem de bactérias foi maior no grupo

não suplementado em comparação com os grupos suplementados com *S. boulardii* e *cerevisiae*.

Na Tabela 6 são apresentadas as médias para umidade e pH da cama aos 21 e aos 42 dias de alojamento dos animais. Observa-se que nem a suplementação das aves com leveduras nem o tipo de substrato de cama teve influência significativa sobre o teor de umidade e pH das camas em nenhum dos períodos avaliados.

Tabela 6. Influência dos substratos e da suplementação da dieta com *S. boulardii* e *S. cerevisiae* sobre a umidade e o pH da cama aos 21 e 42 dias de idade em um lote misto de frangos de corte.

	Umidade (%)		pH	
	21 Dias	42 Dias	21 Dias	42 Dias
Cama				
Maravalha	57,8	58,5	8,72	9,44
Casca de Arroz	56,3	55,9	8,79	9,49
Mistura	55,5	60,6	8,79	9,53
EPM	1,85	1,84	0,11	0,11
Levedura				
Sem Levedura	56,1	58,0	8,79	9,45
<i>S. boulardii</i>	55,2	60,0	8,57	9,54
<i>S. cerevisiae</i>	58,3	57,0	8,94	9,47
EPM	1,85	1,84	0,11	0,11
Interação				
T1	56,3	54,3	8,75	9,48
T2	57,0	59,2	8,63	9,36
T3	55,0	60,6	9,00	9,52
T4	56,3	61,9	8,44	9,32
T5	53,9	56,1	8,77	9,66
T6	55,6	62,0	8,49	9,64
T7	60,9	59,2	8,97	9,52
T8	58,1	52,4	8,98	9,46
T9	56,0	59,3	8,87	9,42
EPM	3,21	3,18	0,20	0,20

P				
Cama	0,678	0,204	0,885	0,880
Levedura	0,486	0,500	0,088	0,860
Interação	0,923	0,391	0,524	0,740

*Médias seguidas de letras distintas nas colunas indicam diferença significativa entre grupos ($p < 0,05$). T1 - Dieta sem levedura e cama de maravalha; T2 - Dieta sem levedura e cama de casca de arroz; T3 - Dieta sem levedura e cama de mistura de 50% de maravalha e 50% de casca de arroz; T4 - Dieta com *S. boulardii* e cama de maravalha; T5 - Dieta com *S. boulardii* e cama de casca de arroz; T6 - Dieta com *S. boulardii* e cama de mistura de 50% de maravalha e 50% de casca de arroz; T7 - Dieta com *S. cerevisiae* e cama de maravalha; T8 - Dieta com *S. cerevisiae* e cama de casca de arroz; T9 - Dieta com *S. cerevisiae* e cama de mistura de 50% de maravalha e 50% de casca de arroz. EPM = Erro Padrão da Média.

É possível observar que os valores de umidade das camas foram bastante elevados e variaram entre 50 a 60%. Os níveis de umidade na cama devem se situar entre 20 e 35%. Cama com índice de umidade abaixo de 20% resulta em aumento da concentração de poeira no interior da instalação, irritando o sistema respiratório das aves, predispondo ao surgimento de infecções. Por outro lado, o excesso de umidade da cama, ou seja, índice acima de 35% pode causar problemas de saúde e bem-estar nas aves, aumento da incidência de lesões no peito, queimaduras na pele, pododermatite, condenações e perda da qualidade nas carcaças, além de incidência de Coccidiose acima de 25% (DAI PRÁ & ROLL, 2019).

Embora não tenha sido objeto de análise estatística, é possível observar que o pH das camas aumentou em média de 8,7 aos 21 dias, para 9,5 aos 42 dias de idade das aves. Segundo Dai Prá e Roll (2019), o pH da cama é levemente ácido quando nova, mas com a incorporação das excretas e desdobramento do ácido úrico em amônia acontece uma alcalinização do meio, conforme ocorreu neste estudo.

Os resultados do presente estudo diferem de Przybulinski (2020) que, analisando diferentes materiais, concluiu que materiais com tamanho de partículas menores, como a casca de arroz, têm maior capacidade de absorção de água e, conseqüentemente, apresentam maior umidade.

Na Tabela 7 estão apresentados os resultados de pododermatites, observa-se que na avaliação aos 21 dias de idade os animais alojados em cama de maravalha tiveram significativamente menor incidência de lesões do tipo leve em comparação com animais alojados em cama de casca de arroz e mistura de substratos. Aos 42 dias de idade observa-

se que não houve efeito significativo da suplementação da dieta com leveduras nem do tipo de substrato de cama sobre a porcentagem de lesões nos diferentes graus de intensidade.

Tabela 7. Influência dos substratos e da suplementação da dieta com *S. boulardii* e *S. cerevisiae* sobre lesões ($\sqrt{\%$) nas patas de frangos de corte aos 21 e 42 dias de idade.

	Pododermatites ($\sqrt{\%$)							
	21 dias				42 dias			
	lleso	Leve	Média	Severa	lleso	Leve	Média	Severa
Cama								
Maravalha	5,8	4,58B	3,33	1,56	6,60	6,31	1,97	0
Casca de Arroz	6,32	6,66A	1,50	0	5,07	5,90	3,68	0,54
Mistura	5,86	6,46A	2,22	0	4,98	6,41	2,91	0,54
EPM	0,794	0,586	0,717	0,373	0,774	0,454	0,842	0,314
Levedura								
Sem Levedura	6,15	5,72	2,67	0,544	5,61	6,15	2,71	0,27
<i>S. boulardii</i>	6,46	5,44	2,24	0,272	5,88	6,14	2,62	0,544
<i>S. cerevisiae</i>	5,37	6,54	2,13	0,744	5,17	6,33	3,24	0,272
EPM	0,794	0,586	0,717	0,373	0,774	0,454	0,84	0,314
Interação								
T1	6,08	4,54	2,449	1,633	5,83	6,88	1,15	0
T2	5,43	6,65	2,788	0	6,07	4,76	4,54	0,816
T3	6,92	5,95	2,788	0	4,91	6,80	2,45	0
T4	6,21	4,13	3,682	0,816	7,19	6,09	1,63	0
T5	6,51	6,84	0,816	0	4,02	6,29	3,98	0,816
T6	6,68	5,36	2,231	0	6,43	6,03	2,23	0,816
T7	5,10	6,48	3,864	2,231	6,77	5,95	3,13	0
T8	7,03	6,48	0,894	0	5,13	6,65	2,53	0
T9	3,98	8,07	1,633	0	3,60	6,39	4,06	0,816
EPM	1,38	1,01	1,24	0,646	1,34	0,786	1,46	0,544
P								
Cama	0,878	0,030	0,205	-	0,265	0,707	0,365	-
Levedura	0,610	0,398	0,852	-	0,807	0,943	0,855	-
Interação	0,580	0,641	0,649	-	0,487	0,367	0,626	-

*Médias seguidas de letras distintas nas colunas indicam diferença significativa entre grupos ($p < 0,05$). T1 - Dieta sem levedura e cama de maravalha; T2 - Dieta sem levedura e cama de casca de arroz; T3 - Dieta sem levedura e cama de mistura de 50% de maravalha e 50% de casca de arroz; T4 - Dieta com *S. boulardii* e cama de maravalha; T5 - Dieta com *S. boulardii* e cama de casca de arroz; T6 - Dieta com *S. boulardii* e cama de mistura de 50% de maravalha e 50% de casca de arroz; T7 - Dieta com *S. cerevisiae* e cama de maravalha; T8 - Dieta com *S. cerevisiae* e cama de casca de arroz; T9 - Dieta com *S. cerevisiae* e cama de mistura de 50% de maravalha e 50% de casca de arroz. EPM = Erro Padrão da Média.

Conforme pode ser observado na Tabela 6, não houve diferenças significativas entre os valores de umidade na cama nos diferentes tratamentos. Segundo Roriz (2016), o elevado teor de umidade, juntamente com as condições inadequadas da cama, ciclos de umedecimento e secagem, promovem a compactação do material, e este ambiente favorece o aparecimento de dermatite de contato nas aves. Desta forma, a ausência de efeitos significativos entre tratamentos sobre a porcentagem de lesões por pododermatite pode estar relacionada com a falta de diferenças entre os tratamentos em relação ao teor de umidade das camas.

4 Conclusão

A maravalha apresenta as características que melhor atendem as necessidades da produção de frangos de corte. No entanto, devido a abundância e o baixo custo da casca de arroz nas regiões produtoras, justifica-se a prática de manejo que vem sendo adotada nas empresas avícolas de utilizar uma mistura de 50% casca de arroz e maravalha. Com esta estratégia consegue-se reduzir o custo da cama de maravalha mantendo uma qualidade superior à cama de casca de arroz.

Os resultados demonstraram que não há um tamanho de efeito grande da suplementação com *S. boulardii* e *S. cerevisiae*, em comparação com o grupo não suplementado com leveduras sobre a contagem de bactérias na cama aviária ao longo do período de crescimento das aves.

O teor de umidade e pH das camas não foram afetados pela suplementação com leveduras ou pelo tipo de substrato.

A suplementação com leveduras e os tipos de substratos de cama não afetaram a frequência de lesões por pododermatites, exceto na incidência de lesões leves que foram maiores na casca de arroz e mistura 50% de casca de arroz e maravalha.

Agradecimentos

Este trabalho apresenta resultados do projeto de pesquisa (19/2551-0001985-8) apoiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul - FAPERGS.

Agradecemos à IRGOVEL Indústria Riograndense de Óleos Vegetais Ltda., pelo fornecimento da casca de arroz utilizada nas camas e à Mig-PLUS Agroindustrial Ltda., pelo fornecimento do Núcleo vitamínico mineral aminoácido utilizado na fabricação de ração.

Referências Bibliográficas

ABREU, P G. Modelos de aquecimento. Simpósio Brasil Sul de Avicultura, 4, 65-77, 2003.

AHN G.C., JANG S.S., LEE K.Y., et al. Characteristics of Sawdust and Copeat Beddings, and Their Usefulness According to the Fan and Pen Location for Rearing Hanwoo Cattle. **Asian-australasian Journal of Animal Sciences**. Mar;29(3):444-454, 2016.

ÁVILA, V. S., JAENISH, F. R. F., PIENIZ, L. C., LEDUR, M. C., ALBINO, L. F. T., OLIVEIRA, P. A. V. Produção e manejo de frangos de corte. Série Documentos N.28, Embrapa CNPSA, Concórdia SC, 1992.

CARLILE, F.S. Ammonia in poultry houses: a literature review. **World's Poultry Science Journal**, v.40, p.99-133, 1984

CASTRO, C. M. Manejo da cama aviária e impactos na produção avícola. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 19., 2017, Chapecó, SC. Anais. Chapecó, 2017, p. 21-32.

DAÍ PRÁ, M. A.; CORREA, E. K.; ROLL, V. F. B.; XAVIER, G. X.; LOPES, D. C. N.; LOURENCO, F. F.; ZANUSSO, J. T.; ROLL, A. P. Quicklime reduces salmonella and clostridium sp counts in used broiler litter. In: European Poultry Conference, 13., 2010, Tours. Anais... Tours, 2010.

DAI PRA, M.A. (Org.); ROLL, V.F.B. (Org.). Cama de Aviário: utilização, reutilização e destino. 3. ed. Porto Alegre: Evangraf, 2019. 144p.

DE FREITAS, L. W., GARCIA, R. G., IRENILZA DE ALENCAR, N. Ä. Ä. S., & CALDARA, F. R. (2011). Volatilização de amônia em diferentes tipos de cama para frangos de corte. **Revista Brasileira de Engenharia de Biossistemas**, 5(3), 142-151.

GONÇALVES, N.S.; KOMIYAMA, C. M.; ROSA, C. C. B da.; LIMA, J de F. P de.; MORAIS, M. D. G de.; SAVEGNAGO, F. B.; JÚNIOR, C. M.; STAUB, L. Qualidade da cama de frango de corte e a alternativa da acidificação como tratamento., **Nativa**, Sinop, v. 7, n. 6, p. 828-834, 2019.

GRIMES, J.L., SMITH, J., & WILLIAMS, C.M. Some alternative litter materials used for growing broilers and turkeys. **Poultry Science**, 58, 515-523, 2002

JORGE, M.A. MOUCHREK, E., CARNEIRO, M.I.F. et al. Coliformes, umidade e produção de amônia em cinco tipos de cama de frango. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.48, p.387-395, 1996.

KIM, Y.S., KIM, B.T., LEE, C.H. Variations of physical properties depending on the height of reactor in vertical composting process. **J. KORRA** 15:115-124, 2007.

LLEWELLYN-SMITH, I. J., FURNESS, J. B., GIBBINS, I. L., & COSTA, M. (1988). Quantitative ultrastructural analysis of enkephalin-, substance P-, and VIP-immunoreactive nerve fibers in the circular muscle of the guinea pig small intestine. **Journal of Comparative Neurology**, 272(1), 139-148.

LOTT, B., DONALD, J. Amônia: Grandes perdas mesmo quando você não percebe. Avicultura Industrial. 2003.Disponível em: <<http://www.aviculturaindustrial.com.br/>> Acesso em maio de 2022.

MENDES, A. A., & KOMIYAMA, C. M. (2011). Estratégias de manejo de frangos de corte visando qualidade de carcaça e carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 352-357.

MUNIR, M. T., BELLONCLE, C., IRLE, M., & FEDERIGHI, M. (2019). Wood-based litter in poultry production: a review. **World's Poultry Science Journal**, 75(1), 5-16.

OLIVEIRA, M.C.; ALMEIDA, C.V.; ANDRADE, D.O.; RODRIGUES, S.M.M. Teor de matéria seca, pH e amônia volatilizada da cama de frango tratada ou não com diferentes aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 951-954, 2003.

PRZYBULINSKI, B.B. Caracterização de diferentes tipos de cama de frango de corte com inclusão de gramínea desidratada e sua influência na produção. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2020. 2020.

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

RORIZ, B. C. Lesões no coxim plantar de frangos de corte em diferentes sistemas de produção. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, p. 54. 2016.

SAMPAIO, M. A. P. M., SCHOCKEN-ITURRINO, R. P., SAMPAIO, A. A. M., BERCHIELLI, S. C. P., & BIONDI, A. (1999). Estudo da população microbiana e da liberação de amônia da cama de frangos tratada com gesso agrícola. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 51, 559-564.

VON MÜHLEN, C.; ROLL, A. P.; DIAS, R. C.; FREITAS, B. K.; XAVIER, E. G.; ROLL, V. F. Características físicas e absorptivas da casca de arroz e da maravalha usadas como cama avícola: In **XXX CIC- Congresso de Iniciação Científica, 7a Semana Integrada UFPEL 2021**. Disponível em: <https://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2021/CA_03208.pdf>. Acesso em: Maio de 2022.

VOYLES, R., & HONEYMAN, M.S. Absorbency of alternative livestock bedding sources. Iowa State University Research and Demonstration Farms Progress Reports, 2005(1).

WERLE G, LOVATO M, WILSMANN CG, GAZONI FL, CHAVES BW, BRUSTOLIN JM.
Avaliação microbiológica da cama de frangos de corte tratada com ecodry aves®.
In Anais 25ª Jornada Acadêmica Integrada. Universidade
Federal de Santa Maria, 2010.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do presente estudo demonstram que não houve interação significativa entre o tipo de cama aviária e a suplementação com levedura sobre a avaliação de desempenho zootécnico.

Mas analisando separadamente os fatores, o ganho de peso foi superior nos frangos alojados em cama de casca de arroz e a suplementação com leveduras, não melhorou o desempenho dos frangos sendo que a *S. boulardii* inclusive, piorou a conversão alimentar dos animais no período de 1 a 21 dias de idade.

Houve uma redução na contagem de bactérias nas camas em que estavam alojados os animais suplementados com *S. boulardii* e *S. cerevisiae*, em comparação com o grupo não suplementado com leveduras.

Para umidade, pH e grau de pododermatites, não se observou influência significativa nos substratos estudados, podendo adotar a utilização destes sem afetar a produção de frangos de corte.

Devido a abundância e o baixo custo da casca de arroz nas regiões produtoras, justifica-se a prática de manejo que vem sendo adotada nas empresas avícolas de utilizar uma mistura de 50% de maravalha e 50% de casca de arroz. Com esta estratégia consegue-se reduzir o custo da cama de maravalha, mantendo uma qualidade superior da cama de casca de arroz.

Outras variáveis estão em andamento, podendo dessa forma explicar melhor os resultados obtidos neste estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **RELATORIO ANUAL ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL – ABPA. RELATORIO ANUAL DA AVICULTURA** 2021. Disponível em: <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2021/04/ABPA_Relatorio_Anual_2021_web.pdf> Acesso em: Dezembro de 2021.

AFSHARMANESH, M.; BARANI, M.; SILVERSIDES, F.G. Evaluation of wet-feeding wheat-based diets containing *Saccharomyces cerevisiae* to broiler chickens. **Brazilian Poultry Science**. 2010, 51, 776–783. [CrossRef]

BAXTER, M., BAILIE, C.L. and O’Connell, N.E. An evaluation of potential dustbathing substrates for commercial broiler chickens. **Animal**. 12(9):1933-1941. 2018.

BORAH, T.K., KALITA, N., BEGUM, K., SHARMA, P., & SAIKIA, A.K. 2019. Effects of feeding different levels of distillers dried grains with solubles (DDGS) on performance of broiler chicken. **International Journal of Chemical Studies**.7(6), 1230-1235. <http://chemijournal.com>.

DAI PRA, M.A. (Org.); ROLL, V.F.B. (Org.). Cama de Aviário: utilização, reutilização e destino. 3. ed. Porto Alegre: Evangraf, 2019. 144p.

DAWSON, K. A. 1993. Current and future role of yeast culture in animal production: A review of research over the last seven years. p.169-171. In: Biotechnology in the feed industry. Proceedings of the 9th Annual Symposium. Alltech Technical Publications, Nicholasville, KY.

FIETTO, J.L.; ARAÚJO, R.S.; VALADÃO, F.N.; FIETTO, L.G.; BRANDÃO, R.L.; NEVES, M.J.; GOMES, F.C.; NICOLI, J.R.; CASTRO, I.M. Molecular and physiological comparisons between *Saccharomyces cerevisiae* and *Saccharomyces boulardii*. **Canadian Journal of Microbiology**. 2004, 50, 615–621.

GAO, J.; ZHANG, H.J.; YU, S.H.; WU, S.G.; YOON, I.; QUIGLEY, J.; GAO, Y.P.; QI, G.H. Effects of yeast culture in broiler diets on performance and immunomodulatory functions. **Poultry Science**. 2008, 87, 1377–1384.

GARCÊS, A. P. J. T., S. M. S. AFONSO, A. CHILUNDO, AND C. T. S. JAIROCE. 2017. "Evaluation of Different Litter Materials for Broiler Production in a Hot and Humid Environment: 2. Productive Performance and Carcass Characteristics." *Tropical Animal Health and Production* 49 (2): 369–374. doi:10.1007/s11250-016-1202-7.

KHERAVII, S. K., SWICK, R. A., CHOCT, M., & WU, S. B. (2017). Potential of pelleted wheat straw as an alternative bedding material for broilers. **Poultry science**, 96(6), 1641-1647.

MACARI, M.; MENDES, A.M.; MENTEN, J.F.; NÄÄS, I.A. Produção de Frangos de corte. 2ª ed. São Paulo: Facta.2014.

MENDES, A. A., DE ALENCAR NÄÄS, I., & MACARI, M. (2004). Produção de frangos de corte. Facta.2004.

MITTERDORFER, G.; MAYER, H.K.; KNEIFEL, W.; VIERNSTEIN, H. Clustering of *Saccharomyces boulardii* strains within the species *S. cerevisiae* using molecular typing techniques. **Journal of Applied Microbiology**. 2002, 93, 521–530.

PAIS, P., ALMEIDA, V., YILMAZ, M., & TEIXEIRA, M. C. (2020). *Saccharomyces boulardii*: what makes it tick as successful probiotic. **Journal of Fungi**, 6(2), 78.

RAJPUT, I. R., LI, L. Y., XIN, X., WU, B. B., JUAN, Z. L., CUI, Z. W., & LI, W. F. 2013. Effect of *Saccharomyces boulardii* and *Bacillus subtilis* B10 on intestinal ultrastructure modulation and mucosal immunity development mechanism in broiler chickens. **Poultry science**, 92(4), 956-965.

SHAREEF, A. M., & AL-DABBAGH, A. S. A. (2009). Effect of probiotic (*Saccharomyces cerevisiae*) on performance of broiler chicks. **Iraqi Journal of Veterinary Science**. 23 (Supplement I), 23-29.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C.L., Microbiologia. 12. ed. Porto Alegre: 10 Artmed, 2017.