

CAPÍTULO 4

COMPARAÇÃO DA TAXA DE ABSORÇÃO DE UMIDADE, CAPACIDADE DE SECAGEM E RELAÇÃO CARBONO:NITROGÊNIO DE MATERIAIS UTILIZADOS PARA CAMA DE AVIÁRIO

Data de submissão: 15/01/2024

Data de aceite: 01/03/2024

Larissa Santana Lopes

Universidade Estadual do Maranhão –
UEMA, Curso de Zootecnia.
São Luís – Maranhão
<http://lattes.cnpq.br/8914063564617572>

João Soares Gomes Filho

Universidade Estadual do Maranhão –
UEMA, Departamento de Zootecnia.
São Luís – Maranhão
<https://orcid.org/0000-0003-3371-3368>

José Ricardo Soares Telles de Souza

Universidade Estadual do Maranhão –
UEMA, Departamento de Zootecnia.
São Luís – Maranhão
<http://lattes.cnpq.br/3072868139954391>

Fernanda Soares Gomes

Universidade Estadual do Maranhão –
UEMA, Curso de Zootecnia.
São Luís – Maranhão
<http://lattes.cnpq.br/6937294340022274>

Danielle Rodrigues De Sousa

Universidade Estadual do Maranhão –
UEMA, Curso de Zootecnia.
São Luís – Maranhão
<http://lattes.cnpq.br/5313486821329326>

Steyce das Neves Barbosa

Universidade Federal do Vale do São
Francisco – UNIVASF, Programa de Pós-
Graduação em Ciência Animal - PPGCA.
Petrolina – Pernambuco
<https://orcid.org/0000-0002-1806-4358>

Eduardo Michelin do Nascimento

Universidade Federal da Bahia – UFBA,
Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia - PPGZ.
Salvador – Bahia
<https://orcid.org/0000-0002-8138-2295>

Élice Brunelle Lessa dos Santos

Universidade Federal do Vale do São
Francisco
Petrolina – Pernambuco
<https://orcid.org/0000-0003-2632-1040>

Sánara Adrielle França Melo

Universidade Federal do Vale do São
Francisco – UNIVASF, Programa de Pós-
Graduação em Ciência Animal - PPGCA.
Petrolina – Pernambuco
<https://orcid.org/0000-0002-3337-3597>

RESUMO: Objetivou-se através deste estudo avaliar a absorção e secagem de diferentes materiais utilizados como cama de aviário. Foram avaliadas a taxa de absorção, capacidade de secagem e relação carbono/nitrogênio da maravalha (MA), sabugo de milho triturado (SM), casca de arroz (CA), feno de capim Marandu (FM), bagaço de cana (BC) e palha de bananeira (PB), esse último como possível alternativa para os avicultores. A primeira etapa do

estudo consistiu em fazer um *pool* de cada amostra. Na segunda etapa, foi padronizado o teor de umidade dos materiais a 3%. Na terceira, 7 repetições por material, com 20 g cada, foram submersas em água, durante 12 horas. Na quarta, cada material encharcado foi pesado a cada 6 horas, durante um ciclo de 24 horas. Na quinta e última etapa, foram realizados testes de relação C/N em todas as amostras. Para a avaliação da taxa de absorção e relação carbono: nitrogênio o delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com seis materiais e sete repetições e seis materiais e cinco repetições, respectivamente, com as médias sendo comparadas pelo teste de Tukey. Para o estudo da capacidade de secagem foi realizada uma análise de regressão para avaliar o comportamento da secagem durante o tempo e uma ANOVA, com comparação das médias dos tratamentos em cada tempo pelo teste de Tukey. Observou-se efeito significativo ($p < 0,05$) entre o SM e a CA para absorção. Os demais tratamentos não foram afetados. Para a capacidade de secagem, MA, CA, PB e BC apresentaram comportamentos similares ($p > 0,05$). Foram encontrados efeitos significativos para a relação C/N ($p < 0,05$) entre BC, MA e CA. Pode-se concluir que todos os materiais testados nesse estudo podem ser utilizados como cama de aviário, seja pela sua capacidade de absorver umidade (PB, BC ou SM) ou pela sua capacidade de secagem (CA e MA).

PALAVRAS-CHAVE: Avicultura de Corte; Bem-Estar; Lesões por Contato; Maravalha; Palha de Bananeira

COMPARISON OF THE MOISTURE ABSORPTION RATE, DRYING CAPACITY, AND CARBON-NITROGEN RATIO OF MATERIALS USED FOR POULTRY LITTER

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate the absorption and drying of different materials used as poultry litter. The absorption rate, drying capacity, and carbon/nitrogen ratio of Shavings (S), crushed corn cobs (CC), rice husks (RH), Marandu grass hay (MH), sugarcane bagasse (SB), and banana straw (BS) were evaluated, the latter as a possible alternative for poultry farmers. The first stage of the study consisted of making a pool of each sample. In the second stage, the moisture content of the materials was standardized at 3%. In the third, 7 repetitions per material, each weighing 20 g, were submerged in water for 12 hours. In the fourth, each soaked material was weighed every 6 hours for a 24-hour cycle. In the fifth and final stage, C/N ratio tests were carried out on all the samples. For the evaluation of the absorption rate and carbon: nitrogen ratio, the experimental design was entirely randomized, with six materials and seven repetitions and six materials and five repetitions, respectively, with the means being compared using the Tukey test. To study the drying capacity, a regression analysis was carried out to evaluate the drying behavior over time and an ANOVA, with the means of the treatments compared at each time point using the Tukey test. There was a significant effect ($p < 0.05$) between CC and RH for absorption. The other treatments were not affected. For drying capacity, S, RH, BS, and SB showed similar behavior ($p > 0.05$). Significant effects were found for the C/N ratio ($p < 0.05$) between SB, S and RH. It can be concluded that all the materials tested in this study can be used as poultry litter, either because of their ability to absorb moisture (BS, SB, or CC) or because of their drying capacity (RH and S).

KEYWORDS: Banana Straw; Contact Injuries; Poultry Farming; Shavings; Welfare

INTRODUÇÃO

A produção de frangos no Brasil tem crescido ao longo dos anos, sendo considerado o terceiro maior produtor e maior exportador do mundo. Em 2019, foram produzidos 13,2 milhões de toneladas de carne de frango e exportados mais de 4,2 milhões de toneladas (ABPA, 2020). Alguns fatores como o melhoramento genético que proporcionou o abate mais precoce de frangos mais pesados, atualmente aos 42 dias de idade, pesando em média 2,8 kg de peso vivo; a utilização da nutrição balanceada, que atende de forma eficaz as necessidades nutricionais dos animais e os investimentos nos equipamentos que aperfeiçoam a atividade, podem explicar a expansão da avicultura no país (COSTA E FERREIRA, 2011).

No entanto, todo esse avanço na produção de frangos de corte em larga escala, reflete em preocupação quanto ao bem-estar animal (MARTINS, 2013). O cuidado com este aspecto da criação é muito importante, devendo o avicultor oferecer um ambiente confortável, do ponto de vista térmico e físico e total atenção deve ser dedicada aos materiais utilizados para cama de aviário. Sabendo-se que existem vários produtos como palhadas, restos de culturas e fenos que podem ser utilizados como alternativa, a escolha do material e manejo adequado pode reduzir a incidência de lesões por contato e contribuir para um melhor desempenho da avicultura de corte.

A cama de aviário consiste em materiais orgânicos vegetais, podendo ser constituída de apenas um ou de uma mistura destes (CONSOLIN FILHO et al., 2020). O material selecionado deve apresentar características específicas, tais como: ter boa capacidade de absorção; ter partículas de tamanho médio; possuir baixa condutividade térmica, além de ser de baixo custo e apresentar boa disponibilidade para aquisição (AVILA et al., 1992). Desta forma, conhecer e avaliar a capacidade de absorção e de secagem dos materiais de cama avícola pode auxiliar no processo de escolha sobre qual material utilizar para proporcionar conforto dos animais, o aumento da viabilidade econômica e da rentabilidade da produção.

Sendo assim, objetivou-se através desse estudo avaliar e comparar as características que influenciam a eficiência no controle da umidade de materiais utilizados para cama de aviário, além de testar as propriedades de um material alternativo, a palha de bananeira.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na cidade de São Luís – MA, no período de dezembro de 2020 a janeiro de 2021. Todos os materiais testados foram coletados em diferentes regiões do estado do Maranhão. Foram utilizados 06 (seis) materiais, sendo: 1 – maravalha comercial (MA), 2 – sabugo de milho (SM), 3 – feno de capim Marandu (FM), 4 – casca de arroz (CA), 5 – bagaço de cana (BC) e 6 – palha de bananeira (PB).

A metodologia empregada para o estudo da umidade seguiu os princípios de análise de alimentos de Silva e Queiroz (2011) e adaptada à metodologia de Farias (2020). Amostras de cada material foram coletadas, fazendo-se um *pool*, sendo secos inicialmente naturalmente e cortados em partículas de 2cm de comprimento (à exceção da CA). As amostras foram submetidas à estufa de ventilação forçada para determinar o teor de umidade e auxiliar na padronização em 3% de umidade por cada material testado.

Após a padronização do teor de umidade das amostras, foram retiradas 20 g por amostra a ser testada, num total de 7 (sete) repetições por material, as quais foram condicionadas em saquinhos de polipropileno, apresentando as seguintes dimensões (20 cm de altura x 15 cm de comprimento), presos por fios de nylon. As sete repetições, dos seis materiais testados foram submetidas, simultaneamente, a um ciclo de imersão em água, com duração de 12 (doze) horas para a determinação da massa encharcada, em gramas. Depois de retiradas da imersão, as amostras passaram por 20 segundos, para escoamento do excesso de água, em ambiente sombreado e ventilado, onde permaneceram por 24 horas.

Em seguida determinou-se a quantidade de água absorvida pelo material, a qual foi estimada pela diferença entre a massa encharcada e a massa inicial. Após secagem, as massas encharcadas das amostras passaram por 05 (cinco) pesagens, durante 24 horas, com intervalos de 6 horas, sendo: T0 às 10h (quando a amostra é retirada da imersão); T6 – 16h; T12 – 22h; T18 – 4h e T24 – 10 horas da manhã seguinte para determinação dos tempos de secagem. Todas as pesagens foram realizadas em balança semi-analítica.

Para a determinação de Carbono Orgânico Total (COT), foi empregada metodologia proposta por Neto & Barreto (2011), onde foram adicionados 20 mL de dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) 1N em seguida 40 mL de ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4). Após, foram aquecidas por 5 minutos em fervura branda, em seguida agitadas suavemente por um minuto e deixadas em repouso por 30 minutos, posteriormente tampou-se com o uso do vidro de relógio.

Logo após, adicionou-se 200 mL de água destilada, em seguida 10 mL de ácido fosfórico concentrado e 1 mL de difenilamina. Por fim, procedeu-se a titulação do excesso de oxidante com solução de sulfato ferroso amoniacal 1N, até mudança da cor púrpura para verde.

O Carbono Orgânico Total foi determinado pela seguinte equação: $COT = [(A - B) \times N \times Pa] \div M$, sendo: COT = carbono orgânico total ($mg.g^{-1}$); A = solução sulfato ferroso gasto na titulação da amostra incubada (mL); B = solução sulfato ferroso gasto a titulação da amostra em branco (mL); N = normalidade da solução sulfato ferroso usado na titulação das amostras; Pa = peso atômico da C ($12mg.meq^{-1}$) e M = massa do material (g).

Para a determinação de Nitrogênio foi utilizada a metodologia de análise de alimentos de Silva e Queiroz (2011) que se baseia em três etapas: digestão, destilação e titulação. A matéria orgânica existente na amostra é digerida com ácido sulfúrico e um

catalizador para que o Nitrogênio seja transformado em sal amoniacal (sulfato de amônio). A amostra digerida em ácido é resfriada, diluída em água destilada e alcalinizada com hidróxido de sódio em destilador do tipo Kjeldahl que condensa a amônia desprendida da amostra. A amônia é recuperada em uma solução de ácido bórico e titulada com ácido clorídrico padronizado.

O Nitrogênio total foi determinado pela seguinte equação: $NT = [(Va - Vb) \times F \times 0,1 \times 0,014 \times 100] \div P1$, sendo: NT = teor de Nitrogênio total na amostra (%); Va = volume da solução de ácido clorídrico gasto na titulação da amostra, (mL); Vb = volume da solução de ácido clorídrico gasto na titulação do branco, (mL); F = fator de correção para o ácido clorídrico 0,01 mol/L; P1 = massa da amostra (g); e 0,014 = Miliequivalente-grama do Nitrogênio.

A relação C/N foi determinada através da divisão do teor de carbono total pelo teor de nitrogênio. Para os resultados da capacidade de secagem foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e aplicação do teste de Tukey para comparação das médias entre os materiais, com nível de significância de 5%. Foi realizada uma análise de regressão linear para comparação entre os horários de coleta dos dados.

Para a avaliação da relação carbono/nitrogênio foram testados para análise estatística 6 x 5, sendo 06 (seis) tratamentos (materiais) e 5 (cinco) repetições e para a taxa de absorção utilizou-se 6 x 7, sendo 06 (seis) tratamentos e 7 (sete) repetições. O modelo para ambas às análises utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas, utilizando-se o teste de Tukey, adotando-se o nível de até 5% de probabilidade. Todas as análises estatísticas foram executadas utilizando-se *software* Agrostat®.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Para a taxa de absorção após 12 horas de imersão foi observada diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos, conforme a Tabela 1. A PB e o BC foram os tratamentos que mais absorveram água, com médias de 74,76 g e 69,52 g, respectivamente, sem diferença significativa ($p > 0,05$) entre eles. O melhor desempenho da PB pode ter-se dado em função da menor espessura da partícula que poderia ter facilitado a absorção de água, concordando com Oetterer (2016) que afirma que comportamento mais higroscópico de uma fibra vegetal é influenciado pelo tipo de composição celulósica, o tamanho e a espessura da partícula que se liga facilmente com os átomos de H₂O.

Tratamento	Água absorvida (g)
PB	74,77 a
BC	69,52 a
SM	63,53 a b
FM	51,69 b c
CA	41,69 c d
MA	34,85 d
C. V. (%)	14,63

Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Tabela 1. Valores médios de absorção de água após 12 h de imersão, para os tratamentos: palha de bananeira (PB), bagaço de cana (BC), sabugo de milho (SM), feno de capim Marandu (FM), casca de arroz (CA) e maravalha (MA).

Para o BC, de acordo com Raiv et al. (1986) o comportamento apresentado pode ser explicado devido à grande porosidade entre as partículas do material, que afeta o balanço entre a quantidade de água, podendo resultar numa maior quantidade de água absorvida. Os menores resultados de absorção foram verificados para os tratamentos CA (41,54 g) e MA (34,84 g).

No caso da CA o resultado obtido diverge do esperado segundo Handreck (1983), que estudando o tamanho das partículas e suas propriedades físicas, observou que em materiais vegetais que apresentavam partículas menores que 0,5 mm (entre 0,1 e 0,25 mm) houve influência no aumento da retenção de água.

Benito et al. (2006), avaliaram a compostagem de resíduos de podas de árvores e concluíram que o melhor material foi aquele que apresentou partículas entre 0,25 e 2,5 mm, pois apresentou uma melhor taxa de umidade, o que corrobora com as afirmações de Garcia et al. (2020), que analisando diferentes materiais, concluíram que materiais que possuem tamanho de partículas menores (como a casca de arroz), têm maior capacidade de absorção de água e conseqüentemente apresentam maior taxa de umidade.

No caso da MA, o resultado obtido pode ser explicado com base no tamanho médio das partículas, que eram maiores do que os demais tratamentos, concordando com os autores anteriormente citados. Para o FM supõe-se que houve interferência da idade da forrageira em relação à absorção de umidade, pois Carvalho e Pires (2008), reportam que o avanço na maturidade da planta aumenta o teor de fibra, aumentando o teor de lignina em sua composição. Esta maior lignificação diminui a capacidade de absorção da água, visto que a lignina é um composto hidrofóbico. Outros materiais como sabugo de milho e casca de arroz apresentam em média 18 e 29% de lignina, respectivamente, conforme (ROCHA et al., 2017).

Os resultados quanto a capacidade de secagem dos materiais testados em relação ao tempo está disposta na Tabela 2. No tempo 0, a PB, o BC e o SM apresentaram comportamentos semelhantes entre si para a capacidade de secagem, possivelmente

pelas baixas densidades que possuem, o que costuma favorecer a velocidade de secagem dos materiais quando comparados a materiais com maior densidade (FOELKEL, 2016). Percebe-se que à medida que os intervalos de tempo aumentaram, reduziram-se as quantidades de água, sendo que os tratamentos PB e BC não apresentaram diferenças na capacidade de secagem em nenhum dos tempos observados ($p>0,05$).

A CA e a MA apresentaram as menores capacidades de secagem, não diferindo entre si ($p>0,05$) e tiveram comportamentos semelhantes nos tempos (T6, T12, T18 e T24) fato que pode ser explicado pela maior lignificação destes materiais, corroborando com o que foi proposto por Melo (2009) e Soares et. al (2015).

Tratamento	Tempo					R ²	Equação
	0	6	12	18	24		
PB	74,77 a	59,91 a	54,72 a	52,32 a	50,83 a	0,84	Y=30,69 – 0,99X
BC	69,52 a	60,00 a	55,54 a	53,01 a	51,49 a	0,55	Y=66,52 – 0,71X
SM	63,53 a b	47,90 b	42,04 b	38,90 b	36,90 b	0,73	Y=58,30 – 1,03X
FM	51,69 b c	38,69 c	34,93 c	33,09 c	31,48 c	0,56	Y=47,18 – 0,76X
CA	41,69 c d	22,65 d	16,65 d	13,64 d	12,41 d	0,63	Y=69,60 – 0,92X
MA	34,85 d	21,84 d	15,41 d	11,78 d	10,14 d	0,69	Y=34,92 – 1,12X
C.V. (%)	14,63	8,09	7,51	7,43	7,62		

Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Tabela 2. Equação de regressão e coeficiente de determinação (R²) para capacidade de secagem (peso em g), em função do tempo após imersão, para os tratamentos: palha de bananeira (PB), bagaço de cana (BC), sabugo de milho (SM), feno de capim Marandu (FM), casca de arroz (CA) e maravalha (MA).

Considerando a relação carbono e nitrogênio, o resultado para o BC encontra-se na relação ideal para a compostagem, segundo Kiehl (2004), que afirma que a proporção C/N entre 25 e 35 promovem melhores condições para o composto, pois a proporção entre estes dois elementos está intimamente ligada com a velocidade de degradação da matéria orgânica. O nitrogênio favorece ao maior crescimento microbiano, responsável pela fermentação do substrato que deve ser capaz de reter umidade para que esta fermentação aconteça (SANTOS, 2005).

Tratamento	C/N
BC	31,17 a
MA	22,82 b
CA	15,26 c
PB	7,28 d
SM	5,28 d
FM	2,62 d
C.V. (%)	19,22

BC: bagaço de cana; MA: maravalha; CA: casca de arroz; PB: palha de bananeira; SM: sabugo de milho; FM: feno de Marandu.

Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Tabela 3. Valores médios da relação carbono e nitrogênio (C/N) dos materiais de cama de aviário.

Para a MA e CA, recomenda-se adicionar materiais que possam aumentar o valor de Carbono. De acordo com Avila (1992), comumente as palhadas em gerais são fontes de C e as leguminosas são ricas em N, o que diverge dos resultados obtidos neste trabalho, onde a PB e FM apresentaram uma relação C/N de 7,28 e 2,62, respectivamente.

Benittes (2013) e Silva (2020), não recomendam o uso de maravalha e casca de arroz, pois são materiais de difíceis degradações da matéria orgânica e isto tem a ver com a menor higroscopicidade destes materiais, conforme evidenciado neste trabalho.

Para os materiais que apresentaram estatística semelhante (PB, SM e FM), observou-se que há pouco carbono em relação ao nitrogênio. Kiehl (2004) cita que a relação de C/N muito baixa ocorre perda de N por volatilização de NH_3 o que acarreta transtornos aos animais. Sousa et al. (2016) sugere que o nível máximo permitido a exposição desse componente é de apenas 20 ppm no galpão em toda fase de cria.

Estudos vêm sendo desenvolvidos para sanar esse tipo de problema, como a CAO et al. (2019) que realizaram uma meta análise englobando aditivos como biocarvão, zeólita, superfosfatos, gesso na retenção de N durante a compostagem os quais foram apontados como estratégias favoráveis para reduzir as perdas de N na compostagem, no entanto, os autores mencionaram que existem lacunas que necessitam de complementação em virtude da matéria prima utilizada.

Os tratamentos BC e MA apresentaram as maiores relações C/N, diferindo significativamente entre si ($p < 0,05$), com valores médios de 31,17 e 22,82, respectivamente, demonstrando que estruturas de sustentação vegetal apresentam mais lignina e celulose em suas composições, o que aumentaria o teor de carbono nos materiais.

CONCLUSÃO

Pode-se concluir que todos os materiais utilizados nesse estudo podem ser utilizados como cama de aviário, seja pela sua capacidade de absorver umidade como a palha de bananeira, bagaço de cana ou sabugo de milho ou pela sua capacidade de secagem, como a casca de arroz e maravalha. Como perspectiva futura, recomendamos a avaliação do desempenho produtivo de lotes de frangos alojados com palha de bananeira.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL (ABPA). **Relatório Anual 2020** Disponível em: <<https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2022/02/abpa-relatorio-anual-2020.pdf>>. Acesso em: 13 jan. 2024.

AVILA, V. S. de; MAZZUCO, H.; FIGUEIREDO, E. A. P. de. **Cama de aviário: materiais, reutilização, uso como alimento e fertilizante**. Circular Técnica, Concórdia: EMBRAPA-CNPISA, 1992.

BENITES, V. **Como fazer a compostagem da cama de frango para uso em pastagem**. Disponível em: <<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=23054&secao=Aartigos%20Especiais>>. Acesso em 13 jan. 2024.

BENITO, M. A.; MASAGUER, M.; MOLINER, R. A. de. Chemical and physical properties of pruning waste compost and their seasonal variability. **Bioresource Technology**, v. 97, n. 16, p. 2071-2076, 2006.

CAO, Y.; WANG, X.; BAI, Z.; CHADWICK, D.; MISSELBROOK, T.; SOMMER, S. G.; QIN, W.; MA, L. Mitigation of ammonia, nitrous oxide and methane emissions during solid waste composting with different additives: a Meta-analysis. **Journal of Cleaner Production**, v. 235, p. 626-635, 2019.

CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V. Organização dos tecidos de plantas forrageiras e suas implicações para os ruminantes. **Archivos de Zootecnia**, v. 57 (R), p. 13-28, 2008.

CONSOLIN, F. N.; FARIAS, A. J. B.; CONSOLIN, M. F. B.; PIZA, M. A.; CRESPLAN, E. R. Estudo de viabilidade da cama de aviário peletizada não compostada como adubo orgânico. **Natural Resources**, v. 10, n. 3, p. 145-161, 2020.

COSTA, S.; FERREIRA, M. **The Saga of the Brazilian Poultry Industry: How Brazil has Become the World's Largest Exporter of Chicken Meat = A saga da avicultura brasileira: como o brasil se tornou o maior exportador mundial de carne de frango** - Rio de Janeiro: Insight; São Paulo: UBABEF, 2011. 120 p.

FARIAS, D. L.; LOPES, T. A.; LOPES, D. E.; ARAÚJO, B. C. L.; CASTRO, G. M.; MENDES, L. M.; GUIMARAES JUNIOR, J. B. Emprego de maravalhas de Eucalyptus na produção de painéis: uma alternativa para aproveitamento dos resíduos oriundos da usinagem da madeira. **Advances in Forestry Science**. v. 7, n. 3, p. 1101-1109, 2020.

FOELKEL, Celso. Secagem na floresta e ao ar livre de toras e biomassa de eucalipto. **Eucalyptus Newsletter**. nº 51. 2016.

GARCIA, R. G.; PRZYBULINSKI, B. B.; BARBOSA, D. K.; BURBARELLI, M. F. de C. Impacto dos diferentes materiais de cama na ocorrência de pododermatite em frangos de corte. **Avinews Brasil**. Disponível em: <<https://avinews.com/pt-br/impacto-materiais-cama-pododermatite-frangos-corte/>>. Acesso em: 13 jan. 2024.

HANDRECK, K. A. Particle size and the physical properties of growing media for containers. **Communications in Soil Science and Plant Analysis** v. 14, n. 3, p. 209-222, 1983.

KIEHL, Edmar José. **Manual de Compostagem**: maturação e qualidade do composto. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 1998. 171 p.

MARTINS, Ricardo Sant'Anna. **Efeito da Fermentação da Cama de Aviário na Qualidade da Cama, na Ambiência e no Desenvolvimento de Pododermatites em Frangos de Corte**. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

MELO, Rafael Rodolfo. Uso da casca de arroz na produção de painéis aglomerados. In: MELO, R. R. **Propriedades físico-mecânicas e resistência a biodeterioradores de chapas aglomeradas constituídas por diferentes proporções de madeira e casca de arroz**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

NETO, Egídio Bezerra; BARRETO, Levy Paes. **Análises Químicas e Bioquímicas em Plantas**. Recife: Editora Universitária da UFRPE, 261 p., 2011.

OETTERER, Marília. **Mono e dissacarídeos - propriedades dos açúcares**. “Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4647702/mod_resource/content/1/Oetterer%20Propriedades%20a%C3%A7ucares.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2024.

RAVIV, M.; CHEN, Y.; INBAR, Y. Peat and peat substitutes as growt media for container-grown plants: *In*: CHEN, Y.; AVNIMELECH, Y. **The Role of Organic Matter in Modern Agriculture. Developments in Plant and Soil Sciences**. Dordrecht: Springer, 1986, p. 227-287.

ROCHA, M. S. R. S. do; ALMEIDA, R. M. R. G; CRUZ, A. J. G. da. Avaliação do potencial energético de resíduos agroindustriais provenientes de diferentes regiões brasileiras. **Engevista**, v. 19, n. 1, p. 217-235, 2017.

SANTOS, Cláudia Ribeiro. **Conforto térmico ambiental e degradação bioquímica de resíduos na criação de cabras leiteiras em sistemas de camas sobrepostas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2005.

SILVA, A. F da; NINA, N. C. da S.; SOUZA, K. F. de; LOURENCO, J. N. de P.; CANIATO, M. M.; OLIVEIRA, O. M. S. Compostagem orgânica com diferentes fontes de carbono e nitrogênio no centro de referência em agroecologia do IFAM-CMZL. *In*: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 2020, **ANAIS** [...]. São Cristóvão, Sergipe, Universidade Federal de Sergipe, 2020.

SILVA, Dirceu Jorge; QUEIROZ, Augusto César de. **Análise de Alimentos: Métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa – MG: Editora UFV, 235 p., 2002.

SOARES, L. S. de; MORIS, V. A. S. da; YAMAJI, F. M.; PAIVA, J. M. F. de. Utilização de Resíduos de Borra de Café e Serragem na Moldagem de Briqueletes e Avaliação de Propriedades. **Revista Matéria**, v. 20, n. 2, p. 550-560, 2015.

SOUSA, F. C.; TINÔCO, I. F. F.; PAULA, M. O.; SILVA, A. L.; SOUZA, C. F.; BATISTA, F. J. F.; BARBARI, M. MEDIDAS PARA MINIMIZAR A EMISSÃO DE AMÔNIA NA PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE: REVISÃO. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 10, n. 1, p. 51-61, 2016.