

CARACTERIZAÇÃO DE RAÇÃO USADA NA ALIMENTAÇÃO DE GRILOS PARA CONSUMO HUMANO

**CAMILLY OLIVEIRA CANDIDO DA SILVA¹, LETÍCIA MARIA POLLI KADES²,
ERNESTO QUAST³, VANIA ZANELLA PINTO³, LEDA BATTESTIN QUAST^{3*},**

1 Introdução

O aumento da demanda mundial por proteínas, aliado aos impactos ambientais causados pela produção convencional de carne, tem impulsionado a busca por fontes alimentares mais sustentáveis. Nesse cenário, os insetos comestíveis, especialmente os grilos, têm recebido destaque devido ao seu elevado valor nutricional, alta eficiência na conversão alimentar, reduzido consumo de água e espaço, além da menor emissão de gases de efeito estufa quando comparados aos sistemas tradicionais de produção animal. Essas características tornam a criação de grilos uma alternativa promissora para contribuir com a segurança alimentar e a sustentabilidade da cadeia produtiva (VAN HUIS, 2020).

Para que a produção de grilos seja eficiente, é fundamental o desenvolvimento de formulações de rações que atendam às exigências nutricionais da espécie e apresentem estabilidade durante o armazenamento. As rações podem ser formuladas utilizando resíduos agroindustriais como bagaço de malte e ingredientes como farelo de milho e soja, levedura, feijão, entre outros. Nesse contexto, o controle da umidade da ração é um dos principais fatores que influenciam sua qualidade, conservação e vida útil, tornando a secagem uma importante etapa do processo (FERNANDES et al., 2025). O estudo da cinética de secagem e dos mecanismos de difusão da água permite compreender o comportamento do material durante essa operação, contribuindo para a otimização das condições de processamento (PARK et al., 2001). A caracterização da ração do ponto de vista do processamento é importante para o dimensionamento da cadeia de produção, armazenamento da ração e características de engenharia.

¹ Graduanda em Engenharia de Alimentos, UFFS Campus Laranjeiras do Sul, ocamilly683@gmail.com. Grupo de pesquisa Processamento de Alimentos e Aproveitamento de subprodutos
² Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, PPGCTAL, UFFS Campus Laranjeiras do Sul
³ Docentes do PPGCTAL, UFFS Campus Laranjeiras do Sul

2 Objetivos

O objetivo principal deste trabalho foi a avaliação matemática do processo de secagem de diferentes rações utilizando conceitos de engenharia.

3 Metodologia

Na UFFS-LS há um grupo de pesquisa dedicado aos estudos de criação de grilos para obtenção de proteínas e processamento desses animais. Essas pesquisas envolvem o estudo de diferentes rações para alimentação dos grilos. Dessa forma, a caracterização de processamento da ração do ponto de vista da engenharia, partiu de resultados prévios da secagem de seis tipos diferentes de ração, sendo cada uma com formulação diferente, denominadas a seguir: TR1 – FAO; TR2 – Malte; TR3 – Malte + Feijão; TR4 – Feijão; TR5 – Feijão + Levedura e TR6 – Malte + Levedura. As avaliações matemáticas foram realizadas por meio de planilhas eletrônicas no Microsoft Excel. Na avaliação matemática foram utilizados os seguintes fundamentos:

A partir das cinéticas de secagem em base seca, foram realizadas as derivadas manuais de cada ponto da umidade em função do tempo para a obtenção da taxa de secagem (R). Na Equação 1, o (t) refere-se ao tempo de secagem e (Xbs) a umidade em base seca. Os valores obtidos foram considerados em módulo.

$$R = \frac{t_2 - t_1}{Xbs_2 - Xbs_1} \quad \text{Equação (1)}$$

O coeficiente efetivo de difusão (D) da água pelas rações foi determinado com base na transferência de massa (perda de umidade) durante a secagem em regime transiente. A difusividade efetiva foi calculada a partir do coeficiente angular da curva linearizada do tempo (t) em dias pelo $\ln[(8/\pi^2) \cdot ((Xbs_c - Xbs_e)/(Xbs - Xbs_e))]$, de acordo com a Equação (2).

$$t = \frac{4d^2}{\pi^2 D} \ln \left[\frac{8}{\pi^2} \left(\frac{Xbs_c - Xbs_e}{Xbs - Xbs_e} \right) \right] \quad \text{Equação (2)}$$

Na secagem, as rações foram colocadas uniformemente espalhadas, consideradas como placa plana e a dimensão característica (d) foi a espessura da ração na secagem. Na curva de taxa, a umidade crítica (Xbs_c) correspondeu ao valor da umidade da ração no período de taxa decrescente e a umidade Xbs é em função de cada tempo (t) de secagem.

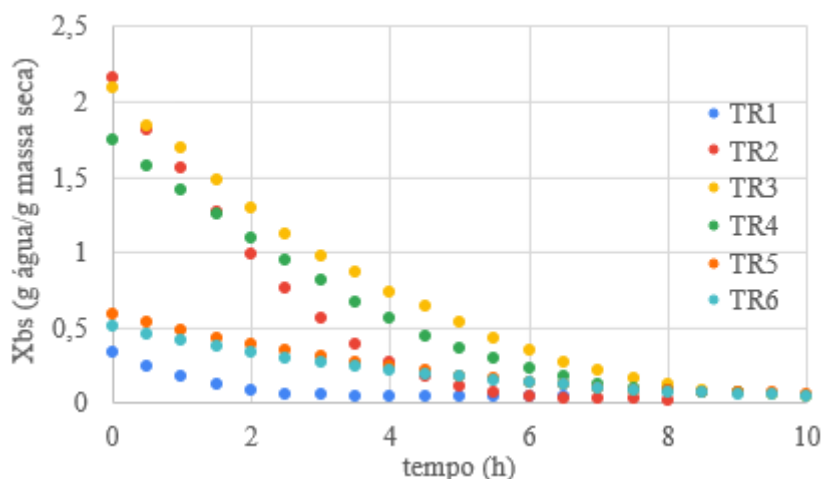
A energia do secador na desidratação das rações foi determinada levando em consideração parâmetros termodinâmicos de processo, apresentados na Equação (3). Na utilização dessa equação, o (E) representa o consumo de energia dos secador (kWh), (A) é a área total ocupada pela ração (m²), (v_a) é a velocidade do ar de secagem (1 m/s), (ρ_a) é a densidade do ar (kg/m³), (t) é o tempo total de secagem para cada ração (h), (C_a) é o calor específico do ar de secagem (kJ/kg·K), e (ΔT) é a diferença de temperatura entre o ar externo e o ar de secagem (K).

$$E = A \cdot v_a \cdot \rho_a \cdot t \cdot C_a \cdot \Delta T \quad (\text{Equação 3})$$

4 Resultados e Discussão

As cinéticas de secagem (Figura 1) mostraram comportamentos diferentes entre as rações avaliadas, sendo que os tratamentos TR2, TR3 e TR4 apresentaram as maiores umidades iniciais, no entanto, a TR2 com bagaço de malte rapidamente perdeu água até chegar a massa constante. Rações que possuem feijão e/ou levedura apresentam a tendência de demorar mais tempo para a estabilização da umidade.

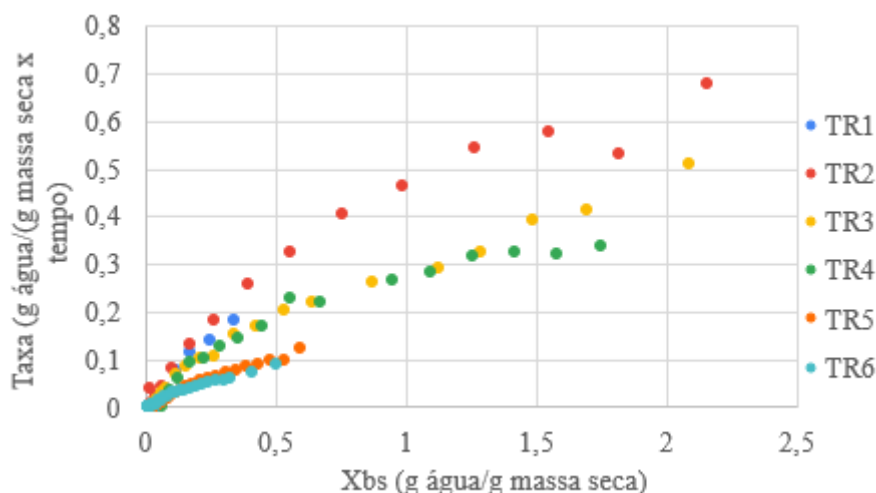
Figura 1 – Cinéticas de secagem das diferentes rações



As curvas da Taxa de secagem (R) (Figura 2), obtidas a partir das cinéticas, mostraram que a TR2 apresentou a maior taxa de secagem quando comparada com as demais, o que reforça que o malte como ingrediente proporciona rações com maior facilidade para desidratação. As rações TR6 e TR5 que apresentam levedura, são as que possuem as menores taxas de secagem. Isso provavelmente ocorre devido a afinidade da levedura com as moléculas de água,

dificultando sua secagem. Observa-se que todas as curvas da taxa apresentam comportamento decrescente, o que do ponto de vista do fenômeno de secagem indica que esta ocorre em regime transiente, onde os mecanismos de transferência de massa de saída da água são controlados pela difusão interna. Com base nesse comportamento, as Leis de transferência de massa podem ser aplicadas (Equação 3), o que, após a sua linearização, torna-se possível a determinação dos coeficientes efetivos de difusão da água pelas rações.

Figura 2 – Taxas de secagem obtidas a partir das derivadas cinéticas



As linearizações da Equação 3 (Tabela 1) apresentaram valores de R^2 adequados para os ajustes experimentais realizados. A maior difusividade encontrada foi para a ração TR2, com bagaço de malte, o que está de acordo com o comportamento das curvas apresentados anteriormente. Da mesma forma, os menores coeficientes de difusão, são observados nas amostras TR5 e TR6, as quais possuem levedura em sua formulação, reforçando a hipótese da forte interação da água com a levedura. Quanto a energia gasta no secador (Tabela 1), de modo geral, há uma tendência de que ela seja maior para as amostras que levam mais tempo para atingir a umidade de equilíbrio, como foi o caso das amostras TR5 e TR6. Em função disso, observa-se que durante o processo de produção das rações, devem ser observados tanto os aspectos nutricionais como também os aspectos de engenharia.

Tabela 1 – Coeficientes de difusão a partir das equações linearizadas e energia do secador para as diferentes rações

Ração	Linearização da Equação 3	R ²	Coeficiente de difusão (cm ² /s)	Energia do secador (kWh)
TR1	y=1,17x+0,28	0,98	3,65.10 ⁻⁵	6,20
TR2	y=0,82x+1,67	0,98	4,62.10 ⁻⁵	9,54
TR3	y=1,89x+2,82	0,95	2,75.10 ⁻⁵	17,06
TR4	y=1,06x+2,18	0,98	3,48.10 ⁻⁵	9,87
TR5	y=3,43x+1,45	0,99	1,18.10 ⁻⁵	23,50
TR6	y=3,33x+1,60	0,99	1,22.10 ⁻⁵	24,54

5 Conclusão

Através das avaliações dos fenômenos do processo de secagem, foi possível verificar que ingredientes como malte proporcionam maior facilidade de remoção da água durante a secagem e a levedura tem efeito contrário.

Referências Bibliográficas

VAN HUIS, A. Insects as food and feed, a new emerging agricultural sector: A review. **Journal of Insects as Food and Feed**, [S. l.], v. 6, n. 1, p. 27-44, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3920/JIFF2019.0017>

FERNANDES, Aline Pomari *et al.* Exploring side streams upcycling for crickets farming: Insects biology and chemical composition. **Food Bioscience**, [S. l.], v. 68, p. 106431, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2025.106431>

PARK, K. J.; BIN, A.; BROD, F. P. R. Secagem de produtos agrícolas: fundamentos e aplicações. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 3, n. 1, p. 51-62, 2001

Palavras-chave: energia, cinética, difusão

Nº de Registro no sistema Prisma: PES-2025-0250

Financiamento

