



OTIMIZAÇÃO DA SECAGEM DO GRILLO PRETO (*GRYLLUS ASSIMILIS*)

Fernandus Lopes da Silva¹, Antonio Bisconsin-Junior^{1, 2}; Lilian Regina Barros Mariutti¹

¹Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP, Brasil.

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, Ariquemes, RO, Brasil.

Palavras-chave: Insetos comestíveis; Secagem; Otimização.

1. INTRODUÇÃO

Com a população mundial crescendo, surge uma maior demanda por alimentos. Dessa forma, o estudo de métodos de produção de alimentos mais eficientes e sustentáveis se mostra como uma importante tendência no mundo para os próximos anos. Segundo a FAO (2015), um aumento significativo na demanda global por proteína animal é esperado nas próximas décadas devido ao crescimento da população mundial e ao aumento da prosperidade. Nessa busca por novas fontes proteicas mais sustentáveis, os insetos surgem como uma alternativa apropriada de proteínas de alto valor biológico. Além de se tratar de uma fonte de proteína animal, sua criação apresenta um baixo impacto ambiental comparado aos animais de corte tradicionais, pois necessitam de menos espaço e água, apresentam maior fecundidade, melhor taxa de conversão alimentar e podem ser criados em resíduos orgânicos, contribuindo para a valorização da biomassa (OONINCX et al., 2015; BROEKHOVEN et al., 2015; MIGLIETTA et al., 2015; OONINCX & DE BOER, 2012).

Com relação ao processamento, grande parte dos insetos são submetidos à secagem, utilizando aquecimento ou liofilização, com posterior trituração, visando obter um pó de inseto (MELGAR-LALANNE, HERNÁNDEZ-ÁLVAREZ & SALINAS-CASTRO, 2019). A secagem é uma operação unitária baseada na retirada de água de um alimento por meio de evaporação, a fim de reduzir o crescimento microbológico e outras reações deteriorantes (BIAZUS et al., 2006).

De acordo com Jesus (2002), os principais parâmetros a serem alcançados na otimização de um processo de secagem são: aumento da eficiência energética, taxa de evaporação adequada, redução do custo de operação e preservação da qualidade do material desidratado.

A indústria está sempre em busca de processos mais eficientes, reduzindo os custos e minimizando os impactos. Assim, a otimização do processo de secagem visa definir, a partir da avaliação dos parâmetros de interesse, um binômio de tempo e temperatura economicamente sustentável para manter a qualidade e estabilidade da matriz desidratada.

2. OBJETIVO

Otimizar a secagem em estufa do grilo adulto da espécie *Gryllus assimilis* a fim de se obter um produto estável e com rendimento de peso.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. AMOSTRA

O grilo recém-abatido foi branqueado (10 min em água fervente seguido de 1 min em banho de gelo) antes de ser desidratado em estufa com circulação de ar e triturado.

3.2. OTIMIZAÇÃO DA SECAGEM

A metodologia de superfície de resposta foi usada para otimizar as condições de secagem do grilo, sendo avaliados os efeitos das variáveis independentes (tempo, 4 a 28 h; e temperatura, 40 a 80 °C) na atividade de água (A_w), no teor de umidade e na solubilidade proteica (variáveis dependentes). Para tanto, foi usado um delineamento composto central rotacional (DCCR) de duas variáveis independentes 2^2 com 5 níveis, 4 pontos axiais e 3 repetições do ponto central, totalizando 11 ensaios (RODRIGUES & IEMMA, 2009).

A A_w foi determinada no equipamento AquaLab 3 TE (Decagon Devices, EUA) e o teor de umidade por evaporação a 105 °C em estufa (AOAC, 1997). Para a análise de solubilidade proteica, o pó de grilo foi mantido sob agitação em solução aquosa durante 1 h, com monitoramento e ajuste constante do pH para o valor de interesse (3, 7 ou 10). Em seguida, a solução foi submetida à centrifugação e filtração. O filtrado foi utilizado para determinar o teor de proteínas totais na amostra de acordo com o método de Bradford, usando curva padrão de BSA para quantificação. Após 15 min de reação com o reagente de Bradford, a absorbância dos extratos e das soluções de BSA foi lida em espectrofotômetro a 595 nm (MORR et al., 1985).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. OTIMIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SECAGEM

Na **Tabela 1** estão os ensaios e os resultados das análises de otimização da secagem do grilo adulto. Como é possível observar, a A_w variou de 0.155 a 0.915, o teor de umidade de 1.0% a 23.0% e a solubilidade proteica de 0.47% a 2.37%, sendo que em pH 10 a solubilidade proteica foi maior do que em pH 7 e 3.

Tabela 1. Média e desvio padrão das análises de otimização da secagem do grilo.

Variáveis Independentes		Variáveis Dependentes				
Temperatura (°C)	Tempo (min)	A_w	Umidade (%)	Proteína solúvel pH 3 (%)	Proteína solúvel pH 7 (%)	Proteína solúvel pH 10 (%)
46	451	0.908 ± 0.005	22.4 ± 0.2	0.63 ± 0.05	0.54 ± 0.05	2.37 ± 0.03
74	451	0.172 ± 0.003	1.6 ± 0.5	0.81 ± 0.12	0.60 ± 0.08	1.76 ± 0.00
46	1469	0.298 ± 0.001	5.1 ± 0.5	1.27 ± 0.07	0.94 ± 0.03	1.82 ± 0.08
74	1469	0.155 ± 0.002	1.0 ± 0.1	0.60 ± 0.07	0.47 ± 0.03	1.57 ± 0.01
40	960	0.526 ± 0.001	7.5 ± 0.5	1.12 ± 0.06	0.87 ± 0.07	2.01 ± 0.03
80	960	0.162 ± 0.003	1.4 ± 0.1	0.79 ± 0.08	0.61 ± 0.08	1.68 ± 0.03
60	240	0.915 ± 0.002	23.0 ± 0.2	0.98 ± 0.07	0.62 ± 0.03	1.65 ± 0.02
60	1680	0.220 ± 0.004	2.8 ± 0.1	0.77 ± 0.08	0.82 ± 0.01	1.80 ± 0.18
60	960	0.242 ± 0.002	3.4 ± 0.2	0.75 ± 0.11	0.64 ± 0.06	1.87 ± 0.03
60	960	0.247 ± 0.002	3.6 ± 0.2	0.88 ± 0.02	0.68 ± 0.10	1.83 ± 0.02
60	960	0.227 ± 0.002	3.1 ± 0.2	0.97 ± 0.05	0.72 ± 0.04	1.83 ± 0.03

Também é possível observar na **Tabela 2** que todas as variáveis dependentes avaliadas obtiveram modelos preditivos adequados, com exceção da proteína solúvel em pH 10 (valor de F com $p > 0.05$). Os coeficientes de determinação (R^2) e de determinação ajustado (R^2 ajustado) para A_w , teor de umidade e proteína solúvel em pH 3 foram acima de 0.9, mostrando que houve alta correlação entre os valores experimentais observados com os previstos nos modelos. Estes parâmetros confirmam a consistência dos modelos, indicando que são confiáveis para prever o comportamento da atividade de água, teor de umidade e solubilidade proteica (pH 3 e 7) durante a secagem do grilo.

Tabela 2. Parâmetros dos modelos preditivos das variáveis dependentes.

Parâmetro	A_w	Umidade (%)	Proteína solúvel pH 3 (%)	Proteína solúvel pH 7 (%)	Proteína solúvel pH 10 (%)
Valor de F	30.56*	24.2*	44.53**	22.57*	4.05 ^(n.s.)
R^2	0.97	0.94	0.92	0.85	0.63
R^2 ajustado	0.94	0.90	0.90	0.81	0.48

^(n.s.) $p > 0.05$; * $p < 0.001$; ** $p < 0.0001$.

Usando os coeficientes de regressão dos modelos foram geradas as equações de previsão de cada variável dependente. Em seguida, as superfícies de resposta foram plotadas (**Figura 1**) a partir de cada equação a fim de ilustrar os efeitos das variáveis independentes sobre as variáveis dependentes.

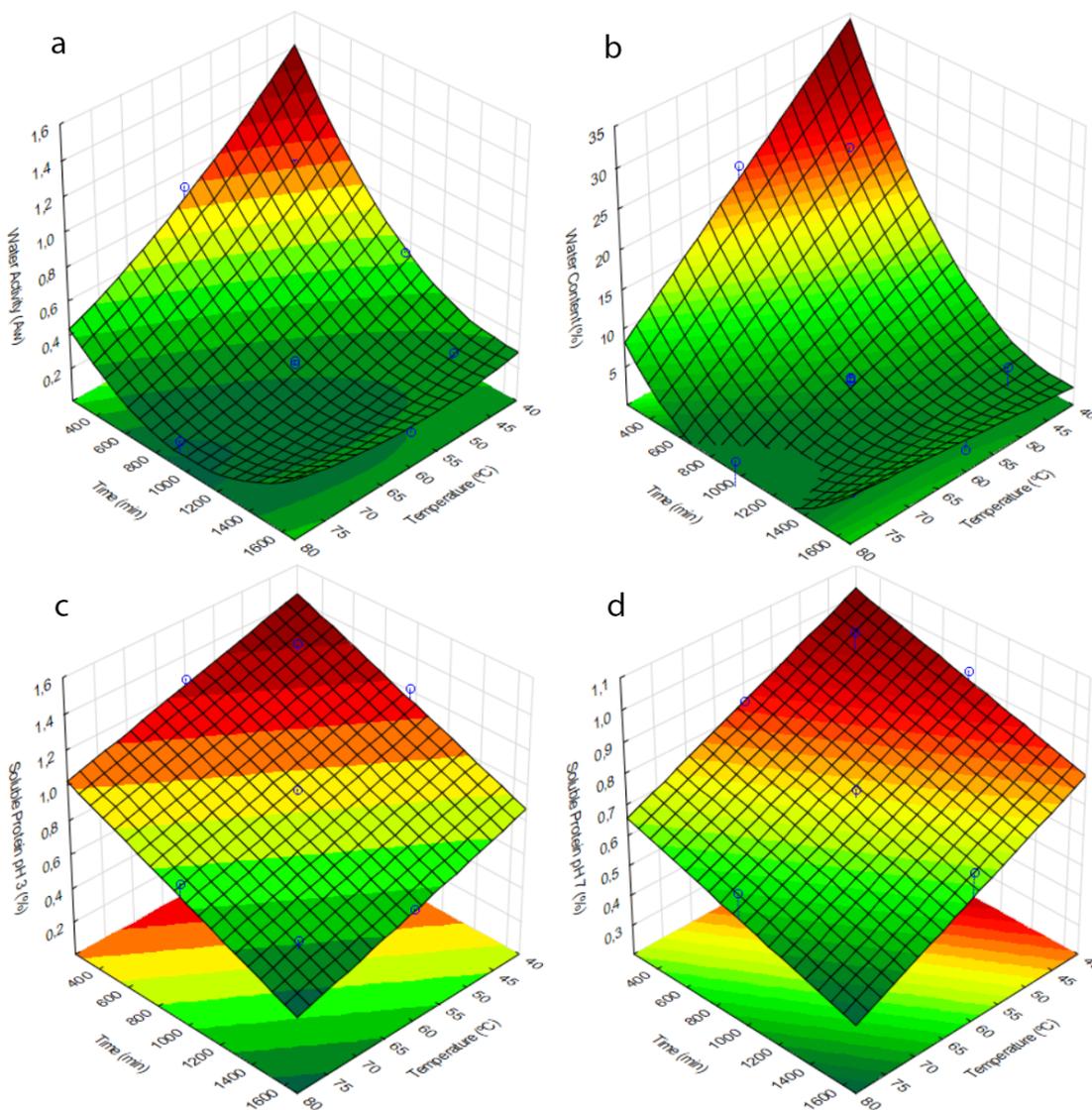


Figura 1. Superfícies de resposta dos efeitos combinados de tempo e temperatura sobre a atividade de água (a), o teor de umidade (b), e sobre as proteínas solúveis em pH 3 (c) e 7 (d) do grilo desidratado.

Observando as superfícies de resposta, de maneira geral, o aumento da temperatura e do tempo na secagem do grilo causou a redução nas variáveis dependentes avaliadas. Devido à natureza dos parâmetros avaliados, o comportamento da atividade de água (**Figura 1a**) foi próximo ao do teor de umidade (**Figura 1b**), apresentando um perfil quadrático com uma região de saturação na redução dos valores em tempos elevados de secagem (acima de 1200 minutos), enquanto a temperatura apresentou efeitos expressivos na redução do teor e da

atividade de água em processamentos até 1300 minutos. Do mesmo modo, a solubilidade proteica em pH 3 (**Figura 1c**) e pH 7 (**Figura 1d**), apresentaram comportamentos semelhantes entre si, exibindo um perfil linear. Sendo que o aumento da temperatura e do tempo de secagem causaram uma redução na solubilidade proteica.

Dentre as variáveis dependentes avaliadas, a atividade de água é considerada a mais importante para definir as condições de secagem de um alimento. Assim, a condição ótima de secagem foi calculada a fim de obter atividade de água de 0.30, evitando o crescimento de micro-organismos e a oxidação lipídica, e com o máximo de rendimento de peso possível (maior teor de umidade). Desta maneira, espera-se que a secagem do grilo a 74 °C por 8 h e 22 min resulte em um produto com 0.30 de atividade de água, 5.5% de teor de umidade, e 0.98% e 0.67% de solubilidade proteica em pH 3 e 7, respectivamente. Desta forma, será obtido um grilo desidratado com estabilidade química e microbiológica, sem a necessidade de refrigeração e com maior rendimento de peso.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AOAC. (1997). Official Methods of Analysis. 16th ed. *Association of Official Analytical Chemists*, Washington, DC.
2. BIAZUS, J. P. M., SOUZA, R. R., CURVELO-SANTANA, J. C., TAMBOURGI, E. B. (2006). Otimização da secagem do malte de *Zea mays*. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 26(4), 787-792.
3. BROEKHOVEN, S., OONINX, D. G., VAN HUIS A., VAN LOON, J. J. (2015). Growth performance and feed conversion efficiency of three edible mealworm species (Coleoptera: Tenebrionidae) on diets composed of organic by-products. *Journal of Insect Physiology*, 73, 1-10.
4. FAO. Organização das Nações Unidas. ITÁLIA. A contribuição dos insetos para a segurança alimentar, subsistência e meio ambiente. (2015). Disponível: <<https://ufam.edu.br/attachments/article/4631/FAO%20-%20Entomofagia.pdf>> Acesso: 11 mar. 2019.
5. JESUS, S. S. (2002). Desenvolvimento e análise do processo de secagem de [alfa] - amilase por microondas a vácuo. 2002. 161p. Dissertação (mestrado) - *Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Química*, Campinas, SP.
6. MELGAR-LALANNE, G. HERNÁNDEZ-ÁLVAREZ, A.J., SALINAS-CASTRO, A. (2019). Edible Insects Processing: Traditional and Innovative Technologies. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18(4), 1166-1191.
7. MIGLIETTA, P. P., LEO, F. D., RUBERTI, M., MASSARI, S. (2015). Mealworms for food: a water footprint perspective. *Water*, 7, 6190–6203.
8. MORR, C. V., GERMAN, B., KINSELLA, J. E., REGENSTEIN, J. M., VAN BUREN, J. P., KILARA, A., LEWIS, B. A., MANGINO, M. E. (1985). A collaborative study to develop a standardized food protein solubility procedure. *Journal of Food Science*, 50, 1715–1718.
9. OONINX, D. G. A. B., DE BOER, I. J. M. (2012). Environmental impact of the production of mealworms as a protein source for humans – a life cycle assessment. *PLoS One*, 7, e51145.
10. OONINX, D. G. A. B., VAN BROEKHOVEN, S., VAN HUIS, A., VAN LOON, J.J.A. (2015). Feed conversion, survival and development, and composition of four insect species on diets composed of food by-products. *PLoS One*, 10(12), e0144601.
11. RODRIGUES, M. I., IEMMA, A. F. (2009). Planejamento de experimentos e otimização de processos (2nd ed., pp. 358). Campinas: *Cárta*.