

DETERMINAÇÃO DE ISOTERMAS DE EQUILÍBRIO EM FARINHA DE MINHOCAS UTILIZANDO DIFERENTES TEMPERATURAS

DETERMINATION OF EQUILIBRIUM IN ISOTHERMS EARTHWORM FLOUR USING DIFFERENT TEMPERATURES

Wagner Manica Carlesso¹

Daniel Neutzling Lehn²

Christina Venzke Simões de Lima³

Lucélia Hoehne⁴

RESUMO

A farinha de minhoca é utilizada como matéria-prima na fabricação de rações para peixes e no desenvolvimento de novos produtos devido ao alto conteúdo proteico. Um dos principais fatores que deve ser levado em conta é o tempo de vida útil de prateleira. A construção de isotermas de umidade de equilíbrio pode ser feita para avaliar o tempo de prateleira. Isso consiste em gráficos que descrevem a relação entre o conteúdo de umidade de equilíbrio dos materiais em relação à umidade relativa do ambiente de exposição, em temperatura e pressão constantes, com aplicação na predição do tempo de secagem, da vida de prateleira e do tipo de embalagem. Portanto, este trabalho teve como objetivo determinar as isotermas de umidade de equilíbrio na farinha de minhoca, utilizando método gravimétrico estático com soluções ácidas em concentrações de 20 a 65%, nas temperaturas de 30 e 35°C. Foi observado que, em temperaturas de até 35°C, a farinha absorveu umidade, ou seja, nessas temperaturas, o produto apresentou características higroscópicas.

Palavras-chave: Proteínas. Produtos. Secagem de alimentos. Alimentação animal.

ABSTRACT

The worm flour is used as raw material in the manufacture of feed for fish and development of new products due to high protein content. One of the main factors that should be taken into account is the useful shelf life. The construction of equilibrium moisture isotherms can be made to assess the shelf. This consists of charts describing the relationship between the equilibrium moisture content of materials in relation to the relative humidity of the ambient exposure in constant temperature and pressure, with application to the prediction of drying time, the shelf life and the type of packaging.

¹ Graduando em Engenharia Ambiental, Centro Universitário Univates. E-mail: wmcарlesso@univates.br.

² Professor e Coordenador do Curso de Engenharia de Alimentos do Centro Universitário Univates, Mestre em Engenharia e Ciência de Alimentos (FURG). E-mail: lehn@univates.br.

³ Pós-doutoranda do PPG Biotecnologia do Centro Universitário Univates, Doutora em Ciência do Solo (UFRGS). E-mail: chris.solos@yahoo.com.br.

⁴ Professora e Coordenadora do Curso de Química Industrial do Centro Universitário Univates, Doutora em Química Analítica (UFSC). E-mail: luceliah@univates.br.

Therefore, this study aimed to determine the equilibrium moisture isotherms in earthworm flour, using static method with acid solutions at concentrations 20-65 % at temperatures of 30 and 35 ° C. It was observed that at temperatures until 35 ° C the flour has absorbed moisture, then, in these temperatures the product presented hygroscopic characteristics.

Keywords: Proteins. Products. Drying of Foods. Animal feed.

1 INTRODUÇÃO

A espécie de minhoca *Eisenia andrei* destaca-se pela alta taxa reprodutiva e grande habilidade de se alimentar de uma ampla variedade de resíduos orgânicos. Outra característica dessa espécie é a grande concentração de proteínas em sua constituição, o que proporciona sua utilização como matéria-prima na fabricação de rações animais (VIEIRA et al., 2004).

A farinha de minhoca é utilizada principalmente como suplemento alimentar na indústria de rações para peixes. Dentre as principais características, está o seu alto conteúdo proteico, o qual oscila entre 60 e 72% em base seca (ROTTA et al., 2003). As proteínas correspondem aos nutrientes de grande importância na elaboração de rações, pela sua relevância na nutrição animal, principalmente, no crescimento de ganho de massa (FLAUZINA, 2007).

Um fator que deve ser considerado na comercialização de novos produtos é o tempo de vida útil de prateleira, principalmente quando se trata de alimento com elevado conteúdo proteico. Uma forma de obter esse dado é realizando uma avaliação de isothermas de umidade de equilíbrio, que são curvas que relacionam a quantidade máxima de água absorvida (ou perdida) por uma substância, com a pressão de vapor de equilíbrio (ou a atividade de água), numa dada temperatura mantida constante. São utilizadas na predição do tempo de secagem, da vida de prateleira e na determinação do tipo de embalagem (MOREIRA, 2000).

As isothermas de umidade de equilíbrio podem ser determinadas através dos métodos higrométrico e gravimétrico. Esses propiciam um meio rápido e seguro para prever a estabilidade física, química e microbiológica de materiais com conteúdo de umidade reduzido, além de gerar informações de grande interesse para a escolha do material de embalagem adequado (AYROSA, 2005). No método gravimétrico, o conteúdo de umidade do material é mantido constante até que o ar circundante atinja um valor constante de equilíbrio. No método gravimétrico, a temperatura do ar e a atividade de água são mantidas constantes até que o conteúdo de umidade da amostra alcance o valor de equilíbrio. O ar pode estar estagnado (método estático) ou circulado (método dinâmico). O método estático possui as vantagens de se obter condições termodinâmicas constantes com maior facilidade e permitir o uso de soluções ácidas ou soluções salinas saturadas (MOREIRA, 2000).

Portanto, este trabalho teve como objetivo determinar as isothermas de umidade de equilíbrio de farinha de minhoca, utilizando o método gravimétrico estático com soluções ácidas, criando condições constantes e em ordem crescente de umidade relativa nos ambientes de exposição das amostras, nas temperaturas de 30 e 35°C.

2 METODOLOGIA

O experimento foi realizado no laboratório de vermicompostagem no Centro Universitário UNIVATES na cidade de Lajeado, RS. Para esse experimento, foram utilizadas minhocas da espécie *Eisenia andrei*, criadas em minhocários no laboratório de experimentação. A farinha de minhoca utilizada para esse experimento foi produzida através do processo de secagem das minhocas, após abate, em estufa Biopar a 55°C. A umidade encontrada no produto seco foi de 10% (em base seca). Os experimentos foram conduzidos em frascos de vidro com 12 cm de altura e 7 cm de diâmetro, que permaneceram fechados durante os testes para garantir uma condição de ar constante. Na parte interna dos frascos, foram acondicionadas soluções de ácido sulfúrico em diferentes concentrações, para criar ambientes de diferentes umidades relativas, após o equilíbrio com o ar do interior dos frascos. Foi utilizado um suporte plástico em que as amostras permaneceram suspensas em contato com o ar do interior dos frascos, porém sem contato direto com as soluções de ácido sulfúrico. As concentrações de ácido utilizadas variaram de 20 a 65%, para todas as temperaturas estudadas, o que garantiu umidades relativas do ar de 9,7% a 88,3% conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Valores de umidade relativa do ar para as diferentes concentrações de ácido sulfúrico (H₂SO₄) em função das temperaturas utilizadas

(H ₂ SO ₄)	30°C	35°C
20%	0,878	0,878
25%	0,817	0,820
30%	0,747	0,750
35%	0,666	0,670
40%	0,565	0,569
45%	0,461	0,465
50%	0,355	0,360
55%	0,260	0,263
60%	0,170	0,174
65%	0,097	0,099

Fonte: (PERRY; CHILTON, 1983)

Todos os testes realizados com as 10 concentrações saturadas de ácido sulfúrico foram em triplicata, gerando 30 resultados de umidade relativa para cada temperatura testada. Os frascos permaneceram em estufa com temperatura constante por 12 dias, tempo necessário para a amostra entrar em equilíbrio com a umidade relativa do ar. A massa inicial utilizada para cada frasco foi de 2 g e, ao longo do tempo, foram realizadas pesagens sucessivas no sexto, no décimo e no décimo segundo dia, em uma balança com precisão 0,001 g. Após o período determinado, foi analisado o teor de umidade de equilíbrio da farinha de minhoca, acondicionando as amostras em estufa a 105°C, até obter valor constante de massa.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta a composição centesimal para farinha de minhoca em base seca.

Tabela 2 - Composição centesimal para farinha de minhoca em base seca

Composição	Base seca (%) \pm DP
Proteína	64,00 \pm 0,54
Gordura	6,70 \pm 0,05
Fibras	1,18 \pm 0,13
pH	5,72 \pm 0,03
Umidade	10,00 \pm 0,02

A Tabela 3 apresenta os valores médios de umidade de equilíbrio obtidos experimentalmente para cada temperatura estudada, nas diferentes concentrações de ácido sulfúrico. A concentração do ácido é inversamente proporcional à umidade relativa do ar (Tabela 1).

Tabela 3 - Dados de umidade de equilíbrio (% base seca) em função da concentração das soluções utilizadas, para todas as temperaturas.

Tabela 3 - Dados de umidade de equilíbrio (% base seca) em função da concentração das soluções utilizadas, para todas as temperaturas

(H ₂ SO ₄)	30°C	35°C
20%	16,60 \pm 0,40	20,41 \pm 0,50
25%	15,02 \pm 0,51	18,76 \pm 0,60
30%	08,82 \pm 0,50	11,18 \pm 0,60
35%	06,90 \pm 0,64	09,46 \pm 0,40
40%	06,39 \pm 0,60	07,59 \pm 0,50
45%	06,83 \pm 0,63	07,24 \pm 0,51
50%	06,67 \pm 0,50	06,72 \pm 0,60
55%	04,21 \pm 0,41	06,62 \pm 0,30
60%	04,79 \pm 0,40	05,30 \pm 0,62
65%	03,14 \pm 0,30	04,85 \pm 0,62

Para uma maior confiabilidade dos resultados encontrados, todos os pontos utilizados foram realizados em triplicata para cada temperatura, conforme apresentado na Figura 1, para a temperatura de 35°C.

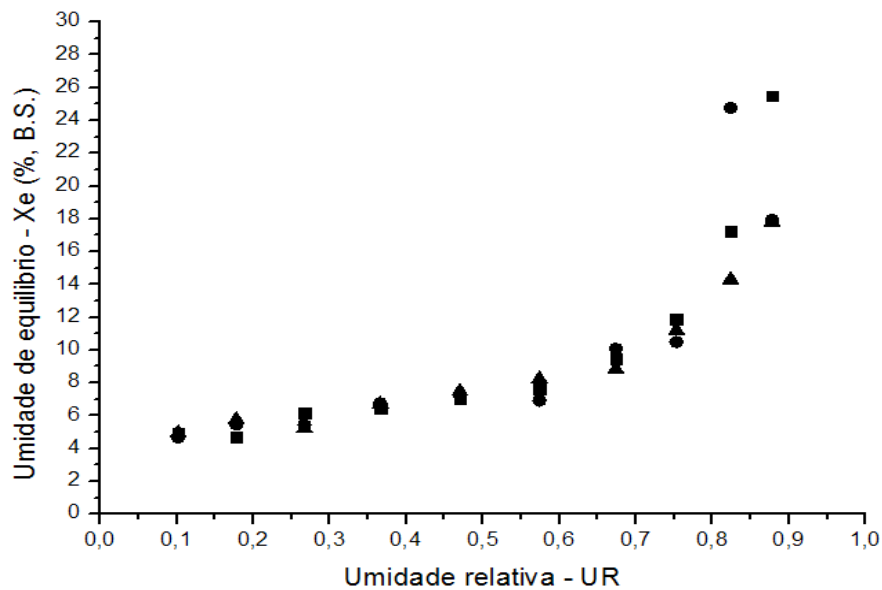


Figura 1 - Triplicatas da umidade de equilíbrio das amostras em função da umidade relativa do ar – umidade relativa (UR) a 35°C

Através dos valores apresentados na Tabela 1, de umidade relativa (UR), e na Tabela 3, umidade de equilíbrio (Xe) dos materiais nas temperaturas estudadas, tornou-se possível plotar as curvas Xe *versus* UR, conforme mostrado na Figura 1. Foi observado que as isotérmicas encontradas apresentaram forma sigmoide. Esse comportamento é característico de produtos alimentares, tais como macarrão, farinha, pão, biscoito, albumina de ovo (GEANKOPLIS, 1993) e quitina (MORAES et al., 2005) .

Na Figura 2, foi observado que, com o aumento da temperatura, partindo de 30 a 35°C, a farinha de minhoca apresentou característica de um produto higroscópico, ou seja, houve uma absorção de umidade do ar. O teor de umidade de equilíbrio encontrado nas amostras ficou entre 8,82% para (UR=0,747, utilizando T=30°C) e 11,18% para (UR=0,750, com T=35°C). Nos resultados encontrados por Pacheco et al. (2011) utilizando ração para peixe, o valor máximo obtido nesse experimento foi de 2,0% para (UR=0,834, utilizando T=30°C) e 6,95% para (UR=0,818, na T=35°C); comparando esses resultados, foi visto que tanto a farinha de minhoca quanto a ração para peixe apresentam características de um produto higroscópico, absorvendo umidade do ar com o aumento da temperatura.

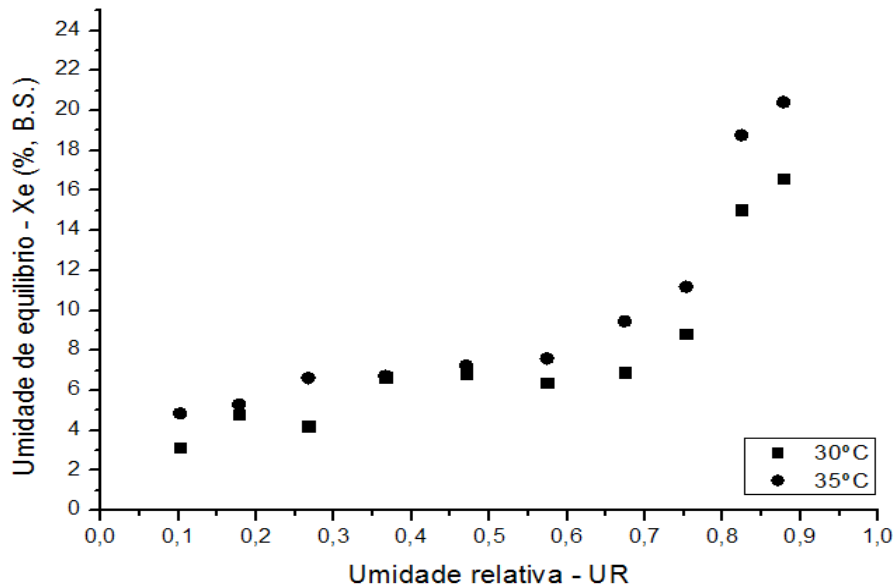


Figura 2 - Umidade de equilíbrio da farinha de minhoca em função da umidade relativa do ar, nas temperaturas de 30 e 35°C

4 CONCLUSÕES

Pode-se concluir que, de 30 a 35°C, a farinha de minhoca apresentou característica de um produto higroscópico, ou seja, tem a capacidade de absorver umidade do ar. Testes usando temperaturas mais altas ainda serão feitos para verificar o comportamento da farinha de minhoca quanto à absorção de água.

REFERÊNCIAS

AYROSA, A. M. I. B. Atividade de água e suas aplicações nos processos de conservação, secagem e manipulação de alimentos e medicamentos. **Revista de Engenharia FAAP**, v. 18, n. 47, p. 41-47, 2005.

FLAUZINA, L. P. **Desempenho produtivo e biometria de vísceras de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de proteína bruta**. 2007. 36f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília.

GEANKOPLIS, C. J. (1993), Transport processes and unit operations. **Prentice-Hall International**. Editions, New Jersey, 921 p.

ROTTA, M. A.; AFONSO, L. O. B.; PENZ JR., A. M.; WASSERMANN, G. J. Uso da farinha de minhoca como alimento para pós-larvas de tilápia. Corumbá: **Embrapa Pantanal**, 2003, 35 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 45).

MOREIRA, M. F. P. Secagem de Gel Agar. São Carlos, 2000. 193 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Centro de Ciências Exatas e de tecnologia. Universidade Federal de São Carlos.

MORAES, M. A., Rosa, G. S., PINTO, L. A. A. (2005), Estudo das isotermas de equilíbrio para quitina: determinação do calor de dessorção. VI Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica, Campinas. Anais... São Paulo (CD-ROM).

PERRY, R. H.; CHILTON, C. H. Chemical Engineer's Handbook, McGraw-Hill Co., 5 ed., pp. 20-4. 1983.

PACHECO, A. C. W; LUZ, R. G, POLON, P. E, MATOS, L. M, PARAÍSO P. R. Modeling of Drying and Adsorption Isotherms of the Fish Feed. **Brazilian archives of biology and technology**, v. 54, n. 3: pp. 577-588, may./jun. 2011.

VIEIRA, M. L.; FERREIRA, A. S.; DONZELLE, J. L. Digestibilidade da farinha de minhoca para suínos. **Revista Indústria Animal**, v. 61, n. 1, p. 83-91, 2004.