

## Área: Engenharia de Alimentos

### **ESTIMATIVA DA VIDA ÚTIL DE HIPERCALÓRICO DESENVOLVIDO COM E SEM ADIÇÃO DE *Spirulina***

**Juliana Botelho Moreira, Thaisa Duarte Santos, Bárbara Catarina Bastos de Freitas,  
Mariana Souza de Oliveira, Kellen Zanfonato, Jorge Alberto Vieira Costa\***

*Laboratório de Engenharia Bioquímica, Curso de Engenharia de Alimentos, Escola de Química e  
Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande*

*\*E-mail: jorgevc@terra.com.br*

#### **RESUMO**

Com o crescimento da população que pratica exercícios, surgiu a consciência sobre a importância da nutrição adequada como aliada na manutenção da saúde e melhora do desempenho. A escolha do alimento, assim como a quantidade adequada tem sido motivo de preocupação dos praticantes de atividade física e atletas. Alimentos compensadores contêm em sua composição carboidratos e diferentes fontes de proteínas e são ideais para quem necessita maior aporte de energia, melhorar o desempenho durante as atividades físicas e aumentar a massa muscular. O objetivo deste trabalho foi estimar a vida útil de alimento compensador para praticantes de atividade física, hipercalórico, desenvolvido com e sem a adição da microalga *Spirulina*. A vida útil foi estimada através de um modelo matemático, baseando-se na principal causa da perda de qualidade de produtos em pó, o ganho de umidade, em que este é relacionado com a taxa de permeabilidade ao vapor de água (TPVA) da embalagem. O valor da TPVA foi de 0,8 gH<sub>2</sub>O.m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup> sob condição de 90% de umidade relativa (UR). A umidade crítica foi determinada na condição de UR de 43,8% sendo o valor obtido de 6,34% e 6,11% para os hipercalóricos adicionado e não de *Spirulina*, respectivamente. O período estimado para a vida útil de ambos os produtos desenvolvidos foi de 25 meses, o que indica que a adição da microalga ao produto não foi influenciável.

**Palavras-chave:** Alimento compensador, atividade física, microalga.

#### **1 INTRODUÇÃO**

A dieta de atletas deve ter um aporte calórico incrementado para atender ao gasto energético imposto pelos treinamentos, melhorando o desempenho durante as atividades físicas, que pode ser fornecido através da ingestão de alimentos compensadores, também

conhecidos como hipercalóricos (ACSM, 2000). Estes produtos são formulados para serem utilizados na adequação de nutrientes da dieta, apresentando uma concentração variada de macronutrientes (GRDEN, 2008).

No caso de alimentos de atividade de água baixa a perda de qualidade e a consequente limitação da sua vida útil estão geralmente associadas ao ganho de umidade, que leva a alterações como a aglomeração. A vida útil desses produtos depende, fundamentalmente, da proteção oferecida pela embalagem contra a adsorção de umidade disponível no ambiente de estocagem (ALVES, BORDIN e GARCIA, 1996).

A microalga *Spirulina* apresenta alto teor protéico, é rica em aminoácidos e ácidos graxos essenciais, vitaminas como a B12 e pigmentos como ficocianina e  $\beta$ -caroteno (SAJILATA, SINGHAL e KAMAT, 2008; MADHYASTHA e VATSALA, 2007; DILLON, PHUN E DUBACQ, 1995). As proteínas da *Spirulina* contêm todos aminoácidos essenciais (isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano e valina) que representam 47% do peso total das proteínas (DILLON, PHUN E DUBACQ, 1995).

O objetivo deste trabalho foi determinar a vida útil de alimento compensador para praticantes de atividade física, hipercalórico, desenvolvido com e sem a adição da microalga *Spirulina*.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 MATERIAL E MÉTODOS

A vida útil do produto foi estimada através de um modelo matemático, onde supõe-se que, o fenômeno que rege o ganho de umidade do produto é o da transferência de vapor d'água do exterior para o interior da embalagem, que pode ser descrita pela Equação 1 (ALVES, 1996).

#### 2.1.1 Taxa de permeabilidade ao vapor de água (TPVA)

Embalagens de polietileno de alta densidade (PEAD) lacradas com tampa foram utilizadas para avaliar a permeabilidade. As embalagens foram acondicionadas em dessecador

com solução saturada de BaCl<sub>2</sub> com umidade relativa (UR) de 90 % a 30 °C. A TPVA foi determinada de acordo com método gravimétrico (ASTM, 2005). Esse método é baseado no aumento de peso do cloreto de cálcio anidro (CaCl<sub>2</sub>), colocado no interior da embalagem.

### 2.1.2 Umidade inicial

A umidade inicial dos produtos desenvolvidos foi determinada em estufa a 105 °C de acordo com a metodologia descrita pelas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1976).

### 2.1.3 Isoterma de sorção e umidade crítica

Em triplicata, pesou-se 2 g de amostra e estas foram armazenadas em embalagens de PEAD sem tampa e condicionadas a 30°C em dessecadores contendo soluções saturadas de sais, com faixa de UR entre 22% e 90% (DITCHFIELD, 2000). Esta condição foi mantida até a estabilização de ganho de umidade das amostras. Após foram determinadas, segundo as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1976), as umidades de equilíbrio para cada condição de umidade relativa (TEIXEIRA NETO, 1997). Os dados experimentais da isoterma de sorção do produto foram ajustados pela Equação de Halsey (Equação 2) (ALVES, 1996).

A umidade crítica foi estabelecida na umidade relativa em que começaram a aparecer alterações nos produtos durante o armazenamento.

$$t = \frac{Ms \cdot UR}{100 \cdot A \cdot TPVA} \int_{U_0}^{U_f} \frac{dU}{\frac{UR}{100} - Aa(U)} \quad (1)$$

t: estimativa de vida útil (d);

Ms: massa seca do produto (g);

UR: umidade relativa do ambiente de estocagem (%);

A: área da embalagem (m<sup>2</sup>);

TPVA: taxa de permeabilidade ao vapor de água da embalagem (gH<sub>2</sub>O.m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup>);

Aa(U): isoterma de sorção de umidade do produto;

U<sub>0</sub>: umidade inicial do produto (gH<sub>2</sub>O.100g de produto seco<sup>-1</sup>);

U<sub>f</sub>: umidade crítica do produto (gH<sub>2</sub>O.100g de produto seco<sup>-1</sup>).

$$Aa = \exp \left( -\frac{C_1}{U C_2} \right) \quad (2)$$

Aa = atividade de água do produto;

U = umidade do produto (gH<sub>2</sub>O.100g de produto seco-1);

C1 e C2 = constantes.

## 2.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O valor encontrado para a TPVA foi de 0,8 gH<sub>2</sub>O.m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup> sob condições de 90% de UR a 30°C num período correspondente a 22 dias. Segundo Garcia et al. (1989), a umidade relativa na qual a TPVA é determinada representa o gradiente de concentração que irá promover a permeação do vapor de água e, portanto, quanto maior a umidade relativa do ambiente de estocagem, maior é a TPVA da embalagem.

Sarantópoulos et al. (2001) relataram que é primordial que a embalagem apresente boa barreira ao vapor d'água e integridade ao fechamento, evitando o ganho de umidade que ocasionaria alterações físicas, sendo a mais importante a aglomeração, podendo levar, dentre outros, a um desenvolvimento microbiano.

As Figuras 1 e 2 apresentam as isotermas de sorção para os hipercalóricos adicionado e não de *Spirulina*. Em atividade de água de 0,75 foi observado, para ambos os produtos, contaminação microbiológica e em 0,90 liquefação das amostras.

Com base nas alterações físicas ocorridas nas amostras como aglomerações e escurecimento, a umidade crítica foi determinada na condição de UR de 43,8% sendo o valor obtido 6,11% para o hipercalórico sem adição de *Spirulina* e 6,34% para o adicionado da microalga. As umidades iniciais dos produtos com e sem *Spirulina* foram 5,13% e 4,92%, respectivamente.

A Tabela 1 apresenta as constantes obtidas através do ajuste das isotermas pela Equação de Halsey, bem como o coeficiente de correlação do ajuste (R). Pode-se observar que as equações para os produtos com e sem *Spirulina*, apresentaram um ajuste aceitável, com coeficiente de correlação acima de 0,96.

De acordo com a Equação 1, integrando-se em intervalo correspondente entre a umidade inicial e a crítica foi estimado o período de vida útil dos hipercalóricos. O valor

encontrado para ambos os produtos foi de 25 meses, constatando-se que não houve influência da adição de *Spirulina* no produto. A vida útil estimada apresentou um resultado satisfatório, estando de acordo com o valor de produtos similares, que é 24 meses.

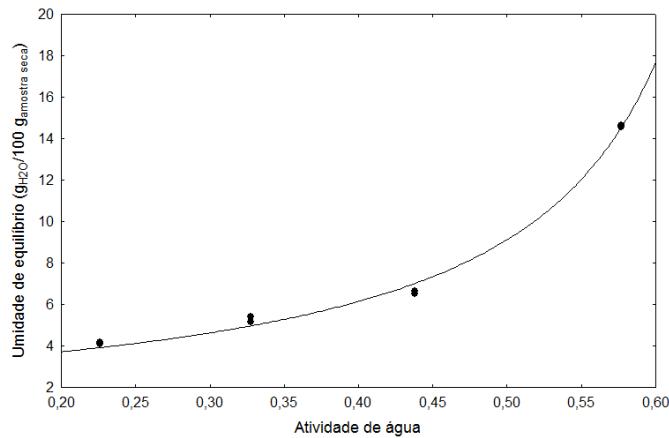


Figura 1: Isoterma de sorção de umidade de hipercalórico com *Spirulina*.

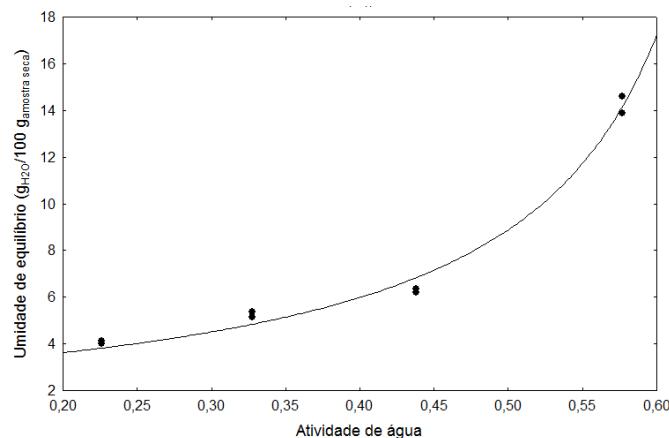


Figura 2: Isoterma de sorção de umidade de hipercalórico sem *Spirulina*.

Tabela 1 Estimativa de vida útil para os produtos desenvolvidos

Produto	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	R	Vida útil (meses)
Hipercalórico sem <i>Spirulina</i>	3,9410	0,7680	0,96	25
Hipercalórico com <i>Spirulina</i>	3,9930	0,7654	0,97	25

### 3 CONCLUSÃO

O período estimado para a vida útil dos hipercalóricos desenvolvidos com e sem *Spirulina* foi de 25 meses para ambos, este valor foi coerente com produtos similares encontrados no mercado.

### REFERÊNCIAS

ACSM - AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE; AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION; DIETITIANS OF CANADA. Joint Position Stand: Nutrition & Athletic Performance. Medicine & Science in Sports & Exercise. v. 32, p. 2130-2145, 2000.

ALVES, R. M. V.; BORDIN, M. R.; GARCIA, E. E. C. Aplicação de um modelo matemático na estimativa da vida de prateleira de biscoitos *cream cracker*. Coletânea do ITAL, v. 26, p. 89 – 101, Campinas, 1996.

ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Standard test methods for water vapor transmission of materials - E96/E96-05, Philadelphia, 2005.

DILLON, J. C.; PHUN, A. P.; DUBACQ, J. P. Nutritional value of the algae *Spirulina*. World Review of Nutrition and Dietetics. v. 77, 32–46, 1995.

DITCHFIELD, C. Estudos dos Métodos para a Medida da Atividade de Água. 195f. Dissertação (Mestre em Engenharia). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

GARCIA, E. E. C.; PADULA, M.; SARANTOPOULOS, C. I. G. L. Embalagens plásticas – propriedades de barreira. 44p. CETEA/ITAL, Campinas, 1989.

GRDEN, L.; OLIVEIRA, C. S.; BORTOLOZO, E. A. F. Q. Elaboração de uma barra de cereais como alimento compensador para praticantes de atividade física e atletas. Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial. v. 02, n. 01, p. 87-94, 2008.

MADHYASTHA, H. K.; VATSALA, T. M. Pigment production in *Spirulina fusciformis* in different photophysical conditions. Biomolecular Engineering. v. 24, p. 301–305, 2007.

NORMAS ANALÍTICAS DO INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos. 2 ed. v. 1, São Paulo, 1976.

SAJILATA, M. G.; SINGHAL, R. S.; KAMAT, M. Y. Fractionation of lipids and purification of c-linolenic acid (GLA) from *Spirulina platensis*. *Food Chemistry*. v. 109, p. 580–586, 2008.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M.; CANAVESI, E. Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis. CETEA/ITAL. 215p. Campinas, 2001.

TEIXEIRA NETO, R.O. Isotermas de sorção de umidade: técnicas de obtenção e aplicações. Campinas: ITAL, Cap.6, 1997.