

## **Resíduo da indústria de bolacha waffer em dietas para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**

**Waffer industry residue in diets for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*)**

**Residuos de la industria de galletas wafer en dietas de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*)**

Recebido: 27/05/2022 | Revisado: 09/06/2022 | Aceito: 10/06/2022 | Publicado: 20/06/2022

### **Elton Lima Santos**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0965-5332>  
Universidade Federal de Alagoas, Brasil  
E-mail: elton.santos@ceca.ufal.br

### **Davi Francisco da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8679-3539>  
Universidade Federal de Alagoas, Brasil  
E-mail: davifraciscodasilva01@gmail.com

### **Themis de Jesus Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7443-1063>  
Universidade Federal de Alagoas, Brasil  
E-mail: themisjdasilva@gmail.com

### **Jurandy Reis Neto**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6212-1156>  
Universidade Federal de Alagoas, Brasil  
E-mail: jurandyrengpesca@jurandy.com

### **Ewerton Lima Santos**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0175-5643>  
Universidade Federal de Alagoas, Brasil  
E-mail: ewertonlimasantos1@gmail.com

### **Sônia Salgueiro Machado**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1603-3360>  
Universidade Federal de Alagoas, Brasil  
E-mail: salgueiro.sonia355@gmail.com

### **Thiago Barros Correia da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3256-2505>  
Universidade Federal de Alagoas, Brasil  
E-mail: thiagobcs@gmail.com

### **Daniela Santos Anunciação**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6161-479X>  
Universidade Federal de Alagoas, Brasil  
E-mail: daniela.anunciacao@iqb.ufal.br

### **Maraisa Bezerra de Jesus Feitosa**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2290-1585>  
Universidade Federal de Alagoas, Brasil  
E-mail: maraisa1501@gmail.com

### **Emerson Carlos Soares**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5337-5736>  
Universidade Federal de Alagoas, Brasil  
E-mail: soaemerson@gmail.com

### **Resumo**

O uso de fontes alternativas de alimento na nutrição animal é uma maneira eficaz de evitar desperdícios e reduzir custos. Objetivou-se avaliar o desempenho, a heterogeneidade do crescimento e a viabilidade econômica de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), alimentados com níveis de resíduo de bolacha waffer na ração (RB). Foram utilizados 100 alevinos de tilápia do Nilo, com peso inicial de  $3,0 \pm 0,5$ g, distribuídos em 20 aquários de 70L, em um sistema de recirculação de água e biofiltro, durante um período de 60 dias. Os animais foram alimentados três vezes ao dia até à aparente saciedade, sendo organizados num delineamento inteiramente casualizado, constituído por quatro tratamentos (0, 7, 14 e 21% da adição de RB na ração) e cinco repetições cada. Os peixes alimentados com 14 e 21% de RB na ração apresentaram melhor homogeneidade no crescimento. Além disso, os animais alimentados com 21% de RB obtiveram melhor desempenho zootécnico e viabilidade econômica na ração. Portanto, recomenda-se a utilização de 21% de RB em rações para tilápia do Nilo.

**Palavras-chave:** Alimento alternativo; Aquicultura; Nutrição de peixe; Tilápia do Nilo.

### Abstract

Using alternative sources of food in animal nutrition is an effective way to avoid waste and reduce costs. The objective of this study was to evaluate the performance, heterogeneous growth and economic viability of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings, fed different levels of waffer biscuit residue in the diet (RB). A total of 100 fingerlings with initial weight of  $3.0 \pm 0.5$  g were used, distributed in 20 aquaria of 70L, consisting of a system of recirculation of water and biofilter, during a period of 60 days. The animals were fed three times for day, until apparent satiety and were arranged in a completely randomized design, consisting of four treatments (0, 7, 14 and 21% addition of RB in the diet) and five replicates each. The fish fed with 14% and 21% RB in the ration presented better homogeneity in the growth. In addition, animals fed with 21% RB in the diet obtained better performance and economic viability. Therefore, it is recommended to use 21% RB in rations for Nile tilapia.

**Keywords:** Alternative feed; Aquaculture; Fish nutrition; Nile tilapia.

### Resumen

El uso de fuentes alternativas de alimentos en la nutrición animal es una forma efectiva de evitar desperdicios y reducir costos. El objetivo de este estudio fue evaluar el rendimiento, el crecimiento heterogéneo y la viabilidad económica de alevines de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*), alimentados con diferentes niveles de residuos de galletas waffer en la dieta (RB). Se utilizaron un total de 100 alevines con peso inicial de  $3,0 \pm 0,5$  g, distribuidos en 20 acuarios de 70L, que constan de un sistema de recirculación de agua y biofiltro, durante un período de 60 días. Los animales fueron alimentados tres veces al día, hasta aparente saciedad y se dispusieron en un diseño completamente al azar, compuesto por cuatro tratamientos (0, 7, 14 y 21% de adición de RB en la dieta) y cinco repeticiones cada uno. Los peces alimentados con 14 y 21% en la ración presentaron mejor homogeneidad en el crecimiento. Además, los peces alimentados con 21% de RB en la dieta obtuvieron mejor rendimiento y viabilidad económica. Por lo tanto, se recomienda utilizar 21% RB en raciones para tilapia del Nilo.

**Palabras clave:** Alimentación alternativa; Acuicultura; Nutrición de peces; Tilapia del Nilo.

## 1. Introdução

A produção aquícola no Brasil, particularmente de tilápia, vem nos últimos anos obtendo crescimento anual acima de 10%, despontando como uma atividade emergente na cadeia produtiva de proteína animal, mesmo com essa sinalização positiva, existem desafios para desenvolver a cadeia produtiva como um todo, de forma a sustentar o crescimento (Valerio & Rodrigues (2021).

Entretanto, devido a necessidade de contornar os altos custos com ração na piscicultura, que representam aproximadamente 70% dos custos de produção (Santos et al., 2015), busca-se cada vez mais a procura por alimentos alternativos que possam ser utilizados nas rações para peixes. Deste modo, os subprodutos agroindustriais, a exemplo da farinha obtida do resíduo de bolacha waffer, é uma interessante opção para esta finalidade.

Os alimentos base para a formulação de rações para peixes são constituídos principalmente por: farelo de soja, milho, farelo de trigo e farinha de peixe, ao qual tem grande variação de preço a depender da região em que é produzido e da época do ano (Santos et al., 2017).

O resíduo de bolacha waffer (RB) é um alimento não aproveitado pela agroindústria de alimentos para humanos, sendo basicamente composto por biscoitos ou bolachas quebradas da tipificação de waffer que não atendem o controle de qualidade da fábrica, caracterizando-se como um subproduto energético de baixo custo (Lima & Ludke, 2011).

Segundo Shahryar et al., (2012) os resíduos de bolachas, de modo geral, possuem algumas vantagens quanto a sua utilização em rações para animais monogástricos, pois, contém alta concentração de energia, sendo sua composição a base de leite desnatado ou leite em pó, gordura vegetal, açúcar, sal, amido e materiais aromáticos. Que são alimentos altamente digestíveis para peixes.

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho zootécnico e o crescimento heterogêneo da tilápia do Nilo alimentada com resíduo de bolacha waffer, analisando ainda a viabilidade econômica da inclusão desse ingrediente na dieta.

## 2. Metodologia

O presente estudo está de acordo com os princípios éticos de pesquisa com animais e foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Alagoas, Brasil (Protocolo nº 57 /2017 - CEUA/UFAL).

O estudo foi realizado por um período de avaliação de crescimento de 60 dias, em 20 aquários experimentais com volume útil de 70L, dotados de um sistema de recirculação de água com filtro biológico. 100 alevinos de tilápia do Nilo, machos revertidos, da linhagem chitralada, com peso inicial de  $3,0 \pm 0,5g$  foram divididos em grupos de cinco e distribuídos aleatoriamente em cada unidade experimental.

As quatro dietas foram formuladas para obterem valores nutricionais similares (Tab. 1), dentro das exigências para a espécie, de acordo com o NRC (2011). Para o processamento da ração, todos os ingredientes foram moídos, homogeneizados, umedecidos com água ( $\pm 30\%$ ) a 65 °C, peletizados e desidratados em estufa de ventilação forçada a 65 °C. Após esse procedimento, os peletes foram padronizados de acordo com o tamanho da boca dos animais e adequando conforme eles cresciam.

Foram utilizados níveis de inclusão de 0, 7, 14 e 21% de resíduo de bolacha waffer (RB) nas rações. O delineamento experimental foi composto por quatro tratamentos e cinco repetições, totalizando 20 parcelas experimentais distribuídos ao acaso.

O resíduo de bolacha waffer utilizado nas rações, foi proveniente das sobras de bolachas do tipo waffer, sem recheio, que foram quebradas no processamento e que não serviriam para o consumo humano, advindas da empresa Bauducco®, localizada na cidade de Rio Largo, Alagoas, Brasil, com composição de 4010 de energia digestível, 8,4 % de proteína bruta, com conteúdo de aminoácidos de 0,21 de lisina e 0,13 de metionina.

Após o período de aclimatização (sete dias), a oferta de alimento foi realizada até a aparente saciedade do animal, três vezes ao dia (8h, 12h e 16h), de forma manual.

No início do experimento, os peixes de cada unidade experimental foram submetidos a biometria, e ao final do experimento, estes foram submetidos a jejum de 24h, com posterior anestesiamento com benzocaína na concentração de 70 mg/L e insensibilizados por secção medular até cessarem os sinais vitais para posterior biometria final.

A heterogeneidade dos peixes foi analisada pelo cálculo de crescimento heterogêneo (CHet), através do coeficiente de variação do peso do animal ( $CV = \text{desvio padrão}/\text{média do peso} \times 100$ ).

Em relação à viabilidade econômica da utilização do RB (resíduo de bolacha waffer) nas rações, foi determinado o custo médio em ração por quilo de peso vivo ( $Y_i$ ), durante o período experimental, conforme recomendações de Silva et al. (2008), seguindo as fórmulas: 1.  $CMR (R\$/kg) = Q_i \times P_i / G_i$ , em que  $CMR$  = custo da ração por kg de peso vivo ganho no  $i$ -enésimo tratamento;  $Q_i$  = quantidade de ração consumida no  $i$ -enésimo tratamento;  $P_i$  = preço por kg da ração utilizada no  $i$ -enésimo tratamento;  $G_i$  = ganho de peso do  $i$ -enésimo tratamento; 2. Índice de Eficiência Econômica - IEE (%) =  $M_{Ce} / C_{Tei} \times 100$  e IC (%)  $C_{Tei} / M_{Ce} \times 100$ , em que  $M_{Ce}$  = menor custo da ração por kg ganho observado entre os tratamentos;  $C_{Tei}$  = custo do tratamento  $i$  considerado.

**Tabela 1.** Composição nutricional das dietas experimentais.

Ingredientes	Níveis de resíduo de bolacha <i>waffer</i> na ração			
	0%	7%	14%	21%
Farelo de soja 45%	58,08	53,14	53,24	56,88
Milho grão	22,18	15,95	9,53	0,00
Farelo de trigo	15,00	15,00	15,00	15,00
Glúten de milho 60%	3,22	3,11	3,00	0,17
Farinha de peixe 60%	1,80	1,80	1,80	1,80
Fosfato bicálcio	1,65	1,65	1,70	1,75
Óleo de soja	1,40	0,68	0,00	0,00
Amido	0,00	0,00	0,00	1,29
Premix vitamínico/mineral <sup>1</sup>	1,00	1,00	1,00	1,00
Sal comum	0,50	0,50	0,50	0,50
DL-metionina	0,12	0,12	0,12	0,21
L-lisina	0,00	0,00	0,00	0,05
L-treonina	0,05	0,06	0,25	0,35
Resíduo de bolacha <i>waffer</i>	0,00	7,00	14,00	21,00
<b>TOTAL</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
<b>NUTRIENTES<sup>2</sup></b>				
ED (kcal/kg)	3.036	3.036	3.036	3.036
PB – Proteína Bruta (%)	32,00	32,00	32,00	32,00
PB Digestível - Tilápia	26,00	26,00	26,00	26,00
FB – Fibra Bruta (%)	4,57	4,64	4,70	4,90
Metionina + cistina (%)	0,92	0,92	0,92	0,99
Lisina (%)	1,90	1,90	1,91	1,99
Triptofano (%)	0,36	0,37	0,38	0,40
Valina (%)	1,50	1,51	1,51	1,51
Treonina (%)	1,18	1,19	1,20	1,24
Arginina (%)	2,15	2,14	2,15	2,20
Leucina (%)	2,67	2,65	2,63	2,42
Fenilalanina + tirosina (%)	2,44	2,43	2,42	2,32
Histidina (%)	0,80	0,80	0,79	0,79
Isoleucina (%)	1,42	1,42	1,42	1,43
Cálcio (%)	0,64	0,65	0,69	0,69
Fósforo disponível (%)	0,50	0,50	0,50	0,51

<sup>1</sup>Níveis de garantia por kg do produto; vit. A = 900.00 UI; vit. D3 = 50.000 UI; vit. E = 6.000 mg; vit. K3 = 1200mg; vit. B1 = 2.400 mg; vit. B2 = 2.400mg; vit. B6 = 2.000mg; vit. B12 = 4.800mg; ácido fólico; 1.200mg; pantotenato de cálcio = 12.000 mg; vit. C = 24.000mg; biotina = 6,0mg; colina = 65.000mg; niacina = 24.000mg; Fe = 10.000mg; Cu = 600mg; Mn= 4.000mg; Zn = 6.000mg; I = 20mg; Co = 2,0mg e Se = 25mg. <sup>2</sup>De acordo com Rostagno et al. (2017).

A cada dois dias foi realizada a sifonagem ( $\pm 15\%$  do volume total), com a retirada das excretas e sobras de ração do fundo dos aquários através de mangueira de pipetagem, de forma a minimizar o estresse de manejo.

Os indicadores de qualidade de água: pH, oxigênio, e temperatura foram monitorados diariamente, em dois horários (7:45 e 17:00h), por meio de sonda multiparamétrica (HANNA Instruments, modelo 9828, Woonsocket, USA), a uma profundidade de aproximadamente 20cm abaixo da lâmina d'água. A amônia total ( $\text{NH}_3 + \text{NH}_4$ ) foi mensurada, a cada dois dias, com o auxílio de espectrofotômetro (HANNA Instruments, modelo HI 83203, Bélgica), utilizando os reagentes HI93700-01. O nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) e o fosfato (P) dos efluentes foram mensurados com este mesmo equipamento utilizando os reagentes HI93707-01 para o nitrito e HI93717-01 para o fosfato.

Os resultados obtidos foram ordenados em tabela do *Excel-Microsoft*<sup>®</sup> e analisados de forma descritiva; além disso, os dados foram submetidos à análise de variância, e, em caso de diferença, foi aplicado o teste de *Tukey* e a análise de regressão ao nível de 5% de significância, pelo programa estatístico computacional SISVAR, versão 5.1 (Ferreira, 2011).

### 3. Resultados e Discussão

As médias dos parâmetros de qualidade da água monitorados durante o experimento permaneceram dentro dos valores adequados à piscicultura, com temperatura de  $26,5 \pm 1,5$  °C; oxigênio dissolvido  $6,9 \pm 1,0$  mg/L; pH  $6,60 \pm 0,5$ ; amônia tóxica ( $0,06 \pm 0,05$  mg/L), nitrito ( $0,10 \pm 0,03$  mg/L) e fosfato ( $0,2 \pm 0,02$  mg/L), conforme Mata et al. (2018). Dessa forma, pode-se inferir que não foram verificadas influências destas variáveis sobre os resultados obtidos no presente experimento, visto que foi utilizado um sistema de recirculação da água com biofiltro e aeração constante em todos os aquários.

Os resultados de desempenho zootécnico dos alevinos de tilápia do Nilo alimentados com níveis do resíduo de bolachas waffer na ração estão descritos na Tabela 2.

**Tabela 2.** Valores das médias e desvio padrão do desempenho de alevinos de tilápia do Nilo alimentados com níveis de RB na ração.

	Níveis de RB na ração				CV (%)	Teste F	Regressão	R <sup>2</sup>
	0%	7%	14%	21%				
PI (g)	0,82a ± 0,01	0,82a ± 0,01	0,82a ± 0,01	0,82a ± 0,01	1,44	0,963 <sup>ns</sup>	Y= 0,824	-
PF (g)	5,58a ± 0,56	5,66a ± 0,54	6,58ab ± 0,54	7,16b ± 0,095	10,81	0,0048*	Y= 0,081x + 5,3979	0,92
GP (g)	4,57a ± 0,56	4,83a ± 0,54	5,76ab ± 0,05	6,34b ± 0,94	12,42	0,0047*	Y= 0,0811x + 4,5723	0,92
CMR (g)	6,58a ± 0,17	6,83a ± 0,21	7,21b ± 0,12	7,37b ± 0,13	2,38	0,000**	Y= 0,0392x + 6,5893	0,98
CAA (g)	1,40a ± 0,19	1,42a ± 0,18	1,26a ± 0,11	1,18a ± 0,18	12,81	0,1098 <sup>ns</sup>	Y= 1,317	-
TEP	2,35a ± 0,27	2,58ab ± 0,25	2,28a ± 0,21	2,97b ± 0,39	10,57	0,0041**	Y= 0,0224x + 2,3143	0,43
CT (cm)	11,36a ± 0,22	11,29a ± 0,30	11,86a ± 0,60	12,17a ± 0,58	4,20	0,0533 <sup>ns</sup>	Y= 11,6735	-
CP (cm)	9,13a ± 0,18	8,92a ± 0,30	9,46a ± 0,43	9,77a ± 0,553	5,17	0,60 <sup>ns</sup>	Y= 9,323	-
CCAB (cm)	3,05a ± 0,08	2,92a ± 0,07	3,01a ± 0,21	3,10a ± 0,18	5,06	0,346 <sup>ns</sup>	Y= 3,025	-
ALT (cm)	3,40a ± 0,11	3,34a ± 0,12	3,37a ± 0,22	3,55a ± 0,16	4,81	0,235 <sup>ns</sup>	Y= 3,417	-
LARG (cm)	1,65a ± 0,05	1,70ab ± 0,08	1,73ab ± 0,10	1,82b ± 0,10	5,23	0,061*	Y= 0,0076x + 1,6481	0,95
IPERF	2,68a ± 0,05	2,66a ± 0,08	2,685a ± 0,09	2,75a ± 0,09	2,99	0,37 <sup>ns</sup>	Y= 2,697	-
ICAB	2,989a ± 0,04	3,04a ± 0,07	3,00a ± 0,16	3,14a ± 0,02	3,04	0,062 <sup>ns</sup>	Y= 3,047	-
FC	1,90a ± 0,18	1,96a ± 0,11	2,28a ± 0,47	1,97a ± 0,05	12,93	0,1283 <sup>ns</sup>	Y= 2,032	-
TCE	4,23a ± 0,21	4,27a ± 0,22	4,61ab ± 0,20	4,79b ± 0,28	5,24	0,0043**	Y= 0,0286x + 4,1797	0,93

RB – Resíduo de bolacha waffer; peso inicial (PI); peso final (PF); ganho de peso (GP); consumo médio de ração (CMR); conversão alimentar aparente (CAA); taxa de eficiência proteica (TEP); comprimento padrão (CP); comprimento total (CT); comprimento de cabeça (CCAB); altura (ALT); índice de perfil (IPERF); índice de cabeça (ICAB); fator de condição (FC); taxa de crescimento específico (TCE). Letras iguais entre linhas não diferem entre si pelo teste de *Tukey* a 5% de probabilidade; \*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; \*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; ns: não significativo. Fonte: Autores.

Verifica-se que a inclusão de 21% de RB influenciou no peso final, consumo médio de ração, taxa de eficiência proteica, largura e na taxa de crescimento específico dos animais. Entretanto, as variáveis de CAA, CT, CP, CCAB, ALT, IPERF, ICAB e FC não apresentaram diferença ( $p > 0,05$ ).

O peso final, ganho de peso e a conversão alimentar dos animais experimentais foram melhores quando houve a inclusão de 21% de RB. Os resultados encontrados na presente pesquisa são corroborados por Costa et al. (2017), onde trabalhando com resíduos de bolachas de coco, encontraram os melhores resultados de TEB e TCE em tilápia do Nilo, não verificando, no entanto, diferenças nos outros parâmetros de desempenho. Indicando que os resíduos de bolachas, que tendem a ter altos níveis de energia na sua composição, influenciam diretamente na absorção de proteína corporal pelos peixes.

Da mesma forma, Shahryar et al. (2012) relatam que a utilização do resíduo de bolachas waffer pode ser incluído em até 24% nas rações para frangos de corte, substituindo principalmente o milho, sem prejuízos sobre o desempenho e sobre as características de carcaça. Já Adeyemo et al., (2013), concluíram que o resíduo de bolachas pode ser utilizado como alimento em até 50% de substituição ao milho sem influenciar negativamente no desempenho de frangos de corte, seja na fase inicial ou final.

Em suínos, a inclusão de 30% do resíduo de bolachas nas rações desses animais foi a proporção sugerida que melhor expressou o desempenho positivo dos animais, respondendo isso numa proporção de substituição do milho como fonte energética em até 60% (Manu et al., 2015). Vale ressaltar que no presente estudo, o milho foi substituído em até 100% pelo RB na ração experimental com o maior nível testado (21%), para tilápia. O que supera os valores de substituição do milho pelo RB da maior parte das pesquisas envolvendo este alimento em rações para não-ruminantes.

Os resultados encontrados em relação a viabilidade econômica da inclusão do resíduo de bolacha waffer nas rações para alevinos de tilápia encontram-se na Tabela 3.

**Tabela 3.** Avaliação da viabilidade econômica de juvenis de tilapia do Nilo alimentados com diferentes níveis de inclusão do resíduo de bolacha waffer na ração.

Variáveis	Níveis da inclusão de RB na ração				CV (%)	Regressão
	0%	7%	14%	21%		
CRação (R\$/kg)	1,309	1,245	1,180	1,243	-	-
CMR/PVG (R\$/kg PVG)	1,812	1,758	1,477	1,466	12,94	Y= 1,643 <sup>ns</sup>
IC	110,484	116,163	122,562	116,257	15,31	Y= 118,478 <sup>ns</sup>
IEE	90,510	86,085	81,599	86,024	14,73	Y= 86,059 <sup>ns</sup>

<sup>ns</sup> = não significativo (P>0,05). Custo da ração por quilograma (CRação), custo médio em ração por quilograma de peso vivo ganho (CMR), índice de custo (IC) e índice de eficiência econômica (IEE). Fonte: Autores.

Visto que os valores de custo da ração são expressos diretamente pelo preço em reais da soma dos ingredientes, calculada proporcionalmente as suas quantidades utilizadas na formulação, não foram realizados testes de comparações de médias, já que os valores refletem valores inteiros. Entretanto, pode-se a partir de uma análise descritiva constatar que a ração controle, sem a inclusão de RB na ração, foi a que apresentou o maior valor por quilo (R\$ 1,309), quando se adiciona RB na ração, há a tendência de o custo da ração decrescer. Todavia, a ração testada com o nível de inclusão de 21% de RB obteve o custo similar a ração com 7% de RB e mais cara do que a ração com 14% de RB. Isso se deve a necessidade de aumento de outros ingredientes mais onerosos para compensar o balanceamento nutricional da ração. Porém, a ração controle (0% RB), foi ainda a ração mais onerosa dentre todas as testadas.

Para todas as rações seguiu-se os mesmos preços (preço/kg) dos ingredientes utilizados na elaboração dos custos, que foram: milho grão (R\$ 0,90), farelo de soja 45% (R\$ 1,50), resíduo de bolacha waffer (R\$ 0,15), farelo de trigo (R\$ 0,70), farelo de glúten de milho 60 (R\$1,30), óleo de soja (R\$ 2,40), farinha de peixe (R\$ 1,65), amido (R\$ 4,50), fosfato bicálcico (R\$ 0,34), sal comum (R\$ 0,24), DL-metionina (R\$ 15,00), L-treonina (16,00), L-lisina (11,00) e premix mineral e vitamínico (R\$ 7,00). Os preços dos ingredientes foram cotados durante o período experimental.

Em relação a análise dos parâmetros de: custo da ração por quilograma (CRação), custo médio em ração por quilograma de peso vivo ganho (CMR), índice de custo (IC) e índice de eficiência econômica (IEE); não foram observadas diferenças para nenhuma das rações testadas (p>0,05).

Pode-se inferir assim, que a ração com a inclusão de 21% de RB, considerando os resultados anteriores de desempenho produtivo, foi a que apresentou a melhor viabilidade econômica, nas condições estudadas. Desse modo, o uso do

RB em rações pode também ser indicado do ponto de vista econômico, contudo, vale destacar que o uso deste alimento deve levar em consideração a disponibilidade e a facilidade de obtenção do recurso alimentar.

Vale ressaltar que no presente estudo, observa-se ainda que todas as rações experimentais foram formuladas para serem isoenergéticas e isoproteicas, porém à medida que se aumentava a inclusão de RB na ração, a participação do milho na composição da ração diminuía, conseqüentemente aumentava-se a necessidade de uso de aminoácidos sintéticos, o que interferiu nos resultados da viabilidade econômica. Principalmente na ração com o nível de 21% de RB.

Corroborando com esses resultados, Ajasin et al., (2010), estudando a substituição do milho como fonte energética pelo resíduo de bolachas para (*Archachatina marginata*, Swainson, 1821), também verificaram uma melhor viabilidade econômica do uso do RB à medida que se aumentava o nível incluído na dieta, frente o maior preço do milho.

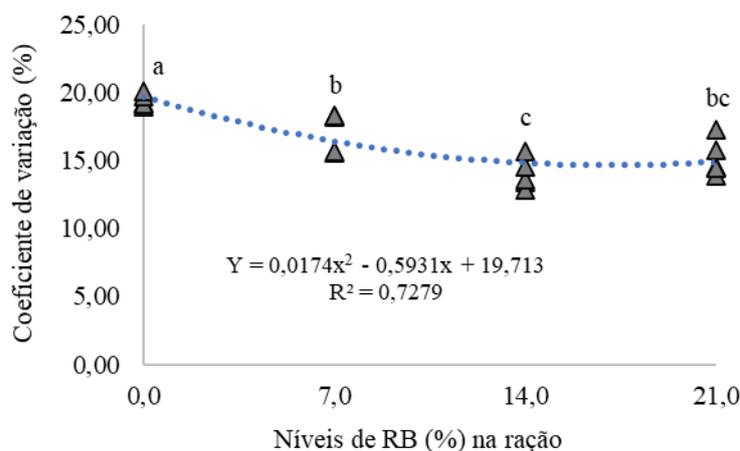
O milho é um dos maiores componentes quantitativos nas rações para animais, principalmente não-ruminantes, representando geralmente entre 40 a 60% do total da ração, por isso é de grande valia a busca de alimentos que possam servir de alternativa a substituição deste ingrediente, com um menor valor agregado (Onimisi et al., 2009). Como pode assim ser constatado, na presente pesquisa com o uso do resíduo de bolacha *waffer* na dieta de tilápia do Nilo que tem um custo unitário por quilo de R\$ 0,15, ou seja, seis vezes menor que o preço do milho em grão (R\$ 0,90), cotado no período.

A ausência de taxas e impostos incididas diretamente no produto testado em questão (resíduo de bolacha *waffer*), além da ausência de grandes perdas com beneficiamento, transporte, frete e descontos sobre a umidade, tornam o resíduo de bolachas *waffer* uma opção mais econômica em relação ao milho grão seco, ou como substituto de grande parte dos ingredientes energéticos utilizados usualmente nas rações para peixes. Além de que, o milho tem seu preço variável com épocas do ano, nível de colheitas e ataques de pragas na lavoura (Moreira et al., 2014).

Já o uso de resíduo de bolachas *waffer* em rações para peixes, pode ser uma importante alternativa, já que naturalmente esses resíduos que são produzidos em grandes quantidades, em regiões próximas a agroindústrias alimentícias, e podem ser transportados a um baixo custo, pois não possui alto teor de umidade na sua composição, sendo inclusive descartados pelas agroindústrias.

Em relação a avaliação do crescimento heterogêneo dos alevinos de tilápia alimentados com RB, foram verificadas diferenças ( $p < 0,05$ ), com os níveis de resíduo de bolachas *waffer* nas rações para tilápia do Nilo. De forma, que a adição de RB melhorou a homogeneidade dos animais, sendo o tratamento em que os animais foram alimentados com 14% de RB, o melhor resultado, não diferindo ( $p > 0,05$ ) do tratamento em que os animais foram alimentados com 21 % de RB na ração (Fig. 1).

**Figura 1.** Gráfico da heterogeneidade do crescimento (CHet) de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em função dos níveis de RB na ração. Letras diferentes indicam diferença pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).



Fonte: Autores.

A dieta controle, ou seja, sem a inclusão de RB na ração, foi o tratamento que apresentou o mais alto crescimento heterogêneo dentre os tratamentos avaliados. De certo modo, os resultados encontrados refletem de maneira positiva os dados da performance produtiva dos animais, visto que, os peixes que foram alimentados com RB na ração foram os que obtiveram os melhores resultados, quando comparado ao tratamento controle.

Resultados similares foram encontrados por Santos et al. (2015) quando utilizaram a farinha da folha de mandioca como um alimento alternativo em rações para tilápia, e constataram que a utilização deste alimento na dieta diminuía a heterogeneidade dos peixes, no entanto, esses mesmos autores destacam a limitação do nível utilizado, indicando a inclusão de somente 5% na ração.

Uma possível explicação sobre esses resultados se deve por conta dos níveis e a relação proporcional de gorduras e dos carboidratos, além do tipo de carboidrato da ração, já que são fatores que podem influenciar o melhor aproveitamento metabólico da energia disponível da ração pelos peixes. Assim, ao incluir-se quantidades crescentes do RB houve uma diminuição dos alimentos energéticos usualmente utilizados, tendo seu efeito maior sobre o milho.

Todavia, as tilápias podem utilizar eficientemente os lipídios como fonte energética (Tonial et al., 2011). Desta forma, sendo o resíduo de bolachas *waffer* basicamente composto de gorduras saturadas e de carboidratos de fácil absorção, a heterogeneidade do crescimento (CHet) pode ser menor nos animais alimentados com RB na ração. Provavelmente ocorrendo isso devido a mais rápida saciedade energética que teriam esses animais (Polakof et al., 2012), já que a tilápia naturalmente apresenta um comportamento agressivo e territorialista com seus coespecíficos, limitando inclusive a ingestão de ração pelos animais submissos, fazendo com que estes tenham um menor desenvolvimento e exacerbando o CHet (Barbosa et al., 2006).

De modo geral, os resultados obtidos neste trabalho demonstraram que a inclusão do RB até 21%, em rações de alevinos de tilápia do Nilo é economicamente viável, sem comprometer o desempenho e o crescimento heterogêneo.

#### 4. Conclusão

Considerando-se os parâmetros avaliados no presente estudo, recomenda-se o uso de 21% de resíduo de bolacha *waffer* em rações completas para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

## Agradecimentos

Os autores agradecem a Fundação de Amparo Pesquisa do Estado do Estado de Alagoas (FAPEAL) pelo apoio as pesquisas executadas no Laboratório de Aquicultura e Análises de Água.

## Referências

- Adeyemo, G. O., Oni, O. R. & Longe, O. G. (2013). Effect of dietary biscuit waste on performance and carcass characteristics of broilers. *Food Science and Quality Management*, 12, 1-10.
- Ajasin, F. O., Omole, A. J., Fapohunda, A. J. & Obi, O. O. (2010). The feeding value of biscuit waste as replacement for maize in the diet of growing snails (*Archachatina marginata*). *Journal of American Science*, 6(2), 1-5.
- Barbosa, J. M., Brugiolo, S. S. S. & Carolsfeld, J. (2006). Heterogeneous growth fingerlings of the Nile tilapia *Oreochromis niloticus*: effects of density and initial size variability. *Brazilian Journal of Biology*, 66(2), 537-541.
- Costa, D. S., Maciel, C. M. R. R., Maciel Junior, A. M., Magalhães Junior, F. O., Smith, G. C. B., Santos, M. J. M. & Braga, L. G. T. (2017). Waste from the biscuit and noodle industries in Nile tilapia diets. *Semina: Ciências Agrárias*, 38(4), 2151-2162.
- Ferreira, D. F. (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35(6), 1039-1042. 2011.
- Lima, M. R. & Ludke, M. C. M. M. (2011). Utilização de ingredientes energéticos pela tilápia do Nilo. *Revista Eletrônica Nutritime*, 8(2), 1418-1430.
- Manu, F., Okai, D. B., Boateng, M. & Frimpong, Y. O. (2015). Nutrient composition, pest and microbial status and effects of discarded biscuits on the growth performance, carcass characteristics and economic profiles of growing-finishing pigs. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 5(4), 10241-10254.
- Mata, D. A., Souza, T., Gomes, C. M., Andrade, R. A. & Apolinário, M. O. (2018). Limnologia e sua correlação com a produtividade da tilápia *Oreochromis niloticus*. *Agropecuária Científica no Semiárido*. 14(3), 254-265.
- Moreira, V. R., Souza, A. & Duclós, L. C. (2014). Avaliação de retornos e riscos na comercialização de milho: estudo de caso usando value-at-risk. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 52(2), 303-322.
- National Research Council – NRC (2011). *Nutrient requirements of fish and shrimp*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Onimisi, P. A., Omage, J. J., Dafwang, I. I. & Bawa, G. S. (2009). Nutritional value of quality protein maize (Obatampa) for broiler chickens. *Pakistan Journal of Nutrition*, 8(2), 112-115.
- Polakof, S., Panserat, S., Soengas, J. L., Moon, T. W. (2012). Glucose metabolism in fish: a review. *Journal of Comparative Physiology B*, 182(8), 1015–1045.
- Rostagno, H. S., Albino, L. F. T., Hannas, M. I., Donzele, J. L., Sakomura, N. K., Perazzo, F. G., Saraiva, A., Teixeira, M. L., Rodrigues, P. B., Oliveira, R. F., Barreto, S. L. T. & Brito, C. O. (2017). *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. (4ª ed.). Viçosa, MG: UFV.
- Santos, E. L., Bezerra, K. S., Soares, E. C. S., Silva, T. J., Ferreira, C. H. L. H., Santos, C. C. S. & Silva, C. F. (2015). Desempenho de alevinos de tilápia do Nilo alimentados com folha de mandioca desidratada na dieta. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 67(5), 1421-1428.
- Santos, E. L., Soares, E. C. S., Gusmão Jr, L. M. F. (2017). *Alimentos alternativos para peixes tropicais*. Novas Edições acadêmicas. 103p.
- Shahryar, H. A., Ahmadzadeh, A., Nobakht, A. & Lotfi, A. (2012). Possibilities of using biscuit or wafer waste in broiler chicken diets. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 18(5), 759-762.
- Silva, A. M. R., Berto, D. A., Lima, G. J. M. M., Wechsler, F. S., Padilha, P. M. & Castro, V. S. (2008). Valor nutricional e viabilidade econômica de rações suplementadas com maltodextrina e acidificante para leitões desmamados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37(2), 286-295.
- Tonial, I. B., Bravo, C. E. C., Souza, N. E., Matsushita, M., Furuya, W. M., & Visentainer, J. V. (2011). Qualidade nutricional dos lipídios de tilápias (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com ração suplementada com óleo de soja. *Alimentos e Nutrição*, 22(1), 103-112.
- Valerio, L., & Rodrigues, A. D. (2021). Tilapicultura: perspectivas e produção em tanques-rede. *Revista Interface Tecnológica*, 18(2), 487-499.