

**PRODUÇÃO DE *T. MOLITOR* UTILIZANDO RESÍDUO DE CERVEJARIA EM UMA  
ABORDAGEM DE ECONOMIA CIRCULAR**

**Adriana Taís Beckers<sup>1</sup>**  
**Laura de Godoy<sup>2</sup>**  
**Magnos Maioli Volpato<sup>3</sup>**  
**Juliano Perottoni<sup>4</sup>**  
**Rodrigo Borille<sup>5</sup>**

**Resumo:**

Com os recursos alimentares do planeta diminuindo a cada ano, se faz necessário buscarnovas fontes alternativas de alimentos. Este estudo teve como objetivo apresentar um resíduo resultante do processo de agroindustrialização, que quando direcionado à alimentação de insetos, é capaz de transformar um produto de baixo valor biológico em um produto com características nutricionais nobres. Neste contexto, este estudo objetivou avaliar o desempenho de larvas de *T. molitor* alimentadas com níveis crescentes de resíduo de cervejaria em substituição ao farelo de trigo. Foram utilizadas 1500 larvas com peso médio de 46,15 mg, distribuídas aleatoriamente em um delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (níveis de substituição de farelo de trigo por resíduo de cervejaria). Foram avaliados o peso vivo, ganho médio diário consumo de ração, conversão alimentar e, mortalidade. Foi possível concluir que com o nível de 50% de substituição do farelo de trigo por resíduo de cervejaria obteve-se os melhores resultados se mostrando uma promissora alternativa para o uso em alimentação de *T. molitor* em larga escala.

**Palavras-chave:** alimentos alternativos; bioconversão de resíduos; economia circular;

- 
- 1 Mariana Adriana Taís Beckers, Universidade Federal de Santa Maria, [adrianabeckers@hotmail.com](mailto:adrianabeckers@hotmail.com)  
2 Laura de Godoy, Universidade Federal de Santa Maria, [123lauragodoy@gmail.com](mailto:123lauragodoy@gmail.com)  
3 Magnos Maioli Volpato, Universidade Federal de Santa Maria, [mmvolpato2@gmail.com](mailto:mmvolpato2@gmail.com)  
4 Rodrigo Borille, Universidade Federal de Santa Maria, [rodrigo.borille@ufsm.br](mailto:rodrigo.borille@ufsm.br)  
5 Juliano Perottoni, Universidade Federal de Santa Maria, [juliano@gmail.ufsm.br](mailto:juliano@gmail.ufsm.br)

## **1 INTRODUÇÃO**

A disponibilidade e os custos de matéria-prima vêm sendo impactados com o crescente aumento da demanda mundial por alimentos, e com isso é necessário encontrar novas fontes alternativas que também sejam sustentáveis. Com a tecnologia do processamento agroindustrial são obtidas as transformações daquilo que seria apenas mais um resíduo em um alimento com valor agregado, reduzindo custos e diminuindo os impactos ambientais, podendo gerar ganhos significativos ao longo da cadeia produtiva. Neste sentido, a economia circular (EC) é uma perspectiva inovadora que almeja o aumento da eficiência do uso de recursos, sejam estes resíduos urbanos ou industriais, buscando um equilíbrio justo e harmônico entre economia, meio ambiente e sociedade, mas atenta, também, para atores transformadores no processo (FARIA et al., 2021).

A transição para uma EC demanda mudanças ao longo da cadeia de valor, desde o design do produto até novos negócios e modelos de mercado, desde novas maneiras de transformar o desperdício em um recurso até novos modos de comportamento do consumidor, pois assim poderá manter o valor agregado do produto pelo maior tempo possível (SMOL et al., 2015). A intenção da circularidade é o não descarte e, por consequência, o uso contínuo dos recursos produtivos, utilizando as estratégias de reparo, reuso, recondicionamento e reciclagem durante todo o processo de manufatura e uso do produto (FARIA et al., 2021).

Na cadeia produtiva animal, o uso de insetos para a alimentação é tendência alternativa com alto potencial lipídico e principalmente proteico. Esse é o caso do besouro *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae), que tem a aptidão de fazer bioconversão, ou seja, transformar um resíduo orgânico em um produto nobre com alto valor biológico. Comumente, ele é alimentado com farelo de trigo (FT), mas buscar outros ingredientes se faz necessário para viabilizar a redução de custos sem perder as qualidades nutricionais das larvas.

Uma dessas alternativas é o resíduo de cervejaria (RC), cuja indústria gera grandes quantidades de resíduos, cuja gestão é economicamente e ambientalmente problemática (RACHWAL et al., 2020). O RC é subproduto resultante da indústria de cerveja, que mesmo possuindo algumas características nutricionais relevantes ainda hoje é considerado um resíduo agroindustrial, tendo baixo ou nenhum valor comercial.

Utilizar o RC para alimentação de *T. molitor* é uma forma de solucionar um problema ambiental, identificar um insumo substituto e complementar ao FT e, por consequência,

melhorar a lucratividade organizacional, completando assim o elo da Economia Circular em ambas às cadeias produtivas. Neste sentido, este trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho de larvas de *T. molitor* alimentadas com níveis crescentes de resíduo de cervejaria (RC) em substituição ao farelo de trigo (FT).

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

O experimento foi realizado no Laboratório de Nutrição Animal da UFSM/Palmeira das Missões. Foram selecionadas 1500 larvas de *T. molitor*, de uma bandeja de produção, com peso médio inicial de 46,15 mg/larva (+/-0,001), e distribuídas homogeneamente em 25 recipientes de 5,5x9,5x4,0cm (largura x comprimento x altura), em ambiente controlado (temperatura de 26,5°C e umidade do ar de 65%). O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (T1: controle, 100% de FT; T2: com 75% de FT e 25% de RC; T3: com 50% FT e 50% RC; T4: com 25% de FT e 75% de RC) e; T5: com 100% de RC), e cinco repetições, totalizando 25 unidades experimentais (60 larvas em cada unidade). A coleta de dados foi realizada a cada 7 dias (totalizando 28 dias de experimento). Foram avaliados o peso vivo (PV, mg/larva), ganho médio diário (GMD, mg/larva/dia), consumo de ração (CR, mg/larva/dia), conversão alimentar (CA, mg/mg) e, taxa de mortalidade (M,%). Os dados foram submetidos à ANOVA ( $P<0,05$ ), e os resultados significativos submetidos à análise de regressão.

## **3 RESULTADOS**

Os resultados demonstraram efeito quadrático ( $P<0,05$ ) dos níveis de resíduo de cervejaria sobre o peso vivo ( $Y=67,91+0,2817X-0,002720X^2$ ;  $R^2=0,37$ ); ganho médio diário ( $Y=0,7769+0,008730X-0,000079X^2$ ;  $R^2=0,60$ ) e consumo de ração ( $Y=5,162+0,02644X-0,000290X^2$ ;  $R^2=0,53$ ), sendo os maiores resultados ao nível de 50% de RC (Tabela 1). A conversão alimentar apresentou efeito ( $P<0,05$ ) linear decrescente ( $Y=6,436-0,009529X$ ;  $r=-0,47$ ;  $R^2=0,21$ ) e o percentual de mortalidade linear crescente ( $Y=0,584+0,05528X$ ;  $r=+0,54$ ;  $R^2=0,29$ ) com o aumento dos níveis de inclusão do RC.

Os resultados indicam que o peso vivo, o ganho médio diário e o consumo de ração apresentam aumento em relação aos níveis de inclusão de resíduo de cervejaria na alimentação de larvas *T. molitor*, entretanto, é importante ressaltar que essa inclusão atinge seu potencial

com 50% em substituição do farelo de trigo e posteriormente tende a decair. Portanto, foi possível identificar que o uso de resíduo da indústria de cerveja é benéfico para o desenvolvimento do *T. molitor* e pode ser utilizado para aumentar a produtividade das larvas e diminuir os custos de produção até o nível de 50 % de inclusão, e desta forma, efetua de forma efetiva a bioconversão de um resíduo agroindustrial em um produto de alto valor agregado, como é o caso das larvas de *T. molitor* destinadas a produção de ingredientes para serem utilizados na nutrição animal.

**Tabela 1.** Efeito da substituição do farelo de trigo por níveis de resíduo de cervejaria na alimentação de larvas de *T. molitor* por 28 dias (de 103 até 131 dias de idade).

| Variável            | 0 %   | 25 %  | 50 %  | 75 %  | 100 % | SEM   | P-<br>Valor |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|
| <b>PV final</b>     | 67,41 | 73,48 | 77,53 | 70,40 | 70,17 | 1,560 | 0,002       |
| <b>GMD</b>          | 0,77  | 0,94  | 1,05  | 0,93  | 0,87  | 0,032 | <0,001      |
| <b>Cons. Ração.</b> | 5,18  | 5,56  | 5,84  | 5,47  | 4,91  | 0,145 | 0,002       |
| <b>CA (mg/mg)</b>   | 6,80  | 5,92  | 5,55  | 5,87  | 5,64  | 0,285 | 0,041       |
| <b>Mortalidade</b>  | 0,34  | 0,00  | 0,00  | 6,60  | 3,95  | 1,210 | 0,002       |

  

|                                | Modelo                                   | r | R <sup>2</sup> | P-<br>Valor |
|--------------------------------|------------------------------------------|---|----------------|-------------|
| <b>PV final<br/>(mg/larva)</b> | $Y = 67,91 + 0,2817 X - 0,002720 X^2$    | - | 0,3785         | 0,005       |
| <b>GMD<br/>(mg/larva/dia)</b>  | $Y = 0,7769 + 0,008730 X - 0,000079 X^2$ | - | 0,6010         | <0,001      |

|                                       |                                        |       |        |        |
|---------------------------------------|----------------------------------------|-------|--------|--------|
| <b>Cons. Ração.</b><br>(mg/larva/dia) | $Y = 5,162 + 0,02644 X - 0,000290 X^2$ | -     | 0,5350 | <0,001 |
| <b>CA (mg/mg)</b>                     | $Y = 6,436 - 0,009529 X$               | -0,47 | 0,2178 | 0,019  |
| <b>Mortalidade</b><br>(%)             | $Y = - 0,584 + 0,05528 X$              | +0,54 | 0,2934 | 0,005  |

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que o nível de 50% de substituição de farelo de trigo por resíduo de cervejaria apresentou os melhores resultados, se caracterizando como uma promissora alternativa para viabilizar os custos de produção de larvas de *T. molitor*. Ainda que os resultados tenham sido positivos, se faz necessário que se aprofunde as pesquisas com o resíduo de cervejaria, visando uma produção sustentável em larga escala, tanto do ponto de vista ambiental quanto econômico. Apresentando-se como uma tecnologia integrada a perspectiva da economia circular, por realizar a bioconversão de um resíduo em produto de valor agregado.

#### REFERÊNCIAS

- FARIAS, F. G.; PINTO, F. R.; ARAÚJO, D. de S.; MENEZES, B. S. de; ANDRADE, R. D. de. Uma Década de Estudos sobre Economia Circular: Tendências e Reflexões Através de Análise Bibliométrica Internacional. **Internext**, [S. l.], v. 16, n. 3, p. 289–305, 2021.
- RACHWAL, K; WASKO. A; GUSTAW, K; POLAK-BERECKA, M. Utilization of brewery wastes in food industry. **PeerJ**, v. 8, p. e9427, 2020
- SPANG, B. Insects as food: assessing the food conversion efficiency of the mealworm (*Tenebrio molitor*). Environmental study master thesis: **The Evergreen State College**, 2013.
- SMOL, M; KULCZYCKA, J; HENCLIK, A; GORAZDA, K; WZOREK, Z. The possible use of sewage sludge ash (SSA) in the construction industry as a way towards a circular economy. **Journal of Cleaner Production**, v. 95, p. 45-54, 2015.