

# Otimizando o processo produtivo de uma indústria de alimentos para animais

Rainer O. N. Pereira,<sup>1</sup> Aurelio R. L. Oliveira<sup>2</sup>

IMECC/UNICAMP, Campinas, SP

Carla T. L. S. Ghidini<sup>3</sup>

FCA/UNICAMP, Limeira, SP

A quantidade de animais domésticos nos lares brasileiros é expressiva. Segundo a ABINPET (Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação), a quantidade de pets no ano de 2018 era de aproximadamente 144 milhões, sendo que desse montante, 56% está concentrado em gatos e cachorros. O faturamento mundial do setor de alimentos para pet nesse mesmo ano foi de 145,8 bilhões de dólares. Os Estados Unidos estão em primeiro lugar, com 40,6% das movimentações. O Brasil aparece em sétimo lugar, com 3,9% do total. Assim, a demanda por alimentos para pet é elevada e, ainda de acordo com a ABINPET [1], esse tipo de alimento precisa ter um balanço nutricional adequado para que o animal não desenvolva doenças. Por isso não é recomendado fornecer alimentos provenientes de sobras de refeições. O mais indicado é tratar com alimentos industrializados, pois possuem uma receita balanceada para proporcionar os nutrientes necessários.

Diante desse cenário e sabendo que um dos iminentes desafios do setor industrial, atualmente, é melhorar o desempenho durante a produção, neste trabalho, tratamos o processo produtivo de uma indústria brasileira de alimentos para animais com o objetivo principal de otimizá-lo e auxiliar na tomada de decisão do planejador.

O processo mais comum para produzir os alimentos para animais é a extrusão termoplástica. Seus benefícios incluem a redução de agentes microbiológicos, baixo custo e melhoria de características como sabor, odor e textura [3]. Nesse processo, a massa misturada em uma etapa anterior é enviada ao pré-condicionador, onde recebe água e vapor para iniciar o seu cozimento. Na etapa seguinte, a mistura é direcionada para o canhão da extrusora dentro do qual, a mistura é deslocada com movimento de uma rosca sem fim, para finalizar o cozimento. Na saída do canhão, a massa é pressionada contra uma matriz e devido à alta pressão, acontece uma expansão na saída da matriz. Um conjunto de facas posicionadas na saída da matriz realiza o corte para que a massa adquira o formato final. A massa, depois da transformação na extrusora, recebe o nome de partícula. O transporte pneumático transfere a partícula para o secador. Na secagem são controlados os parâmetros água e umidade, que em níveis inadequados, podem provocar mofo no produto acabado. A partícula ainda passa pelos processos de recobrimento, responsável pelo sabor e aroma, e resfriamento, onde ocorre perda de calor até o atingimento da temperatura ideal do processo. Um conjunto de tanques armazena as partículas extrusadas até o início do empacotamento. No setor de ensaque, as ensacadeiras abastecem as sacarias com as partículas de acordo com o peso indicado na embalagem. As partículas ensacadas recebem o nome de produto. Essa etapa é importante porque o produto deve ser adequadamente conservado dentro da embalagem e protegido contra a umidade, temperatura e contaminações externas [2].

---

<sup>1</sup>227212@dac.unicamp.br

<sup>2</sup>aurelio@po.ime.unicamp.br

<sup>3</sup>cghidini@unicamp.br

No processo produtivo da indústria em questão existem as extrusoras, que abastecem as ensacadeiras. O gargalo do processo está no setor de extrusão e para reduzir o impacto de atrasos tanto na área de extrusão quanto no setor de ensaque, vários tanques estão disponíveis para receber o produto das extrusoras e abastecerem as ensacadeiras. A empresa produz produtos monopartículas e multipartículas. Na produção de monopartículas, as ensacadeiras recebem apenas um tipo de partícula, podendo ser proveniente de um ou mais tanques. Já os produtos multipartículas recebem partículas de no mínimo dois tanques. A mistura das partículas é feita no transporte dos tanques para as ensacadeiras, pois um tanque não pode receber partículas de extrusoras diferentes ao mesmo tempo.

Com o objetivo de aumentar a eficiência do processo de produção da indústria e auxiliar na tomada de decisão do planejador, foi desenvolvido um modelo matemático de otimização linear inteira mono-objetivo da classe GLSP (*General Lot Sizing and Scheduling Problem*), cuja função objetivo consiste minimizar o custo de produção das partículas e dos produtos demandados, o número de *setups* nas extrusoras e nas ensacadeiras, o custo de armazenagem das partículas nos tanques e o custo de preparação na troca de produção de partículas nas extrusoras e de produtos nas ensacadeiras. Além disso, um conjunto de restrições foi considerado, tais como, restrições de atendimento à demanda de partículas e produtos, restrições de capacidade (extrusoras, ensacadeiras e tanques), restrições de *setup* e lote mínimo para extrusoras e ensacadeiras, entre outras.

Para a validação e análise do modelo matemático foram realizados vários experimentos computacionais com instâncias geradas aleatoriamente a partir de dados coletados na indústria. Foram considerados 4 tipos de produtos finais, o abastecimento de 14 tanques é feito por meio de 2 extrusoras e os produtos são ensacados em 2 ensacadeiras. O horizonte de planejamento é de 48 horas, dividido em 2 macroperíodos de 24 horas e 12 microperíodos de 4 horas. Além disso, foram usados dados de dois dias com alto volume de produção da indústria para poder comparar a solução do modelo com a solução da empresa. As instâncias foram escritas no formato lp e resolvidas com o auxílio do *solver* Cplex V12.10.0.0, considerando um tempo máximo de 7.200 segundos. Os resultados obtidos nos testes foram satisfatórios, pois mostraram que o modelo representa adequadamente a parte tratada do processo produtivo e o sequenciamento e a dimensão dos lotes a serem produzidos determinados ficaram semelhantes ao que é feito na indústria.

Para a continuidade do trabalho, um método heurístico de solução será desenvolvido para que problemas de dimensões maiores e mais complexos possam ser testados e resolvidos de forma mais eficiente, e conseqüentemente, possam auxiliar a indústria na tomada de decisão.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

## Referências

- [1] ABINPET. **Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação. Informações gerais do setor pet.** Online. Acessado em 24/03/2022, [http://abinpet.org.br/infos\\_gerais/](http://abinpet.org.br/infos_gerais/).
- [2] L. Freire. **Secadores e resfriadores - As atuais versões para atender o exigente mercado pet food.** Online. Acessado em 24/03/2022, <https://www.editorastilo.com.br/pet-food/secadores-e-resfriados-as-atuais-versoes-para-atender-o-exigente-mercado-pet-food/>.
- [3] P. M. Ribeiro. “Oxidação lípidica no processo de extrusão em pet food”. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Maringá, 2018.