

Pesquisa Operacional Aplicada a Minimização do Custo de Argamassa para Revestimento Interno de Tanques

Lucas de Lisboa,¹ Demacio Costa de Oliveira²
 UFRPE/UAST, Serra Talhada, PE

A piscicultura no Brasil teve seu início em 1904, com destaque para espécies de peixes que conseguiram sobreviver e se adaptar em determinadas regiões, facilitando assim a análise do mercado consumidor de forma mais eficiente [7]. Os peixes podem ser cultivados em tanques, caso o solo não seja ideal. Esses tanques sendo viveiros com paredes revestidas de argamassa, solo-cimento, alvenaria ou concreto [5]. As argamassas são misturas em quantidades proporcionais de materiais aglutinantes (cimento, cal, saibro), agregado (areia) e água [6]. Diante disso, a referência [3] apresenta um problema de programação linear (PPL) para determinar a quantidade de cada ingrediente de uma argamassa e minimizar o seu custo, para realizar o revestimento de uma parede. Desse modo, o problema da argamassa motivou a realização de uma pesquisa com o objetivo de capacitar recursos humanos na área de pesquisa operacional (PO). Assim, a metodologia do trabalho foi composta por um estudo teórico/prático sobre PO, PPL, Álgebra Linear, Método Simplex e Linguagem de Programação GNU Octave, a fim de construir um programa para resolver PPL.

O problema da argamassa é um problema de mistura e faz parte da classe de PPLs. Dentre os métodos de resolução de PPL, temos o método simplex que foi desenvolvido por Dantzig em 1947 [1, 2, 4, 8]. Desse modo, desenvolvemos um programa nominado por Solver-PPL baseado no método simplex primal, na forma padrão, que usa o método de duas fases [2]. Na Tabela 1 abaixo são apresentados alguns testes realizados com o Solver-PPL.

Tabela 1: Solver-PPL versus GLPK.

Testes	Solver-PPL		GLPK	
	f (um)	t (s)	f (um)	t (s)
T1	2,8182	$2,688 \cdot 10^{-3}$	2,8182	$5,897 \cdot 10^{-3}$
T2	123,8900	$2,609 \cdot 10^{-3}$	123,8900	$6,138 \cdot 10^{-3}$
T3	4,0000	$2,377 \cdot 10^{-3}$	4,0000	$6,266 \cdot 10^{-3}$
T4	12,0000	$2,831 \cdot 10^{-3}$	12,0000	$6,256 \cdot 10^{-3}$
T5	17,0000	$2,364 \cdot 10^{-3}$	17,0000	$6,089 \cdot 10^{-3}$

Observação: T1 - Exercício (6.3) de [9], T2 - E(6.4)-[9], T3 - E(1.35)- [1], T4 - E(1.37)-[1] e T5 - E(2.1)-[8].

Destacamos na Tabela 1 que o Solver-PPL obteve as mesmas soluções que a função GLPK do GNU Octave. A próxima etapa será realizar testes com problemas maiores com o objetivo de identificar algum erro ou limitação do programa e, conseqüentemente, realizar as correções necessárias.

¹lucasengplprog@gmail.com

²demacio.oliveira@ufrpe.br

Por outro lado, a partir do trabalho [3], desenvolvemos uma fórmula para determinar a massa da argamassa (m) de um tanque retangular, resultando na seguinte expressão:

$$m = \frac{80 \{500xye_f + e_p [1000p(x + y) + e_f (-20(x + y + p) + 3e_p)]\}}{2500} \quad (1)$$

sendo que as variáveis apresentadas na equação (1) são dados de entrada, onde e_p é a espessura do revestimento da parede, e_f é a espessura do revestimento do fundo, x é a largura, y é o comprimento e p é a profundidade. Assim, modificamos o modelo apresentado em [3] para determinar a quantidade de argamassa para o revestimento interno de um tanque.

$$\begin{aligned} &\text{Minimize} && f(x_1, x_2, x_3) = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 \\ &\text{Sujeito a} && \begin{cases} 0,06m \leq x_1 \leq 0,18m \\ 0,06m \leq x_2 \leq 0,18m \\ 0,75m \leq x_3 \leq 0,88m \\ x_1 + x_2 + x_3 = m \end{cases} \end{aligned} \quad (2)$$

tal que as variáveis x_1 , x_2 e x_3 representam as quantidades em quilograma de cal, cimento e areia, respectivamente. Na função objetivo está representado o custo do quilograma de cada uma das variáveis de decisão.

Concluimos destacando o desenvolvimento do Solver-PPL, que resolveu todos os PPLs testados, e o modelo proposto na equação (2). Ambos indicam que o objetivo da pesquisa foi alcançado. Além disso, o modelo proposto pode ser adaptado para aplicações práticas, e facilitar o trabalho de profissionais da área de piscicultura, ao determinar o custo de produção da massa de argamassa com características específicas.

Referências

- [1] M. S. Bazaraa, J. J. Jarvis e H. D. Sherali. **Linear Programming and Network Flows**. 4th Edition. New York, USA: John Wiley Sons, 2010. ISBN: 978-0-470-46272-0.
- [2] S. F. Cunha. **Introdução à Programação Linear**. 1. ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna Ltda, 2017. ISBN: 9788539908844.
- [3] A. K. De Aguiar, Y. R. Núñez e C. T. Hernández. “Programação Linear Aplicada à Produção de Argamassa.” Em: **Cal** v. 6, p. 19. (2018). DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.12002.58567>.
- [4] D. G. Luenberger e Y. Ye. **Linear and Nonlinear Programming**. 3th Edition. Stanford, USA: Springer, 2008.
- [5] R. F. Melo e T. V. Voltolini. **Agricultura familiar dependente de chuva no Semiárido**. 1a. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2019. ISBN: 978-85-7035-928-5.
- [6] P. N. Oliveira. **Engenharia para aquicultura**. 2 edição revisada e aumentada. Fortaleza: Printed in Brazil, 2013. ISBN: 978-85-7946-157-6.
- [7] A. L. G. Ramalho e R. F. A. Nascimento. “Piscicultura comunitária na vila passos feliz: desafios para uma produção sustentável e reconhecimento social local”. Em: **Revista Encontros Científicos UniVS** v. 1, n. 1, p. 03-21 (2019). ISSN: 2595-959X.
- [8] R. J. Vanderbei. **Linear Programming – Foundations and Extension**. 2th Edition. Boston, USA: Kluwer Academics Publishers, 2001.
- [9] S. B. Virgillito. **Pesquisa operacional**. 1. ed. São Paulo: Saraiva Educação, 2018. ISBN: 978-85-472-2118-8.