

# Um Modelo de Programação Por Metas Estendido Aplicado no Planejamento de Distribuição de Alimentos

Rhyan C. Rampazo<sup>1</sup>, Daniela R. Cantane<sup>2</sup>

Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, Botucatu (SP)

A fome é um problema constante que atinge países em todo o mundo. Crises climáticas, econômicas e sanitárias, bem como guerras civis, são alguns dos fatores que contribuem para a persistência e ou aumento na proporção de indivíduos em estado de insegurança alimentar. Um exemplo dramático e recente foi a pandemia de Covid-19 que, além da crise sanitária, desdobrou-se em uma profunda crise econômica mundial. A medida que o vírus Sars-Cov-2 se disseminava entre povos e nações, medidas de restrição e contingenciamento eram necessárias e, com isto, meios de subsistências de populações foram afetados, migrando milhões de pessoas para a pobreza e, subsequentemente, para a fome. De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU), em 2022, aproximadamente 735 milhões de pessoas estavam em algum grau de insegurança alimentar. No Brasil, mais de 20 milhões de brasileiros se encontram em estado de insegurança alimentar grave, evidenciando os reflexos gerados pela pandemia de Covid-19 no país [2, 3].

Em contrapartida, segundo um estudo realizado pela ONU, no ano de 2020, mais de um bilhão de toneladas de alimentos foram jogados diretamente para o lixo. Nesse sentido, com intuito de promover uma garantia nutricional nas comunidades onde atuam, bancos de alimentos atuam na seleção e recuperação de alimentos que ainda se encontram em estado de consumo, destinando-o posteriormente aos indivíduos e famílias que necessitam destes auxílios. Todavia, tais instituições carecem de ferramentas que possam auxiliar na gestão dos alimentos arrecadados [3]. Portanto, o presente trabalho visa desenvolver um modelo de programação por metas aplicado no planejamento de distribuição equitativa de alimentos de uma determinada localidade, para auxiliar gestores de bancos de alimentos no processo de tomada de decisão. O modelo de programação por metas estendido desenvolvido é apresentado pelas equações (1)-(6) [1].

$$\text{Minimizar} \quad \alpha\lambda + (1 - \alpha) \left( \sum_{i=1}^I \left( \frac{u_i n_i}{d_i} + \frac{v_i p_i}{d_i} \right) \right) \quad (1)$$

$$\text{Sujeito à} \quad x_i + n_i - p_i = d_i, \quad i = 1, 2, \dots, I. \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^I x_i = q \quad (3)$$

$$\frac{u_i n_i}{d_i} \leq \lambda, \quad i = 1, 2, \dots, I. \quad (4)$$

$$\frac{v_i p_i}{d_i} \leq \lambda, \quad i = 1, 2, \dots, I. \quad (5)$$

$$(\lambda, x_i, n_i, p_i) \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, I. \quad (6)$$

No modelo,  $\alpha$  é um escalar que varia de 0 a 1 e determina a prioridade das metas a serem atingidas,  $n_i$  e  $p_i$  representam os desvios faltantes e em excesso associados respectivamente aos pesos

<sup>1</sup>rhyan.rampazo@unesp.br

<sup>2</sup>daniela.cantane@unesp.br

$u_i$  e  $v_i$ ,  $\lambda$  é a variável de desvio característico de Chebyshev a ser minimizada,  $x_i$  é a quantidade de alimentos que a determinada instituição  $i$  irá receber do banco para  $i = 1, 2, \dots, I$ ,  $d_i$  é a demanda total da instituição  $i$  para  $i = 1, 2, \dots, I$  e  $q$  é a quantidade total de alimentos disponível no banco. O modelo proposto foi resolvido pelo método dual simplex através da implementação no *Software Matlab* utilizando o pacote de funções *linprog*. Para tanto, considerou-se 4 instituições, denotadas por  $I_n$  para  $n = 1, \dots, 4$ , em que cada instituição possui 30, 50, 70 e 90 famílias cadastradas, respectivamente. Estipulou-se, de forma arbitrária, que cada família receberia um montante de 10 quilos de alimentos.

Tabela 1: Resultados obtidos para o Modelo de Programação Por Metas Estendido Sem Priorização de Centros.

Cenários	q(kg)	$\alpha$	$\lambda$	$p_1; n_1$	$p_2; n_2$	$p_3; n_3$	$p_4; n_4$	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_4$
$C_1$	800	0	0,1250	0;0	0;0	0;700	0;900	300	500	0	0
		de 0,1 a 1	0,0833	0;200	0;333	0;467	0;600	100	167	233	300
$C_2$	1200	0	0,1250	0;0	0;0	0;300	0;900	300	500	400	0
		de 0,1 a 1	0,0625	0;150	0;250	0;350	0;450	150	250	350	450
$C_3$	2400	0	0	0;0	0;0	0;0	0;0	300	500	700	900
		de 0,1 a 1	0	0;0	0;0	0;0	0;0	300	500	700	900
$C_4$	3200	0	0,1111	0;0	0;0	0;0	800;0	300	500	700	1700
		de 0,1 a 1	0,0417	100;0	167;0	233;0	300;0	400	667	933	1200
$C_5$	4800	0	0,3333	0;0	0;0	0;0	2400;0	300	500	700	3300
		de 0,1 a 1	0,1250	300;0	500;0	700;0	900;0	600	1000	1400	1800

De acordo com os resultados obtidos, conforme apresentados na Tabela 1, pode-se concluir que o modelo desenvolvido não é eficiente quando assume a variante de programação por metas ponderadas ( $\alpha = 0$ ). Por outro lado, quando assume à variante estendida ( $0 < \alpha < 1$ ) ou de Chebyshev ( $\alpha = 1$ ) a distribuição ocorre de forma equitativa (em relação ao número de famílias cadastradas em cada instituição e a quantidade de alimentos disponível no banco) nos 5 cenários considerados: quando a quantidade de alimentos disponível era insuficiente ( $C_1$  e  $C_2$ ), quando o banco possuía a exata quantidade de alimentos ( $C_3$ ) e quando havia quantidades em excesso ( $C_4$  e  $C_5$ ) de alimentos para suprir a demanda de suas instituições.

## Agradecimentos

Aos projetos CNPQ-PIBIC (10885); FAPESP (2021/14373-0, 2018/03247-0 e 2014/04353-8); ICEx - (8706); Projeto Universal CNPQ (405716/2021-4) e a University of Portsmouth, Reino Unido.

## Referências

- [1] D. Jones e M. Tamiz. **Practical goal programming**. 1a. ed. New York: Springer, 2010.
- [2] M. Neri. **Insegurança Alimentar no Brasil: Pandemia, Tendências e Comparações Internacionais**. Online. Acessado em 20/12/2023, <https://repositorio.fgv.br/server/api/core/bitstreams/df305afe-7edc-487a-a61a-0dae27223ab0/content>.
- [3] Food Security Information Network. **Global Report on Food Crises**. Online. Acessado em 12/03/2024, <https://www.fsinplatform.org/sites/default/files/resources/files/GRFC2023-hi-res.pdf>.