

Otimização da Alocação em Bancos de Alimentos: Uma Abordagem Utilizando Programação Por Metas Estendida

Rhyan Christian Rampazo

Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências de Botucatu, Departamento de Biodiversidade e Bioestatística
Rua Prof. Dr. Antonio Celso Wagner Zanin, 250, 18618-689, Botucatu - SP
rhyan.rampazo@unesp.br

Daniela Renata Cantane

Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências de Botucatu, Departamento de Biodiversidade e Bioestatística
Rua Prof. Dr. Antonio Celso Wagner Zanin, 250, 18618-689, Botucatu - SP
daniela.cantane@unesp.br

RESUMO

A insegurança alimentar afeta milhões de pessoas em todo o mundo, sendo agravada por crises econômicas, sanitárias e climáticas. Paralelamente, grandes quantidades de alimentos ainda próprios para consumo são descartados diariamente. Nesse contexto, os bancos de alimentos desempenham papel fundamental ao arrecadar, armazenar e distribuir alimentos excedentes a instituições sociais. No entanto, a ausência de ferramentas computacionais adequadas torna o processo de gestão e alocação manual e não otimizado. Além disso, são escassos os estudos que abordam essa realidade sob a ótica de modelos matemáticos aplicados à realidade brasileira. Assim, este trabalho propõe um modelo de programação por metas estendido, voltado para o planejamento de distribuição equitativa de alimentos considerando múltiplos bancos de alimentos. O modelo foi testado em diferentes cenários operacionais e obteve resultados satisfatórios, com destaque para sua aplicabilidade prática e eficiência em contextos de escassez e redistribuição de recursos.

PALAVRAS CHAVE. Insegurança alimentar, Programação linear, Distribuição equitativa. Tópicos (SE-LogSocial – Sessão Especial de Logística Social)

ABSTRACT

Food insecurity affects millions of people worldwide and is worsened by economic, health, and climate crises. At the same time, large amounts of food still suitable for consumption are discarded daily. In this context, food banks play a fundamental role by collecting, storing, and distributing surplus food to social institutions. However, the absence of adequate computational tools makes the management and allocation process manual and non-optimized. Moreover, there is a lack of studies addressing this reality through the lens of mathematical models applied to the Brazilian context. Therefore, this work proposes an extended Goal Programming model aimed at planning the equitable distribution of food, considering multiple food banks. The model was tested under different operational scenarios and showed satisfactory results, highlighting its practical applicability and efficiency in contexts of scarcity and resource redistribution.

KEYWORDS. Food insecurity. Linear programming. Equitable distribution. Topics (SE-LogSocial –Special Session on Social Logistics)

1. Introdução

Estudos recentes do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) estimam que, anualmente, cerca de 1 trilhão de dólares em alimentos sejam desperdiçados, o que correspondeu a mais de 1 bilhão de toneladas em 2022. Esse desperdício inclui alimentos provenientes de domicílios, comércio e da indústria, evidenciando o contraste entre a abundância e a crescente crise alimentar global [FAO et al., 2024; Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), 2024].

Crises climáticas, sanitárias e guerras civis estão entre os principais fatores associados à intensificação da fome no mundo. O Relatório Mundial sobre Crises Alimentares (GRFC), desenvolvido por agências da ONU e da União Europeia, aponta que cerca de 258 milhões de pessoas foram afetadas por esses eventos em 2022 [Food Security Information Network, 2023].

Diante desse cenário, os bancos de alimentos desempenham um papel estratégico ao promover ações de arrecadação, triagem, recuperação e redistribuição de alimentos excedentes ainda próprios para consumo, contribuindo para a segurança alimentar e nutricional em diferentes regiões [Ministério da Cidadania, 2020]. Por outro lado, visitas técnicas realizadas em bancos de alimentos nacionais e internacionais revelaram a ausência de ferramentas computacionais que apoiem os gestores dessas instituições no processo de tomada de decisão, sendo este predominantemente manual e não otimizado.

Modelos de otimização são ferramentas extremamente úteis na formulação e resolução de problemas do cotidiano, sendo amplamente empregados para aprimorar processos operacionais, reduzir custos, alocar recursos de maneira eficiente e apoiar a tomada de decisão [Arenales et al., 2007].

Dentre as diversas abordagens existentes, a técnica de programação por metas tem se mostrado eficiente e eficaz na resolução de problemas multicritério, especialmente em sistemas complexos e com múltiplas restrições operacionais. Essa técnica tem apresentado bons resultados em aplicações na área de biosistemas, como no processo de distribuição de alimentos por bancos de alimentos, no planejamento de plantio e colheita de culturas agrícolas — como a cana-de-açúcar — e na otimização da distribuição de doses em tratamentos clínicos, entre outras [Freitas et al., 2019; Jones et al., 2016]. No entanto, estudos que abordem a realidade de bancos de alimentos brasileiros e que integrem aspectos socioeconômicos são escassos na literatura e, considerando a aplicação da técnica de programação por metas, ainda são incipientes. [Godoi et al., 2025].

Portanto, neste trabalho, desenvolve-se um modelo de programação por metas estendido, aplicado ao planejamento da distribuição equitativa de alimentos, considerando múltiplos bancos de alimentos, cada um associado a um conjunto específico de instituições a serem atendidas.

2. Programação por Metas Estendida

A técnica de programação por metas (Goal Programming – GP) é amplamente utilizada na modelagem de problemas com múltiplos objetivos, permitindo a consideração simultânea de diferentes metas e a definição de prioridades relativas entre elas. Existem diversas variantes da GP, entre as quais: a forma ponderada e a lexicográfica, ambas baseadas na minimização da métrica de distância L_1 (ou de uma sequência dessas métricas); a variante de Chebyshev, fundamentada na métrica L_∞ , que busca minimizar o maior desvio indesejado, ponderado e normalizado; e, por fim, a forma estendida, na qual duas abordagens são integradas em uma única formulação — como é o caso da combinação entre as variantes ponderada e de Chebyshev, foco deste trabalho [Jones e Tamiz, 2010; Jones et al., 2024].

Nesse sentido, considere um conjunto de M metas a serem atingidas e um vetor, $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, com n variáveis de decisão. Do ponto de vista algébrico, um modelo de programação por metas estendido é definido por:

$$\begin{aligned}
 &\text{Minimizar } \alpha\lambda + (1 - \alpha) \sum_{m \in M} \left(\frac{u_m n_m}{\beta_m} + \frac{v_m p_m}{\beta_m} \right) \\
 &\text{Sujeito a } f_m(x) + n_m - p_m = b_m, & \forall m \in M \\
 &\quad \frac{u_m n_m}{\beta_m} \leq \lambda, & \forall m \in M \\
 &\quad \frac{v_m p_m}{\beta_m} \leq \lambda, & \forall m \in M \\
 &\quad x \in F, \\
 &\quad (x, n_m, p_m) \geq 0, & \forall m \in M.
 \end{aligned}$$

em que α é um escalar tal que $\alpha \in [0, 1]$, e determina qual técnica de programação por metas está sendo considerada: quando $\alpha = 0$, o modelo adota a forma ponderada; e quando $\alpha = 1$, assume-se a variante de Chebyshev. As variáveis n_m e p_m representam, respectivamente, os desvios faltantes e em excesso, ponderados pelos coeficientes u_m e v_m , $f_m(x)$ é uma função das variáveis de decisão associada a cada meta m , λ é a variável de desvio característico de Chebyshev, F é a região factível, b_m refere-se ao termo independente da m -ésima meta a ser atingida e β_m é uma constante de normalização correspondente a esta meta, para $\forall m \in M$.

3. Modelo Proposto

Neste trabalho desenvolveu-se um modelo de programação por metas estendido, conforme apresentado pelas Equações (1)-(8), aplicado ao planejamento da distribuição equitativa de alimentos. O modelo visa minimizar os desvios entre as quantidades demandadas e efetivamente distribuídas às instituições atendidas por um determinado banco de alimentos.

A equidade — tema central desta abordagem — é incorporada por meio de um parâmetro de normalização das demandas institucionais, detalhado nas subseções seguintes. Adicionalmente, o modelo contempla a possibilidade de trocas de alimentos entre diferentes bancos, quando viável, a fim de promover maior flexibilidade e eficiência na distribuição dos recursos.

Considere um conjunto de B bancos de alimentos, em que cada banco $b \in B$ está associado a um conjunto de instituições I de instituições $i \in I$. Nesse sentido, define-se um modelo de programação por metas estendido, aplicado ao planejamento da distribuição equitativa de alimentos, conforme apresentado pelas Equações (1) - (8).

No modelo proposto, o escalar α define qual técnica de programação por metas esta sendo considerada, determinando a prioridade das metas a serem alcançadas, promovendo um equilíbrio entre a minimização dos desvios individuais de cada instituição e a minimização do maior desvio observado entre todas as instituições. Assim, a função objetivo (1) visa reduzir tanto os desvios indesejados locais no atendimento das demandas institucionais quanto o desvio máximo global, representado pela variável de Chebyshev λ .

A restrição (2) estabelece que a quantidade de alimentos alocada à instituição $i \in I$ pelo banco $b \in B$, somada aos desvios faltantes (n_{bi}) e em excesso (p_{bi}), deve ser igual a sua demanda d_{bi} . Já as equações (3) e (4) impõem a normalização dos desvios em relação à demanda e aos pesos (u_{bi} e v_{bi}), limitando-os pela variável de desvio de Chebyshev (λ). Na prática, essas restrições garantem que o maior desvio faltante ou em excesso entre as instituições seja minimizado.

A equação (5) assegura que o total de alimentos distribuído pelo banco b seja igual à sua disponibilidade efetiva q_b . Esta, por sua vez, é determinada pela soma da quantidade inicialmente disponível (Q_b) com um eventual saldo (S_t) recebido de outros bancos, conforme definido em (6). A restrição (7) modela a redistribuição de alimentos entre os bancos, condicionada à existência simultânea de excedentes e carências, controlada pela variável binária δ , que assume valor 1 quando

a troca é viável, e 0 caso contrário. Por fim, a restrição (8) impõe a não-negatividade das variáveis de decisão.

$$\text{Minimizar } \alpha\lambda + (1 - \alpha) \sum_{b \in B} \sum_{i \in I} \left(\frac{u_{bi}n_{bi}}{d_{bi}} + \frac{v_{bi}p_{bi}}{d_{bi}} \right) \quad (1)$$

$$\text{Sujeito a } x_{bi} + n_{bi} - p_{bi} = d_{bi}, \quad \forall i \in I, \quad \forall b \in B \quad (2)$$

$$\frac{u_{bi}n_{bi}}{d_{bi}} \leq \lambda, \quad \forall i \in I, \quad \forall b \in B \quad (3)$$

$$\frac{v_{bi}p_{bi}}{d_{bi}} \leq \lambda, \quad \forall i \in I, \quad \forall b \in B \quad (4)$$

$$\sum_{i \in I} x_{bi} = q_b, \quad \forall b \in B \quad (5)$$

$$q_b = Q_b + S_t, \quad \forall b, t \in B, \quad t \neq b \quad (6)$$

$$S_t = \delta \left(Q_b - \sum_{i \in I} d_{bi} \right), \quad \forall b, t \in B \quad (7)$$

$$\delta \in \{0, 1\}, \quad (\lambda, x_{bi}, n_{bi}, p_{bi}) \geq 0, \quad \forall i \in I, \quad \forall b \in B. \quad (8)$$

4. Resultados

O modelo proposto foi implementado no *software Matlab R2024A*, utilizando a função *linprog*, que utilizou-se do método *dual simplex* para resolver o problema de otimização. Nesta etapa de validação do modelo, busca-se verificar qual o comportamento da distribuição dos alimentos em relação ao parâmetro α , em relação às respectivas quantidades de alimentos disponíveis em cada banco, bem como a troca de alimentos entre estes bancos.

Nesse sentido, considerou-se uma malha com $B = 2$ bancos de alimentos em que o Banco 1 possui $I = 4$ instituições associadas, denotadas por I_{11}, I_{12}, I_{13} e I_{14} , em que cada instituição possui 10, 20, 30 e 40 famílias cadastradas, respectivamente. O Banco 2, por sua vez, possui $I = 6$ instituições associadas, denotadas por $I_{21}, I_{22}, I_{23}, I_{24}, I_{25}$ e I_{26} , com 15, 30, 45, 60, 75 e 90 famílias cadastradas, respectivamente.

Uma vez que os bancos de alimentos operam - na maior parte do tempo - com escassez de recursos, em que as quantidades de alimentos efetivas q_b são insuficientes para suprir a demanda de suas instituições associadas, estabeleceu-se um critério visando uma distribuição equitativa que considere uma cobertura mínima viável de alimentos. Assim, estipulou-se que cada família receberá 10kg de alimentos, montante definido com base na referência da cesta básica nacional do DIEESE (Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos), que tem um peso médio de 40kg e é calculada para cobrir as necessidades alimentar de uma família de 4 pessoas ao longo de um mês.

Não obstante, com intuito de avaliar qual técnica de programação por metas é mais eficiente no processo de distribuição de alimentos, em relação ao conjunto de restrições impostas, implementou-se o modelo variando o parâmetro α , tal que $\alpha \in [0, 1]$, a um fator 0,1; Ainda, considerando o montante estipulado por família, bem como o número de famílias cadastradas em cada instituição, tem-se que a quantidade efetiva de alimentos no Banco 1 para suprir a demanda de todas as suas instituições associadas deve ser igual a $q_1 = 1000kg$, no caso do Banco 2 o montante deve ser de $q_2 = 3150kg$.

Assim, para avaliar o comportamento do modelo em diferentes cenários operacionais, foram definidos três cenários distintos:

- **Cenário 1 (C_1):** Ambos os bancos possuem metade da quantidade efetiva q_b necessária para atender integralmente suas instituições;
- **Cenário 2 (C_2):** Os bancos possuem exatamente a quantidade efetiva de alimentos q_b necessária para suprir a demanda de suas instituições;
- **Cenário 3 (C_3):** Há um desbalanceamento de recursos, com o Banco 2 possuindo 75% da quantidade efetiva de alimentos q_b , enquanto o Banco 1 possui quantidades efetivas de alimentos q_b para suprir a demanda de suas instituições além dos 25% restante para suprir as quantidades faltantes do Banco 2. Este cenário irá permitir avaliar a dinâmica do processo de troca de alimentos entre as instituições.

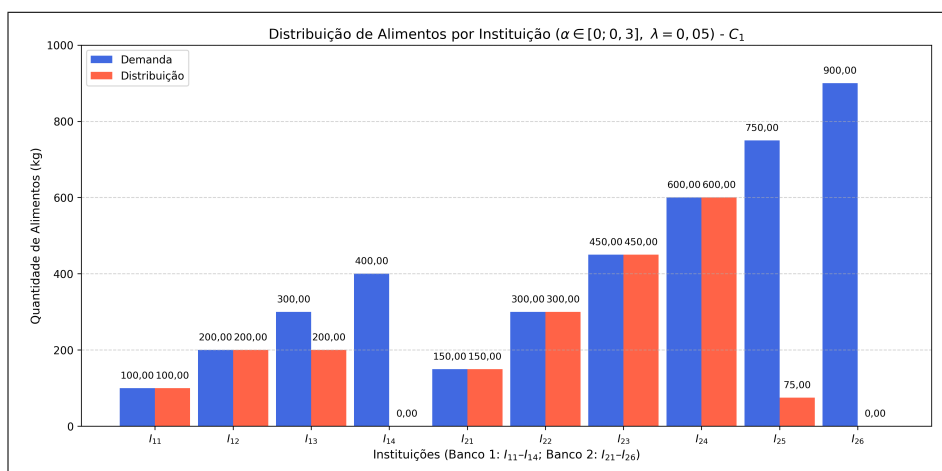
Vale ressaltar que, para os três cenários, considerou-se que todas as instituições possuem a mesma prioridade na distribuição dos alimentos. Em outras palavras, como há 2 bancos de alimentos e um total de 10 instituições e, dado que a soma dos pesos u_{bi} e v_{bi} deve ser igual à 1, segue que $u_{bi} = v_{bi} = 0,05$, para $i \in I$ e $b \in B$.

4.1. Resultados Obtidos para o Cenário 1 (C_1)

Neste cenário, ambos os bancos de alimentos dispõem de apenas metade da quantidade efetiva de alimentos necessária para suprir integralmente a demanda de suas instituições. Como os dois bancos enfrentam escassez simultaneamente, não há excedentes disponíveis, e, portanto, nenhuma troca de alimentos ocorre entre as instituições.

Em termos da distribuição dos alimentos, conforme apresentado pelas Figuras 1 à 5, é evidente que a alocação dos recursos alimentares não segue um padrão de equidade, ocorrendo de maneira desbalanceada entre as instituições associadas em cada banco. Para valores de $\alpha \in [0; 0,3]$, ilustrados na Figura 1, observa-se que algumas instituições tiveram suas demandas integralmente satisfeitas (I_{11} , I_{12} , I_{21} , I_{22} , I_{23} e I_{24}), enquanto outras instituições não receberam quaisquer quantidades de alimentos (I_{14} e I_{26}).

Figura 1: Distribuição de alimentos por instituição considerando $\alpha \in [0; 0,3]$.



Concomitantemente, à medida que o parâmetro α aumenta, a distribuição dos alimentos entre as instituições torna-se progressivamente mais equilibrada. Quando $\alpha \in [0,4; 0,5]$, as instituições I_{14} e I_{26} , que até então não haviam recebido alimentos, passam a receber uma pequena quantidade. No entanto, ainda há instituições com demandas totalmente atendidas e outras com

atendimento parcial, evidenciando que a distribuição ainda não é plenamente equitativa. Com o aumento progressivo de α para $\alpha \in [0, 6; 1)$, nota-se que a tendência se mantém: algumas instituições continuam recebendo quantidades necessárias para suprir sua demanda na totalidade, enquanto outras recebem apenas uma fração. Portanto, embora a distribuição se torne mais homogênea, a equidade plena ainda não é atingida.

Figura 2: Distribuição de alimentos por instituição considerando $\alpha \in [0, 4; 0, 5]$.

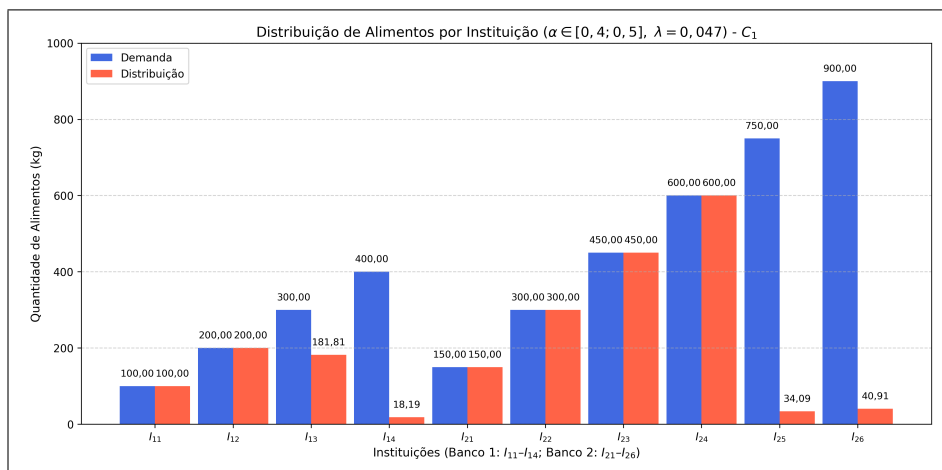
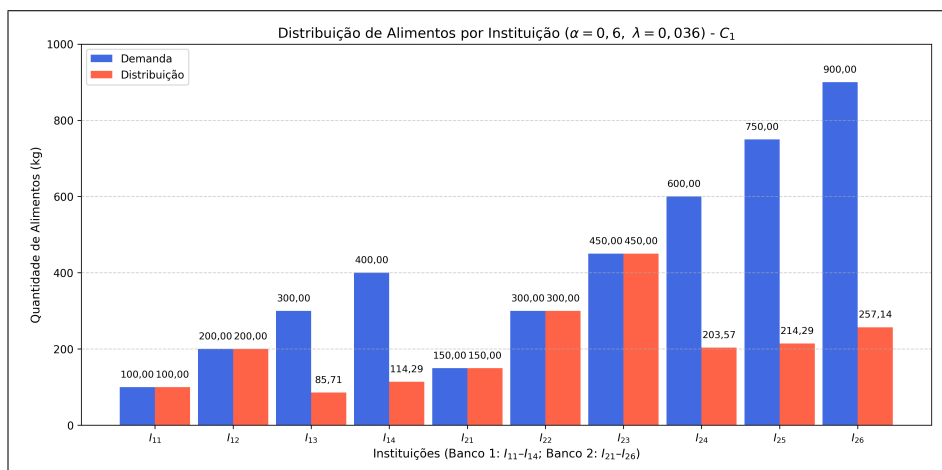


Figura 3: Distribuição de alimentos por instituição considerando $\alpha = 0, 6$.



Uma vez que, neste cenário, os bancos de alimentos possuem apenas metade da quantidade necessária para atender integralmente a demanda de suas instituições, uma distribuição equitativa, proporcional à demanda de cada instituição, ocorre de forma eficiente se todas as instituições de um mesmo banco receberem 50% da quantidade de alimentos necessária para suprir suas famílias.

Esse comportamento é observado quando o modelo assume a variante de Chebyshev ($\alpha = 1$), conforme ilustrado na Figura 7. Ao analisar a figura, nota-se que a alocação dos recursos segue um padrão uniforme: cada instituição recebe exatamente 50% da sua demanda total, garantindo que todas se encontrem no mesmo patamar em relação ao recebimento dos doativos.

Figura 4: Distribuição de alimentos por instituição considerando $\alpha = 0,7$.

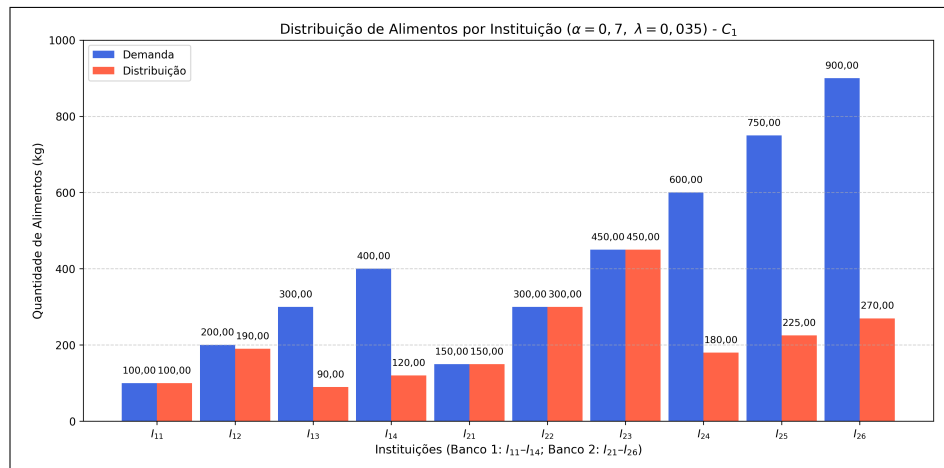


Figura 5: Distribuição de alimentos por instituição considerando $\alpha = 0,8$.

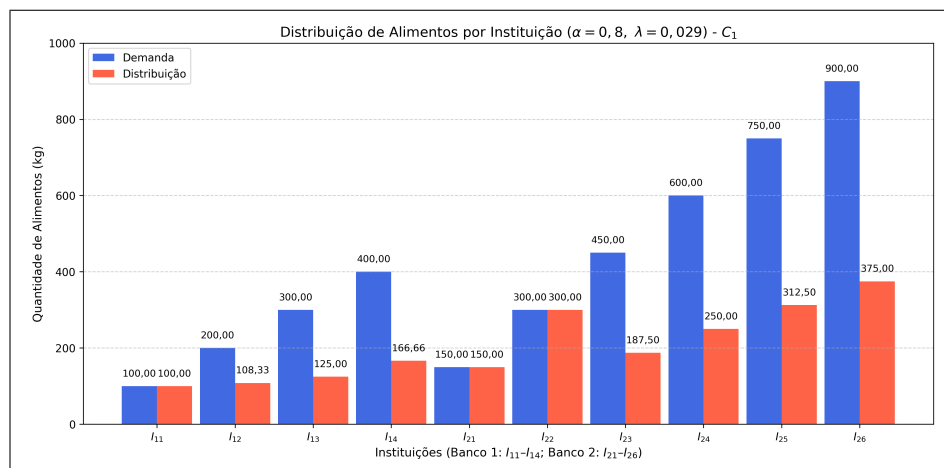


Figura 6: Distribuição de alimentos por instituição considerando $\alpha = 0,9$.

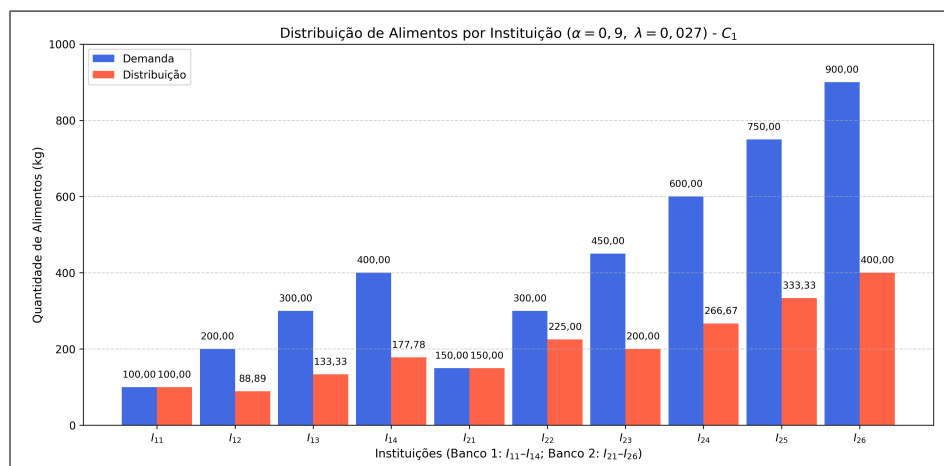
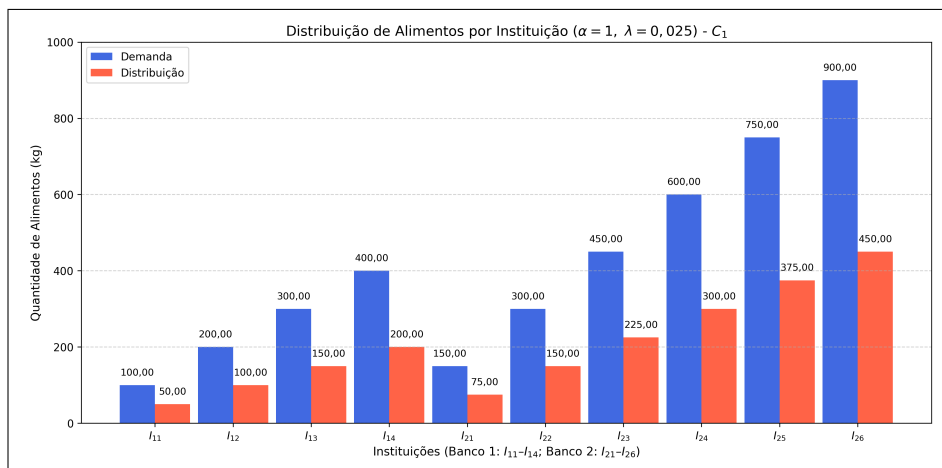
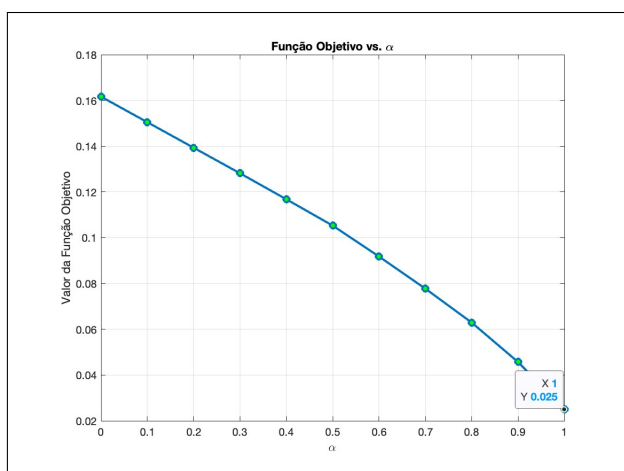


Figura 7: Distribuição de alimentos por instituição considerando $\alpha = 1$.



Nesse sentido, a Figura 8 apresenta os valores obtidos para a função objetivo em função do parâmetro α . Na figura, observa-se uma tendência na diminuição nos valores da função objetivo à medida que o valor de α aumenta, atingindo o valor mínimo de 0,025 quando $\alpha = 1$.

Figura 8: Valores obtidos para a função objetivo em função de α .



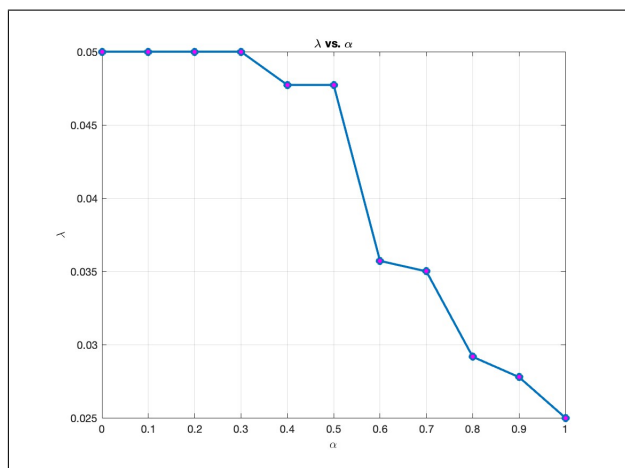
Como o objetivo é minimizar as quantidades de alimentos faltantes, de forma equitativa, nas diferentes instituições associadas a um determinado banco de alimentos, nota-se que a técnica de programação por metas ponderadas ($\alpha = 0$) e estendida ($\alpha \in (0, 1)$) não são as mais eficientes neste processo.

Por outro lado, a técnica de programação por metas de Chebyshev ($\alpha = 1$), mostrou-se eficiente e eficaz na alocação equitativa dos recursos alimentares. Neste caso, o menor valor de λ ocorre justamente quando o modelo assume a variante de programação por metas de Chebyshev, conforme apresentado na Figura 9.

Na figura, nota-se que para valores de $\alpha \in [0; 0,3]$, a variável λ assumiu valor constante ($\lambda = 0,05$) e, para valores subsequentes, observou-se uma tendência de diminuição (com uma queda abrupta quando $\alpha > 0,5$, instante no qual o modelo estendido prioriza mais a variante de Chebyshev) alcançando o mínimo quando $\alpha = 1$. Dessa forma, os resultados apresentados na

Figura 9 corroboram com os resultados apresentados na Figura 8, uma vez que para este valor de α a função objetivo é composta apenas pela variável de desvio característico de Chebyshev i. e., em outras palavras, minimiza-se o maior desvio ponderado normalizado pela demanda.

Figura 9: Valores obtidos para λ em função de α .



4.2. Resultados Obtidos para o Cenário 2 e 3 (C_2 e C_3)

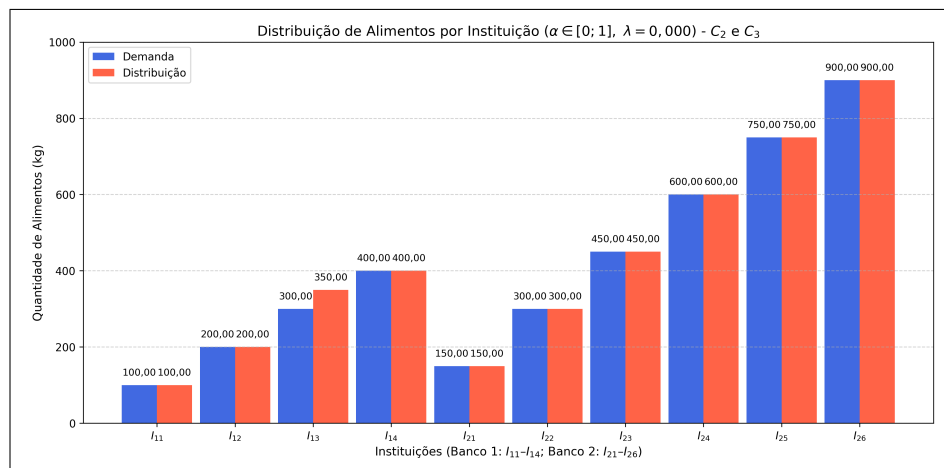
Concomitantemente, no Cenário 2 (C_2), cada banco de alimentos possui exatamente a quantidade necessária de alimentos (q_b) para atender integralmente a demanda de suas instituições. Espera-se, portanto, que todas as instituições recebam os recursos alimentares correspondentes, sem necessidade de ajustes ou redistribuições. Do ponto de vista da programação por metas, todas as metas são atingidas, e não há desvios a serem minimizados, independentemente da variante considerada. Assim, o valor da função objetivo é nulo para qualquer valor de α , e a variável de Chebyshev (λ) também assume valor zero.

Já no Cenário 3 (C_3), embora exista um desbalanceamento inicial entre os bancos — com o banco B_2 possuindo apenas 75% da quantidade necessária, e o banco B_1 detendo recursos suficientes para suprir sua própria demanda e complementar os 25% restantes —, o modelo promove uma redistribuição eficiente entre os bancos, de modo que todas as instituições também têm suas demandas integralmente atendidas. Como consequência, os resultados obtidos para este cenário são idênticos aos observados no Cenário 2: todas as metas são alcançadas, não há desvios a serem minimizados, e tanto a função objetivo quanto a variável λ resultam em zero.

Dessa forma, apesar das diferenças estruturais entre os cenários, a solução ótima obtida pelo modelo é equivalente em ambos os casos, o que justifica a apresentação conjunta dos resultados.

Em relação à distribuição dos recursos alimentares, observa-se na Figura 10 que a demanda de todas as instituições foi integralmente atendida para todos os valores do parâmetro α , em ambos os cenários. Nesse contexto, em que os bancos de alimentos dispõem de recursos suficientes para suprir completamente suas instituições, a escolha da variante de programação por metas torna-se irrelevante, uma vez que a distribuição ocorre de forma equitativa independentemente do valor atribuído a α .

Figura 10: Distribuição de alimentos por instituição considerando $\alpha \in [0, 1]$.



5. Conclusão

O presente trabalho propôs um modelo de programação por metas estendido, aplicado à alocação equitativa de alimentos considerando múltiplos bancos em uma rede, em que cada banco possui um determinado conjunto de instituições associadas. A formulação adotada incorporou elementos das variantes ponderada e de Chebyshev, possibilitando a avaliação do impacto da escolha da técnica de programação por metas por meio da variação do parâmetro α — revelando alterações significativas na distribuição dos recursos, com base em diferentes cenários operacionais simulados.

Os resultados obtidos para o Cenário 1, marcado por escassez de recursos, evidenciaram que a variante de Chebyshev ($\alpha = 1$) apresentou melhor desempenho no processo de alocação dos alimentos, promovendo uma distribuição equitativa proporcional à demanda de cada instituição. Por outro lado, nos cenários em que a demanda pôde ser plenamente atendida (C_2 e C_3), todas as metas foram alcançadas, e a escolha da técnica de programação por metas tornou-se indiferente, dado que não há desvios a serem minimizados.

A análise realizada demonstrou a robustez do modelo proposto, bem como sua aplicabilidade prática no apoio à tomada de decisão em bancos de alimentos. Além disso, a inclusão da possibilidade de troca de alimentos entre bancos mostrou-se estratégica em contextos de desbalanceamento, promovendo maior flexibilidade quanto à alocação dos recursos e evidenciando a eficiência da técnica de programação por metas na resolução de problemas operacionais relacionados à segurança alimentar.

6. Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro concedido por meio dos processos nº 2024/05769-5, nº 2024/05695-1 e nº 2023/05451-2 da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), e do processo nº 405716/2021-4 do Projeto Universal do CNPq.

Referências

Arenales, M. N., Armentano, V., e Morabito, R. (2007). *Pesquisa Operacional: é a aplicação de métodos científicos*. Elsevier, Rio de Janeiro.

FAO, IFAD, UNICEF, WFP, e OMS (2024). The state of food security and nutrition in the world 2024: financing food security and nutrition for a food systems transformation. <https://www.fao.org/publications/sofi/2024>. Acessado 2025-02-10.

- Food Security Information Network (2023). Global report on food crises. Relatório técnico, Food Security Information Network.
- Freitas, J. C. d., Jones, D., Pinto, E. J., da Silva, U. S., Florentino, H. O., de Oliveira, R. A., e Cantane, D. R. (2019). Um modelo de programação por metas estendido para o planejamento de radioterapia. *Trends in Computational and Applied Mathematics*, 20(2):277.
- Godoi, L. F., Aranha, F. Q., Coral, M. C., e Cantane, D. R. (2025). Optimization of the food distribution process using the goal programming technique. *OPSEARCH*. ISSN 0975-0320.
- Jones, D. e Tamiz, M. (2010). *Practical Goal Programming*. Springer, New York.
- Jones, D. F., Treloar, R., Ouelhadj, D., Glampedakis, A., e Bartmeyer, P. (2024). Incorporation of poverty principles into goal programming. *Omega*, 127:103085. ISSN 0305-0483.
- Jones, D., Florentino, H., Cantane, D., e Oliveira, R. (2016). An extended goal programming methodology for analysis of a network encompassing multiple objectives and stakeholders. *European Journal of Operational Research*, 255(3):845–855. ISSN 0377-2217.
- Ministério da Cidadania (2020). Guia operacional e gestão para bancos de alimentos. Relatório técnico, Secretaria Especial do Desenvolvimento Social, Brasil.
- Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) (2024). Food waste index report 2024: Think eat save – tracking progress to halve global food waste. <https://www.unep.org/resources/report/food-waste-index-report-2024>. Acessado 2025-10-04.