

## **Proposta de mitigação da Insegurança Alimentar e Nutricional (InSAN) no centro da cidade do Rio de Janeiro por meio de trabalho voluntário: aplicação da metodologia da Programação Linear na eficiência de recursos captados pelo voluntariado**

Luana de Azevedo de Oliveira<sup>1</sup>, Emerson Hissao Kojima<sup>2</sup>, Thales Reis da Silva<sup>3</sup>, Anna Caroline de Azevêdo Barcelos Moratelli<sup>4</sup>, Enderson Luiz Pereira Junior<sup>5</sup>, Igor Pinheiro de Araújo Costa<sup>6</sup> e Marcos Dos Santos<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Business School Brasil – Av. Desembargador Moreira, 1701, Fortaleza – CE

<sup>2</sup>Business School Brasil – Av. Desembargador Moreira, 1701, Fortaleza – CE

<sup>3</sup>Business School Brasil – Av. Desembargador Moreira, 1701, Fortaleza – CE

<sup>4</sup>Business School Brasil – Av. Desembargador Moreira, 1701, Fortaleza – CE

<sup>5</sup>Business School Brasil – Av. Desembargador Moreira, 1701, Fortaleza – CE

<sup>6</sup>Centro de Análises de Sistemas Navais –Rio de Janeiro– RJ

<sup>7</sup>Instituto Militar de Engenharia–Rio de Janeiro– RJ

[luana.azevedo.oliveira.2022@gmail.com](mailto:luana.azevedo.oliveira.2022@gmail.com); [emerson.h.kojima@gmail.com](mailto:emerson.h.kojima@gmail.com); [thales.reiss@gmail.com](mailto:thales.reiss@gmail.com);  
[moratellicarolb@gmail.com](mailto:moratellicarolb@gmail.com); [endersonjr@gmail.com](mailto:endersonjr@gmail.com); [costa\\_igor@id.uff.br](mailto:costa_igor@id.uff.br);  
[marcosdossantos\\_doutorado\\_uff@yahoo.com.br](mailto:marcosdossantos_doutorado_uff@yahoo.com.br)

### **RESUMO**

Os estudos sobre a Insegurança Alimentar e Nutricional (InSAN) apontam para o retrocesso na questão alimentar e nutricional do Brasil nos últimos anos, desencadeando diversas dificuldades relacionadas a problemas sociais e de saúde pública. O presente artigo tem como objetivo amparar a mitigação da InSAN, através de ações sociais de trabalho voluntário, na distribuição de maneira mais eficiente de alimentos arrecadados e acondicionados em diversos tamanhos de embalagens de marmite. Adotou-se como técnica de Pesquisa Operacional a metodologia da Programação Linear, para maximizar a distribuição de mantimentos e atender o maior número de pessoas em condições de Insegurança Alimentar e Nutricional, em função do tamanho de marmite mais adequado e, por conseguinte, reduzir a InSAN no centro da cidade do Rio de Janeiro. O modelo proposto poderá ser adotado em outras localidades, pelas entidades e organizações que pretendam maximizar seus resultados em ações similares de distribuição de marmites descartáveis.

**Palavras-chave:** Pesquisa Operacional, Programação Linear, Maximização, Insegurança Alimentar, Marmite.

### **ABSTRACT**

Studies on Food and Nutrition Insecurity (INSAN) point to the decline in the food and nutritional issue in Brazil in recent years, triggering diverse difficulties related to social and public health problems. This article aims to support the mitigation of InSAN, through social actions of voluntary work, in the distribution of food collected and packed in various sizes of marmite packages. The operational research technique was the methodology of Linear Programming, to maximize the distribution of groceries and meet the largest number of people

in food and nutritional insecurity conditions, depending on the size of more appropriate marmitex and, consequently, reduce the InSAN in the city center of Rio de Janeiro. The proposed model may be adopted in other locations by entities and organizations that intend to maximize their results in similar actions for the distribution of disposable marmitex.

**Keywords:** Operational Research, Linear Programming, Maximization, Food Insecurity, Marmitex.

## 1 INTRODUÇÃO

A Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) é a realização do direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, baseada em práticas alimentares promotoras de saúde, e sejam ambiental, cultural, econômica e socialmente sustentáveis (BRASIL; BRASIL, 2006). Porém, no Brasil, ao contrário do que preconiza a lei, ainda há muita Insegurança Alimentar e Nutricional (InSAN).

Essa Insegurança Alimentar e Nutricional (InSAN), que é medida e dialoga com a SAN nos estudos populacionais, expressa pela incerteza ou privação no acesso aos alimentos suficientes e de qualidade em uma população, permanece entre os mais importantes problemas sociais e de saúde pública a serem enfrentados no Brasil e no mundo (RONCAROLO; POTVIN, 2016).

Nesse sentido, verifica-se que a InSAN desencadeia diversos problemas relacionados à saúde. Assim, a mortalidade infantil, o prejuízo do desenvolvimento físico e mental, o baixo peso ao nascer, a mortalidade materna, o aumento da evasão escolar e a diminuição do desempenho acadêmico, são eventos relacionados à carência de alimentação saudável e de qualidade, como consequência do acesso precário a renda e a bens e serviços (CAMPBELL, 1991).

Para ratificar isso, observa-se que os retrocessos na questão alimentar e nutricional do Brasil foram acelerados entre 2018 e 2020, período no qual cresceram as vulnerabilidades sociais e foi observado um aumento de 27,6% na ocorrência de InSAN grave (CABRAL *et al.*, 2022). Na cidade do Rio de Janeiro não foi diferente, ou seja, ela enfrenta o mesmo problema da Insegurança Alimentar encontrado no restante do Brasil e do mundo.

Para tentar mitigar a InSAN da população da Cidade do Rio de Janeiro, voluntários trabalham em prol das pessoas que sofrem com essa carência de alimentação diariamente.

Diante disso, esses voluntários juntaram esforços para arrecadarem mantimentos para confeccionar marmitex e serem distribuídos de maneira mais eficiente possível. Durante a arrecadação dos mantimentos, além desses alimentos os voluntários conseguiram uma empresa que fabrica embalagens de marmitex.

Porém, essa empresa necessita realizar um estudo para verificar qual o tamanho da embalagem de marmitex será mais eficiente na distribuição dos mantimentos às pessoas em condições de Insegurança Alimentar e Nutricional. Assim, para melhor aplicar os recursos arrecadados pelos voluntários, este estudo propõe utilizar a Metodologia da Programação Linear para escolher qual o tamanho marmitex é mais adequado para se conseguir uma maior eficiência na distribuição de mantimentos e, por conseguinte, mitigar a InSAN no centro da cidade do Rio de Janeiro.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Tomada de decisão**

A tomada de decisão é “o processo de análise entre várias alternativas disponíveis do curso de ação que a pessoa deverá seguir” (BELFIORE; FÁVERO, 2013, p.2). Ela está inserida na pesquisa operacional como auxiliadora no processo de solução de problemas.

Para Lachtermacher (2016) esta é um processo de reconhecimento de um problema e/ou de uma oportunidade, bem como a seleção de ações para saná-los. Haja vista que há fatores para que solução seja eficaz, como: tempo, importância, ambiente, definição do risco ou não, agentes decisores e conflitos de interesse.

Para Bazerman e Moore (2014) há seis etapas para a tomada de decisão são elas: definição do problema, identificação dos critérios, avaliação de critérios, criação de alternativas, classificação das alternativas mediante aos critérios e escolha da solução ideal.

### **2.2 Pesquisa operacional**

A pesquisa operacional (PO) surgiu na Inglaterra durante a Segunda Guerra Mundial (1939-1945) quando um grupo de cientistas foi convocado para auxiliar na tomada de decisão sobre a utilização correta dos recursos logísticos, táticos e estratégicos militares, que eram escassos (BELFIORE; FÁVERO, 2013).

Em 1947 a pesquisa operacional foi disseminada pelo grupo de ingleses que auxiliaram os militares na Segunda Guerra, liderados por George B. Dantzig, dando início ao método Simplex. (BELFIORE; FÁVERO, 2013).

A PO é um método científico que através de dados otimiza um processo de decisão em diversas áreas de conhecimento desde a apoio as perspectivas gerenciais até processos cotidianos de uma pessoa (BOTACIM *et al.*, 2019).

### 2.3 Programação linear

A pesquisa operacional possui algumas vertentes e dentre elas, pode-se evidenciar a programação linear. Esta é uma técnica sobreposta a sistemas lineares com modelos pré-definidos (BOTACIM *et al.*, 2019).

A programação linear pode ser definida como “uma programação matemática em que todas as funções objetivo e restrições são representadas por funções lineares” (LACHTERMACHER, 2016, p.61).

Para modelar um problema de programação linear (PPL) é preciso definir a função objetivo, variáveis de decisão que deverão ser contínuas, e suas restrições, todas elas são lineares. O objetivo é maximizar ou minimizar a função pré-estabelecida, para então encontrar uma solução ótima (BELFIORE; FÁVERO, 2013).

Para encontrar a solução ótima, podem ser utilizados diversos modelos matemáticos, o mais conhecido é o Simplex, que aprimora recursos em diversos segmentos, portanto será o método aplicado neste artigo.

De acordo com Belfiore e Fávero (2013) o método simplex é sistema algébrico que utiliza uma solução simples e executável, buscando a cada interação uma nova solução com o melhor valor para a função objetivo, até que o valor ótimo seja alcançado.

## 3 PROBLEMA

Para mitigar a insegurança alimentar no centro da cidade do Rio de Janeiro, um grupo de voluntários, do qual se originou de uma turma de alunos do MBA em Pesquisa Operacional e Tomada de Decisão, decidiu se reunir e elaborar um mapa mental para planejar e estruturar o problema.

O mapa mental foi elaborado da seguinte forma, seu início no centro, com o problema de “mitigar a insegurança alimentar”, a partir do centro foi estabelecido ramos principais, secundários e terciários ao problema, cuja finalidade foi encontrar ideias para amenizar a insegurança alimentar.

Diante do exposto, foi decidido criar a campanha “O dia sem fome”, com o objetivo de distribuir marmiteix no centro da cidade do Rio de Janeiro para a população em situação de rua. Foi definido como opção o tamanho de cada embalagem, sendo estas: Tamanho P (450g), tamanho M (573g) e tamanho G (764 g).

Além disso, também foi elaborado um cardápio, cujos itens são: arroz, feijão, macarrão, frango, legumes, salada e farofa, e realizado uma ação para receber a doação das embalagens marmiteix e dos alimentos. A tabela 1 representa o estoque arrecadado em Kg para cada item que compõe o cardápio.

Figura 1 - Mapa mental - Mitigar a insegurança alimentar



Fonte: Autores (2022)

Tabela 1 - Estoque de alimentos em Kg

<b>Alimentos</b>	<b>KG</b>
Arroz	50
Feijão	35
Macarrão	50
Frango	38
Salada	23
Legumes	35
Farofa pronta	25

Fonte: Autores (2022)

#### 4 ESTUDO DE CASOS

O estudo de caso tem a finalidade de maximizar o número de refeições servidas na entrega dos marmitex no centro da cidade do Rio de Janeiro. Inicialmente foi realizado um planejamento para a construção de um cardápio com a finalidade de reunir as informações dos itens que compõem cada marmitex e definir a quantidade de cada porção. O cardápio pode ser visualizado na figura 2 e foi construído com a ajuda de um estudante da área de nutrição.

Figura 2 – Montagem do cardápio para a ação sem fome

<b>Marmitex Pequeno (450g)</b>	<b>Marmitex Média (573g)</b>	<b>Marmitex Grande (764g)</b>
100 gramas de arroz	150 gramas de arroz	200 gramas de arroz
70 gramas de feijão	83 gramas de feijão	100 gramas de feijão
80 gramas de macarrão	90 gramas de macarrão	124 gramas de macarrão
70 gramas de frango	90 gramas de frango	150 gramas de frango
45 gramas de salada	45 gramas de salada	45 gramas de salada
45 gramas de legumes e	65 gramas de legumes e	85 gramas de legumes e
40 gramas de farofa	50 gramas de farofa	60 gramas de farofa

Fonte: Autores (2022)

#### 5 MODELAGEM MATEMÁTICA

Para a modelagem matemática do problema foi necessário definir as variáveis e as restrições. As variáveis de decisão são representadas por  $X_1$  (Marmitex P),  $X_2$  (Marmitex M) e  $X_3$  (Marmitex G). As restrições funcionais são representadas por cada item no estoque de doação arrecadado (Tabela 2).

Tabela 2 - Dados para o problema de mitigação da Insegurança alimentar

	Marmitex P	Marmitex M	Marmitex G	
Z	X1	X2	X3	Maximizar
Arroz	0,1	0,15	0,2	≤50
Feijão	0,07	0,083	0,1	≤35
Macarrão	0,08	0,09	0,124	≤50
Frango	0,07	0,09	0,15	≤38
Salada	0,045	0,045	0,045	≤23
Legumes	0,045	0,065	0,085	≤35
Farofa	0,04	0,05	0,06	≤25
KG (Total)	0,45	0,573	0,764	-

Fonte: Autores (2022)

Como o propósito do problema é maximizar o número de refeições servidas de uma maneira acessível, foi utilizado a ferramenta PHP Simplex. A ferramenta PHP Simplex é gratuita e utilizada para a resolução de problemas de programação linear (PHP SIMPLEX, 2022).

A próxima etapa, ocorreu a transformação das restrições para o modelo de inequação e inserir as informações do problema com as 3 variáveis de decisão e 7 restrições a serem usadas na ferramenta PHP Simplex (figura 3).

$$\begin{aligned}
 &\text{Maximizar } Z = x_1 + x_2 + x_3 \\
 &\text{Sujeito a: } \begin{cases} 0,1x_1 + 0,15x_2 + 0,2x_3 \leq 50 \\ 0,7x_1 + 0,83x_2 + 0,1x_3 \leq 35 \\ 0,08x_1 + 0,09x_2 + 0,124x_3 \leq 50 \\ 0,07x_1 + 0,09x_2 + 0,15x_3 \leq 38 \\ 0,045x_1 + 0,045x_2 + 0,045x_3 \leq 23 \\ 0,045x_1 + 0,065x_2 + 0,085x_3 \leq 35 \\ 0,04x_1 + 0,05x_2 + 0,06x_3 \leq 25 \end{cases} \quad (1) \\
 &X_1, x_2, x_3 \geq 0
 \end{aligned}$$



Figura 3 - Preenchimento das restrições do 1º caso no PHP Simplex

Qual é o objetivo da função?

Função:  X<sub>1</sub> +  X<sub>2</sub> +  X<sub>3</sub>

Restrições:

<input type="text" value="0,1"/>	X <sub>1</sub> +	<input type="text" value="0,15"/>	X <sub>2</sub> +	<input type="text" value="0,2"/>	X <sub>3</sub>	<input type="text" value="≤"/>	<input type="text" value="50"/>
<input type="text" value="0,07"/>	X <sub>1</sub> +	<input type="text" value="0,083"/>	X <sub>2</sub> +	<input type="text" value="0,1"/>	X <sub>3</sub>	<input type="text" value="≤"/>	<input type="text" value="35"/>
<input type="text" value="0,08"/>	X <sub>1</sub> +	<input type="text" value="0,09"/>	X <sub>2</sub> +	<input type="text" value="0,124"/>	X <sub>3</sub>	<input type="text" value="≤"/>	<input type="text" value="50"/>
<input type="text" value="0,07"/>	X <sub>1</sub> +	<input type="text" value="0,09"/>	X <sub>2</sub> +	<input type="text" value="0,15"/>	X <sub>3</sub>	<input type="text" value="≤"/>	<input type="text" value="38"/>
<input type="text" value="0,045"/>	X <sub>1</sub> +	<input type="text" value="0,045"/>	X <sub>2</sub> +	<input type="text" value="0,045"/>	X <sub>3</sub>	<input type="text" value="≤"/>	<input type="text" value="23"/>
<input type="text" value="0,045"/>	X <sub>1</sub> +	<input type="text" value="0,065"/>	X <sub>2</sub> +	<input type="text" value="0,085"/>	X <sub>3</sub>	<input type="text" value="≤"/>	<input type="text" value="35"/>
<input type="text" value="0,04"/>	X <sub>1</sub> +	<input type="text" value="0,05"/>	X <sub>2</sub> +	<input type="text" value="0,06"/>	X <sub>3</sub>	<input type="text" value="≤"/>	<input type="text" value="25"/>

X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, X<sub>3</sub> ≥ 0

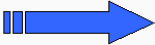
Fonte: Autores (2022)

Após inserir as variáveis e restrições na ferramenta PHP simplex, esta converteu as restrições de desigualdade em restrições de igualdade equivalentes inserindo as variáveis de folga, conforme demonstrado na figura 4.

Figura 4 - Variáveis de folga

Nós passamos o problema para a forma padrão, adicionando variáveis de excesso, de folga, e artificiais, onde necessário (**mostrar/ocultar detalhes**)

- Como a restrição 1 é do tipo ' $\leq$ ' é necessária a variável de folga X<sub>4</sub>.
- Como a restrição 2 é do tipo ' $\leq$ ' é necessária a variável de folga X<sub>5</sub>.
- Como a restrição 3 é do tipo ' $\leq$ ' é necessária a variável de folga X<sub>6</sub>.
- Como a restrição 4 é do tipo ' $\leq$ ' é necessária a variável de folga X<sub>7</sub>.
- Como a restrição 5 é do tipo ' $\leq$ ' é necessária a variável de folga X<sub>8</sub>.
- Como a restrição 6 é do tipo ' $\leq$ ' é necessária a variável de folga X<sub>9</sub>.
- Como a restrição 7 é do tipo ' $\leq$ ' é necessária a variável de folga X<sub>10</sub>.

<p><b>MAXIMIZAR:</b> Z = 1 X<sub>1</sub> + 1 X<sub>2</sub> + 1 X<sub>3</sub></p> <p>sujeito a</p> <p>0,1 X<sub>1</sub> + 0,15 X<sub>2</sub> + 0,2 X<sub>3</sub> ≤ 50  0,07 X<sub>1</sub> + 0,083 X<sub>2</sub> + 0,1 X<sub>3</sub> ≤ 35  0,08 X<sub>1</sub> + 0,09 X<sub>2</sub> + 0,124 X<sub>3</sub> ≤ 50  0,07 X<sub>1</sub> + 0,09 X<sub>2</sub> + 0,15 X<sub>3</sub> ≤ 38  0,045 X<sub>1</sub> + 0,045 X<sub>2</sub> + 0,045 X<sub>3</sub> ≤ 23  0,045 X<sub>1</sub> + 0,065 X<sub>2</sub> + 0,085 X<sub>3</sub> ≤ 35  0,04 X<sub>1</sub> + 0,05 X<sub>2</sub> + 0,06 X<sub>3</sub> ≤ 25  X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, X<sub>3</sub> ≥ 0</p>		<p><b>MAXIMIZAR:</b> Z = 1 X<sub>1</sub> + 1 X<sub>2</sub> + 1 X<sub>3</sub> + 0 X<sub>4</sub> + 0 X<sub>5</sub> + 0 X<sub>6</sub> + 0 X<sub>7</sub> + 0 X<sub>8</sub> + 0 X<sub>9</sub> + 0 X<sub>10</sub></p> <p>sujeito a</p> <p>0,1 X<sub>1</sub> + 0,15 X<sub>2</sub> + 0,2 X<sub>3</sub> + 1 X<sub>4</sub> = 50  0,07 X<sub>1</sub> + 0,083 X<sub>2</sub> + 0,1 X<sub>3</sub> + 1 X<sub>5</sub> = 35  0,08 X<sub>1</sub> + 0,09 X<sub>2</sub> + 0,124 X<sub>3</sub> + 1 X<sub>6</sub> = 50  0,07 X<sub>1</sub> + 0,09 X<sub>2</sub> + 0,15 X<sub>3</sub> + 1 X<sub>7</sub> = 38  0,045 X<sub>1</sub> + 0,045 X<sub>2</sub> + 0,045 X<sub>3</sub> + 1 X<sub>8</sub> = 23  0,045 X<sub>1</sub> + 0,065 X<sub>2</sub> + 0,085 X<sub>3</sub> + 1 X<sub>9</sub> = 35  0,04 X<sub>1</sub> + 0,05 X<sub>2</sub> + 0,06 X<sub>3</sub> + 1 X<sub>10</sub> = 25  X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, X<sub>3</sub>, X<sub>4</sub>, X<sub>5</sub>, X<sub>6</sub>, X<sub>7</sub>, X<sub>8</sub>, X<sub>9</sub>, X<sub>10</sub> ≥ 0</p>
--	---	--

Nós passamos construir a primeira tabela do método Simplex.

Fonte: Autores (2022)



Figura 5 - Solução ótima

A solução ótima é  $Z = 500$   
 $X_1 = 500$   
 $X_2 = 0$   
 $X_3 = 0$

Fonte: Autores (2022)

Por fim, pode-se observar que a solução ótima encontrada foi de 500 quentinhas pequenas. Aprofundando mais a análise foi considerado um número maior de restrições nas quantidades de marmitex, em que a quantidade do estoque de doações era de 400 marmitex, tamanho P e uma caixa com 6 marmitex, tamanho G, onde sendo considerado  $X_1 \leq 400$  e  $X_3 = 6$ .

A próxima etapa, as restrições foram transcritas para a forma de inequação a ser usado no modelo PHP Simplex (figura 6) e adicionado duas linhas em relação à restrição anterior.

$$\begin{aligned}
 & \text{Maximizar } Z = x_1 + x_2 + x_3 \\
 \text{Sujeito a: } & \left\{ \begin{array}{l}
 0,1X_1 + 0,15X_2 + 0,2X_3 \leq 50 \\
 0,07X_1 + 0,083X_3 + 0,1X_3 \leq 35 \\
 0,08X_1 + 0,09X_2 + 0,124X_3 \leq 50 \\
 0,07X_1 + 0,09X_2 + 0,15X_3 \leq 38 \\
 0,045X_1 + 0,045X_2 + 0,045X_3 \leq 23 \\
 0,045X_1 + 0,065X_2 + 0,085X_3 \leq 35 \\
 0,04X_1 + 0,05X_2 + 0,06X_3 \leq 25 \\
 1X_1 + 0X_2 + 0X_3 \leq 400 \\
 0X_1 + 0X_2 + 1X_3 = 6
 \end{array} \right. \quad (2)
 \end{aligned}$$

$$X_1, X_2, X_3 \geq 0$$

Figura 6 - Preenchimento das restrições do 2º caso no PHP Simplex

Qual é o objetivo da função?

Função:  X<sub>1</sub> +  X<sub>2</sub> +  X<sub>3</sub>

Restrições:

<input type="text" value="0,1"/>	X <sub>1</sub> +	<input type="text" value="0,15"/>	X <sub>2</sub> +	<input type="text" value="0,2"/>	X <sub>3</sub>	<input type="text" value="≤"/>	<input type="text" value="50"/>
<input type="text" value="0,07"/>	X <sub>1</sub> +	<input type="text" value="0,083"/>	X <sub>2</sub> +	<input type="text" value="0,1"/>	X <sub>3</sub>	<input type="text" value="≤"/>	<input type="text" value="35"/>
<input type="text" value="0,08"/>	X <sub>1</sub> +	<input type="text" value="0,09"/>	X <sub>2</sub> +	<input type="text" value="0,124"/>	X <sub>3</sub>	<input type="text" value="≤"/>	<input type="text" value="50"/>
<input type="text" value="0,07"/>	X <sub>1</sub> +	<input type="text" value="0,09"/>	X <sub>2</sub> +	<input type="text" value="0,15"/>	X <sub>3</sub>	<input type="text" value="≤"/>	<input type="text" value="38"/>
<input type="text" value="0,045"/>	X <sub>1</sub> +	<input type="text" value="0,045"/>	X <sub>2</sub> +	<input type="text" value="0,045"/>	X <sub>3</sub>	<input type="text" value="≤"/>	<input type="text" value="23"/>
<input type="text" value="0,045"/>	X <sub>1</sub> +	<input type="text" value="0,065"/>	X <sub>2</sub> +	<input type="text" value="0,085"/>	X <sub>3</sub>	<input type="text" value="≤"/>	<input type="text" value="35"/>
<input type="text" value="0,04"/>	X <sub>1</sub> +	<input type="text" value="0,05"/>	X <sub>2</sub> +	<input type="text" value="0,06"/>	X <sub>3</sub>	<input type="text" value="≤"/>	<input type="text" value="25"/>
<input type="text" value="01"/>	X <sub>1</sub> +	<input type="text" value="0"/>	X <sub>2</sub> +	<input type="text" value="0"/>	X <sub>3</sub>	<input type="text" value="≤"/>	<input type="text" value="400"/>
<input type="text" value="0"/>	X <sub>1</sub> +	<input type="text" value="0"/>	X <sub>2</sub> +	<input type="text" value="1"/>	X <sub>3</sub>	<input "="" checked="" type="text" value="="/>	<input type="text" value="6"/>

X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, X<sub>3</sub> ≥ 0


Fonte: Autores (2022)

Após inserir as variáveis e restrições, no qual adicionamos 2 linhas em relação à restrição anterior na ferramenta PHP simplex, esta converteu as restrições de desigualdade em restrições de igualdade equivalentes e inseriu as variáveis de folga, conforme demonstrado na figura 7.

Figura 7 - Variáveis de folga (2º caso)

Nós passamos o problema para a forma padrão, adicionando variáveis de excesso, de folga, e artificiais, onde necessário (**mostrar/ocultar detalhes**)

- Como a restrição 1 é do tipo ' $\leq$ ' é necessária a variável de folga X<sub>4</sub>.
- Como a restrição 2 é do tipo ' $\leq$ ' é necessária a variável de folga X<sub>5</sub>.
- Como a restrição 3 é do tipo ' $\leq$ ' é necessária a variável de folga X<sub>6</sub>.
- Como a restrição 4 é do tipo ' $\leq$ ' é necessária a variável de folga X<sub>7</sub>.
- Como a restrição 5 é do tipo ' $\leq$ ' é necessária a variável de folga X<sub>8</sub>.
- Como a restrição 6 é do tipo ' $\leq$ ' é necessária a variável de folga X<sub>9</sub>.
- Como a restrição 7 é do tipo ' $\leq$ ' é necessária a variável de folga X<sub>10</sub>.
- Como a restrição 8 é do tipo ' $\leq$ ' é necessária a variável de folga X<sub>11</sub>.
- Como a restrição 9 é do tipo ' $=$ ' é necessária a variável de artificial X<sub>12</sub>.

<p><b>MAXIMIZAR:</b> Z = 1 X<sub>1</sub> + 1 X<sub>2</sub> + 1 X<sub>3</sub></p> <p>sujeito a</p> <p>0,1 X<sub>1</sub> + 0,15 X<sub>2</sub> + 0,2 X<sub>3</sub> ≤ 50  0,07 X<sub>1</sub> + 0,083 X<sub>2</sub> + 0,1 X<sub>3</sub> ≤ 35  0,08 X<sub>1</sub> + 0,09 X<sub>2</sub> + 0,124 X<sub>3</sub> ≤ 50  0,07 X<sub>1</sub> + 0,09 X<sub>2</sub> + 0,15 X<sub>3</sub> ≤ 38  0,045 X<sub>1</sub> + 0,045 X<sub>2</sub> + 0,045 X<sub>3</sub> ≤ 23  0,045 X<sub>1</sub> + 0,065 X<sub>2</sub> + 0,085 X<sub>3</sub> ≤ 35  0,04 X<sub>1</sub> + 0,05 X<sub>2</sub> + 0,06 X<sub>3</sub> ≤ 25  1 X<sub>1</sub> + 0 X<sub>2</sub> + 0 X<sub>3</sub> ≤ 400  0 X<sub>1</sub> + 0 X<sub>2</sub> + 1 X<sub>3</sub> = 6  X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, X<sub>3</sub> ≥ 0</p>		<p><b>MAXIMIZAR:</b> Z = 1 X<sub>1</sub> + 1 X<sub>2</sub> + 1 X<sub>3</sub> + 0 X<sub>4</sub> + 0 X<sub>5</sub> + 0 X<sub>6</sub> + 0 X<sub>7</sub> + 0 X<sub>8</sub> + 0 X<sub>9</sub> + 0 X<sub>10</sub> + 0 X<sub>11</sub> + 0 X<sub>12</sub></p> <p>sujeito a</p> <p>0,1 X<sub>1</sub> + 0,15 X<sub>2</sub> + 0,2 X<sub>3</sub> + 1 X<sub>4</sub> = 50  0,07 X<sub>1</sub> + 0,083 X<sub>2</sub> + 0,1 X<sub>3</sub> + 1 X<sub>5</sub> = 35  0,08 X<sub>1</sub> + 0,09 X<sub>2</sub> + 0,124 X<sub>3</sub> + 1 X<sub>6</sub> = 50  0,07 X<sub>1</sub> + 0,09 X<sub>2</sub> + 0,15 X<sub>3</sub> + 1 X<sub>7</sub> = 38  0,045 X<sub>1</sub> + 0,045 X<sub>2</sub> + 0,045 X<sub>3</sub> + 1 X<sub>8</sub> = 23  0,045 X<sub>1</sub> + 0,065 X<sub>2</sub> + 0,085 X<sub>3</sub> + 1 X<sub>9</sub> = 35  0,04 X<sub>1</sub> + 0,05 X<sub>2</sub> + 0,06 X<sub>3</sub> + 1 X<sub>10</sub> = 25  1 X<sub>1</sub> + 1 X<sub>11</sub> = 400  0 X<sub>1</sub> + 1 X<sub>3</sub> + 1 X<sub>12</sub> = 6  X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, X<sub>3</sub>, X<sub>4</sub>, X<sub>5</sub>, X<sub>6</sub>, X<sub>7</sub>, X<sub>8</sub>, X<sub>9</sub>, X<sub>10</sub>, X<sub>11</sub>, X<sub>12</sub> ≥ 0</p>
--	---	--

Fonte: Autores (2022)

A solução ótima encontrada é de aproximadamente 464 marmitex. Onde, 400 são marmitex tamanho pequeno, 58 são marmitex tamanho médio e 6 marmitex, tamanho grande, conforme a figura 8.

Figura 8 - Solução ótima (2º Caso)

```
A solução ótima é  $Z = 464.666666666667$   
 $X_1 = 400$   
 $X_2 = 58.6666666666667$   
 $X_3 = 6$ 
```

Fonte: Autores (2022)

## 6 RESULTADO

Para a maximização das refeições acessíveis, encontrou-se a solução ótima para a produção de 500 marmitex do tamanho P, tanto na ferramenta PHP simplex, quanto na ferramenta solver. No aprofundamento da análise, foi encontrado a solução ótima para a produção de 464 marmitex. Em que 400 são marmitex tamanho pequeno, 58 são marmitex tamanho médio e 6 marmitex, tamanho grande.

## 7 VALIDAÇÃO DO RESULTADO

Para validar o resultado da maximização do número de refeições para a entrega do marmitex no centro do RJ, foi criado uma ferramenta no solver do Excel, conforme demonstrado na figura 9.

Figura 9 – Validação do Resultado no Solver

Maximização das quantidades de Marmitex - Solver

Quantidade de alimentos arrecadados:	
Alimentos	KG
Arroz	50
Feijão	35
Macarrão	50
Frango	38
Salada	23
Legumes	35
Farofa pronta	25

Tamanho das marmitas		
Embalagem	Gramas	KG
Pequena	450	0,45
Média	573	0,573
Grande	764	0,764

Digite a quantidade de cada alimento que deseja

Embalagem	Análise	Arroz	Feijão	Macarrão	Frango	Salada	Legumes	Farofa	Observação
Pequena	x1	0,1	0,07	0,08	0,07	0,045	0,045	0,04	OK
Média	x2	0,15	0,083	0,09	0,09	0,045	0,065	0,05	OK
Grande	x3	0,2	0,1	0,124	0,15	0,045	0,085	0,06	OK

Resultado por tamanho

Pequena	500
Média	0
Grande	0

Quantas marmitex serão feitas?  
500 Marmitex

Calcular Limpar

> Para os botões funcionarem é necessário habilitar o Solver e o VBA é só seguir o passo a passo  
[\\* VBA](#)  
[\\* SOLVER](#)

Fonte: Autores (2022)

Para tal ferramenta o usuário tem que alterar somente as células em cor clara, apertar o botão de calcular e as quantidades são computadas automaticamente nas células amarelas.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É notório as relevantes contribuições da Pesquisa Operacional e suas metodologias, como a Programação Linear, para a solução de resultados ótimos (maximização), segundo diversas variáveis de decisão e sujeito a uma série de restrições.

O estudo demonstrou que a adoção do modelo matemático adequado, traz resultados relevantes para a solução viável de problemas do cotidiano, recepcionando quaisquer conjuntos de variáveis de decisão e restrições, que produzem distintos resultados conforme as observações apresentadas, como demonstrado na ferramenta *open source* PHP Simplex, utilizada para a resolução de problemas de Programação Linear.

Posteriormente foi criado uma ferramenta no Solver do Excel, para validar o resultado da maximização do número de refeições que atendam o maior número de pessoas em condições de Insegurança Alimentar e Nutricional (InSAN), em função do tamanho de marmitex mais adequado para a entrega no centro da cidade do Rio de Janeiro.

A situação de Insegurança Alimentar e Nutricional (InSAN) é uma preocupação constante no cenário nacional e global, e o estudo de caso do centro da cidade do Rio de Janeiro, possibilita que ações sociais de trabalho voluntário, na distribuição de maneira mais eficiente de alimentos arrecadados e acondicionados em diversos tamanhos de embalagens, possam

maximizar as pessoas atendidas em diversas localidades, por entidades e organizações, em ações sociais similares de distribuição de marmitas descartáveis.

## REFERÊNCIAS

BAZERMAN, Max H.; Moore Don. **Processo Decisório**. tradução Daniel Vieira. – 8. ed. – Rio de Janeiro: Elsevier, 2014, 424 p.

BRASIL; BRASIL. Lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006. Cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional-SISAN com vistas em assegurar o direito humano à alimentação adequada e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, v. 143, n. 179, p. 1-2, 2006.

BELFIORE, Patrícia; FÁVERO, Luiz Paulo. **Pesquisa operacional para cursos de engenharia**. Rio de Janeiro: Elsevier, Editora LTDA, 2013, 541p.

BOTACIM Renato Sousa; FONTANA, Valderedo Sedano; XAVIER, Bruno Missi; SOUZA, Marcos de. Pesquisa Operacional: A comparação de dois métodos para resolução de um problema de programação linear. **Revista Perspectivas Online: Exatas & Engenharias**. Abril de 2019, v. 09, n.24, p.19-33.

CABRAL, Natália Louise de Araújo et al. Proposta metodológica para avaliação da insegurança alimentar sob a ótica de suas múltiplas dimensões. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 27, p. 2855-2866, 2022.

CAMPBELL, Cathy C. Food insecurity: a nutritional outcome or a predictor variable?. **The Journal of nutrition**, v. 121, n. 3, p. 408-415, 1991.

LACHTERMACHER, Gerson. **Pesquisa operacional na tomada de decisões**. 5. ed. - Rio de Janeiro: LTC, 2016, 534p.

PHP SIMPLEX. **Ferramenta PHP Simplex**. Disponível em: <<http://www.phpsimplex.com/simplex/simplex.htm?l=pt>>. Acesso em: 20 de agosto de 2022.

RONCAROLO, Federico; POTVIN, Louise. Food insecurity as a symptom of a social disease: Analyzing a social problem from a medical perspective. **Canadian Family Physician**, v. 62, n. 4, p. 291, 2016.