

**PLANEJAMENTO BASEADO EM MODELAGEM MATEMÁTICA DE  
OTIMIZAÇÃO APLICADA A PROBLEMAS DE EMPRESAS DE *FOOD  
SERVICE*****PLANNING BASED ON MATHEMATICAL MODELING OF  
OPTIMIZATION APPLIED TO PROBLEMS OF FOOD SERVICE  
COMPANIES**Guilherme Diniz de Melo<sup>1</sup>  
Carlos Roberto Souza Carmo<sup>2</sup>Data de recebimento: 13/10/2021  
Data de aceite: 23/11/2021**Resumo**

Esta pesquisa teve por objetivo propor um modelo matemático de otimização voltado para o suporte à tomada de decisões envolvendo a seleção da carne *in natura* adquirida e utilizada por estabelecimentos comerciais fornecedores de comida preparada, de forma a minimizar os respectivos custos de aquisição, promover a diversificação do cardápio, e ainda, atender aos parâmetros nutricionais demandados por esses estabelecimentos, após a preparação relacionada à limpeza e ao cozimento da carne. O modelo proposto foi implementado e resolvido a partir de técnicas de programação linear, cujos testes computacionais com uma base dados reais fornecidos por uma empresa que atua no segmento de alimentação *fitness* preparada com produtos orgânicos, e opera sob o modelo de negócios do tipo *dark kitchen* na cidade de Uberlândia-MG. Além de atingir o objetivo geral estabelecido inicialmente para o modelo proposto, os testes mostraram que as informações adicionais levantadas com base nele podem ampliar sua utilidade para além das questões envolvendo parâmetros técnicos, produtivos, nutricionais e de custo. Ou seja, foram levantadas informações diárias que podem auxiliar no dimensionamento do capital giro médio da empresa a partir da gestão dos fluxos de caixa diário, semanal e/ou mensal, e ainda, foram identificadas informações úteis à tomada de decisões relacionadas à logística e ao armazenamento da carne *in natura*.

**Palavras-chave:** Carne *in natura*. *Dark kitchen*. Métodos quantitativos aplicados.

**Abstract**

<sup>1</sup> Bacharel em Nutrição pelo Centro Universitário Triângulo (UNITRI) e Gerente de Produção da Empresa Carcará Marmitaria - Uberlândia/MG. E-mail: [gdinizmelo@gmail.com](mailto:gdinizmelo@gmail.com)

<sup>2</sup> Doutor em Agronomia com ênfase em Energia na Agricultura pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP). Mestre em Ciências Contábeis pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP), com MBA em Controladoria e Finanças pela FUNDACE/USP (Ribeirão Preto/SP). Bacharel em Ciências Contábeis. Professor adjunto da Faculdade de Ciências Contábeis da Universidade Federal de Uberlândia (FACIC-UFU). E-mail: [carlosjj2004@hotmail.com](mailto:carlosjj2004@hotmail.com)

This research aimed to propose a mathematical optimization model aimed at supporting decision-making involving the selection of fresh meat purchased and used by commercial establishments that supply prepared food, in order to minimize the respective acquisition costs, promote diversification of the menu, and also to meet the nutritional parameters demanded by these establishments, after the preparation related to the cleaning and cooking of the meat. The proposed model was implemented and solved from linear programming techniques, whose computational tests with a real data base provided by a company that operates in the fitness food segment prepared with organic products, and operates under a dark kitchen type business model. in the city of Uberlândia-MG. In addition to reaching the general objective initially established for the proposed model, the tests showed that the additional information gathered based on it can expand its usefulness beyond questions involving technical, productive, nutritional and cost parameters. That is, daily information was collected that can help in the dimensioning of the company's average working capital from the management of daily, weekly and/or monthly cash flows, and also useful information for decision-making related to logistics and storage of fresh meat.

**Keywords:** Fresh meat. Dark kitchen. Quantitative methods applied.

---

## Introdução

Conjuntura econômica, competitividade, pouca infraestrutura operacional e carga tributária são alguns dos fatores que afetam o resultado econômico-financeiro das empresas na atualidade, fazendo com que elas busquem cada vez mais compreender os componentes dos seus resultados, indo além da análise das vendas e concentrando-se também no processo de compras, enquanto componente que afeta diretamente seus custos (SILVA; GOMES, 2020).

Especificamente no setor de *food service*, a expressão “comprar bem para vender bem” é um exercício constante (CHO *et al.*, 2019). A despeito das elevadas taxas de crescimento, da criação de novos negócios e de uma possível consolidação experimentada pelo *food service* brasileiro (HENRIQUE; TINCANI; PACIÊNCIA, 2020), o processo de compras pode ser considerado uma das operações essenciais à sobrevivência do negócio (CHO *et al.*, 2019).

Além da questão econômico-financeira, o setor de *food service* também tem que lidar com problemas relacionados à qualidade, design, sabor e parâmetros nutricionais, entre outros fatores, de forma a proporcionar uma experiência agradável aos seus clientes, além da entrega do alimento em si (GIBOREAU, 2017).

Por isso, além da gestão de problemas relacionados ao processo de compras propriamente dito (SILVA; GOMES, 2020), o setor de *food service* lida com a gestão fatores das mais variadas naturezas, desde mudanças de hábitos nutricionais em função de estilos de vida diversos até a adequação nutricional com vistas à saúde do seu público-alvo (MAIA *et al.*, 2020; OLIVEIRA *et al.*, 2020).

No Brasil, o consumo de comida preparada fora de casa é cada vez maior, chegando a representar quase um terço (32,8%) do total dos gastos com alimentação da população, segundo os dados Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) 2017-2018 divulgada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019a). Sendo que, entre as famílias brasileiras que habitam as áreas urbanas, esse tipo de consumo pode representar mais de um terço (33,9%) de seus gastos com alimentação, e os maiores percentuais ocorrem nas regiões Centro-Oeste e Sudeste, chegando a 38,0% e 34,2%, respectivamente (IBGE, 2019b).

Nesse contexto, o consumo de carne nas refeições dos brasileiros é muito expressivo, pois, mesmo com a redução do consumo de carne bovina em todas as regiões do Brasil em 2018, houve um incremento no consumo de aves e suínos, bem como, de peixes (IBGE, 2020). Ou seja, o consumo da carne nas refeições preparadas fora de casa, assim como no ambiente doméstico, é considerado um elemento essencial na culinária brasileira e mundial, caracterizando-a como uma matéria-prima fundamental (RIBEIRO; CORÇÃO, 2013).

Ao considerar a relevância do processo de compras para o setor de *food service* em geral, aliada à crescente demanda nacional por refeições preparadas fora de casa, bem como, a representatividade do consumo de carnes por parte dos brasileiros, a pesquisa e a proposição de ferramentas de apoio a tomada

de decisões que possam auxiliar no planejamento do processo de compras desse tipo de insumo/matéria-prima (carne) pode ser de grande utilidade ao setor de *food service* como um todo.

Dessa forma, a presente pesquisa teve por objetivo propor um modelo matemático de otimização voltado para o suporte à tomada de decisões envolvendo a seleção da carne *in natura* adquirida por estabelecimentos comerciais fornecedores de comida preparada, de forma a minimizar os respectivos custos de aquisição, promover a diversificação do cardápio, e ainda, atender aos parâmetros nutricionais demandados por esses estabelecimentos, após a preparação relacionada à limpeza e ao cozimento da carne.

A fim de atingir o objetivo proposto para este estudo, inicialmente, foi realizado o embasamento teórico acerca da temática relacionada ao processo de compras no setor de *food service*, à possibilidade de utilização de modelagens matemáticas de otimização aplicadas e à análise algumas das variáveis críticas do processo de tomada de decisões nesse tipo de negócio. Na sequência, foi realizada a pesquisa e o detalhamento do modelo matemático de otimização objeto desta pesquisa, definindo-se também o respectivo método de solução. Adicionalmente, foi identificada a base de dados reais necessária à realização dos testes computacionais destinados à validação do modelo proposto. Finalmente, procedeu-se à análise dos resultados alcançados mediante a implementação dos testes computacionais, promovendo-se a validação do modelo de otimização proposto nesta investigação científica.

## Referencial Teórico

O consumo da comida preparada fora de casa é uma prática comum e global; seja no trabalho, nas festas, nas férias, entre outros tipos de eventos e ocasiões, o consumidor é influenciado pelo que consome, da mesma forma que influencia e impulsiona a indústria de alimentos e o *food service* de uma maneira geral (GIBOREAU, 2017).

Uma vez que a alimentação mantém estreita relação com o dia a dia das pessoas e é influenciada pela conjuntura sociocultural, histórica e econômica da sociedade, as refeições refletem a rotina e o estilo de vida de cada época (MEDEIROS; MASCARENHAS, 2021).

A despeito da influência e relevância dos aspectos sociais, deve-se levar em conta que as empresas do setor de alimentos e bebidas preparados, doravante denominado genericamente de *food service*, também desempenham um importante papel econômico nos hábitos alimentares diários das sociedades (OKUMUS *et al.*, 2018). Dessa forma, a gestão no setor de *food service* é uma operação empresarial em si e, por isso, fatores como compras, armazenagem, preparação, entre outros, impactam diretamente a experiência e a satisfação dos clientes, além da rentabilidade do negócio (GIBOREAU, 2017).

Fatores como a falta de suprimentos diários de ingredientes, gestão de preços, atrasos de pedidos, qualidade, estocagem, perecibilidade, oscilações de demanda, estratégias de *marketing* e vendas, entre outros, são alguns determinantes da tomada de decisões bem-sucedida no processo de compras do setor de *food service* (CHO *et al.*, 2019), caracterizando-se como responsável pela aquisição de produtos e serviços capazes de proporcionar qualidade aos produtos e serviços de uma empresa, e ainda, permitir a economia de custos o que, por consequência, melhora a lucratividade do negócio.

Nesse sentido, as compras realizadas no setor de *food service* demandam planejamento, estratégia e avaliação voltados para a tomada de decisões que permitam atender aos objetivos do negócio como um todo, tornando-se uma atividade essencial para a geração e a manutenção da vantagem competitiva para as empresas desse segmento (CHO *et al.*, 2019).

Por sua vez, em diferentes contextos e culturas, a carne é considerada o principal alimento para diversos grupos sociais, com especial destaque para a preferência por carne bovina, seguida das carnes de frango e peixe, dentre outros produtos de origem animal como queijos e ovos (RIBEIRO; CORÇÃO, 2013). Assim, uma vez que a maioria dos pratos giram em torno de algum tipo de carne, é importante destacar que, quando não é o prato principal, a carne está presente na maioria dos cardápios disponibilizados pelo setor *food service*.

Por exemplo, ao realizar uma pesquisa buscando compreender a articulação entre normas dietéticas e normas socioculturais, Gaspar (2021) analisou os discursos de mulheres brasileiras, espanholas e francesas acerca das respectivas compreensões relacionadas às definições de uma “verdadeira refeição” e uma “refeição equilibrada” para um almoço. Independentemente da análise comparativa sincrônica e qualitativa dos respectivos discursos, nas três nacionalidades, pôde-se observar a presença da carne nos respectivos cardápios ocupando a posição de prato principal. Em outra situação, Carmo *et al.* (2021) buscaram conhecer como e do que o brasileiro se alimenta no seu dia a dia, quais suas preferências, o que ele recomendaria experimentar e qual prato melhor representa um país geográfica, cultural e territorialmente vasto como o Brasil; entre outros achados, Carmo *et al.* (2021) observaram que, segundo

sua amostra de pesquisa, quando consomem comida preparada fora de casa, as carnes são consideradas o alimento preferido dos brasileiros, seguidas do arroz com feijão.

Logo, o processo de compras dessa importante matéria-prima do segmento de *food service* é muito relevante, quer seja pela sua constante presença nas refeições em si, quer seja pelos custos envolvidos.

De fato, assim como acontece na compra de equipamentos e outros bens necessários à prestação de um serviço aceitável e a preços competitivos, a compra de matérias-primas de qualidade e com bons preços é um processo essencial ao desempenho econômico-financeiro sustentável de empresas de *food service* (CHO *et al.*, 2019). Por outro lado, a tomada de decisões acertadas depende de habilidade e experiência e, nesse sentido, os responsáveis pelas compras desse tipo de empresa precisam identificar e lançar mão de estratégias e ferramentas que permitam atender aos objetivos do seu negócio (CHO *et al.*, 2019).

Dentre as possíveis ferramentas utilizáveis no processo de gestão destacam-se os modelos matemáticos de otimização que, além de auxiliar na tomada de decisões complexas, permitem a otimização de recursos e a redução de custos. Afinal, em um cenário global e altamente competitivo, a redução de custos torna-se essencial, uma vez que ela pode proporcionar diferencial competitivo e sustentabilidade econômica e financeira (CECHIN *et al.*, 2019; CECHIN; CORSO, 2019; MATTOS *et al.*, 2021).

A utilização de modelos matemáticos de otimização por empresas em geral é cada vez mais frequente (MATTOS *et al.*, 2021), especialmente na busca por soluções para problemas complexos mediante a otimização de processos administrativos que demandam a redução do consumo de recursos (CECHIN *et al.*, 2019), como é o caso dos processos de compras, a partir dos quais é possível realizar o controle de gastos e promover a manutenção da qualidade dos produtos e/ou serviços prestados (CECHIN; CORSO, 2019).

Desde proposição do tradicional problema da dieta por Stigler em 1945 (OLIVEIRA; BORGES; SILVA, 2020), que é um problema de modelagem matemática baseado em programação linear aplicada para atendimento de parâmetros nutricionais ao menor custo possível; passando pela proposição do método simplex para a solução de problemas de programação linear em geral realizada por Dantzig em 1947 (OLIVEIRA; BORGES; SILVA, 2020); chegando até os dias atuais, em que já se utilizou a modelagem matemática de otimização para o planejamento relacionado à composição de cardápios, e ainda, a utilização de técnicas de otimização baseadas em métodos heurísticos e computacionais, bem como, para a solução de problemas eminentemente gerenciais (FERNANDES; LONGHINI, 2021; OLIVEIRA; BORGES; SILVA, 2020; VERLY-JUNIOR *et al.*, 2021); as técnicas de modelagem matemática assistidas pela tecnologia vem sendo utilizadas de forma cada vez mais intensa para resolver problemas do segmento de *food service* desde 1964 (MOREIRA, MARTINS, WANNER, 2017).

Devido à quantidade e à diversidade das variáveis envolvidas na tomada de decisões acerca da compra e utilização de ingredientes no setor de *food service* (nutrientes e suas respectivas fontes, combinações e quantidades, perdas nos diversos processos de preparação, etc., além dos respectivos custos), o processo de modelagem matemática baseada em programação linear é especialmente útil por resolver problemas complexos compostos pela combinação de múltiplas variáveis.

Especificamente em relação à escolha e compra de carnes, enquanto um dos ingredientes principais da cozinha brasileira, além das variáveis nutricionais, cuja maior referência é a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (UNICAMP, 2011), dos respectivos custos e da diversificação do cardápio, destacam-se as variáveis relacionadas ao rendimento desse tipo de matéria-prima utilizada no setor de *food service*, ou seja, o fator de correção e o fator de cocção.

O conhecimento acerca das variáveis nutricionais relacionadas à composição dos alimentos consumidos no contexto brasileiro é imprescindível para obtenção de segurança alimentar e nutricional, e, nesse sentido, a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO) fornece um conjunto completo de dados sobre os principais alimentos consumidos no Brasil (UNICAMP, 2011).

Por sua vez, o rendimento das matérias-primas tem influência direta no custo final e, por isso, as variáveis relacionadas aos fatores de correção e de cocção também tornam-se especialmente relevantes no processo de planejamento otimizado de compra das carnes utilizadas nas preparações culinárias (MARTINS; SPINELLI, 2020). Dessa forma, o fator de correção pode ser determinado mediante a divisão do peso bruto pelo peso líquido obtido após a limpeza da carne mediante a retirada das aparas e outras partes não consumíveis; por sua vez, o fator de cocção pode ser obtido a partir da divisão do peso da carne preparada (após cozimento, fritura, grelha, etc.) pelo peso da carne limpa (sem aparas) antes da respectiva preparação (MARTINS; SPINELLI, 2020).

De outra forma, ambos os fatores (correção e cocção) podem ser calculados mediante o processo de divisão dos “pesos de depois” pelos “pesos de antes”, ou seja, depois da limpeza e depois do cozimento, respectivamente, e, antes da limpeza e antes do cozimento, respectivamente. Assim, para se identificar o quanto comprar de carne em peso bruto (sem limpeza e sem cocção), basta dividir o peso desejado de carne preparada/pronta pela multiplicação de um fator pelo outro.

Esse tipo de informação tem por objetivo auxiliar no planejamento adequado da quantidade de refeições, evitar desperdícios e otimizar custos, uma vez que alimentos proteicos como a carne representam os custos mais elevados de refeições (RIBEIRO *et al.*, 2015)

Assim, ao considerar a diversidade das variáveis envolvidas no processo de compras de uma matéria-prima tão importante para restaurantes, como é o caso da carne *in natura*, e ainda, buscando promover a diversificação do cardápio e o atendimento aos parâmetros nutricionais inerentes esse tipo de ingrediente, tudo isso com vistas à minimização dos respectivos custos, a modelagem matemática de otimização proposta pela presente investigação científica pode ser considerada uma valiosa ferramenta de apoio à tomada de decisões referentes à gestão de estabelecimentos comerciais fornecedores de comida preparada em geral.

## Metodologia de Pesquisa

A presente seção foi dividida em duas seções secundárias de tal forma que, inicialmente, foi apresentado e descrito o modelo proposto nesta pesquisa e, na sequência, foi descrita a base de dados utilizada nos testes computacionais realizados para validação do referido modelo.

## Modelo Matemático de Otimização do Processo de Compras de Carne *in natura*

A partir de técnicas de modelagem matemática de otimização baseadas em problemas de programação linear (PPL), modelo proposto nesta investigação científica tem a sua função objetivo representada pela Equação 1, sendo que, ela está sujeita às restrições representadas pelas Equações 2 até 10, cujas variáveis, índices e parâmetros estão descritos no Quadro 1.

$$\text{Minimize} \quad \sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^n M_{ij} \left( \frac{Q_k}{(FCOR_k FCO C_k)} \right) C_k X_{ijk} \quad 1)$$

Sujeito a:

$$\sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^m M_{ij} X_{ijk} = D_i, \quad \forall k = 1, \dots, n \quad 2)$$

$$\sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^m C_k X_{ijk} = C_k X_{ijk}, \quad \forall k = 1, \dots, n \quad 3)$$

$$\sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^m C_k X_{ijk} \geq C_k X_{ijk} + 0,001, \quad \forall k = 1, \dots, n \quad 4)$$

$$\sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^m Q_{ik} E_{kcal_k} X_{ijk} \leq ENER G_j, \quad \forall k = 1, \dots, n \quad 5)$$

$$\sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^m Q_{ik} P_{g_k} X_{ijk} \geq PROT N_{min_j}, \quad \forall k = 1, \dots, n \quad 6)$$

$$\sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^m Q_{ik} P g_k X_{ijk} \leq PROTNmax_j, \quad \forall k = 1, \dots, n \quad 7)$$

$$\sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^m Q_{ik} L g_k X_{ijk} \leq LIPID_j, \quad \forall k = 1, \dots, n \quad 8)$$

$$\sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^m Q_{ik} C m g_k X_{ijk} \leq COLST_j, \quad \forall k = 1, \dots, n \quad 9)$$

$$X_{ijk} \in \{0; 1\}, \quad i = \{1, \dots, l\} \quad j = \{1, \dots, m\}, \quad k = \{1, \dots, n\} \quad 10)$$

**Quadro 1:** Descrição das variáveis, índices e parâmetros do modelo proposto

Legenda	Categoria	Descrição
$i = 1, \dots, l$	índice	índice representativo dos dias úteis de demanda, produção e comercialização, assim identificados para diversificação do tipo de prato preparado com certo tipo de carne.
$j = 1, \dots, m$	índice	índice representativo dos tipos de pratos produzidos e comercializados.
$k = 1, \dots, n$	índice	índice representativo dos tipos de carne utilizadas em cada prato.
M	Parâmetro	quantidade de pratos preparados com carne e comercializados (unidades), segundo a previsão do estabelecimento.
Q	Parâmetro	porção de carne preparada utilizada em cada tipo de prato produzido e comercializado (g unidade <sup>-1</sup> ).
FCOR	Parâmetro	fator de correção que indica a perda de peso da carne in natura (1 – perda %) em função do processo da remoção de partes de carne consideradas inadequadas (por exemplo, aparas devido a gordura em excesso), portanto, é o fator que permite identificar a quantidade de carne in natura que será efetivamente preparada para consumo/alimentação (MARTINS; SPINELLI, 2020; RIBEIRO et al., 2015).
FCOC	Parâmetro	fator de cocção que indica a perda de peso da carne in natura já limpa, (1 – perda %) em função do processo de preparo (cocção) para consumo/alimentação (cozimento, grelha, etc.) (MARTINS; SPINELLI, 2020; RIBEIRO et al., 2015).
C	Parâmetro	preço de custo por tipo de carne in natura (R\$ g <sup>-1</sup> ).
$X_{ijk}$	Variável de decisão	variável de decisão binária, em que o valor 1 (um) identifica o tipo de carne (k) a ser utilizada em determinado prato (j) de acordo com o cardápio de um determinado dia (i), sendo 0 (zero) em caso contrário (carne não utilizada).
D	Parâmetro	demanda prevista para cada tipo de prato preparado com carne pelo estabelecimento (unidades).
Ekal	Parâmetro	quantidade unitária de calorias por grama (kal g <sup>-1</sup> ) de carne preparada, segundo os parâmetros nutricionais da tabela TACO (UNICAMP, 2011).
ENRG	Parâmetro	quantidade de total máxima de calorias por porção de carne preparada em um prato (kal unidade <sup>-1</sup> ), segundo os parâmetros nutricionais do estabelecimento comercial, por tipo de carne.
Pg	Parâmetro	quantidade unitária de proteína por grama (g <sup>-1</sup> ) de carne preparada, segundo os parâmetros nutricionais da tabela TACO (UNICAMP, 2011).
PROTNmin	Parâmetro	quantidade de total mínima de proteínas por porção de carne preparada em um prato (g unidade <sup>-1</sup> ), segundo os parâmetros nutricionais do estabelecimento comercial, por tipo de carne.
PROTNmax	Parâmetro	quantidade de total máxima de proteínas por porção de carne preparada em um prato (g unidade <sup>-1</sup> ), segundo os parâmetros nutricionais do estabelecimento comercial, por tipo de carne.
Lg	Parâmetro	quantidade unitária lipídeos por grama (g <sup>-1</sup> ) de carne preparada, segundo os parâmetros nutricionais da tabela TACO (UNICAMP, 2011).
LIPID	Parâmetro	quantidade de total máxima de lipídeos por porção de carne preparada em um prato (g unidade <sup>-1</sup> ), segundo os parâmetros nutricionais do estabelecimento comercial, por tipo de carne.
Cmg	Parâmetro	quantidade unitária colesterol por grama (mg <sup>-1</sup> ) de carne preparada, segundo os parâmetros nutricionais da tabela TACO (UNICAMP, 2011).
COLST	Parâmetro	quantidade de total máxima de colesterol por porção de carne preparada em um prato (mg unidade <sup>-1</sup> ), segundo os parâmetros nutricionais do estabelecimento comercial, por tipo de carne.

Fonte: elaborado pelos autores a partir dos dados pesquisa.

A função objetivo descrita pela Equação 1 tem por finalidade minimizar o custo (C) das porções (Q) de carnes *in natura* (k) consumidas como matéria-prima dos pratos (j) produzidos e preparados em cada dia de funcionamento/demanda (i), levando-se em conta os respectivos fatores de correção (FCOR) e cocção (FCOC), de acordo com os tipos de pratos (M) produzidos e comercializados por estabelecimentos comerciais fornecedores de comida preparada.

A restrição operacional descrita pela Equação 2 garante que as quantidades preparadas (M) diariamente (i) para cada tipo de prato (j) atendam à demanda (D) prevista.

As Equações 3 e 4 representam restrições econômicas que garantem, respectivamente, que seja escolhida a primeira carne (k) com menor preço (C) e, em seguida, seja escolhida a carne (k) com o

segundo menor preço ( $C+0,001$ ) e assim sucessivamente, mediante a implementação de quantas restrições 4 forem necessárias para diversificação de um certo tipo de carne, de acordo com a quantidade de pratos ( $j$ ) estabelecidos no cardápio de cada dia ( $i$ ).

A Equação 5 representa a restrição nutricional que garante que a quantidade de calorias ( $Ekcal$ ) não ultrapasse o limite máximo ( $ENERG$ ) definido pelo estabelecimento, de acordo com a quantidade ( $Q$ ) de cada tipo de carne ( $k$ ) utilizada em cada tipo prato ( $j$ ) estabelecido para o cardápio de cada dia ( $i$ ).

As Equações 6 e 7 representam as restrições nutricionais que garantem que a quantidade de proteína ( $Pg$ ) fique entre o limite mínimo ( $PROTNmim$ ) e o limite máximo ( $PROTNmax$ ), respectivamente definidos pelo estabelecimento, de acordo com a quantidade ( $Q$ ) de cada tipo de carne ( $k$ ) utilizada em cada tipo prato ( $j$ ) estabelecido para o cardápio de cada dia ( $i$ ).

A Equação 8 representa a restrição nutricional que garante que a quantidade de lipídeos ( $Lg$ ) não ultrapasse o limite máximo ( $LIPID$ ) definido pelo estabelecimento, de acordo com a quantidade ( $Q$ ) de cada tipo de carne ( $k$ ) utilizada em cada tipo prato ( $j$ ) estabelecido para o cardápio de cada dia ( $i$ ).

A Equação 9 representa a restrição nutricional que garante que a quantidade de colesterol ( $Cmg$ ) não ultrapasse o limite máximo ( $COLST$ ) definido pelo estabelecimento, de acordo com a quantidade ( $Q$ ) de cada tipo de carne ( $k$ ) utilizada em cada tipo prato ( $j$ ) estabelecido para o cardápio de cada dia ( $i$ ).

A restrição descrita pela Equação 10 indica que a variável de decisão ( $X_{ijk}$ ) é uma variável binária, em que o valor 1 (um) identifica o tipo de carne ( $k$ ) a ser utilizada em determinado prato ( $j$ ) de acordo com o cardápio de um determinado dia ( $i$ ), sendo 0 (zero) em caso contrário (carne não utilizada); e ainda,  $i$ ,  $j$  e  $k$  são índices representativos dos conjuntos de parâmetros a serem utilizados para implementação do modelo de acordo com as definições dias de funcionamento/cardápio diário, tipo de prato e tipo de carne, respectivamente.

Dessa forma, levando-se conta a diversidade das variáveis inerentes ao processo de compras de carne *in natura* (quantidades, fatores, preços, cardápio, demandas, etc.), e ainda, com vistas à possibilidade de atender condições impostas das mais variadas naturezas (restrições operacionais, econômicas, nutricionais), o presente estudo pode ser classificado como uma pesquisa empírica de natureza quantitativa, apoiada em métodos de otimização baseados em problemas de programação linear.

## Base de Dados e Testes Computacionais para Validação do Modelo Proposto

O modelo proposto foi implementado e resolvido a partir de técnicas de programação linear, mediante o uso do pacote analítico OpenSolver (Copyright © 2011-2017), versão 2.9.3 de 01/03/2020 (MASON, 2011), e ainda, com o auxílio de um computador com processador Intel Core ® i5 2,30 GHz com 8,00 GB de memória RAM instalada.

A base de dados utilizada para realização dos testes computacionais foi fornecida pela empresa Carcará Alimentação Saudável, que atua na cidade de Uberlândia-MG no segmento de alimentação *fitness* preparada com produtos orgânicos, e opera sob o modelo de negócios do tipo *dark kitchen*.

Essa nova modalidade de negócio relacionada ao preparo e entrega de refeições prontas surgiu em função do crescimento da demanda por alimentação preparada fora de casa, e na onda da criação de novos empreendimentos no setor de *food service* brasileiro (ABRASEL, 2020; DUARTE, 2021; SOMMADOSSI, 2020). As *dark kitchens* caracterizam-se por fornecerem pratos preparados aos seus clientes exclusivamente pelo sistema *delivery*, atuando com portas fechadas, sem balcões, mesas, garçons, entre outros (DUARTE, 2021; SOMMADOSSI, 2020). Além de proporcionar a redução dos custos (DUARTE, 2021), essa sistemática de operação permite obter taxas de retorno maiores, uma vez que o investimento realizado é bem menor que aquele realizado em restaurantes convencionais (CUESTO, 2020).

Entre outras opções, a empresa em questão prepara, vende e entrega 5 tipos marmitas que compõem uma refeição completa, nas quais, a carne é o ingrediente principal, cujos parâmetros nutricionais, quantidades produzidas e demandas estão detalhados no Quadro 2.

**Quadro 2:** Relação de parâmetros e índices referentes aos produtos comercializados<sup>(a)</sup> pela empresa

Variáveis		Produtos					
		j	1	2	3	4	5
Tipo		Tradicional Carne bovina	Tradicional Carne de porco	Tradicional Carne de frango	Tradicional Carne de peixe	Low carbo	
Porção de carne	Q	(g)	130	130	140	150	150
Quantidade vendida dia-1	M dia-1	(un)	200	200	200	200	50

Quantidade máxima de calorias	ENERG	(kcal)	342	342	342	342	342
Quantidade máxima de proteína	PROTNmim	(g)	22	22	22	22	22
Quantidade mínima de proteína	PROTNmax	(g)	45	45	45	45	45
Quantidade máxima de lipídeos	LIPID	(g)	18	18	18	18	18
Quantidade máxima de Colesterol	COLST	mg	300	300	300	300	300
(a)Diariamente, são vendidas 250 marmitas (j) por dia (i) totalizando uma demanda média mensal (D mês-1) de 5.000 marmitas por mês, ou seja: D mês-1 = [200 marmitas tradicionais dia-1 + 50 marmitas low carbo dia-1] . 20 dias úteis = 5000 marmitas mês-1.							

Fonte: elaborado pelos autores a partir dos dados pesquisa.

Considerando o perfil operacional do negócio, a empresa utiliza 16 opções de *carne in natura*, cujos parâmetros nutricionais, de preparação e preço estão descritos no Quadro 3.

**Quadro 3:** Relação de parâmetros e índices referentes às carnes utilizadas pela empresa

k	Variável Tipo de carne	Energia	Proteína	Lipídeos	Colesterol	Fator de cocção	Fator de correção	Preço de custo
		Ekal (kcal)	Pg (g)	Lg (g)	Cmg (mg)	FCOC (un)	FCOR (un)	C (R\$)
1	Bovina, contra-filé	1,5662	0,2400	0,0600	0,5946	0,70	0,81	0,0350
2	Bovina, coxão mole	1,6907	0,2123	0,0869	0,8382	0,70	0,95	0,0285
3	Bovina, filé mingnon	1,4286	0,2160	0,0561	0,5476	0,70	0,61	0,0470
4	Bovina, lagarto	1,3486	0,2054	0,0523	0,5579	0,70	0,87	0,0279
5	Bovina, maminha	1,5277	0,2093	0,0703	0,5080	0,70	0,79	0,0299
6	Bovina, miolo de alcatra	1,6287	0,2161	0,0783	0,6037	0,70	0,88	0,0300
7	Bovina, patinho	1,3347	0,2172	0,0451	0,5561	0,70	0,84	0,0342
8	Porco, lombo	1,7563	0,2260	0,0877	0,5539	0,75	0,84	0,0188
9	Porco, pernil	1,8606	0,2013	0,1110	0,5869	0,75	0,84	0,0192
10	Frango, peito, sem pele	1,1916	0,2153	0,0302	0,5868	0,80	0,92	0,0150
11	Frango, sobrecoxa, sem pele	1,6180	0,1757	0,0962	0,8409	0,80	0,76	0,0130
12	Peixe, cação, posta	0,8333	0,1785	0,0079	0,3613	0,65	0,85	0,0225
13	Peixe, corvina do mar	0,9400	0,1857	0,0158	0,6707	0,65	0,84	0,0190
14	Peixe, dourada de água doce	1,3121	0,1881	0,0564	0,5199	0,65	0,85	0,0266
15	Peixe, pescada, filé	1,0721	0,1665	0,0400	0,6484	0,65	0,84	0,0211
16	Peixe, pintado	0,9108	0,1856	0,0131	0,5030	0,65	0,79	0,0280

Fonte: elaborado pelos autores a partir dos dados pesquisa.

Em relação ao regime de funcionamento e à composição do cardápio, a empresa fornece marmitas somente no horário do almoço, de segunda a sexta-feira, oferecendo aos seus clientes uma opção de carne diariamente, a partir da qual a forma de preparação e os acompanhamentos são definidos pelo chefe de cozinha da empresa, conforme parâmetros descritos no Quadro 4.

**Quadro 4:** Relação de parâmetros e índices referentes aos dias de operação e cardápios da empresa

i	Dia da semana	Tipo de carne	Semana	i	Dia da semana	Tipo de carne	Semana
1	Segunda	Bovina	1	11	Segunda	Bovina	3
2	Terça	Porco		12	Terça	Porco	
3	Quarta	Frango		13	Quarta	Frango	
4	Quinta	Peixe		14	Quinta	Peixe	

5	Sexta	Bovina	2	15	Sexta	Bovina	4
6	Segunda	Frango		16	Segunda	Frango	
7	Terça	Porco		17	Terça	Porco	
8	Quarta	Bovina		18	Quarta	Bovina	
9	Quinta	Frango		19	Quinta	Frango	
10	Sexta	Bovina		20	Sexta	Bovina	

Fonte: elaborado pelos autores a partir dos dados pesquisa.

Em relação à diversificação do cardápio, a empresa não tem restrições referentes à possibilidade de repetição das carnes de porco, frango e peixe, uma vez que essas são carnes consumidas somente uma vez por semana. Contudo, a carne bovina é consumida na preparação de marmitas duas vezes por semana e, por isso, a empresa utiliza um tipo de carne bovina diferente a cada semana, o que gera a necessidade de diversificação semanal.

Diante de tal fato, as restrições do modelo proposto que têm por objetivo garantir a diversificação do cardápio (Equações 3 e 4) foram implementadas da seguinte forma: a restrição descrita pela Equação 3 foi aplicada às opções de carne bovina,  $k=1, \dots, 7$ , até que fosse identificada a opção de carne bovina *in natura* com menor preço e que atendesse às restrições nutricionais, portanto, aquela que seria utilizada por dois dias no cardápio da primeira semana; a partir disso, a restrição descrita pela Equação 4 foi implementada também para os tipos de carne  $k=1, \dots, 7$  (bovina) com acréscimo de 10% de centavo (0,001) ao preço da opção identificada na semana imediatamente anterior ( $C_k X_{ijk}$ ), fazendo com que fosse identificada a opção de carne bovina com o segundo menor preço de custo ( $C_k X_{ijk} + 0,001$ ) e que atendesse aos parâmetros nutricionais, sendo que, essa nova opção de carne *in natura* seria utilizada por dois dias no cardápio da segunda semana, e assim sucessivamente ( $\dots \geq C_k X_{ijk} + 0,001$ , para  $k=1, \dots, 7$ ) até o fechamento dos cardápios da terceira e da quarta semana, respectivamente.

### Análise dos Dados e Apresentação dos Resultados

Segundo os dados reais da empresa Carcará Alimentação Saudável, a aplicação do modelo matemático de otimização proposto nesta pesquisa permitiu minimizar o custo de aquisição de carne *in natura* consumida na preparação das refeições fornecidas, e ainda, promoveu a diversificação do cardápio da empresa, atendendo a todos os seus parâmetros técnico-nutricionais, levando-se em conta também as perdas de matéria-prima decorrentes dos processos de limpeza e de cozimento, conforme demonstrado pelas informações detalhadas na Tabela 1.

**Tabela 1:** Cardápio e custos identificados por semana e dia

Semana	Custo semanal (R\$)	Dia	Tipo de carne in natura utilizada na preparação do cardápio mensal	Quantidade (kg)	Custo diário (R\$)
Semana 1	6.103,64	Segunda	Carne bovina, lagarto (k=4)	55,07	1.536,55
		Terça	Carne de porco, lombo (k=8)	53,18	999,69
		Quarta	Carne de frango, peito, sem pele (k=10)	48,39	725,88

		Quinta	Carne de peixe, corvina do mar (k=13)	68,68	1.304,97
		Sexta	Carne bovina, lagarto (k=4)	55,07	1.536,55
Semana 2	5.316,90	Segunda	Carne de frango, peito, sem pele (k=10)	48,39	725,88
		Terça	Carne de porco, lombo (k=8)	53,18	999,69
		Quarta	Carne bovina, coxão mole (k=2)	50,27	1.432,72
		Quinta	Carne de frango, peito, sem pele (k=10)	48,39	725,88
		Sexta	Carne bovina, coxão mole (k=2)	50,27	1.432,72
		Segunda	Carne bovina, maminha (k=5)	60,35	1.804,51
Semana 3	6.639,56	Terça	Carne de porco, lombo (k=8)	53,18	999,69
		Quarta	Carne de frango, peito, sem pele (k=10)	48,39	725,88
		Quinta	Carne de peixe, corvina do mar (k=13)	68,68	1.304,97
		Sexta	Carne bovina, maminha (k=5)	60,35	1.804,51
		Segunda	Carne de frango, peito, sem pele (k=10)	48,39	725,88
Semana 4	5.699,76	Terça	Carne de porco, lombo (k=8)	53,18	999,69
		Quarta	Carne bovina, miolo de alcatra (k=6)	54,14	1.624,16
		Quinta	Carne de frango, peito, sem pele (k=10)	48,39	725,88
		Sexta	Carne bovina, miolo de alcatra (k=6)	54,14	1.624,16

Fonte: elaborado pelos autores a partir dos dados pesquisa.

Segundo as informações detalhadas na Tabela 1, além de proporcionar informações objetivas acerca de qual tipo de carne comprar para cada dia de operação (coluna=Tipo de carne), as informações produzidas pelo modelo proposto permitiram identificar também quais as respectivas quantidades de compras, e ainda, seus custos diários e semanais.

Esse tipo de informação permite planejar o processo de compra de forma otimizada, pois proporciona informações financeiras necessárias ao planejamento e dimensionamento do capital de giro destinado à aquisição da sua matéria-prima mais relevante e cara (coluna=Custo semanal; coluna=custo diário). Além disso, uma vez conhecidas as quantidades demandadas previamente para cada dia de funcionamento, é possível dimensionar tanto o processo de logística, quanto o processo de armazenamento da carne *in natura* (coluna=quantidade).

Ainda segundo as informações detalhadas na Tabela 1, o modelo proposto nesta investigação científica permitiu avaliar que a empresa em questão deveria dispor de um sistema de armazenamento com capacidade média de, no mínimo, 270 kg por semana, uma vez que nas semanas 1, 2, 3 e 4, são demandados 280,40kg, 250,50kg, 290,95kg e 258,24kg de carne *in natura* para atender às respectivas demandas.

De forma semelhante, porém, sob a perspectiva financeira, as informações produzidas a partir da aplicação da modelagem matemática de otimização pesquisada permitiram identificar uma demanda média semanal de cerca de R\$5.940,00 necessários à aquisição de carne *in natura*, pois, ao longo das semanas 1, 2, 3 e 4, seriam gastos, no mínimo, R\$ 6.103,64, R\$ 5.316,89, R\$ 6.639,56 e R\$ 5.699,77, respectivamente.

Assim, além de fornecer suporte para a tomada de decisões de várias naturezas (logística, armazenamento, financiamento do capital de giro e fluxo de caixa), ao cumprir o que determina sua função objetivo, o modelo de otimização ora proposto minimizou os custos com aquisição da carne *in natura* utilizada pela empresa na preparação dos seus pratos, conforme pode ser observado nas informações detalhadas pela Tabela 2.

**Tabela 2** - Análise de custos com aquisição da carne *in natura*, a partir da aplicação do modelo proposto

Tipo de carne	Custo		Diferença (economia)	
	Real (R\$)	Modelo proposto (R\$)	Absoluta (R\$)	Relativa (%)
Bovina	13.455,00	12.795,88	-659,12	-4,90%
Porco	4.050,00	3.998,76	-51,24	-1,27%
Frango	7.155,00	4.355,28	-2.799,72	-39,13%

Peixe	2.691,00	2.609,94	-81,06	-3,01%
Total	27.351,00	23.759,85	-3.591,15	-13,13%

Fonte: elaborado pelos autores a partir dos dados pesquisa.

Segundo as informações da Tabela 2, a implementação do modelo matemático de otimização proposto nesta pesquisa permitiria atingir uma economia em torno de 13% em relação aos atuais valores praticados pela empresa Carcará Alimentação Saudável no processo de aquisição de carne *in natura* para utilização na elaboração de seus produtos. Sendo que, além da economia global, também foi possível identificar em que tipo de carne ocorreriam as maiores e menores economias.

Por fim, vale destacar que, a despeito da quantidade de parâmetros e variáveis impostos ao modelo proposto nesta pesquisa, sua aplicação não demandou mais que um minuto para resolução, mais precisamente 45 segundos. Isso pode ser considerado mais que satisfatório, especialmente ao ser considerada a quantidade e a variedade de informações adicionais levantadas com base nos resultados da referida aplicação.

### Considerações Finais

Em qualquer tipo de atividade econômica, o planejamento é um fator crítico, sendo que, especialmente em negócios do setor de *food service*, a falta de planejamento pode comprometer seriamente a sobrevivência do empreendimento.

Fatores como logística e armazenamento são essenciais para a manutenção da qualidade das matérias-primas utilizadas na preparação dos pratos dos restaurantes em geral. E, não menos importante, o planejamento financeiro voltado para o dimensionamento do capital de giro e a gestão do fluxo de caixa são indispensáveis na gestão de qualquer tipo de negócio.

Por isso, a tomada de decisões acertada em tempo hábil torna-se fundamental ao processo de gestão das empresas do setor *food service*, que têm que lidar diariamente com questões relacionadas à perecibilidade, qualidade nutricional, questões sanitárias, entre outros fatores operacionais igualmente importantes. Nesse contexto, o processo de modelagem matemática de otimização pode ser de grande utilidade, uma vez que esse tipo de ferramenta é capaz de resolver problemas de naturezas complexas e variadas, e ainda, que demandam a parametrização de um conjunto expressivo de variáveis.

O modelo matemático de otimização proposto nesta investigação científica mostrou-se capaz de promover a diversificação do cardápio, atender parâmetros técnico-produtivos e nutricionais, e ainda, permite minimizar o custo de aquisição de carne *in natura* consumida na preparação das refeições fornecidas por empresas do setor *food service*, além de levar em conta as perdas decorrentes dos processos de limpeza e ao cozimento dessa matéria-prima que pode ser considerada essencial neste segmento econômico.

Os testes computacionais realizados a partir da aplicação em uma situação real mostraram que as informações levantadas pelo modelo proposto podem ampliar sua utilidade para além das questões envolvendo parâmetros técnicos, produtivos, nutricionais e de custo. Ou seja, foram levantadas informações diárias que permitem dimensionar o capital giro médio a partir da gestão dos fluxos de caixa diário, semanal e/ou mensal. Adicionalmente, as informações acerca das quantidades e tipos de matérias-primas a serem adquiridas podem ser de grande utilidade na tomada de decisões envolvendo a logística e o armazenamento da carne *in natura*. Valendo ressaltar que o custo computacional da aplicação em questão pôde ser considerado muito baixo (45 segundos).

Para a continuidade desta pesquisa e ampliação dos seus resultados, sugere-se a investigação e proposição de um modelo matemático de otimização de funcionamento semelhante àquele ora proposto, porém, aplicado aos acompanhamentos dos pratos principais elaborados a partir da carne. Nesse sentido, sugere-se também a incorporação de modelos aplicados a acompanhamentos à modelagem pesquisada no presente estudo, de forma a torná-lo mais abrangente e completo.

### Referências

ABRASEL, Associação Brasileira de Bares e Restaurantes. *Dark Kitchens*: tendência de mercado. **Conexão Abrasel: Abrasel Parná**, Curitiba, Apoio para retomada (página eletrônica), 30 set. 2020. Disponível em: [https://pr.abrasel.com.br/noticias/noticias/dark-kitchens-tendencia-de-mercado/?\\_ga=2.194043949.1463658352.1617903784-1768638849.1617903784](https://pr.abrasel.com.br/noticias/noticias/dark-kitchens-tendencia-de-mercado/?_ga=2.194043949.1463658352.1617903784-1768638849.1617903784). Acesso em: 14 set. 2021.

CARMO, Luiz Antônio Mattos do; MESQUITA, Maytê Cabral; RESENDE, Sara Pimenta; PINTO, Marcelo de Rezende. “O pão nosso de cada dia”: Representações dos pratos alegóricos do Brasil e de suas culinárias regionais. **Pista: Periódico Interdisciplinar**, Belo Horizonte, v.3, n.1, p. 55-70 fev./jun. 2021. Disponível em: <file:///D:/Users/USER/Downloads/26611-Texto%20do%20artigo-97904-1-10-20210705.pdf>. Acesso em: 15 set. 2021.

CECHIN, Rafaela Boeira; CORSO, Leandro Luís. Otimização do processo de compras de matéria-prima de uma empresa metalúrgica, com a aplicação da programação dinâmica. *In*: EDITORA POISSON (Org.). **Gestão da produção em foco**. v 37. Belo Horizonte: Poisson, 2019. p.86-93.

CECHIN, Rafaela Boeira; BIASUZ, Rodrigo; FALAVIGNA, Asdrubal; CORSO, Leandro Luís. Programação dinâmica aplicada à redução de custos nas compras de vacinas de um hospital. **Medicina (Ribeirão Preto)**, Ribeirão Preto, v. 52 n. 4, p. 289-296, out./nov./dez. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.2176-7262.v52i4p287-294>. Acesso em: 14 set. 2021

CHO, Meehee; BONN, Mark A.; GIUNIPERO, Larry; DIVERS, Jim. Restaurant purchasing skills and the impacts upon strategic purchasing and performance: The roles of supplier integration. **International Journal of Hospitality Management**, [s. l.], v. 78, p. 293-303, April 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2018.09.012>. Acesso em: 05 set. 2021.

CUESTO, José Carlos. “Dark kitchens”: o que são as “cozinhas fantasma”, que só existem em *apps* de comida. **BBC News Brasil**, [S. l.], (página eletrônica), 01 mar. 2020. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/internacional-51624844>. Acesso em: 14 set. 2021.

DUARTE, Marcela. O restaurante sumiu: como as chamadas “dark kitchens” mudaram o jeito de vender comidas por *apps* durante a pandemia. **Tilt - o canal de tecnologia da UOL**, São Paulo, Grupo Folha de São Paulo, (página eletrônica) 2021. Disponível em: <https://www.uol.com.br/tilt/reportagens-especiais/o-que-e-uma-dark-kitchen-e-por-que-ela-se-tornou-tao-importante-durante-a-pandemia/#cover>. Acesso em: 14 set. 2021.

FERNANDES, Bianca Marques; LONGHINI, Tatielle Menolli. Uso da simulação computacional para análise de atendimento de um restaurante industrial self service. **Tekhne e Logos**, Botucatu, SP, v.12, n.1, p. 85-102, abril, 2021. Disponível em: <http://revista.fatecbt.edu.br/index.php/tl/article/view/732>. Acesso em: 21 set. 2021.

GASPAR, Maria Clara de Moraes Prata. Entre normas socioculturais e dietéticas: o almoço para nutricionistas e mulheres leigas brasileiras, espanholas e francesas. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 26 (suplemento 2), n. 30, p. 3928-3936, ago. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-81232021269.2.09172020>. Acesso em: 14 set. 2021.

GIBOREAU, Agnes. Sensory and consumer research in culinary approaches to food. **Current Opinion in Food Science**, [s. l.], v. 15, p. 87-92, June 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214799317300668?via%3Dihub>. Acesso em 01 set. 2021.

HENRIQUE, Daniel Christian; TINCANI, Gustavo de Oliveira; PACIÊNCIA, Bruno Luiz da. *Food service e Aplicativos de Delivery*: um estudo de viabilidade financeira em uma região universitária. **Produto & Produção**, Porto Alegre, v. 21, n.2, p.60-89. 2020. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/ProdutoProducao/article/view/101311/57302>. Acesso em: 15 ago. 2021.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **POF 2017-2018**: comer fora de casa consome um terço das despesas das famílias com alimentação. Rio de Janeiro: Estatísticas Sociais, 04/10/2019a-10h00 (última atualização: 10/10/2019-17h10). Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/25607-comer-fora-de-casa-consome-um-terco-das-despesas-das-familias-com-alimentacao>. Acesso em: 27 maio 2021.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **POF 2017-2018**: famílias com até R\$ 1,9 mil destinam 61,2% de seus gastos à alimentação e habitação. Rio de Janeiro: Estatísticas Sociais, 4/10/2019b-10h00 (última atualização: 10/10/2019-17:11 h). Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/25598-pof-2017-2018-familias-com-ate-r-1-9-mil-destinam-61-2-de-seus-gastos-a-alimentacao-e-habitacao>. Acesso em: 27 maio 2021.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **POF 2017-2018**: brasileiro ainda mantém dieta à base de arroz e feijão, mas consumo de frutas e legumes é abaixo do esperado. Rio de Janeiro: Estatísticas Sociais, 21/08/2020-10h00 (última atualização: 21/08/2020-10h00). Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/28646-pof-2017-2018-brasileiro-ainda-mantem-dieta-a-base-de-arroz-e-feijao-mas-consumo-de-frutas-e-legumes-e-abaixo-do-esperado>. Acesso em: 27 maio 2021.

MAIA, Silvana Mara Prado Cysne; MOREIRA, Marta da Rocha; MOURA, Michelle Facundo de; BRAGA, Ana Julia Martins. *Braz. J. Hea. Rev.*, Curitiba, v. 3, n. 4, p. 9481-9494, Jul./Aug. 2020. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BJHR/article/download/14051/11747>. Acesso em: 25 ago. 2021.

MARTINS, Marilene; SPINELLI, Mônica Glória Neumann. Avaliação de rendimento, custo e aceitação de carnes bovinas e suínas utilizadas em unidades de alimentação e nutrição. *Saber Científico*, Porto Velho, v. 9, n.1, p. 45-53, jan./jun. 2020. Disponível em <http://revista.saolucas.edu.br/index.php/resc/article/view/1308/pdf>. Acesso em: 21 set. 2021.

MASON, Andrew J. OpenSolver: an open source sdd-in para solve linear and integer progammes in Excel. In: KLATTE, Diethard; LÜTHI, Hans-Jakob; SCHMEDDERS, Karl (eds). *Operations Research Proceedings* (GOR (Gesellschaft für Operations Research e.V.)). Berlin Heidelberg: Springer, 2011. p 401-406. Disponível em: [https://doi.org/10.1007/978-3-642-29210-1\\_64](https://doi.org/10.1007/978-3-642-29210-1_64). Acesso em: 01 maio 2021.

MATTOS, Maurício; KLEINA, Mariana; MARQUES, Marcos Augusto Mendes; SILVA, William de Assis. Aplicação de algoritmos evolucionários na otimização de um recorte de uma cadeia de suprimentos de papel. *Exacta Engenharia de Produção*, São Paulo, v. 19, n. 3, p. 706-728, jul./set. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5585/exactaep.2021.16318>. Acesso em: 14 set. 2021.

MEDEIROS, Mirna de Lima; MASCARENHAS, Rúbia Gisele Tramontin Mascarenhas. Comportamento do consumidor durante a pandemia de COVID-19: estudo das práticas de consumo alimentar em Ponta Grossa (PR). *MiP: Management in Perspective*, Uberlândia, v.2, n.1, p. 4-36, jan./jun. 2021. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/RevistaMiP/article/view/58942>. Acesso em: 24 maio 2021.

MOREIRA, Rafaela Priscila Cruz; MARTINS, Flávio Vinícius Cruzeiro; WANNER, Elizabeth Fialho. CardNutri: Um software de planejamento de cardápios nutricionais semanais para alimentação escolar aplicando inteligência artificial. *RECIIS - Revista Eletrônica de Comunicação, Informação e Inovação em Saúde*, Rio de Janeiro, v. 11, n. 4, p. 1-13, out./dez. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.29397/reciis.v11i4.1272>. Acesso em: 01 set. 2021

OKUMUS, Bendegul; ALI, Faizan; BILGIHAN, Anil; OZTURK, Ahmet Bulent. Psychological factors influencing customers' acceptance of smartphone diet apps when ordering food at restaurants. *International Journal of Hospitality Management*, [s. l.], v. 72, p. 67-77, June 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2018.01.001>. Acesso em 08 set. 2021.

OLIVEIRA, Danilo Elias de; BORGES, Ana Clara André; SILVA, Vinycius Vieira da. Uma aplicação do problema da dieta para se encontrar o menor custo de refeições diárias para idosos na cidade de Monte Carmelo-MG. *Braz. J. of Develop.*, Curitiba, v. 6, n. 6, p. 36025-36034, jun. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n6-229>. Acesso em: 07 set. 2021.

OLIVEIRA, Matheus Lopes Coelho de; SOUSA, Naylanne Lima de; MAGALHÃES, Geovana Carolina de Oliveir; COIMBRA, Livia Muritiba Pereira de Lima. Avaliação qualitativa das preparações do cardápio de funcionários de uma unidade de alimentação e nutrição segundo o método AQPC. *Revista Científica da*

FAMINAS, Muriaé, v. 15, n. 2, p. 20-26, 2020. Disponível em: <http://periodicos.faminas.edu.br/index.php/RCFaminas/article/view/526>. Acesso em: 25 ago. 2021.

RIBEIRO, Ana Beatriz Dutra Lima; DIÓGENES, Ana Kaline; MARQUES, Marília Marinho; SILVA, Sarah Ferreira; DOS SANTOS, Ariane Teixeira; UCHOA, Francisco Nataniel Macêdo; LIMA, Ana Patrícia Oliveira Moura. Investigação dos fatores de correção, fator de cocção e perda em diferentes tipos de carnes em uma Unidade de Alimentação e Nutrição hospitalar. **Revista Intertox-EcoAdvisor de Toxicologia Risco Ambiental e Sociedade**, São Paulo, v.8, n. 3, p. 71-78, out. 2015. Disponível em: <http://autores.revistarevinter.com.br/index.php?journal=toxicologia&page=article&op=view&path%5B%5D=219&path%5B%5D=431>. Acesso em: .

RIBEIRO, Cilene da Silva Gomes; CORÇÃO, Mariana. O consumo da carne no brasil: entre valores sócios culturais e nutricionais. **Demetra: alimentação, nutrição e saúde**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 3, p. 425-438, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.12957/demetra.2013.6608>. Acesso em: 13 set. 2021.

SILVA, Adriano De Souza; GOMES, Rickardo Léo Ramos. A importância do *strategic sourcing* para o processo de compras spot. **Revista Observatório da Economia Latino-americana**, [s. l.], artigo eletrônica n. 3, p. 1-13, dez. 2020. Disponível em: <https://www.eumed.net/rev/oel/2020/12/strategic-sourcing-comprasspot.html>. Acesso em: 09 set. 2021.

SOMMADOSSI, Guilherme. Rappi e Uber Eats apostam em tendência das “dark kitchens”. **Forbes Brasil**, [S. l.], Negócios (página eletrônica), 2 de janeiro de 2020. Disponível em: <https://forbes.com.br/negocios/2020/01/rappi-e-uber-eats-apostam-em-tendencia-das-dark-kitchens/>. Acesso em: 14 set. 2021.

UNICAMP, Universidade Estadual de Campinas. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. 4. ed. Campinas: Núcleo de Estudos e pesquisas em Alimentação (NEPA-UNICAMP), 2011. Disponível em: [https://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2017/03/taco\\_4\\_edicao\\_ampliada\\_e\\_revisada.pdf](https://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2017/03/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf). Acesso em: 28 ago. 2020.

VERLY-JUNIOR, Eliseu; OLIVEIRA, Dayan Carvalho Ramos Salles de; PINTO, Rafael Lavourinha; MARQUES, Emanuele Souza; CUNHA, Diana Barbosa; SARTI, Flávia Mori. Viabilidade no atendimento às normas do Programa Nacional de Alimentação Escolar e sua relação com custo dos cardápios. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 2, p. 749-755, fev. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-81232021262.01012019>. Acesso em: 17 set. 2021.