

SINERGIA

REVISTA DO INSTITUTO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS, ADMINISTRATIVAS E CONTÁBEIS (ICEAC)

ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA NUTRICIONAL E PANDEMIA DE COVID-19: PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA AUXILIAR NA DEFINIÇÃO DOS ITENS DE 'KIT ALIMENTARES'

FRANCISCO IVANDER AMADO BORGES ALVES*
JEFFERSON DA SILVA OLIVEIRA**
FRANCISCA YASMIN DE AGUIAR GUEDES***
BIANCA SOUZA DE CARVALHO****

RESUMO

A pandemia trouxe efeitos imediatos sobre a dinâmica da sociedade, inclusive no ambiente escolar. Uma das medidas urgentes para assegurar a segurança de alunos e dos seus círculos de convivência, foi a suspensão das aulas presenciais e vigência do regime remoto. Contudo, um aspecto preocupante é a insegurança alimentar dos estudantes; inquietação essa minimizada pela flexibilização do PNAE para possibilitar a distribuição de 'kits alimentares'. Neste ínterim, de maior responsabilização pela definição dos gêneros alimentícios, este trabalho objetiva identificar uma proposta metodológica para auxiliar nutricionistas administradores na definição dos itens componentes de 'kits alimentícios'. O estudo é quantitativo, descritivo, valendo-se da programação linear. A simulação consiste em selecionar 93 alimentos e identificar-se as necessidades nutricionais para um estudante de ensino médio, submetendo os dados à modelagem de otimização linear. O achado consiste em um algoritmo de resolução para o *diet problem*, o qual pode ser manipulado para obter dietas equilibradas para os alunos, atendendo as exigências nutricionais e minimizando o custo financeiro. Demonstra-se a aplicabilidade da programação linear para otimizar a escolha de porções de alimentos para compor 'kits'; ainda há administradores nutricionais que desconhecem os poderes desta para subsidiar e proporcionar velocidade em sua tomada de decisão.

Palavras-chave: Administração nutricional pública; kits alimentares; otimização linear; Covid-19.

ABSTRACT

The pandemic had immediate effects on the dynamics of society, including the school environment. One of the urgent measures to ensure the safety of students and their social circles was the suspension of classroom classes and the effectiveness of the remote regime. However, a worrying aspect is the food insecurity of students; this concern minimized by the flexibility of the PNAE to enable the distribution of 'food kits'. In the meantime, with greater responsibility for the definition of foodstuffs, this work aims to identify a methodological proposal to assist administrator nutritionists in defining the component items of 'food kits'. The study is quantitative, descriptive, using linear programming. The simulation consists of selecting 10 foods and identifying the nutritional needs for a high school student, submitting the data to linear optimization modelling. The finding consists of a solution algorithm for the diet problem, which can be manipulated to obtain balanced diets for the students, meeting the nutritional requirements and minimizing the financial cost. The applicability of linear programming to optimize the choice of food portions to compose 'kits' is demonstrated; there are still nutritional administrators who are unaware of its powers to support and provide speed in their decision-making.

Keywords: Public nutritional administration; food kits; linear optimization; Covid-19.

Recebido em: 04-10-2021 Aceito em: 10-02-2022

1 INTRODUÇÃO

O Brasil ainda possui diversos problemas para enfrentar, entre os quais está o desafio educacional. Num primeiro momento, havia a restrição na oferta do ensino, principalmente nas regiões mais distantes dos centros populacionais, que somada ao grande abismo da desigualdade contribuía para a evasão dos que ainda tinham um mínimo acesso. Choca-se quando observamos os percentuais de alunos, da educação básica, em estudos mais antigos como o de Andrade, Franco e Carvalho (2003), que precisavam trabalhar

* Mestrando em Modelagem e Métodos Quantitativos pela Universidade Federal do Ceará. MBA - Gestão Financeira e Controladoria pela Faculdade Descomplica. Bacharel em Ciências Contábeis pela Universidade Federal do Ceará. E-mail: ivandborges@gmail.com

** Mestrando em Modelagem e Métodos Quantitativos pela Universidade Federal do Ceará. Bacharel em Estatística pela Universidade Federal de Rondônia - UNIR.

*** Bacharel em Ciências Contábeis pela Universidade Federal do Ceará.

**** Bacharel em Ciências Contábeis pela Universidade Federal do Ceará.

ao mesmo tempo em que deviam estudar, não porque podiam escolher, mas por ser a única alternativa para complementar a renda de subsistência.

Ou ainda, quando a permanência na escola significava longas horas de jejum, pois também era representativa a quantidade de alunos que não poderiam se alimentar fora de casa. Condição esta que permanece até os dias atuais, sobretudo quando se observa o salto da quantidade de famílias abaixo da linha da pobreza (COUTO, 2021).

A insegurança alimentar é um dos muitos desafios do país, mesmo com a Constituição de 1988 prevendo o direito à educação pública de qualidade e o direito à alimentação. Como uma medida para subsidiar a educação surge o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), o qual repassa um valor fixo, por aluno, dos recursos do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) aos estados, municípios e instituições conveniadas, com o intuito de complementar o custo da alimentação estudantil, juntamente com a promoção de ações de saúde nutricional. Com seu caráter complementar, os gestores finais dos recursos, em algumas situações, poderiam ficar preocupados com o atendimento integral do objetivo de assegurar refeição de qualidade, seguindo toda a regulação exigida pelo PNAE (CARVALHO *et al.*, 2021; FUNDO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO, 2013; BRASIL, 2009; 1988).

Não obstante a isso, nova inquietude veio em decorrência da pandemia de COVID-19. Uma das primeiras medidas para reduzir a circulação do vírus na população em geral, não se restringindo apenas aos infectados, foi a suspensão das aulas presenciais. Entretanto, enquanto evitava-se o risco de estudantes se contaminarem e infectarem outras pessoas, por outro agravou-se a situação daqueles discentes que já viviam a insegurança alimentar ou que passaram a vivenciar tal condição com as demissões em massa de seus responsáveis (AMORIM; RIBEIRO JUNIOR; BANDONI, 2020; ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE, 2020; PEREIRA *et al.*, 2020; SANTANA; SALES, 2020).

Neste contexto de insegurança, houve esforço de flexibilizar a regulação do PNAE, culminando na Lei nº 13.987, de 7 de abril de 2020, a qual possibilitou a distribuição dos alimentos, que os alunos consumiriam na escola aos seus responsáveis, para consumo em seus lares. Nesse cenário, o desafio fica por conta dos nutricionistas administradores e equipes de logística, em que necessitam não mais definir um cardápio de preparações, mas montar '*kits* alimentares' para distribuir aos estudantes, tendo também de particionar alguns dos gêneros, como carnes e atender a regulação da qualidade da refeição escolar (AMORIM; RIBEIRO JUNIOR; BANDONI, 2020; PEREIRA *et al.*, 2020)

Dessa forma, este trabalho pretende contribuir com a temática ao responder a seguinte questão de pesquisa: Qual uma possível metodologia para otimizar o custo da seleção de itens para compor *kits* alimentares, atendendo os requisitos nutricionais do PNAE, durante o período de pandemia de Covid-19? Neste intuito, delinea-se o como objetivo geral identificar uma proposta metodológica para auxiliar nutricionistas na definição dos itens componentes de '*kit* alimentícios'.

Efetivamente, o estudo, descrito neste artigo, centra sua contribuição em uma questão prática e atual ao se propor a apresentar uma metodologia que auxilie administradores públicos nutricionais na definição de *kit* alimentares. Dessa forma, o setor público e a sociedade colhem os benefícios dessa abordagem ao terem um ferramental adicional que possibilite a simulação de diversos cenários, dietas alimentares, bastando realizar pequenas edições no algoritmo, o que se espera que facilite o trabalho do nutricionista em definir quais alimentos e em que porções comporão os *kit*. A academia também se beneficia, uma vez que a metodologia utilizada pode ser replicada para outros contextos, além da possibilidade de avançar-se na temática ao se debruçar sobre as sugestões de estudos futuros.

Nesse intuito, o trabalho aplica a metodologia da programação linear para desenvolver um algoritmo que resolva o problema da dieta (nesse caso, encontrar um *kit* ótimo que atenda aos requisitos nutricionais, ao menor custo possível). Para tanto, os dados referentes aos requisitos nutricionais, a quais alimentos os fornecem e em que quantidades foram obtidos da planilha 'Plan PNAE', fornecida no *website* do FNDE; por sua vez, às necessidades nutricionais diárias, para alunos cursantes do Ensino Médio regular (16 a 18 anos), foram obtidas na Resolução FNDE nº 06/20; já os preços dos alimentos foram consultados no *website* de uma rede atacadista. O *software* para organização, tabulação, de todos esses dados foi a planilha eletrônica do *Google Sheets*, sendo a criação e execução do algoritmo realizadas no *Google Colab* que é baseado em linguagem *Python*.

Quanto à estrutura, este artigo encontra-se dividido em 5 partes, sendo esta introdução a primeira delas. Na segunda seção são apresentados os referenciais do estudo, em que primeiro discorre-se sobre o PNAE e sua fundamentação legal principal, em seguida trata-se da pandemia de COVID-19 e seus efeitos na educação, para assim findar com a questão do problema da dieta, o que une as três subseções, uma vez que a pandemia passou a exigir que a alimentação escolar fosse distribuída aos responsáveis pelos alunos, mas havia a dificuldade de como selecionar e particionar os alimentos que serão incluídos nos *kits*, de uma forma otimizada. A metodologia do estudo é descrita na terceira seção, de forma que tanto a caracterização do estudo como o desenho metodológico, os passos que podem ser replicados, são apresentados. Em seguida são apresentados os resultados, bem como é descrito o algoritmo que foi construído. Findando-se com a indicação das principais conclusões e das sugestões para estudos posteriores.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Programa Nacional de Alimentação Escolar

O direito à educação gratuita e de qualidade é uma garantia expressa nos direitos sociais do art. 6º, da Constituição da República Federativa do Brasil (CF/88), de 5 de outubro de 1988, também estando listado o direito à alimentação. A temática da educação é tão crucial a ponto da CF/88 dedicar todo o Capítulo III para tratar do assunto, com destaque para dois pontos nesse momento: (i) universalização e obrigatoriedade do ensino para os jovens de 4 a 17 anos e (ii) o atendimento aos estudantes em todas as etapas de ensino via programas suplementares, dentre os quais o da alimentação escolar; positivados nos incisos I, II - para o ponto (i) - e VII - (ii) - do art. 208 (BRASIL, 1988).

Há total sentido nos programas suplementares da educação, uma vez que os estudantes passam longas horas nas escolas, bem como pela insegurança alimentar que potencializaria a evasão se os alunos fossem submetidos a permanecer no ambiente escolar sem garantia de alimentação. Vale destacar que estas duas considerações não esgotam os fatores que contribuem para a evasão escolar, haveria de serem considerados a gravidez juvenil, dificuldade no acesso às escolas, jornada de trabalho concorrente à jornada escolar, entre outros (BRANCO et al., 2020; MARQUES et al., 2019; SILVA FILHO; ARAÚJO, 2017; SOUSA et al., 2018; TEMP; COUTINHO, 2020).

Como programa suplementar para a alimentação escolar há o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), regulado, principalmente pela Lei nº 11.947, de 16 de junho de 2009, e subsidiariamente por uma série de resoluções do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) (BRASIL, 2009). O PNAE objetiva fornecer alimentação escolar de qualidade e educação nutricional e alimentar aos estudantes da educação básica pública e conveniada (BRASIL, 1996).

O repasse dos recursos ocorre através de um valor fixo por aluno, por nível de escolaridade e, correspondente a cada dia letivo. Para estudantes de creche (independente da modalidade) o valor diário é R\$ 1,07; para crianças da pré-escola o valor é R\$ 0,53; aos que frequentam o ensino fundamental e médio se destina R\$ 0,36; para aqueles cursistas de Educação de Jovens e Adultos (EJA) o valor cai para R\$ 0,32; para escolas de modalidade não regular este valor também varia, sendo destinado R\$ 0,64 para escola de educação básica localizadas em áreas indígenas e remanescentes de quilombos, reservado R\$ 1,07 para escola de tempo integral, assim como R\$ 2,00 para programa de Fomento às Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral e R\$ 0,53 para alunos que frequentam o Atendimento Educacional Especializado (AEE) no contraturno. A transferência dos recursos aos estados e municípios é feita de forma direta a estes entes, tendo por base os dados do censo escolar do ano anterior, em 10 parcelas mensais, pagas de fevereiro a novembro (FUNDO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO, s.d.; MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2017).

O cardápio deve ser elaborado por nutricionista administrador, considerando os hábitos alimentares locais, culturais, saudáveis, a variedade de alimentos e a segurança destes, no intuito de contribuir para o crescimento e desenvolvimento dos discentes e a melhoria no desempenho escolar, bem como o atendimento dos itens da Resolução nº 06, de 08 de maio de 2020 (FUNDO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO, 2020).

A Resolução nº 06/20 traz na Seção II, do Capítulo IV, uma série de exigências que podem ser facilmente julgadas como legítimas, afinal o programa é feito para assegurar a permanência dos alunos e a qualidade da dedicação deles à escola. Mas por outro lado, exige do nutricionista administrador, responsável técnico (RT), e de seus subordinados uma exigência extra na definição dos cardápios escolares, principalmente quando falamos na dificuldade em conhecer as características biofísicas e sociais dos alunos e, pelos princípios da Resolução, no cenário ideal, as dietas deveriam ser democráticas no sentido de abranger a individualidade destes. Somado a isto, Carvalho *et al.* (2021) destacam que os valores repassados pelo FNDE, via PNAE, são complementares, isto é, não se consideram que apenas os repasses federais seriam toda a fonte necessária para garantir uma alimentação de qualidade aos estudantes e respeitar-se os instrumentos legais e constitucionais neste tocante.

2.2 A pandemia de COVID-19: efeitos sobre a educação e insegurança alimentar

A cidade de Wuhan (China) registrou casos de uma 'pneumonia aguda'. Tão logo, o caso chamou atenção pela agressividade acometida aos pacientes mais graves e concentração de ocorrências aproximadamente próximas. Não demorou muito para identificar-se que se estava diante de um novo vírus, do gênero *betacoronavirus*, pertencente à família *Coronaviridae*; denominado de 'Síndrome Respiratória Aguda Grave - coronavírus 2' (SARS-Cov-2), o qual é o agente causador da doença COVID-19 (IHME COVID-19 FORECASTING TEAM, 2021; BAI et al., 2020; GUAN et al., 2020).

Os coronavírus são conhecidos há 60 anos, e estão relacionados ao desencadeamento de infecções

respiratórias de níveis mais leves a condições mais severas (inclusive à morte). Os tipos virais conhecidos desta família provocaram surtos como o SARS-CoV (em 2002, iniciado na China e espalhado para diversos países) e o MERS (2012, Arábia Saudita, posteriormente propagado para outros países do Oriente Médio, Europa e África) (LANA et al.; 2020; SOHRABI et al., 2020).

Cronologicamente, no dia 11/03/2020, a Organização Mundial de Saúde (OMS) declara que a COVID-19 passa à condição de pandemia mundial. Anteriormente, em 30/01/2021, a OMS declarou a nova epidemia como uma emergência de saúde pública de interesse internacional que viria a se espalhar pelo globo e ser elevada à condição de pandemia. Incurrendo o primeiro caso de contaminação brasileira em 26/02/2020, sendo a primeira morte ocorrida 20 dias depois (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2020; MOREIRA, PINHEIRO, 2020; VIEIRA, 2020).

Quanto aos sintomas, pode ocorrer dispneia, congestão nasal, dor de cabeça, conjuntivite, dor de garganta, diarreia, perda de paladar ou olfato, erupção cutânea na pele e descoloração dos dedos das mãos ou dos pés. Cerca de 80% das pessoas se recuperam da doença sem precisar de tratamento hospitalar; das que precisam desse tipo de tratamento, em torno de 5% necessitam de assistência intensiva com tratamento de insuficiência respiratória. O grupo de risco é constituído por idosos, pessoas com problemas médicos subjacentes, como pressão alta, problemas cardíacos e pulmonares, diabetes ou câncer. Todavia, qualquer pessoa pode pegar a COVID-19 e ficar gravemente doente (LANA et al.; 2020; ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE, 2020; SOHRABI et al., 2020).

De imediato houve um esforço mundial de desenvolvimento de uma vacina contra o vírus. Enquanto não era realidade palpável, o poder público devia tomar rápidas decisões, com as informações disponíveis, para suavizar o estresse ao sistema de saúde. Dentre as medidas, umas das mais urgentes para se assegurar a segurança de alunos, funcionários, parentes e membros do círculo destes atores, rapidamente foi decretado a suspensão das aulas presenciais e vigência do regime remoto (SANTANA; SALES, 2020; SILVA et al., 2020).

Contudo, um aspecto temerizado é a insegurança alimentar (IA) dos estudantes; preocupação essa minimizada pela flexibilização do PNAE para possibilitar a distribuição de 'kits alimentares', autorizada pela Lei nº 13.987, de 7 de abril de 2020 (BRASIL, 2020). Ainda assim, a responsabilidade dos nutricionistas e demais administradores públicos persiste, ou podemos supor que aumentou, uma vez que dado o aluno não estar indo à escola há uma questão logística no armazenamento e distribuição desses kits aos responsáveis, bem como dificuldade das equipes gestoras do programa de alimentação em medir o estado biofísico e social dos alunos (AMORIM; RIBEIRO JUNIOR; BANDONI, 2020; PEREIRA et al., 2020).

O retrato da IA está diretamente associado com a desigualdade, uma vez que muitos estudantes só dispõem de três refeições diárias por contarem com alimentação escolar. Situação agravada na pandemia, tanto pelo risco de morte da pessoa provedora da família como também pelo aumento do desemprego e da falência de negócios. Dados apontam que a quantidade de pessoas abaixo da linha da pobreza triplicou durante a pandemia e já representam quase 13% da população brasileira (COUTO, 2021). A preocupação é do presente, mas no provável retorno dos alunos é necessário avaliar a condição de IA dos estudantes, bem como o debate da expansão dos valores destinados ao custeio do PNAE e de flexibilizar a disponibilização de alimentos nos períodos de férias escolares, principalmente neste momento inicial (AMORIM; RIBEIRO JUNIOR; BANDONI, 2020).

Todavia, um aspecto que emerge, refere-se ao valor repassado pelos recursos do PNAE. Antes da pandemia, estes chegavam a ser insuficientes, sobretudo pelo seu caráter complementar no custeio da alimentação escolar (PEREIRA et al., 2020). Entretanto, os gestores públicos conseguiam gerenciar parte dessa situação via ganhos de escala, ou seja, comprar alimentos em maior quantidade a custo menor e quando destinado às escolas, cozinhá-los lá ou num ambiente centralizado, mas patrociná-los e servi-los aos alunos. Quando se passa a distribuir os gêneros alimentícios sem cozinhá-los, fica a dificuldade extra de selecionar quais itens comporão a cesta (*kit*) que cada aluno vai receber, a dificuldade de particionar carnes, queijos e outros itens e, como definir produtos substitutos quando um determinado item se esgota antes do último '*kit*' ser definido.

2.3 Diet problem e a busca da composição de uma cesta ótima

A programação (ou otimização) linear é "Um caso particular dos modelos de programação em que as variáveis são contínuas e apresentam comportamento linear, tanto em relação às restrições como à função objetivo [...]" (GOLDBARG; LUNA, 2005, p. 11). Pode-se entendê-la como dedicada ao desenvolvimento de métodos que possibilitem obter soluções para problemas que envolvem comportamentos de maximização ou minimização de uma função de interesse, mas que se encontram limitadas por restrições. O objetivo é encontrar uma solução ótima dentre um conjunto de possibilidades viáveis, o que pode não ser tão trivial em termos de complexidade do problema, poder computacional, custo e tempo disponível para obter tal solução, se ela existir (DOOREN, 2018; DEPTFORD et al, 2018).

Um desses problemas é o da dieta (*diet problem*). Stigler (1945) menciona que já se havia um elenco de estudos no sentido de recomendar dietas do tipo 'baixo custo', 'moderada' e 'caras', adequadas aos níveis de renda de pessoas, mas que não se havia abordagem de uma que atendesse as quantidades adequadas de nutrientes e calorias, mas que fosse obtida ao menor preço. A solução encontrada pelo autor não foi devidamente sofisticada, haja vista que se tratava de tentativa e erro que reduziram os 77 alimentos iniciais para uma quantidade menor, a qual reduziu o sistema de equações a ser resolvido, indicando que a dieta ideal custaria \$39,93 por ano, em 1939 - tratava-se de um problema com nove restrições, os nutrientes, e com 77 incógnitas, os alimentos (GARILLE; GASS, 2001).

Salto em resoluções mais sofisticadas seria dado poucos anos depois, já com o desenvolvimento do método simples por Dantzig, em 1947 (KRIPKA; PECCATI, 2014). Ainda em 1947, Laderman usou o método para resolver o problema da dieta de Stigler, valendo-se de nove funcionários, dispendo de calculadoras de mesa operadas manualmente, ao longo de 120 homens-dia para encontrar a solução de \$ 39,69; a qual apresentava um excesso de niacina, tiamina, proteína e ferro; se não fosse permitido excessos então o custo subiria para \$ 49,40 (GARILLE; GASS, 2001). Vale considerar que a solução retornará alimentos para compor um *'kit'*, podendo gerar uma combinação que não seria, *a priori*, saborosa; por isso que o resultado poderia ser melhorado ao considerar uma variedade maior de alimentos, contar com equipe multidisciplinar de nutricionistas e gastrônomos, os quais poderiam trazer a contribuição qualitativa sobre as refeições que tal combinação de itens alimentícios poderiam gerar. Ainda, Lancarster (1992) menciona que com o avanço da literatura, além da resolução do modelo que otimize e respeite as restrições, também se passou a considerar variações e preferências alimentares na definição das dietas.

Além da literatura internacional, há pesquisas brasileiras que se debruçaram sobre o problema da dieta em diferentes enfoques. Entre estes está Kripka e Peccati (2014) que realizaram uma variação que objetiva minimizar o consumo de calorias e preservar a qualidade nutricional da dieta. Como o trabalho analisava o consumo diário, em todas as refeições, foi necessário aplicar a programação linear em cada refeição, de modo que a quantidade de calorias máxima por refeição também variaria, implicando em seis problemas a serem otimizados – as seis refeições -. Com essa quantidade de refeições foi necessário considerar 57 alimentos. As autoras conseguiram determinar algumas dietas que reduziram as quantidades calóricas das refeições e, nas dietas que a otimização não retornou relevante redução, foi percebido que o consumo violou a dieta esperada, os alimentos poderiam ser distribuídos de modo a satisfazer as necessidades diárias e não apenas as por refeição.

Por sua vez, Santos e Quintal (2016) objetivam identificar uma ração (dieta) para suínos com valores nutricionais adequados e de reduzido custo de produção. Através do emprego da programação linear e de ajustes pelo Quadrado de Pearson, os autores conseguiram identificar uma ração constituída por 11 ingredientes que retornava um custo de R\$ 0,48 por quilograma. Os autores ainda destacam que esta alimentação é recomendada para animais adultos, principalmente para porcas em gestação. O que indica que mesmo para animais, a definição de dietas deve ser ajustada às particularidades do ser, o que aumenta a relevância da abordagem da otimização linear, especificamente quanto à facilidade de ajustar os parâmetros e obter novas dietas.

Já, Oliveira, Borges e Silva (2020) se voltaram a obtenção do menor custo financeiro para alimentação de idosos da cidade de Monte Carmelo (MG). Os pesquisadores aplicaram a programação linear, considerando um grupo de 62 alimentos facilmente encontrados na cidade. As informações nutricionais dos alimentos foram obtidas da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos -TACO -, criada pelo Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação -NEPA - e, as recomendações nutricionais diárias foram obtidas do site do *National Institutes of Health* -NIH -, do Departamento de Saúde e Serviços Humanos dos Estados Unidos. Vale salientar que a dieta considera uma cesta de alimentos que atenda a todas as refeições diárias, por isso da maior quantidade de alimentos. Obteve-se uma dieta ao custo de R\$ 6,92; pesando quase 1,5 kg (sendo aproximadamente 0,9 kg apenas de brócolis). Os autores tentaram fazer ajustes para minimizar o peso da alimentação, para flexibilidade a necessidade diária de potássio e para excluindo os brócolis. De modo geral, o trabalho conseguiu determinar opções de dietas e identificou uma elevada relevância de um alimento específico que atende às recomendações nutricionais.

Assim, considerando-se a aplicabilidade própria do *diet problem* para a escolha de um *'kit'* que otimize o custo, dada restrições a serem atendidas, acredita-se que este ferramental possibilitará auxílio ao nutricionista administrador quando da resolução dos problemas citados no fim da subseção 2.2. É preciso delimitar que este trabalho não objetiva indicar um cardápio ideal, haja visto que essa atividade é incumbência dos profissionais legalmente habilitados e autorizados a tal responsabilidade. Em verdade, espera-se subsidiar esta decisão ao apresentar uma metodologia dinâmica, isto é, que com poucas transformações possibilite ao profissional legalmente habilitado obter itens de dieta alimentar que atenda a diferentes padrões nutricionais, haja vista a multiplicidade de corpos e suas necessidades. Outra observação está no possível resultado que será obtido, uma vez que é comum pesquisas que tratam do problema da dieta retornem dietas com 'sabor' não palatável, muitas vezes, e com forte presença de um dos alimentos.

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização da pesquisa

Comumente os estudos científicos são enquadrados em tipologias, no que se refere às características da investigação. Dentre estas classificações, há as quanto ao problema, o objetivo e as técnicas utilizadas.

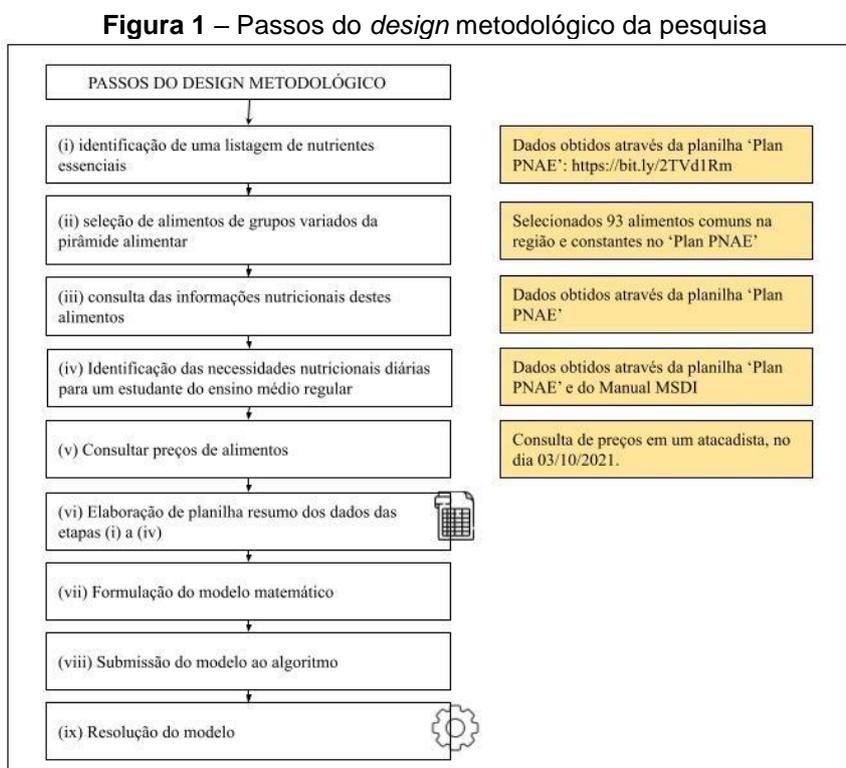
No que se refere ao problema (ou natureza), esta pesquisa é do tipo quantitativa. Segundo Mussi *et al.* (2019), a pesquisa quantitativa possibilita obter indicadores e tendências presentes na realidade, sobretudo nas características predominantes do grupo do objeto analisado, valendo-se fortemente da estatística, a qual possibilita a generalização de dados amostrais para a população, a certo nível de confiança. Neste trabalho, vale-se do espectro quantitativo para utilizar-se de método de otimização que se proponha a resolver o problema de determinar um kit ótimo que possibilite a distribuição de alimentos a discentes, durante o período que vigora determinação normativa de possibilitar entrega de gêneros alimentícios.

Quanto ao objetivo, está-se diante de um estudo descritivo. Conforme Prodanov e Freitas (2013), trabalhos com esta orientação se concentram em observar, registrar, analisar e interpretar os fenômenos, sem que haja necessidade do pesquisador atuar diretamente sobre ele. O intuito do trabalho é identificar e analisar a possibilidade de uma metodologia que propicie, ao nutricionista administrador, subsídio à determinação mais eficiente de itens para compor o 'kit alimentar' a ser distribuído a estudantes.

Quanto à técnica de análise, será empregada a programação linear. A qual consiste na utilização de programação linear para resolver um sistema de inequações (restrições), no sentido de se otimizar uma função objetivo. Dessa forma, demonstra-se as quantidades de alimentos que satisfaçam as necessidades nutricionais ao menor custo possível.

3.2 Caracterização da análise

O desenho metodológico conta com nove etapas, Figura 1. As etapas de (i) a (v) consideram os dados necessários para a definição da função objetivo e das restrições do modelo; por sua vez, o passo (vi) reúne os dados coletados para na (vii) formular-se o modelo matemático, o qual será (viii) implementado no algoritmo a ser (ix) resolvido.



Fonte: Elaborado pelos autores.

No *website* do FNDE consta uma seção de materiais de apoio ao nutricionista. Dentre estes está uma planilha, o 'Plan PNAE', o qual possui uma aba em que possui uma tabela nutricional, em que suas linhas contém os alimentos e, colunas com os nutrientes, sendo o cruzamento de linhas e colunas (células)

correspondente ao quanto de determinado nutriente é encontrado em 100g do alimento. Além disso, há uma codificação para o tipo de alimento: os que as linhas foram pintadas de vermelho são alimentos de aquisição proibida; já os preenchidos em amarelo são proibidos para menores de 3 anos, com oferta limitada para os demais estudantes; e os em azul são permitidos para todas as idades, porém com oferta limitada. Como o 'Plan PNAE' é um material oficial e criado justamente para subsidiar a escolha de alimentos pelo RT, então optou-se por utilizar-se das informações dele nesta pesquisa.

A coleta está resumida na Figura 1. Primeiro, etapa *i*, verificou-se quais os nutrientes, básicos, que devem ser fornecidos na alimentação; para isso, observou-se todos os evidenciados pelo 'Plan PNAE', exceto carboidrato, isto é: energia (em quilocalorias - kcal), proteína (em gramas - g), lipídeos (g), cálcio (em miligramas - mg), ferro (mg), retinol (em microgramas - mcg), vitamina C (mg) e sódio (mg). Vale considerar que boa parte da energia é advinda de carboidratos, por isso de não inclusão dele, em vias de evitar maior redundância. Em seguida, etapa *ii*, selecionou-se 93 (16%) dos 583 itens alimentares que constam no 'Plan PNAE' que poderiam ser encontrados, sem maior dificuldade, no Estado de São Paulo. Esclarece-se que a quantidade de alimentos foi limitada pelos seguintes critérios que pesaram para não se selecionar o alimento: alguns itens são proibidos ou possuem consumo restrito, alguns deles não são de fácil acesso no Estado de São Paulo, alguns não são comercializados em atacadista (a seguir falaremos melhor sobre esse critério) e todos os alimentos selecionados deveriam fornecer pelo menos um dos nutrientes.

Na etapa *iii* partiu-se para a identificação das informações nutricionais que cada alimento fornece, as quais estão disponíveis no mesmo documento; então realizou-se as etapas de (i) a (iii) com os dados do 'Plan PNAE'. Não consideramos água como um dos itens da amostra por se tratar de um recurso básico à sobrevivência humana e portanto, não faz sentido submetê-la a uma método de seleção. Assim como não se considerou sal, entre os itens, por ser um item básico que rende em várias porções e por não possuir nenhum requisito nutricional, exceto o sódio (conforme planilha 'Plan PNAE').

Quanto às necessidades nutricionais diárias, etapa *iv*, para alunos cursantes do Ensino Médio regular (16 a 18 anos), estas foram consultadas na Resolução FNDE nº 06/20, exceto para sódio e retinol que foram verificados através do Manual MSD, pois não havia estes dados no Plan PNAE. Destaca-se que para este perfil de estudante, a alimentação escolar forneceria uma das refeições diárias, portanto, não se considerou toda a necessidade diária que um adolescente teria, mas 20% da quantidade diária de nutrientes. Prática está ancorada nos materiais do PNAE, como o 'Plan PNAE', que destacam essas necessidades nutricionais exigidas para apenas uma refeição.

Na última etapa da coleta, acessou-se o *website* de uma rede atacadista, presente em todos os estados brasileiros, listada na bolsa de valores e que possui mais de 60 anos de existência. A justificativa para escolha de um atacadista ao invés de um varejista ou diretamente dos fornecedores está no fato dos preços competitivos, da disponibilização pública dos preços negociados e que o poder público pode adquirir lotes com maiores quantidades de alimentos que é o sistema de vendas adotado em atacado. Dentro do *website* da rede verificou-se o preço de cada um dos 93 alimentos. Alguns ajustes de qualidade nesses dados foram feitos: (a) como os preços de negociação tratavam-se de quantidade diferentes, por tipo de alimento, converteu-se todas as grandezas de medidas para gramas, (b) se um mesmo item era vendido em unidade ou pacote (com várias unidades dentro), sempre era considerado aquela apresentação que detivesse o menor preço unitário e (c) sempre que possível, a preferência de escolha era para hortifrutis frescos ao invés de congelados.

De posse da coleta das etapas de (i) a (v), seguiu-se para organização, tabulação, de todos esses dados em planilha eletrônica do *Google Sheets* (etapa vi), dispondo nas linhas a listagem dos 93 alimentos, nas colunas ficaram cada um dos nutrientes, assim como dedicou-se uma coluna ao preço médio e incluiu-se uma linha para reunir as necessidades diárias de cada nutriente que os alimentos selecionados pela otimização linear deveriam fornecer. Como as colunas relativas aos nutrientes fornecidos pelos alimentos estão em medidas de 100g, cada um deles, no 'Plan PNAE', realizou-se transformação para que estes valores fossem apresentados em termos de uma unidade de grama (1g), bastando-se para tanto dividir por 100. Processo semelhante foi feito com os preços, assim todas as unidades de medidas que os alimentos são negociados, foram convertidas para gramas e o preço foi dividido pelo total de gramas obtidos, assim obtém-se o custo de um grama desse alimento, ver Tabela 1.

O modelo matemático (vii) trata-se da substituição dos dados da etapa (vi) necessitam serem transcritos nas funções (1) a (3). A Equação 1 trata-se da função objetivo, que neste caso objetivará minimizar o custo total.

$$\text{Minimizar } z = \sum_{j=1}^p c_j x_j \quad (1)$$

Nesta formulação, c_j corresponde ao preço de um grama do alimento x_j . Quanto a x_j este trata-se de um rótulo para cada um dos 93 alimentos, assim ele varia de x_1 a x_{93} . Em relação às restrições, estas seguem a formulação (2).

$$\sum_{j=1}^p a_{ij}x_j \leq b_i, i = 1, 2, \dots, 9 \quad (2)$$

$$x_j > 0, j = 1, 2, \dots, 93 \quad (3)$$

O conjunto de elementos a_{ij} se referem a quantidade do nutriente i que um grama do alimento x_j teria. O somatório (2) pode ser segregado, em oito inequações, cada uma dedicada a um dos i nutrientes e sua necessidade de ingestão diária (b_i). O modelo é transcrito no algoritmo de linguagem *Python*, submetido à biblioteca *PuLp* e à *Pandas* para resolução. O algoritmo é disponibilizado na seção seguinte, assim como ele está disponível *online*, junto com os dados, nesta pasta <https://drive.google.com/drive/folders/1x6swCORpVj4rCblQojOx2m0M5hk9ismF?usp=sharing>.

4 RESULTADOS

4.1 Resultados da coleta e descrição do modelo matemático

Quando falamos em *diet problem*, o intuito é encontrar um '*kit*' de alimentos que atendam aos requisitos nutricionais ao menor custo. Nesse aspecto da composição nutricional desses itens, a planilha 'Plan PNAE' e a resolução CD/FNDE nº 06/2020 evidenciam as características nutricionais, para uma porção de 100g de uma lista de alimentos, e a exigência nutricional mínima para a quantidade de refeições servidas na escola - no caso da análise deste trabalho, consideramos a exigência para alunos cursantes do Ensino Médio regular (16 a 18 anos), então este requisito deveria ser 20% dos valores diários a serem supridos pela refeição escolar -. Os valores de requisitos nutricionais e preços, já convertidos para uma unidade de grama, são apresentados na Tabela 1, do Apêndice.

A codificação dos alimentos é traduzida assim: x1 = Banana, prata, crua. x2 = Banana, nanica, crua. x3 = Limão, tahiti, cru. x4 = Laranja, pêra, crua. x5 = Abacaxi, cru. x6 = Mamão, Formosa, cru. x7 = Abacate, cru. x8 = Melão, cru. x9 = Maracujá, cru. x10 = Maçã, Fuji, com casca, crua. x11 = Manga, Tommy Atkins, crua. x12 = Goiaba, vermelha, com casca, crua. x13 = Melancia, crua. x14 = Coco, cru. x15 = Pêra, Williams, crua. x16 = Mexerica, Murcote, crua. x17 = Graviola, crua. x18 = Carambola, crua. x19 = Água de coco. x20 = Açúcar, cristal. x21 = Açúcar, refinado. x22 = Açúcar, mascavo. x23 = Arroz, tipo 1, cru. x24 = Arroz, integral, cru. x25 = Arroz, tipo 2, cru. x26 = Aveia, flocos, crua. x27 = Café, pó, torrado. x28 = Farinha, de trigo. x29 = Farinha de tapioca/beiju. x30 = Farinha, de milho, amarela. x31 = Feijão, carioca, cru. x32 = Feijão, preto, cru. x33 = Feijão, fradinho, cru. x34 = Macarrão, trigo, cru, com ovos. x35 = Óleo, de soja. x36 = Óleo, de girassol. x37 = Iogurte natural. x38 = Iogurte, sabor morango. x39 = Leite, de vaca, integral. x40 = Leite, de vaca, desnatado, UHT. x41 = Leite, de vaca, integral, pó. x42 = Frango, inteiro, com pele, cru. x43 = Frango, peito, com pele, cru. x44 = Carne moída. x45 = Carne, bovina, capa de contra-filé, com gordura, crua. x46 = Carne, bovina, fraldinha, com gordura, crua. x47 = Carne, bovina, acém, sem gordura, cru. x48 = Carne, bovina, patinho, sem gordura, cru. x49 = Carne, bovina, lagarto, cru. x50 = Porco, bisteca, crua. x51 = Porco, costela, crua. x52 = Porco, pernil, cru. x53 = Porco, lombo, cru. x54 = Peixe, água doce, tilápia, filé, cru, *Oreochromis niloticus*. x55 = Merluza, filé, cru. x56 = Cação, posta, crua. x57 = Bacalhau, salgado, cru. x58 = Ovo, de galinha, inteiro, cru. x59 = Batata, inglesa, crua. x60 = Batata, doce, crua. x61 = Berinjela, crua. x62 = Beterraba, crua. x63 = Brócolis, cru. x64 = Castanha-do-Brasil, crua. x65 = Castanha-de-caju, torrada, salgada. x66 = Cheiro verde (50% cebolinha verde, 50% salsa), cru. x67 = Cebola, crua. x68 = Cenoura, crua. x69 = Cereais, milho, flocos, sem sal. x70 = Creme de Leite. x71 = Ervilha em grão. x72 = Couve, manteiga, crua. x73 = Couve-flor, crua. x74 = Fécula, de mandioca. x75 = Gergelim, semente. x76 = Grão-de-bico, cru. x77 = Amendoim, grão, cru. x78 = Lentilha, crua. x79 = Manteiga, sem sal. x80 = Pimentão, verde, cru. x81 = Pimentão, amarelo, cru. x82 = Pimentão, vermelho, cru. x83 = Queijo de coalho. x84 = Queijo, ricota. x85 = Queijo, prato. x86 = Tomate, com semente, cru. x87 = Uva passa. x88 = Uva, Itália, crua. x89 = Pepino, cru. x90 = Vagem, crua. x91 = Vinagre, maçã. x92 = Carne de sol. x93 = Banha suína.

Para formar um '*kit alimentar*', entre os 93 alimentos, desenvolveu-se modelo matemático através de problema de otimização linear, realizando a substituição dos dados da Tabela 1 nas equações 1 a 3, definindo-se o modelo. Nitidamente, não faria sentido representar por extenso como ficaria essa substituição, pois teríamos 93 incógnitas em cada uma das equações e a equação 2, na verdade, se trataria de oito funções, uma vez que são oito nutrientes que possuem quantidades mínimas (exceto para o sódio que terá limite máximo) a serem atendidas pelo '*kit alimentar*' resultante do modelo.

Resolver esse modelo que possui uma função objetivo (equação 1) que minimiza o custo de 93 alimentos, respeitando oito restrições/equações (equação 2) que indicam o mínimo de cada nutriente que deve ser fornecido é, no mínimo, uma tarefa complicada para humanos, daí a justificativa para uso do poder computacional via algoritmos. E conforme o problema ficar mais complexo (mais variáveis, mais restrições, diferentes tipos de restrições, faixas estocásticas de preços), algoritmos que se restringem a soluções aproximadas (boas soluções, mas não exatamente a melhor) serão necessários, dado o limite computacional que o usuário possa ter. De posse do modelo teórico pode-se partir para a implementação.

4.2 Implementando do modelo

Primeiro acessou-se um dos *notebooks* do *Google Colab*, realizando *login* com conta do *Gmail*. Em seguida foi importada a planilha que continha os dados da Tabela 1. Logo após, foram inseridos os comandos do algoritmo para resolução do modelo da seção anterior, ver Quadro 1 do Apêndice.

Primeiro, instala-se as bibliotecas *PuLP* e *Pandas* (linhas 1 e 2 do algoritmo) que contém os pacotes e ferramentas necessárias para a modelagem. Clica-se no botão de execução ou pode-se usar os atalhos do menu superior 'Ambiente de execução'. Destaca-se que as bibliotecas precisam ser instaladas apenas uma vez. Em seguida importou-se as bibliotecas adicionadas (linhas 4 a 6). Logo a seguir, criou-se um banco de dados (linhas 8 e 9), com as informações contidas na planilha anteriormente importada, contendo os (i) nomes dos alimentos, (ii) cada um dos nutrientes, (iii) os valores nutricionais para um grama de cada alimento e, (iv) os preços de um grama de cada um dos alimentos, gerando uma matriz com os dados da Tabela 1.

Logo após, insere-se nova caixa de código para criar o problema que se deseja resolver, como deseja-se minimizar os custos, então utiliza-se a função *LpMinimize* (linha 11). Em uma nova caixa de código é possível criar uma lista que armazena os nomes dos 93 alimentos que informamos (linha 13). A partir de então, é necessário criar um dicionário para cada um dos nutrientes fornecidos pelos alimentos e os preços destes, assim agrupando os valores que já tinham sido inseridos anteriormente na criação de 'data frame' (linhas 15 a 23). Para melhor visualizar os resultados cria-se um vetor em que os valores para as quantidades de alimentos são não negativos, ou seja, $x_j \geq 0$. Esse vetor pode ser visualizado tanto como quantidades inteiras, assim usar-se-ia o comando *Integer*, ou no modo contínuo utilizando-se o comando *Continuous* (linha 25), serão gerados dois modelos, a fim de se comparar como a escolha impacta no 'kit' retornado. Sendo modelo 1 com o comando *Integer* ativado e modelo 2 com o *Continuous*.

Próximo passo é definir a função objetivo (linha 26). Bem como, definir as restrições para cada um os nutrientes inseridos anteriormente (linhas 27 a 34), aqui estão sendo inseridas as quantidades relativas às necessidades diárias, mas o leitor pode fazer a proporcionalidade para obter os equivalentes semanal, quinzenal, mensal, etc e assim ter esses valores requisitos mínimos para inserir nessa parte do código. Escreve-se o problema em um arquivo '.lp' (linha 36), o qual pode ser acessado e baixado, se desejar-se, na aba dos 'Files'. Agora pode-se solicitar que o problema seja resolvido (linha 37) e verificar se o problema possui uma solução ótima (linha 38). E, por fim, exibir o resultado do 'kit alimentar' ótimo, se existir (linhas 40 a 43), juntamente com o custo dele (linha 45). A Tabela 2 apresenta o resultado.

Tabela 2 – Resultados do modelo 1

Alimento	Modelo 1 (g)	Modelo 2 (g)
x3 Limão, tahiti, cru	1	0
x40 Leite, de vaca, desnatado, UHT	5	0
x60 Batata, doce, crua	17	16,32
x71 Ervilha em grão	471	474,03
x85 Queijo, prato	13	13,67
Custo	R\$ 1,15	R\$ 1,14

Fonte: Elaborado pelos autores.

Desta forma, utilizando modelagem de otimização, considerando o atendimento de pelo menos 20% das necessidades nutricionais diárias para alunos de ensino médio, ao menor custo consiste em um 'kit alimentar', para um dia, formado por alimentos presentes em todos os grupos da pirâmide alimentar. Apesar da diversidade de alimentos do modelo 1, observa-se predominância de ervilha (471g) e uma quantidade ínfima de outros alimentos. Apesar disto, esta dieta custaria R\$ 1,15; ao dia, necessitando que a entidade executora complemente o recurso recebido do PNAE. Por outro lado, ao passar a aceitar quantidades fracionárias de gramas, modelo 2, o custo tem uma leve redução, assim como o peso total tem uma pequena redução. Mas a variabilidade de alimentos é quase inexistente, a quantidade de ervilha é quase a mesma, em termos absolutos e relativos, nos dois modelos, representando mais de 90% da dieta.

Este resultado é consistente com a literatura prévia, uma vez que é comum dietas com presença majoritária de um item, a exemplo do trabalho de Oliveira, Borges e Silva (2020). Para minimizar esse problema há diversas possibilidades: remover os itens com quantidades elevadas, fixar limites às quantidades de itens na dieta, incluir variáveis binárias para impossibilitar retornar alimentos similares numa mesma dieta, flexibilizar alguns dos requisitos nutricionais, aumentar a quantidade de alimentos, definir quantidades complementares (por exemplo, se o método selecionar algum grama de arroz, ele deve selecionar 0,8 gramas de feijão), ajustar a coleta para considerar preços médios de diversos estabelecimentos, obrigar que algum tipo de alimento seja sempre escolhido, entre outros.

Para fins de comparação de alguns desses ajustes do método decidiu-se testar três novos modelos. No primeiro (denominado modelo 3) eliminou-se ervilha dos dados, com o intuito de verificar o quão importante esse alimento é, abordagem semelhante a Oliveira, Borges e Silva (2020). No próximo, modelo 4, manteve-se o alimento, mas parametrizou-se para que nenhum dos itens excedessem 100 gramas. No modelo 5, combinou-se os dois modelos anteriores. Para o 'modelo 4' e '5' é necessário proceder a uma alteração no algoritmo, a linha 25 passa a receber o parâmetro '100', entre o "0," e o ",cat" do código original, isto serve para garantir que nenhum alimento selecionado terá quantidade inferior a 0 gramas ou superior a 100 gramas. A Tabela 3 apresenta os resultados dos novos modelos.

Tabela 3 – Resultados dos modelos 3, 4 e 5

Alimento	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5
x28 Farinha, de trigo	80,26	76,57	80,53
x31 Feijão, carioca, cru	19,88	1,38	19,41
x35 Óleo, de soja	5,1	2,29	5,43
x4 Laranja, pêra, crua	123,76	97,67	100
x60 Batata, doce, crua	21,25	20,15	21,3
x71 Ervilha em grão	0	100	0
x85 Queijo, prato	20,19	20,43	18,94
x3 Limão, tahiti, cru	0	0	33,37
Custo	R\$ 1,54	R\$ 1,29	R\$ 1,55

Fonte: Elaborado pelos autores.

Constata-se que as novas dietas não são financeiramente competitivas em comparação aos modelos 1 e 2. Porém, os três últimos modelos possuem uma variabilidade maior de alimentos, em comparação aos modelos iniciais. Sendo o custo financeiro do modelo 4 o mais próximo dos modelos 1 e 2. Apesar das variadas modelagens, o intuito central deste trabalho não é sugerir a dieta ideal, mas indicar uma metodologia que facilite a atividade de nutricionistas administradores direcionarem '*kits*' alimentares, mais adequadas aos seus pacientes, com o menor custo possível e consumindo a maior quantidade de nutrientes.

O exemplo desenvolvido para testar o algoritmo considera o caso do aluno médio que não possui restrição alimentar especial, mas caso o interesse do leitor seja replicar em uma dieta para atender um público desse tipo basta editar o código conforme a necessidade. Por exemplo, caso o estudante possua alergia a algum alimento (como camarão, ovo, soja, lactose etc.), com a simples exclusão da linha que contenha o alimento ofensor na planilha da base de dados, importada na linha 8, já se resolve esse problema. Caso o discente possua uma restrição por questões de saúde (diabetes, hipertensão, problema gastrointestinal etc.) é possível tanto eliminar o alimento ofensor editando a planilha base, assim como no exemplo anterior, como também é possível incluir ou editar as restrições nutricionais (linhas 27 a 34) para atender essa questão de saúde.

Mesmo que a quantidade de códigos (passos) do algoritmo possa, talvez, assustar num primeiro momento, facilmente se observa que pouquíssimos são os campos que necessitam serem editados pelo o responsável técnico, no âmbito do PNAE. Assim, tem-se um modelo dinâmico, o qual permite a simulação de vários '*kits* alimentares', demandando uma menor quantidade de modificações, uma vez que somente no início do código necessitou-se declarar os dados dos alimentos e os requisitos mínimos a serem cumpridos.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho objetiva identificar uma proposta metodológica para auxiliar nutricionistas administradores na definição dos itens componentes de '*kits*' alimentícios. A urgência de tal demanda dar-se em virtude da crise pandêmica de COVID-19, em que para se 'suavizar' as taxas de infecção e mortes provocadas pela doença, o poder público decretou a suspensão das aulas presenciais, juntamente com a flexibilização da regulação do PNAE em vistas de possibilitar a disponibilização dos alimentos, que seriam consumidos pelos alunos, aos responsáveis pelos estudantes.

Três questões insurgem na sistemática da distribuição dos alimentos nos chamados '*kits* alimentares': (i) selecionar quais itens comporão o '*kit*' que cada aluno receberá, (ii) a dificuldade de particionar carnes, queijos e outros itens e, (iii) como definir produtos substitutos quando um determinado item se esgota antes do último '*kit*' ser montado. Estes são desafios práticos, porém podem acabar sendo solucionados por uma via que não seja a mais eficiente e, talvez, que impacte na qualidade nutricional do *mix* de alimentos entregues.

Neste ensejo, sugere-se a metodologia de otimização linear. Para fins de demonstração da aplicação desta técnica, modelou-se o problema que considera os preços de 93 alimentos, bem como as ofertas nutricionais destes. Para respeitar o princípio do PNAE de que a refeição escolar tem de respeitar as tradições e oferta local de alimentos, decidiu-se selecionar aqueles que são facilmente encontrados em um estado brasileiro e que são integrantes de variados grupos da pirâmide alimentar.

A resolução do modelo chegou a uma proposta de cinco 'kits' que respeitam todas as restrições e que minimizam o custo. Para além da resolução matemática, detalhe-se o algoritmo com a finalidade de demonstrar a praticidade do uso dessa metodologia, justamente pelo fato de que o nutricionista administrador teria de atualizar apenas os primeiros parâmetros do código, com os dados reais dos alimentos de interesse, e em questão de um tempo relativamente curto teria um 'kit alimentar'. Ganhando outro trunfo pela dinâmica de se trabalhar com *scripts*, pois para simular um novo 'kit' com inclusão, edição ou exclusão de alimentos, bastaria atualizar os dados iniciais do código e rapidamente ter-se-ia um novo modelo a ser testado.

Haja vista o crescente movimento que tenta pressionar para que a flexibilização atual do PNAE se perenize para incluir o período de férias e recesso escolar, havendo distribuição de alimento nestes momentos, a sugestão deste artigo se mantém igualmente válida neste possível cenário. Bem como, com uma possibilidade de aprovação de normativos que tentam obrigar a existência cotas mínimas de certos tipos de alimentos, em que por simples modificação no algoritmo simulado poder-se-ia gerar 'kits' que atendam aos requisitos nutricionais e da quantidade mínima desses alimentos, preservando o menor custo.

Este trabalho se dedica a demonstrar a aplicabilidade de uma modelagem, que embora seja um problema clássico, ainda há profissionais de nutrição que desconhecem os poderes da otimização para subsidiar e proporcionar velocidade em sua tomada de decisão. Pelo objetivo deste *paper*, oportunidades de melhoria existem como limitação da quantidade de alimentos, o aspecto regional se restringir a um local e a possibilidade de considerar cenários em que um alimento tenha uma participação mínima obrigatória no *mix*. Ademais, estas oportunidades proporcionam caminhos de avanço, principalmente na pesquisa e formação de profissionais que muito se valerão de tal abordagem.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, A. L. B. de; RIBEIRO JUNIOR, J. R. S.; BANDONI, D. H. Programa Nacional de Alimentação Escolar: estratégias para enfrentar a insegurança alimentar durante e após a COVID-19. **Revista de Administração Pública**, v. 54, n. 4, p. 1134-1145. 2020. Disponível em: <https://bit.ly/3xIX2V6>. Acesso em: 10 jul 2021.
- ANDRADE, M.; FRANCO, C.; CARVALHO, J. P. de. Gênero e desempenho em matemática ao final do ensino médio: quais as relações? **Estudos em Avaliação Educacional**, n. 27, p. 77-96. 2003. Disponível em: <https://bit.ly/36rUKh9>. Acesso em: 10 jun. 2021.
- BAI, Y., et al. Transmissão de portadora assintomática presumida do COVID-19. **Journal of the American Medical Association**. 2020. Disponível em: <https://bit.ly/3hTj1IG>. Acesso em: 27 março 2020.
- OLIVEIRA, D. E. de; BORGES, A. C. A.; SILVA, V. D. da. Uma aplicação do problema da dieta para se encontrar o menor custo de refeições diárias para idosos na cidade de Monte Carmelo – MG. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 36025-36034. 2020. Disponível em: <https://bit.ly/3FdIMb5>. Acesso em: 15 ago. 2020.
- BRANCO, E. P. et al. Evasão escolar: desafios para permanência dos estudantes na educação básica. **Revista Contemporânea de Educação**, v. 15, n. 33. 2020. Disponível em: <https://bit.ly/2Y99mkM>. Acesso em: 9 jul. 2021.
- BRASIL. Lei nº 13.987, de 7 de abril de 2020. Altera a Lei nº 11.947, de 16 de junho de 2009, para autorizar, em caráter excepcional, durante o período de suspensão das aulas em razão de situação de emergência ou calamidade pública, a distribuição de gêneros alimentícios adquiridos com recursos do Programa Nacional de Alimentação Escolar (Pnae) aos pais ou responsáveis dos estudantes das escolas públicas de educação básica. **Diário Oficial da União**, Brasília, e. 67-B, p. 9, 1, 7 abr. 2020. Disponível em: <https://bit.ly/3AKuigO>. Acesso em: 10 jul. 2021.
- _____. Lei nº 11.947, de 16 de junho de 2009. Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar e do Programa Dinheiro Direto na Escola aos alunos da educação básica; altera as Leis nos 10.880, de 9 de junho de 2004, 11.273, de 6 de fevereiro de 2006, 11.507, de 20 de julho de 2007; revoga dispositivos da Medida Provisória no 2.178-36, de 24 de agosto de 2001, e a Lei no 8.913, de 12 de julho de 1994; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, p. 2, 17 jun. 2009. Disponível em: <https://bit.ly/3r81QBe>. Acesso em: 10 jul. 2021.
- _____. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF: Poder Legislativo, 1996. Disponível em: <https://bit.ly/36pRuCW>. Acesso em: 9 jul. 2021.
- _____. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.
- CARVALHO, G. C. G. et al. Conselho de alimentação escolar (CAE): os desafios enfrentados pelos conselheiros. **Research, Society and Development**, v. 10, n.3, p. 1-11. 2021. Disponível em: <https://bit.ly/3yLexUS>. Acesso em: 10 jul. 2021.
- COUTO. C. **População abaixo da linha da pobreza triplica e atinge 27 milhões de brasileiros**. CNN Brasil. 08 de

abril de 2021. Disponível em: <https://bit.ly/3k4HJSH>. Acesso em: 10 jul. 2021.

DEPTFORD, A. et al. Cost of the diet: a method and software to calculate the lowest cost of meeting recommended intakes of energy and nutrients from local foods. **BMC Nutrition**, v. 3, n. 26, p. 1-17. 2017. Disponível em: <https://bit.ly/3xDfPBm>. Acesso em: 12 jul. 2021.

DOOREN, C. van. A Review of the use of linear programming to optimize diets, nutritiously, economically and environmentally. **Frontiers in Nutrition**, v. 5, n. 48, p. 1-15. 2018. Disponível em: <https://bit.ly/2VwbeCM>. Acesso em: 11 jul. 2021.

FUNDO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO. **Sobre o PNAE**. O que é? Disponível em: <https://bit.ly/3k1d2Qi>. Acesso em: 9 jul. 2021.

_____. Resolução nº 1, de 8 de fevereiro de 2017. Altera o valor per capita para oferta da alimentação escolar do Programa de Alimentação Escolar - PNAE. **Diário Oficial da União**, Brasília, n. 29, p. 19, 1, 9 fev. 2017. Disponível em: <https://bit.ly/3hXWvEQ>. Acesso em: 9 jul. 2021.

_____. Resolução nº 06, de 08 de maio de 2020. Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar aos alunos da educação básica no âmbito do Programa Nacional de Alimentação Escolar – PNAE. **Diário Oficial da União**, Brasília, n. 89, p. 38-44, 1, 12 maio 2020. Disponível em: <https://bit.ly/3isheVW>. Acesso em: 10 jul. 2021.

GARILLE, S. G.; GASS, S. I. Stigler's diet problem revisited. **Operations Research**, v. 49, n. 1, p. 1-13. 2001. Disponível em: <https://bit.ly/2VnhXih>. Acesso em: 10 jul. 2021.

GOLDBARG, M. C.; LUNA, H. P. L. **Otimização combinatória e programação linear**: modelos e algoritmos. 2. ed. 10 reimpr. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

GUAN, W. et al. Clinical characteristics of coronavirus disease 2019 in China. **The New England Journal of Medicine**, v. 382, n. 18, p. 1708-1720. 2020. Disponível em: <https://bit.ly/36pAzQh>. Acesso em: 3 maio 2020.

IHME COVID-19 FORECASTING TEAM. Modeling COVID-19 scenarios for the United States. **Nature Medicine**, v. 27, p. 94–105. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41591-020-1132-9>. Acesso em: 10 jul. 2021.

KRIPKA, R. M. L.; PECCATI, C. Uma variação para o problema clássico da dieta: a minimização do consumo de calorias. 2014. **Revista CIATEC**, v. 6, n. 1, p.13-25. 2014. Disponível em: <https://bit.ly/3xBAhTa>. Acesso em: 11 jul. 2021.

LANA, R. M. et al. Emergência do novo coronavírus (SARS-CoV-2) e o papel de uma vigilância nacional em saúde oportuna e efetiva. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 36, n. 3, p. 1-5. Disponível em: <https://bit.ly/2A0cCTw>. Acesso em: 5 maio 2020.

LANCASTER, L. M. The history of the application of mathematical programming to menu planning. **European Journal of Operational Research**, v. 57, n. 3, p. 339–347, 1992. Disponível em: <https://bit.ly/3hv2sxx>. Acesso em: 10 jul. 2021.

MARQUES, L. T. et al.. Mineração de dados auxiliando na descoberta das causas da evasão escolar: um mapeamento sistemático da literatura. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 17, n. 3, p. 194-203. 2019. Disponível em: <https://bit.ly/3wtjbW3>. Acesso em: 9 jul. 2021.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Brasil confirma primeiro caso da doença**. Agência Saúde. 2020. Disponível em: <https://bit.ly/3r59ADZ>. Acesso em: 26 fev. 2020.

MOREIRA, A.; Pinheiro, L. **OMS declara pandemia de coronavírus**. Bem Estar. G1. 2020. Disponível em: <https://glo.bo/2ZxDvZQ>. Acesso em: 30 mar. 2020.

MUSSI, R. F. de F. et al. Pesquisa quantitativa e/ou qualitativa: distanciamentos, aproximações e possibilidades. **Revista SUSTINERE**, v. 7, n. 2, p. 414-430. 2019. Disponível em: <https://bit.ly/3xyiVGR>. Acesso em: 10 jul. 2021.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Q&A on coronaviruses (COVID-19)**. 2020. Disponível em: <https://bit.ly/2LVtDAQ>. Acesso em: 5 maio 2020.

PEREIRA, A. da S. Desafios na execução do programa nacional de alimentação escolar durante a pandemia pela COVID-19. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 63268-63282. 2020. Disponível em: <https://bit.ly/2VsF5w1>. Acesso em: 10 jul. 2021.

PRODANOV, C.C.; FREITAS, E. C. de. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. Disponível em: <https://bit.ly/3wwDNwW>. Acesso em: 15 abr. 2020.

SANTANA, C. L. S. e; SALES, K. M. B. Aula em casa: educação, tecnologias digitais e pandemia COVID-19. **Interfaces Científicas**, v.10, n. 1, p. 75-92. 2020. Disponível em: <https://bit.ly/3A4N8h8>. Acesso em: 10 jul. 2021.

SANTOS, M. dos; QUINTAL, R. S. Problema de programação linear da dieta aplicado à nutrição de suínos. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 9, n. 2, p. 251-276. 2016. Disponível em: <https://bit.ly/3uBxPvb>. Acesso em: 03 abr. 2021.

SANZ, V. **Programación lineal**: problema de la dieta con Python(Pandas/PuLP). Youtube, 26 jun. 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=lllk6K9qIs&t=62s>. Acesso em: 11 jun. 2021.

SILVA FILHO, R. B.; ARAÚJO, R. M. de L. Evasão e abandono escolar na educação básica no Brasil: fatores, causas e possíveis consequências. **Educação por Escrito**, v. 8, n. 1, p. 35-48. 2017. Disponível em: <https://bit.ly/3wpl45a>. Acesso em: 9 jul. 2021.

- SILVA, L. L. S. da et al.. Medidas de distanciamento social para o enfrentamento da COVID-19 no Brasil: caracterização e análise epidemiológica por estado. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 36, n. 9, p. 1-15. 2020. Disponível em: <https://bit.ly/3htY7KY>. Acesso em: 10 jul. 2021.
- SOHRABI, C. et al. World Health Organization declares global emergency: A review of the 2019 novel coronavirus (COVID-19). **International Journal of Surgery**, v. 76, p. 71-76. 2020. Disponível em: <https://bit.ly/2LVZfqj>. Acesso em: 9 maio 2020.
- SOUSA, C. R. de O. et al.. Fatores preditores da evasão escolar entre adolescentes com experiência de gravidez. **Cadernos de Saúde Coletiva**, v. 26, n. 2, p. 160-169. 2018. Disponível em: <https://bit.ly/3qYs2y5>. Acesso em: 9 jul. 2021.
- STIGLER, G. J. The cost of subsistence. **Journal of Farm Economics**, v. 27, n. 2, p. 303-314. 1945. Disponível em: <https://bit.ly/3wvkvli>. Acesso em: 10 jul. 2021.
- TEMP, H.; COUTINHO, R. X. School dropout in high school: a scientometrics analysis. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 12, p. 1-26. 2020. Disponível em: <https://bit.ly/2Vnkklf>. Acesso em: 9 jul. 2021.
- VIEIRA, B. M. **Morte da primeira vítima por Covid-19 no Brasil completa um mês nesta quinta**. G1. São Paulo. 2020. Disponível em: <https://glo.bo/2TvZGM0>. Acesso em: 18 mar. 2020.

APÊNDICE

Tabela 1 – Dados resumos sobre requisitos nutricionais e preço dos alimentos, em uma unidade de grama

Item	Energia (kcal)	Proteína (g)	Lipídeos (g)	Cálcio (mg)	Ferro (mg)	Retinol (mcg)	Vitamina C (mg)	Sódio (mg)	Preço (R\$)
Exigido	500,000	15,600	12,500	260,000	2,600	800,000	70,000	400,000	
x1	0,982	0,013	0,001	0,076	0,004	0,320	0,216	0,000	0,007
x2	0,915	0,014	0,001	0,034	0,003	0,140	0,059	0,000	0,005
x3	0,318	0,009	0,001	0,510	0,002	0,000	0,382	0,012	0,004
x4	0,368	0,010	0,001	0,219	0,001	0,020	0,537	0,000	0,004
x5	0,483	0,009	0,001	0,224	0,003	0,023	0,346	0,000	0,005
x6	0,453	0,008	0,001	0,249	0,002	0,780	0,785	0,033	0,007
x7	0,962	0,012	0,084	0,079	0,002	0,612	0,087	0,000	0,015
x8	0,294	0,007	0,000	0,029	0,002	1,160	0,087	0,112	0,007
x9	0,684	0,020	0,021	0,054	0,006	0,700	0,198	0,016	0,010
x10	0,555	0,003	0,000	0,019	0,001	0,040	0,024	0,000	0,007
x11	0,507	0,009	0,002	0,076	0,001	1,000	0,079	0,000	0,007
x12	0,542	0,011	0,004	0,045	0,002	0,790	0,806	0,000	0,009
x13	0,326	0,009	0,000	0,077	0,002	0,366	0,061	0,000	0,002
x14	4,065	0,037	0,420	0,065	0,018	0,000	0,025	0,150	0,007
x15	0,533	0,006	0,001	0,083	0,001	0,000	0,028	0,000	0,013
x16	0,576	0,009	0,001	0,331	0,001	0,000	0,218	0,012	0,006
x17	0,616	0,008	0,002	0,401	0,002	0,002	0,191	0,042	0,017
x18	0,457	0,009	0,002	0,048	0,002	0,490	0,609	0,041	0,008
x19	0,193	0,007	0,002	0,244	0,003	0,000	0,024	1,065	0,008
x20	3,868	0,003	0,000	0,076	0,002	0,000	0,000	0,000	0,004
x21	3,866	0,003	0,000	0,035	0,001	0,000	0,000	0,120	0,004
x22	3,686	0,008	0,001	1,265	0,083	0,000	0,000	0,250	0,008
x23	3,578	0,072	0,003	0,044	0,007	0,000	0,000	0,010	0,003
x24	3,597	0,073	0,019	0,078	0,009	0,000	0,000	0,016	0,004
x25	3,581	0,072	0,003	0,048	0,006	0,000	0,000	0,006	0,005
x26	3,938	0,139	0,085	0,479	0,044	0,000	0,014	0,046	0,011
x27	4,300	0,147	0,120	1,070	0,081	0,000	0,000	0,011	0,016
x28	3,605	0,098	0,014	0,179	0,010	0,000	0,000	0,007	0,003
x29	3,310	0,005	0,003	0,120	0,001	0,000	0,000	0,020	0,008
x30	3,506	0,072	0,015	0,013	0,023	0,470	0,000	0,449	0,005
x31	3,290	0,200	0,013	1,226	0,080	0,000	0,000	0,000	0,006
x32	3,236	0,213	0,012	1,109	0,065	0,000	0,000	0,000	0,006
x33	3,392	0,202	0,024	0,775	0,051	0,000	0,000	0,100	0,007
x34	3,706	0,103	0,020	0,195	0,009	0,000	0,000	0,147	0,004
x35	8,840	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009
x36	8,840	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,015
x37	0,610	0,035	0,033	1,210	0,001	0,270	0,005	0,460	0,019
x38	0,696	0,027	0,023	1,010	0,000	0,270	0,000	0,380	0,012
x39	0,650	0,029	0,032	1,080	0,001	0,497	0,000	0,638	0,004
x40	0,370	0,031	0,004	1,338	0,001	0,109	0,000	0,510	0,004
x41	4,967	0,254	0,269	8,903	0,005	3,611	0,000	3,230	0,027

Item	Energia (kcal)	Proteína (g)	Lipídeos (g)	Cálcio (mg)	Ferro (mg)	Retinol (mcg)	Vitamina C (mg)	Sódio (mg)	Preço (R\$)
Exigido	500,000	15,600	12,500	260,000	2,600	800,000	70,000	400,000	
x42	2,263	0,164	0,173	0,063	0,006	0,070	0,000	0,630	0,009
x43	1,495	0,208	0,067	0,084	0,004	0,040	0,000	0,620	0,012
x44	2,140	0,266	0,111	0,130	0,029	0,000	0,000	0,610	0,026
x45	2,169	0,192	0,150	0,059	0,015	0,040	0,000	0,580	0,021
x46	2,207	0,176	0,161	0,031	0,015	0,050	0,000	0,510	0,031
x47	1,440	0,208	0,061	0,047	0,015	0,020	0,000	0,500	0,025
x48	1,335	0,217	0,045	0,033	0,018	0,020	0,000	0,490	0,022
x49	1,349	0,205	0,052	0,026	0,013	0,020	0,000	0,540	0,030
x50	1,641	0,215	0,080	0,061	0,005	0,000	0,000	0,540	0,017
x51	2,556	0,180	0,198	0,145	0,009	0,000	0,000	0,880	0,024
x52	1,861	0,201	0,111	0,129	0,009	0,000	0,000	1,020	0,020
x53	1,756	0,226	0,088	0,042	0,005	0,000	0,000	0,530	0,021
x54	0,940	0,182	0,023	0,100	0,006	0,000	0,000	0,520	0,033
x55	0,891	0,166	0,020	0,204	0,002	0,000	0,000	0,795	0,032
x56	0,833	0,179	0,008	0,087	0,002	0,060	0,000	1,760	0,024
x57	1,359	0,290	0,013	1,570	0,009	0,000	0,000	135,851	0,038
x58	1,431	0,130	0,089	0,420	0,016	0,788	0,000	1,680	0,011
x59	0,644	0,018	0,000	0,036	0,004	0,000	0,311	0,000	0,005
x60	1,182	0,013	0,001	0,211	0,004	36,370	0,165	0,088	0,007
x61	0,196	0,012	0,001	0,092	0,002	0,240	0,030	0,000	0,015
x62	0,488	0,019	0,001	0,181	0,003	0,038	0,031	0,097	0,005
x63	0,255	0,036	0,003	0,859	0,006	3,240	0,343	0,033	0,020
x64	6,430	0,145	0,635	1,463	0,023	0,000	0,000	0,010	0,067
x65	5,702	0,185	0,463	0,326	0,052	0,000	0,000	1,250	0,066
x66	0,340	0,028	0,004	1,660	0,024	0,000	0,501	0,023	0,046
x67	0,394	0,017	0,001	0,140	0,002	0,000	0,047	0,006	0,004
x68	0,300	0,011	0,002	0,214	0,005	7,400	0,051	0,111	0,004
x69	3,633	0,069	0,012	0,020	0,017	0,000	0,000	0,310	0,004
x70	2,215	0,015	0,225	0,827	0,003	1,277	0,000	0,520	0,011
x71	1,091	0,054	0,031	0,270	0,015	0,401	0,142	0,030	0,001
x72	0,271	0,029	0,005	1,309	0,005	5,830	0,967	0,062	0,016
x73	0,226	0,019	0,002	0,178	0,005	0,020	0,361	0,034	0,007
x74	3,309	0,005	0,003	0,119	0,001	0,000	0,000	0,024	0,006
x75	5,835	0,212	0,504	8,254	0,054	0,001	0,000	0,030	0,047
x76	3,547	0,212	0,054	1,144	0,054	0,067	0,000	0,050	0,007
x77	5,441	0,272	0,439	0,000	0,025	0,000	0,000	0,000	0,021
x78	3,391	0,232	0,008	0,535	0,070	0,000	0,000	0,000	0,013
x79	7,575	0,004	0,860	0,036	0,000	7,540	0,000	0,038	0,023
x80	0,213	0,011	0,002	0,088	0,004	0,380	1,002	0,000	0,015
x81	0,279	0,012	0,004	0,096	0,004	0,330	2,014	0,000	0,029
x82	0,233	0,010	0,001	0,064	0,003	0,680	1,582	0,000	0,029
x83	3,730	0,245	0,303	7,460	0,007	1,920	0,000	5,360	0,033
x84	1,397	0,126	0,081	2,532	0,001	0,528	0,000	2,830	0,014
x85	3,599	0,227	0,291	9,400	0,003	1,227	0,000	5,800	0,027

Item	Energia (kcal)	Proteína (g)	Lipídeos (g)	Cálcio (mg)	Ferro (mg)	Retinol (mcg)	Vitamina C (mg)	Sódio (mg)	Preço (R\$)
Exigido	500,000	15,600	12,500	260,000	2,600	800,000	70,000	400,000	
x86	0,153	0,011	0,002	0,069	0,002	1,030	0,212	0,010	0,007
x87	2,990	0,031	0,005	0,500	0,019	0,008	0,023	0,110	0,020
x88	0,529	0,007	0,002	0,067	0,001	0,073	0,033	0,000	0,016
x89	0,095	0,009	0,000	0,096	0,001	0,040	0,050	0,000	0,004
x90	0,249	0,018	0,002	0,411	0,004	0,320	0,012	0,000	0,008
x91	0,250	0,000	0,000	0,070	0,002	0,000	0,000	0,050	0,005
x92	3,130	0,269	0,219	0,130	0,019	0,000	0,000	19,430	0,050
x93	9,020	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010

Fonte: Elaborado pelos autores com dados da pesquisa.

Quadro 1 – Algoritmo utilizado para determinar o ‘kit’ alimentar ótimo

1) !pip install pulp
2) !pip install pandas
3)
4) import pandas as pd
5) from pulp import *
6) from pandas import DataFrame
7)
8) df = DataFrame(pd.read_excel('Tabela_nutrientes.xlsx', sheet_name='Página4'))
9) df.head()
10)
11) problema = LpProblem("ProblemaDieta", LpMinimize)
12)
13) alimentos = list(df['Alimento'])
14)
15) energia = dict(zip(alimentos, df['Energia']))
16) proteina = dict(zip(alimentos, df['Proteina']))
17) lipideos = dict(zip(alimentos, df['Lipideos']))
18) calcio = dict(zip(alimentos, df['Calcio']))
19) ferro = dict(zip(alimentos, df['Ferro']))
20) retinol = dict(zip(alimentos, df['Retinol']))
21) vitamina_c = dict(zip(alimentos, df['Vitamina C']))
22) sodio = dict(zip(alimentos, df['Sodio']))
23) custo = dict(zip(alimentos, df['Preco']))
24)
25) alimentos_vars = LpVariable.dicts("Alimento", alimentos, 0, cat='Continuous')
26) problema += lpSum([custo[i]*alimentos_vars[i] for i in alimentos], "Custo total da dieta")
27) problema += lpSum([energia[f] * alimentos_vars[f] for f in alimentos] >= 543.0, "Minimo_energia")
28) problema += lpSum([proteina[f] * alimentos_vars[f] for f in alimentos] >= 15.6, "Minimoproteina")
29) problema += lpSum([lipideos[f] * alimentos_vars[f] for f in alimentos] >= 12.5, "Minimo_lipideos")
30) problema += lpSum([calcio[f] * alimentos_vars[f] for f in alimentos] >= 260.0, "Minimocalcio")
31) problema += lpSum([ferro[f] * alimentos_vars[f] for f in alimentos] >= 2.6, "Minimo_ferro")
32) problema += lpSum([retinol[f] * alimentos_vars[f] for f in alimentos] >= 800.0, "Minimo_retinol")
33) problema += lpSum([vitamina_c[f] * alimentos_vars[f] for f in alimentos] >= 70.0, "Minimo_Vitamina_c")
34) problema += lpSum([sodio[f] * alimentos_vars[f] for f in alimentos] <= 400.0, "Máximo_Sódio")
35)
36) problema.writeLP("SimpleDietProblem.lp")
37) problema.solve()
38) print("Status:", LpStatus[problema.status])
39)
40) print("O kit alimentar ótimo (ao menor preço), em que cada unidade equivale a 1g, consiste de\n"+"**110)
41) for v in problema.variables():
42) if v.varValue>0:
43) print(v.name, "=", v.varValue)
44)
45) print("O custo diário do kit é: \${}".format(round(value(problema.objective), 2)))

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de Sanz (2020).

