

UFRRJ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
MODELAGEM MATEMÁTICA E COMPUTACIONAL

DISSERTAÇÃO

**Modelo Multiobjetivo de Gestão em restaurantes
universitários: Um estudo de caso na Universidade
Federal Rural do Rio de Janeiro**

Thiago Mauro de Lima Moraes

2025



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MODELAGEM
MATEMÁTICA E COMPUTACIONAL**

**MODELO MULTIOBJETIVO DE GESTÃO EM RESTAURANTES
UNIVERSITÁRIOS: UM ESTUDO DE CASO NA UNIVERSIDADE
FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**

THIAGO MAURO DE LIMA MORAES

Sob orientação de
SERGIO DRUMOND VENTURA

e co-orientação de
RONALDO MALHEIROS GREGORIO

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mes-
tre** no Programa de Pós-Graduação em Modelagem Matemática e Computacional, Área de Concentração em Modelagem Matemática e Computacional.

Seropédica, RJ, Brasil
Junho de 2025

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M827m Moraes, Thiago Mauro de Lima, 1999-
Modelo Multiobjetivo de Gestão em restaurantes universitários: Um estudo de caso na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro / Thiago Mauro de Lima Moraes. - Seropédica, 2025.
60 f.: il.

Orientador: Sergio Drumond Ventura.
Coorientador: Ronaldo Malheiros Gregorio.
Dissertação(Mestrado). -- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Programa de pós-graduação em modelagem matemática e computacional/mestrado em modelagem matemática e computacional, 2025.

1. Otimização multicritério. 2. Programação inteira mista. 3. Pesquisa operacional. I. Ventura, Sergio Drumond, 1973-, orient. II. Gregorio, Ronaldo Malheiros, 1978-, coorient. III Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Programa de pós-graduação em modelagem matemática e computacional/mestrado em modelagem matemática e computacional. IV. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MODELAGEM MATEMÁTICA E COMPUTACIONAL

THIAGO MAURO DE LIMA MORAES

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre** no Programa de Pós-Graduação em Modelagem Matemática e Computacional, Área de Concentração em Modelagem Matemática e Computacional.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 20/06/2025.

D. Sc. SERGIO DRUMOND VENTURA - UFRRJ
(Presidente)

D. Sc. CARLOS ANDRES REYNA VERA TUDELA - UFRRJ

D. Sc. ANGEL RAMON SANCHEZ DELGADO - UFRRJ

D. Sc. PEDRO JOSÉ DI NOVELLA CORDERO - UFBA



ATA Nº ata/2025 - ICE (12.28.01.23)

(Nº do Documento: 2583)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 24/06/2025 20:01)

ANGEL RAMON SANCHEZ DELGADO

PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR

DeptM (12.28.01.00.00.00.63)

Matrícula: ###192#1

(Assinado digitalmente em 24/06/2025 17:56)

CARLOS ANDRES REYNA VERA TUDELA

PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR

PPGMMC (12.28.01.00.00.00.61)

Matrícula: ###336#3

(Assinado digitalmente em 25/06/2025 18:19)

SERGIO DRUMOND VENTURA

PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR

DeptM (12.28.01.00.00.00.63)

Matrícula: ###228#9

(Assinado digitalmente em 25/06/2025 07:06)

PEDRO JOSÉ DI NOVELLA CORDERO

ASSINANTE EXTERNO

CPF: ###.###.847-##

Visualize o documento original em <https://sipac.ufrrj.br/documentos/> informando seu número: 2583, ano: 2025, tipo: ATA, data de emissão: 24/06/2025 e o código de verificação: 821102185a

Agradecimentos

Registro minha sincera gratidão ao professor Sergio Drumond, pela orientação atenta, pelas sugestões valiosas e pela constante disponibilidade ao longo deste trabalho. Estendo também meus agradecimentos ao coorientador Ronaldo Gregorio, cuja contribuição na abordagem multiobjetivo foi decisiva para o aprofundamento da pesquisa.

Aos meus pais, Marildo e Natalia, agradeço pelos valores, amor e suporte incondicional ao longo de toda minha trajetória acadêmica.

À minha companheira, Alessandra, por seu apoio constante, incentivo e presença ao longo do percurso, expressei meu profundo reconhecimento.

Agradeço, ainda, aos amigos e familiares que, de diferentes formas, contribuíram para minha formação, seja com palavras de incentivo, ajuda nas tarefas ou momentos de leveza que tornaram essa jornada mais equilibrada.

Agradeço, também, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), uma vez que este trabalho é um desdobramento do projeto de pesquisa E-26/210.191/2022, intitulado “Otimização multicritério parametrizada: uma ferramenta computacional de suporte à gestão integrada de demandas operacionais na Educação Básica”, apoiado por essa Fundação.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001.

*"Inteligência não é um privilégio, é um dom que deve ser usado para o bem da humanidade."
(Dr. Octopus)*

*"Não podemos resolver um problema usando o mesmo tipo de pensamento que usamos quando os criamos."
(Albert Einstein)*

*"Escolher um caminho significa abandonar outros - querer percorrer todos os caminhos possíveis é acabar não percorrendo nenhum."
(Paulo Coelho)*

MORAES, Thiago Mauro de Lima. **Modelo Multiobjetivo de Gestão em restaurantes universitários: Um estudo de caso na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**. 2025. 48f. Dissertação (Mestrado em Modelagem Matemática e Computacional). Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2025.

As atividades humanas, como andar, falar e pensar, demandam energia, tornando a alimentação um fator essencial, especialmente no contexto universitário, onde uma dieta equilibrada exerce papel fundamental no desempenho físico e intelectual dos indivíduos. Neste trabalho, propomos um modelo matemático multiobjetivo como ferramenta de apoio à gestão do Restaurante Universitário, por meio de um estudo de caso realizado na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). O modelo tem por objetivo gerar cardápios que simultaneamente: minimizem o custo das refeições, reduzam o desperdício de alimentos e maximizem a oferta de itens preferidos pelo público, de modo a aumentar a frequência de comparecimento ao restaurante. Foram analisados seis cenários distintos, utilizando-se os métodos de ponderação e da restrição- ϵ para a resolução do problema multiobjetivo. Os resultados demonstram como a escolha dos pesos e parâmetros influencia significativamente a solução final. Também são discutidas as principais limitações do modelo proposto. De modo geral, a pesquisa evidenciou a eficácia dos modelos multiobjetivos na geração de cardápios mais equilibrados, apontando perdas relativas em relação aos modelos mono-objetivos, mas apresentando resultados promissores, sobretudo no que diz respeito à redução de custos frente à situação atual.

Palavras-chave: Gestão, Modelo Multiobjetivo, Restaurantes Universitários.

ABSTRACT

MORAES, Thiago Mauro de Lima. **Multi-objective Management Model in restaurants university students: A case study at the University Federal Rural of Rio de Janeiro.** 2025. 48p. Dissertation (Master in Mathematical and Computational Modeling). Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2025.

Human activities such as walking, speaking, and thinking require energy, making proper nutrition essential — especially in a university setting, where a balanced diet plays a crucial role in individuals' physical and intellectual performance. This work proposes a multi-objective mathematical model as a support tool for managing the university restaurant, following a case study conducted at the Federal Rural University of Rio de Janeiro (UFRRJ). The model aims to generate meal plans that simultaneously minimize meal costs, reduce food waste, and maximize the availability of items preferred by the public, thereby increasing attendance at the restaurant. Six different scenarios were analyzed using the weighting method and the ϵ -constraint method to solve the multi-objective problem. Results demonstrate the choice of weights and parameters significantly influences the final solution. The study also addresses the main limitations of the proposed model. Overall, the research highlighted the effectiveness of multi-objective models in generating more balanced menus, showing relative losses compared to single-objective models but yielding promising results, especially regarding cost reduction when compared to the current situation.

Keywords: Management, Multi-objective Model, University Restaurants.

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Objetivos	2
1.2	Objetivos Específicos	2
2	METODOLOGIA.....	3
2.1	Modelo da Dieta	3
2.2	Modelo da Frequência	6
2.3	Modelo do Desperdício	8
2.4	Dados e Parâmetros dos Modelos	9
3	MODELO MULTIOBJETIVO	11
3.1	Problema de Otimização Multiobjetivo	11
3.2	Escalarização	12
3.3	Método de Ponderação	13
3.4	Método de Restrição- ϵ	13
3.5	Estudo de Caso	14
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
4.1	Modelos Mono-Objetivos	16
4.2	Modelo Multiobjetivo	20
4.3	Limitações dos Modelos	25
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
5.1	Conclusão	27
5.2	Trabalhos Futuros	27
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29
6.1	Apêndice A	32
6.2	Apêndice B	36
6.3	Apêndice C	40

Lista de Figuras

Figura 2.1 – Comparação das frequências mensais.	7
Figura 3.1 – Representação do conjunto de pareto ótimo no espaço dos objetivos.	12

Lista de Tabelas

Tabela 4.1 – Plano Alimentar segundo o Modelo da Dieta.	16
Tabela 4.2 – Análise da Função Objetivo (Dieta) em Relação ao Tempo.	17
Tabela 4.3 – Plano Alimentar segundo o Modelo da Frequência.	18
Tabela 4.4 – Plano Alimentar segundo o Modelo do Desperdício.	19
Tabela 4.5 – Análise da Função Objetivo (Desperdício) em Relação ao Tempo.	19
Tabela 4.6 – Plano Alimentar segundo o Modelo Multiobjetivo (Cenário 1).	20
Tabela 4.7 – Plano Alimentar segundo o Modelo Multiobjetivo (Cenário 2).	21
Tabela 4.8 – Plano Alimentar segundo o Modelo Multiobjetivo (Cenário 3).	22
Tabela 4.9 – Plano Alimentar segundo o Modelo Multiobjetivo (Cenário 4).	23
Tabela 4.10 – Plano Alimentar segundo o Modelo Multiobjetivo (Cenário 5).	23
Tabela 4.11 – Plano Alimentar segundo o Modelo Multiobjetivo (Cenário 6).	24
Tabela 4.12 – Análise Comparativa dos Cenários Avaliados	24
Tabela 7.1 – Pesos dos Alimentos.....	32
Tabela 7.2 – Composição Nutricional dos Alimentos.....	36
Tabela 6.3 – Configuração para os dias remanescente segundo o Modelo da Dieta.	40
Tabela 6.4 – Configuração para os dias remanescente segundo o Modelo da Frequência. .	41
Tabela 6.5 – Configuração para os dias remanescente segundo o Modelo do Desperdício. .	42
Tabela 6.6 – Configuração para os dias remanescente segundo o Cenário 1.	43
Tabela 6.7 – Configuração para os dias remanescente segundo o Cenário 2.	44
Tabela 6.8 – Configuração para os dias remanescente segundo o Cenário 3.	45
Tabela 6.9 – Configuração para os dias remanescente segundo o Cenário 4.	46
Tabela 6.10 – Configuração para os dias remanescente segundo o Cenário 5.	47
Tabela 6.11 – Configuração para os dias remanescente segundo o Cenário 6.	48

Lista de Abreviações e Siglas

UENF	Universidade Estadual do Norte Fluminense
RU	Restaurante universitário
ACV	Avaliação de Ciclo de Vida
UFRRJ	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
MD	Modelo da Dieta
MF	Modelo da Frequência
MDP	Modelo do Desperdício
CM	Café da manhã (refeição)
A/J	Almoço/Jantar (refeição)
MOB	Modelo Multiobjetivo

Lista de Símbolos

<i>kcal</i>	Quilocaloria
<i>kg</i>	Quilograma
<i>CO₂</i>	Dióxido de carbono
<i>R\$</i>	A moeda do Brasil
<i>g</i>	Grama
<i>mg</i>	Miligrama
<i>mcg</i>	Micrograma

Introdução

As atividades humanas, no geral, como andar, falar, pensar, entre outras, requerem energia para serem executadas. Um adulto consome, em média, cerca de 2.000 kcal por dia. Além disso, há um consumo de diversos outros nutrientes, essenciais para a conservação de uma vida saudável, variando conforme as necessidades individuais de cada organismo. Desta maneira, atingir as metas diárias de nutrientes é uma tarefa essencial para a sobrevivência humana. Além da força física, os nutrientes também são responsáveis pela promoção de aprendizado, humor, pensamento, comportamento, memória e no envelhecimento celular, reforçando a relevância da alimentação na manutenção de um cérebro ativo e saudável [ORGANIZATION, 2024].

No contexto universitário, a importância de uma dieta equilibrada é indiscutível, pois ela desempenha um papel crucial no crescimento e no desenvolvimento intelectual dos indivíduos. Em estudo realizado por [ALVES; CUNHA, 2020], foi evidenciado, por meio de um estudo de caso na Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), que o restaurante universitário (RU) da instituição atende, em média, cerca de 1.000 pessoas diariamente. Os autores ressaltam, ainda, o tempo considerável que os alunos dedicam à universidade, o que reforça a relevância do RU no cotidiano acadêmico.

Segundo [SOUZA; FAVA; CINTRA, 2022], em 2022, aproximadamente 69 instituições de ensino superior no Brasil possuíam unidades de restaurante universitário, que operam sob três diferentes modelos de gestão: autogerida, gestão mista e terceirizada. Independentemente do modelo adotado, é esperado que os RUs enfrentem desafios em sua operação; como o planejamento adequado dos cardápios, que está diretamente relacionado ao custo e ao atendimento das metas nutricionais diárias; a frequência de utilização dos serviços, que pode variar por múltiplos fatores, sendo que, neste estudo, será analisada especificamente a satisfação dos usuários; o desperdício alimentar, que está relacionado à aceitação dos pratos oferecidos e à organização do cardápio. Além disso, é imprescindível considerar variáveis externas que impactam a gestão dos RUs, tais como a sazonalidade dos alimentos, aspectos regionais e as condições climáticas, que podem interferir significativamente na oferta e no consumo alimentar [PEREZ; CASTRO; FRANCO, 2022; KLERCH; GAMA; FREITAS, 2019; SOUZA; FAVA; CINTRA, 2022].

Quando analisados isoladamente, os desafios enfrentados pelos RUs podem assemelhar-se a problemas corriqueiros de gestão. No entanto, ao analisarmos esses problemas de forma integrada, percebe-se a complexidade envolvida, sobretudo devido à natureza conflitante entre os objetivos a serem alcançados. Por exemplo, ao priorizarmos a maximização da frequência de consumo de itens preferidos pelo público, tende-se a aumentar o número de porções servidas, elevando, por consequência, os custos operacionais. Paralelamente, o aumento da oferta de alimentos pode gerar um crescimento no desperdício, contrariando outra meta essencial da gestão

dos RUs: a redução de perdas. Diante dessa dinâmica, os modelos de otimização multiobjetivo surgem como ferramentas promissoras para o apoio à tomada de decisão, permitindo considerar simultaneamente métricas de custo, satisfação do usuário e redução de perdas.

No estudo de [CRISTÓBAL; MANFREDI; SALA, 2018], foi proposta uma metodologia que integra Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) e Programação Matemática para apoiar gestores na seleção de alternativas operacionais. O modelo desenvolvido busca maximizar o impacto ambiental evitado e minimizar o custo total operacional de forma conjunta. De forma semelhante, [DROFENIK et al., 2023] apresentou um modelo matemático multiobjetivo aplicado à cadeia de abastecimento alimentar da Eslovênia, com o intuito de otimizar a utilização de recursos, como a quantidade de terra necessária para a produção, as tecnologias empregadas, o número de animais a serem criados e os volumes de alimentos a serem importados, assegurando a segurança alimentar do país. Já em [HENRIQUE et al., 2023], os autores desenvolveram um modelo de suporte à gestão no contexto da Universidade Federal de Juiz de Fora, com foco na alocação de sistemas fotovoltaicos e estações de carregamento de veículos elétricos. O modelo proposto visava minimizar as perdas elétricas e, simultaneamente, maximizar a proximidade entre as estações de carregamento, oferecendo opções de investimento eficientes.

Embora os estudos mencionados se concentrem em distintas áreas de aplicação, é possível observar a validade e o potencial dos modelos de otimização multiobjetivo como ferramentas eficazes de apoio à tomada de decisão gerencial. No contexto brasileiro — um país de dimensões continentais e um dos maiores produtores de alimentos do mundo —, 29,7% da população vive em situação de insegurança alimentar, sendo 4% em condição de insegurança alimentar grave, conforme o Relatório Anual de 2024 das Nações Unidas. Esses dados evidenciam ainda mais a importância de pesquisas na área de segurança alimentar, com foco em objetivos como a promoção da nutrição adequada e a redução do desperdício de alimentos [BRASIL, 2024; EMBRAPA, 2022].

1.1 Objetivos

No contexto apresentado, o presente trabalho tem como objetivo desenvolver um modelo matemático multiobjetivo como ferramenta de suporte à gestão a RUs, com aplicação em um estudo de caso na UFRRJ. A escolha da UFRRJ como unidade de análise se deve à disponibilidade de dados relevantes e acessíveis, que permitem tanto a construção quanto a validação do modelo proposto.

1.2 Objetivos Específicos

O modelo busca gerar cardápios otimizados, considerando, simultaneamente, múltiplos critérios. O primeiro critério consiste na **minimização do custo** por refeição, assegurando o atendimento das necessidades nutricionais diárias recomendadas por indivíduo. O segundo se refere à **minimização do desperdício** de alimentos, a partir da análise da aceitação dos itens ofertados ao longo do ano de 2023, com ênfase na priorização de opções com menor índice de rejeição. O terceiro critério é a **maximização da frequência** de usuários, promovida pela inclusão de alimentos com maior aceitação, contribuindo para o aumento do nível de satisfação dos frequentadores do RU, aumentando consequentemente a frequência.

Adicionalmente, o trabalho propõe a formulação de diferentes cenários de otimização por meio de dois métodos multicritério distintos, comparando os resultados obtidos com aqueles provenientes de modelos mono-objetivo e com os dados reais do restaurante.

Neste capítulo, apresentaremos três modelos de otimização: Dieta, Frequência e Desperdício. Descreveremos as restrições de cada modelo, os dados utilizados e as principais considerações adotadas.

Inicialmente, cada problema será analisado individualmente. Posteriormente, todos esses aspectos serão integrados em um único modelo, permitindo avaliar a otimização conjunta (Capítulo 3).

2.1 Modelo da Dieta

O problema da dieta, proposto inicialmente em 1945 por [STIGLER, 1945], consistia em selecionar a quantidade necessária de alimentos para um homem de 70 kg, entre diferentes opções, de modo a suprir todas as necessidades mínimas de nutrientes com o menor custo possível. Com o passar do tempo, diversos modelos derivados do problema da dieta foram desenvolvidos, como, por exemplo: em [ALAINI; RAJIKAN; ELIAS, 2019] utilizou-se um modelo de programação linear para desenvolver uma dieta balanceada e acessível, visando ajudar na prevenção do câncer (o foco foi minimizar o custo do cardápio, tornando-o acessível para pessoas de baixa renda), e em [SANTOS et al., 2022], visou-se minimizar a pegada de carbono associada às refeições dos funcionários de uma empresa brasileira, onde se propôs uma variação do modelo clássico de dieta. Obtiveram sucesso nos resultados, alcançando uma pegada de carbono de 1,77 kg de CO_2 , um valor 2,45 vezes inferior ao de uma refeição padrão fornecida. As pesquisas mencionadas servem para corroborar a flexibilidade e eficácia do modelo.

Conforme exposto, o modelo da dieta configura-se como uma ferramenta poderosa no processo de gestão. No contexto universitário, essa realidade difere. Oferecer uma alimentação que atenda às necessidades nutricionais do público, ao menor custo possível, é uma tarefa complexa — especialmente diante do grande volume de refeições que precisam ser preparadas diariamente. Nesse cenário, a utilização de modelos matemáticos como instrumentos de apoio à tomada de decisão mostra-se valiosa para as equipes responsáveis pela gestão dos RUs.

Na UFRRJ, já foram realizados estudos com essa abordagem. [BRASIL et al., 2024], por exemplo, propôs um modelo de programação linear inteira mista com o objetivo de minimizar o custo das refeições, permitindo que os alimentos fossem ofertados em porções inteiras ou fracionárias. O modelo considera um conjunto de restrições destinadas a garantir o atendimento das exigências nutricionais diárias, bem como a adequação às particularidades operacionais do restaurante.

Embora este estudo se baseie parcialmente nas ideias apresentadas por [BRASIL et al.,

2024], o modelo aqui proposto passa por reformulações e aprimoramentos, de modo a melhor representar a realidade do RU analisado. Inicialmente, cada alimento é identificado por um índice $i \in \{1, \dots, n\}$. Além disso, dividimos os alimentos em grupos $g \in \{1, \dots, G\}$, de tal modo que cada alimento i pertença a apenas um grupo g . Assim, para o grupo g , o conjunto dos índices de alimentos i pertencentes a esse grupo será denotado I_g . Quanto aos alimentos, estes podem ser servidos de forma *fracionária* ou *inteira*:

1. a *banana*, pertencente ao grupo das frutas, é servida em uma porção inteira, ou seja, o aluno consome k bananas, onde $k \in \mathbb{Z}_+^* = \{z \in \mathbb{Z} : z \geq 0\}$.
2. o *arroz*, que faz parte do grupo dos acompanhamentos, é servido em uma porção fracionada p , onde $p \in \mathbb{R}_+^* = \{t \in \mathbb{R} : t \geq 0\}$.

Por último, visto que o RU atende D dias da semana, temos o índice dias dado por $d \in \{1, \dots, D\}$. Portanto, podemos definir nossa variável de decisão y_{di} como a quantidade do alimento i servido no dia d . Se denotarmos por A o conjunto de índices dos alimentos fracionados e B o conjunto de índices dos alimentos inteiros, temos $A \cup B = \{1, \dots, n\}$ e $A \cap B = \emptyset$, de tal modo que

$$y_{di} \in \begin{cases} \mathbb{R}_+^*, & \text{se o alimento } i \in A \quad (455 \text{ variáveis contínuas}), \\ \mathbb{Z}_+^*, & \text{se o alimento } i \in B \quad (405 \text{ variáveis inteiras}). \end{cases} \quad (2.1)$$

Cada alimento tem um custo. Assim, seja c_i o custo de cada porção alimentar do alimento i . Diferentemente do modelo em [BRASIL et al., 2024], nesta versão os alimentos serão considerados prontos para o consumo, em vez de crus. Assim, os custos c_i já incluem os custos de preparo de cada alimento. Podemos então definir, na equação (2.2), nossa *função objetivo* como o somatório dos alimentos multiplicados por seus respectivos custos, com o objetivo de minimizar o custo do cardápio gerado:

$$\text{minimizar} \quad \sum_{d=1}^D \sum_{g=1}^G \sum_{i \in I_g} c_i y_{di} \quad (2.2)$$

Visto que, no RU, todos os grupos alimentares são ofertados, o primeiro conjunto de restrições (2.3) garante que pelo menos um alimento de cada grupo seja selecionado, assegurando assim a variedade de grupos alimentares na composição das refeições.

$$\sum_{g=1}^G \sum_{i \in I_g} y_{di} \geq 1, \quad d = 1, \dots, D. \quad (2.3)$$

As porções alimentares podem variar bastante de acordo com as necessidades de cada pessoa. O plano é gerar um cardápio com porções padronizadas que tentem atender a maior parte das pessoas, mas que, ao mesmo tempo, sejam condizentes com a realidade. Por exemplo, é improvável que um usuário do restaurante pegue $\frac{1}{12}$ de porção de arroz. Para lidar com isso, foram definidas porções mínimas na matriz de dados, que representam o limite inferior para as porções selecionadas.

As desigualdades a seguir garantem que, caso um alimento seja selecionado, sua porção respeite a quantidade mínima definida. A desigualdade (2.4) assegura que, se $y_{di} \geq 0$, a variável binária z_{di} seja ativada, com M sendo um parâmetro suficientemente grande. Já a desigualdade (2.5) garante que, se z_{di} estiver ativado, então a variável y_{di} deve ser, obrigatoriamente, maior ou igual a 1.

$$y_{di} \leq M \cdot z_{di}, \quad d = 1, \dots, D, \quad i = 1, \dots, I_g \quad (860 \text{ variáveis binárias}), \quad (2.4)$$

$$y_{di} \geq 1 \cdot z_{di}, \quad d = 1, \dots, D, \quad i = 1, \dots, I_g. \quad (2.5)$$

Para garantir variedade no cardápio e evitar a repetição excessiva de um mesmo alimento ao longo da semana, impomos uma restrição ao número máximo de repetições de cada alimento. Para isso, utilizamos a variável binária z_{di} , que indica se o alimento i foi incluído no cardápio no dia d . Definimos o parâmetro E^g como o limite superior de repetições permitidas para alimentos do grupo g . Assim, a restrição é dada por:

$$\sum_{d=1}^D z_{di} \leq E^g, \quad i \in I_g, \quad g = 1, \dots, G. \quad (2.6)$$

O quarto conjunto de restrições (2.7) refere-se ao número de porções de alimentos de cada grupo que são oferecidas. Por exemplo, no grupo de frutas, podem ser oferecidas de 1 a 2 porções. Assim, os usuários podem escolher a quantidade da porção desejada, que pode variar de frações (alimentos fracionários) a porções inteiras (alimentos inteiros). Isso permite estabelecer um limite inferior Q_{\min} e um limite superior Q_{\max} para cada grupo alimentar, previamente definidos pela administração do RU. Logo podemos representar, como:

$$Q_{\min}^g \leq \sum_{i \in I_g} y_{di} \leq Q_{\max}^g, \quad d = 1, \dots, D, \quad g = 1, \dots, G. \quad (2.7)$$

Para o quinto conjunto de restrições (2.8), analisaremos a composição de nutrientes de cada alimento, considerando que cada alimento contribui com uma quantidade específica de nutrientes n_i , e podemos analisar r nutrientes diferentes. O objetivo dessas restrições é impor limites superiores e inferiores, N_{\min}^r e N_{\max}^r respectivamente, para a medida de nutrientes, garantindo que o cardápio gerado ofereça a quantidade necessária de nutrientes para uma refeição saudável. Dessa forma, a soma das variáveis de decisão precisa estar dentro desses intervalos, independentemente da forma como o alimento é oferecido. Abaixo segue a formulação matemática:

$$N_{\min}^r \leq \sum_{g=1}^G \sum_{i \in I_g} n_i y_{di} \leq N_{\max}^r, \quad r = 1, \dots, R, \quad d = 1, \dots, D. \quad (2.8)$$

O sexto conjunto de restrições busca garantir maior diversidade na composição do cardápio, limitando a quantidade de porções de alimentos dentro de um mesmo grupo. Para isso, estabelecemos limites inferiores e superiores para a quantidade de cada alimento, denotados por U_{\min}^A e U_{\min}^B para os alimentos com porções fracionárias e inteiras, respectivamente. Da mesma forma, definimos os limites superiores, U_{\max}^A e U_{\max}^B . Por exemplo, ao considerarmos o grupo 6 (acompanhamentos), é possível selecionar mais de um tipo de alimento, mas a quantidade de cada um deles deve respeitar os limites estabelecidos. As restrições que impõem esses limites estão expressas nas equações (2.9) e (2.10)

$$U_{\min}^A \leq \sum_{d=1}^D y_{id} \leq U_{\max}^A, \quad i \in A \text{ (fracionárias)} \quad (2.9)$$

$$U_{\min}^B \leq \sum_{d=1}^D y_{id} \leq U_{\max}^B, \quad i \in B \text{ (inteiras)}. \quad (2.10)$$

Além disso, para $d \in \{1, \dots, D\}$, temos as condições dadas em (2.11), que ilustram as restrições canônicas para variáveis de decisão:

$$y_{di} \in \mathbb{R}_+^* \quad (i \in A) \quad \text{e} \quad y_{di} \in \mathbb{Z}_+^* \quad (i \in B). \quad (2.11)$$

Note que, com essa escolha, necessariamente, $y_{di} \geq 0$. Por simplicidade, vamos denominar de $\Omega \subset (\mathbb{R}^*)^{D \times n} \times (\mathbb{Z}_+^*)^{D \times n}$ o conjunto de restrições do modelo acima. Assim,

$$(y, z) \in \Omega \iff \left\{ \begin{array}{ll} \sum_{g=1}^G \sum_{i \in I_g} y_{di} \geq 1, & d = 1, \dots, D, \quad i = 1, \dots, I_g. \\ y_{di} \leq M \cdot z_{di}, & d = 1, \dots, D, \quad i = 1, \dots, I_g. \\ y_{di} \geq 1 \cdot z_{di}, & d = 1, \dots, D, \quad i = 1, \dots, I_g. \\ \sum_{d=1}^D z_{di} \leq E^g, & i = 1, \dots, I_g, \quad g = 1, \dots, G. \\ Q_{\min}^g \leq \sum_{i \in I_g} y_{di} \leq Q_{\max}^g, & g = 1, \dots, G, \quad d = 1, \dots, D. \\ N_{\min}^r \leq \sum_{g=1}^G \sum_{i \in I_g} n_i y_{di} \leq N_{\max}^r, & r = 1, \dots, R, \quad d = 1, \dots, D. \\ U_{\min}^A \leq \sum_{d=1}^D y_{id} \leq U_{\max}^A, & i \in A. \\ U_{\min}^B \leq \sum_{d=1}^D y_{id} \leq U_{\max}^B, & i \in B. \\ y_{di} \geq 0, & i = 1, \dots, n \quad d = 1, \dots, D. \\ y_{di} \in \mathbb{R}_+^*, & i \in A, \quad d = 1, \dots, D. \\ y_{di} \in \mathbb{Z}_+^*, & i \in B, \quad d = 1, \dots, D. \\ z_{di} \in \{0, 1\}, & i = 1, \dots, n, \quad d = 1, \dots, D. \end{array} \right. \quad (2.12)$$

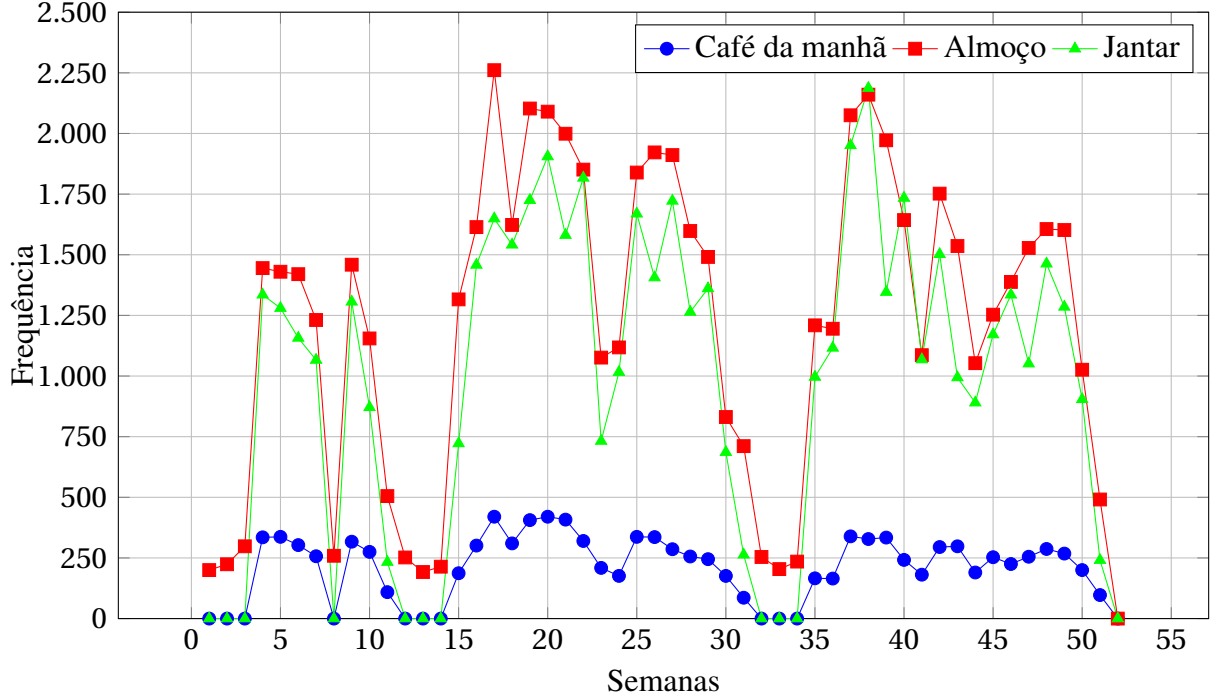
Desta forma, a formulação final do *Modelo da Dieta (MD)* pode ser expressa por:

$$\begin{aligned} \text{(MD)} \quad & \text{minimizar} \quad \sum_{d=1}^D \sum_{g=1}^G \sum_{i \in I_g} c_i y_{di} \\ & \text{sujeito a} \quad (y, z) \in \Omega. \end{aligned} \quad (2.13)$$

2.2 Modelo da Frequência

Neste estudo, a frequência refere-se ao número de vezes que um indivíduo comparece ao RU ao longo do ano, sendo influenciada por fatores internos, como o cardápio, os horários de funcionamento e a estrutura do ambiente, bem como por fatores externos, como condições climáticas e feriados. A Figura 2.1 apresenta uma análise detalhada da frequência de comparecimento ao RU ao longo do ano, segmentada pelas três refeições oferecidas. Observa-se que, em determinadas semanas, ocorreram quedas significativas na frequência, as quais podem ser atribuídas, em parte, a feriados, condições climáticas ou até mesmo à interrupção temporária do funcionamento do restaurante. No entanto, destaca-se que o cardápio também exerce influência relevante nessas variações.

Figura 2.1 – Comparação das frequências mensais.



Dessa forma, o presente trabalho pretende propor estratégias para o aumento da frequência ao RU com base na composição do cardápio. [FERREIRA et al., 2011] propuseram um modelo de otimização linear para alocação de professores em turmas, considerando as preferências individuais como critério de decisão. De forma análoga, este estudo visa maximizar a atratividade do cardápio — com ênfase especial na oferta de proteínas de origem animal, que tendem a ter maior apelo junto ao público-alvo — de modo a fomentar o aumento da frequência ao RU.

Partindo-se da hipótese de que a presença de proteínas de origem animal no cardápio exerce influência significativa sobre a frequência de comparecimento, foi possível atribuir pesos ϕ_i a cada tipo de proteína ofertada. Esses pesos foram calculados com base na média das frequências observadas nos dias em que cada alimento esteve presente no ano de 2023, pela soma total dessas médias. Para os demais alimentos, que não se enquadram na categoria de proteína animal, adotou-se a normalização com peso unitário.

Semelhantemente ao modelo da dieta, a função objetivo deste estudo é formulada como o somatório do produto entre as variáveis de decisão e os respectivos pesos atribuídos aos alimentos. Assim, define-se o *Modelo da Frequência (MF)*, cuja estrutura visa maximizar a atratividade do cardápio com base nas preferências inferidas dos usuários, buscando, elevar a frequência de comparecimento ao RU.

$$\begin{aligned}
 \text{(MF)} \quad & \text{maximizar} \quad \sum_{d=1}^D \sum_{g=1}^G \sum_{i \in I_g} \phi_i y_{di} \\
 & \text{sujeito a} \quad (y, z) \in \Omega,
 \end{aligned} \tag{2.14}$$

onde Ω é definido como em (2.12), isto é, Ω representa o conjunto viável dos modelos.

2.3 Modelo do Desperdício

Quando falamos sobre o preparo e consumo dos alimentos, um aspecto importante a considerar é o desperdício, que pode ser classificado de diferentes formas. O desperdício alimentar evitável refere-se a alimentos comestíveis que poderiam ter sido consumidos, mas foram descartados por algum motivo, como sobras de refeições. O desperdício alimentar inevitável corresponde às partes não comestíveis dos alimentos, como cascas e ossos, que são naturalmente descartadas. Já o desperdício alimentar parcialmente evitável envolve alimentos que são considerados adequados para consumo em determinada cultura, mas não em outras [CHIA et al., 2024].

O volume de desperdício alimentar tende a aumentar conforme cresce a quantidade de refeições servidas. Em restaurantes que atendem a um grande público diariamente, como restaurantes universitários ou comerciais, há uma maior geração de sobras, seja por erros na previsão da demanda, porções excessivas ou pela rejeição de determinados alimentos pelos consumidores. Esses fatores tornam essencial a análise da quantidade de desperdício gerado nesses estabelecimentos para entender sua dimensão e possíveis estratégias na redução.

Em [SEHNEM; PROVENSI; MARCON, 2024], em uma pesquisa realizada na cidade de Chapecó, Brasil, analisaram a quantidade de desperdício de alimentos em restaurantes. O estudo abrangeu 177 estabelecimentos e identificou uma média de 339 kg de alimentos descartados por mês em cada restaurante, o que equivale a aproximadamente 13 kg por dia. Os dados apontam que os vegetais representam a maior parcela do desperdício, correspondendo a 59% do total, seguidos pelos carboidratos 21% e pelas carnes e ossos 16%. Do ponto de vista financeiro, o descarte de carnes e ossos tem o maior impacto econômico, resultando em uma perda de R\$ 175 mil, o que equivale a 38% do valor total desperdiçado.

Em nosso estudo de caso, tomando como exemplo o mês de maio de 2023, foram descartados 122,9 kg de sobras no restaurante universitário. No contexto do RU, sobras referem-se aos alimentos que foram disponibilizados nas bancadas para servir, mas não foram consumidos. Já os restos correspondem aos alimentos que foram servidos nos pratos, mas, por algum motivo, não foram consumidos, totalizaram 214,3 kg de restos. Se observamos o valor total do desperdício no mês de maio, é bastante próximo ao identificado na pesquisa citada.

O desperdício de restos pode ocorrer por diferentes fatores. Neste estudo, investigamos a influência do cardápio sobre o desperdício, de forma análoga à análise da frequência de consumo. Consideramos a proteína animal como o prato principal e o elemento mais significativo do menu. Assim, estabelecemos pesos λ_i para cada proteína com base no desperdício registrado ao longo do ano de 2023. Quanto aos demais alimentos, colocamos peso 1. Assim, definimos nossa função objetivo, conforme a equação (2.15), como o produto dos pesos do desperdício pela variável y_{di} (quantidade de porção selecionada), com o objetivo de minimizar o desperdício de alimentos. Como este modelo também se refere ao RU, ele está sujeito a todas as restrições mencionadas na seção (2.1), de modo que o *Modelo do Desperdício* (MDP) pode ser escrito por:

$$\begin{aligned} \text{(MDP)} \quad & \text{minimizar} \quad \sum_{d=1}^D \sum_{g=1}^G \sum_{i \in I_g} \lambda_i y_{di} \\ & \text{sujeito a} \quad (y, z) \in \Omega, \end{aligned} \tag{2.15}$$

onde Ω é definido como em (2.12), isto é, Ω representa o conjunto viável dos modelos.

2.4 Dados e Parâmetros dos Modelos

Nesta seção, serão apresentados todos os dados e parâmetros utilizados no modelo, juntamente com as considerações feitas na modelagem dos problemas.

Vale destacar que cada dieta atende a um determinado público. Como estamos elaborando um cardápio para um grande número de pessoas, a primeira etapa foi definir um perfil de consumo de nutrientes como base para o menu. Para isso, tomamos como referência uma pessoa com aproximadamente 20 anos, 1,70 metros de altura e sem prática regular de exercícios físicos. Dessa forma, com base em [COMINETTI; COZZOLINO, 2023], foi possível determinar a quantidade necessária de cada nutriente para esse perfil, estabelecendo os seguintes limites:

- **Energia:** Para o café da manhã, entre 20% e 25% da energia diária, o que corresponde a 500 a 625 calorias. E para o almoço/jantar, entre 30% e 35% o que equivale a 750 a 875 calorias;
- **Carboidratos:** entre 45% e 65% da energia diária, o que equivale a 281,25 g a 406,25 g;
- **Proteínas:** entre 10% e 35% da energia diária, o que equivale a 62,5 g e 218,75 g;
- **Lipídios:** entre 20% e 35% da energia diária, o que equivale a 55,56 g e 97,22 g;
- **Ferro:** entre 7,9 mg e 15 mg;
- **Vitamina A:** entre 600 mcg e 900 mcg.

Além disso, foram considerados 172 alimentos, dos quais os 81 primeiros são servidos em porções inteiras e os demais são ofertados em porções fracionárias, conforme o apêndice (6.1). Os alimentos também foram divididos em 10 grupos alimentares: os grupos de 1 a 4 correspondem aos alimentos do café da manhã, e os grupos de 5 a 10 correspondem aos alimentos do almoço e jantar.

- **Grupo 1** - Bebidas para o café da manhã;
- **Grupo 2** - Pães, bolos e biscoitos;
- **Grupo 3** - Frutas;
- **Grupo 4** - Complementos;
- **Grupo 5** - Proteína animal;
- **Grupo 6** - Acompanhamentos;
- **Grupo 7** - Guarnições;
- **Grupo 8** - Saladas;
- **Grupo 9** - Sobremesas;
- **Grupo 10** - Bebidas para o almoço/jantar.

Os custos das funções objetivo, (c_i) para a dieta, (ϕ_i) para a frequência e (λ_i) para o desperdício, também estão detalhados no Apêndice. O preço (c_i) dos alimentos foi definido com base em grandes redes de supermercados, já o peso (ϕ_i) , determinado com base no cardápio de 2023, considerando que o prato principal do RU é a proteína animal e representa a principal fonte de variação na frequência. Foram listadas todas as proteínas consumidas ao longo do ano e calculada a média dos valores apresentados para cada uma, dividida pelo somatório dessas médias. Dessa forma, o peso torna-se independente do número de vezes que o alimento foi ofertado. Para os alimentos que não são de origem animal, atribuímos o peso igual a 1. E por fim, o peso (λ_i) teve um processo semelhante ao (ϕ_i) , porém ao invés de analisar a frequência, foi analisado o desperdício.

Para garantir flexibilidade no cardápio, é necessário que pelo menos um alimento de cada grupo seja selecionado, respeitando os limites mínimos e máximos de porções. Além disso, cada alimento possui um número máximo de repetições permitidas previamente determinadas pela gestão. As restrições específicas do RU para cada grupo são:

- **Grupos 1, 2 e 10** - 1 a 2 porções diárias, com até 2 alimentos diferentes por dia e no máximo 2 repetições de cada alimento.
- **Grupo 3** - 1 a 3 porções diárias, com até 2 alimentos diferentes por dia e no máximo 2 repetições de cada alimento.
- **Grupo 4** - 1 a 2 porções diárias, com até 2 alimentos diferentes por dia e no máximo 3 repetições de cada alimento.
- **Grupo 5** - 1 a 2 porções diárias, com apenas 1 alimento por dia e sem repetições.
- **Grupo 6** - 1 a 4 porções diárias, com até 4 alimentos diferentes por dia e no máximo 5 repetições de cada alimento.
- **Grupos 7 e 8** - 1 a 4 porções diárias, com até 5 alimentos diferentes por dia e no máximo 2 repetições de cada alimento.
- **Grupo 9** - 1 a 2 porções diárias, com até 2 alimentos diferentes por dia e sem repetições.

Por fim, para a restrição dos nutrientes, foi necessário quantificar cada porção com seus respectivos nutrientes. Os dados utilizados provêm de [UNICAMP, 2011] e [Universidade de São Paulo - Food Research Center (FoRC), 2023], que estão descritos no Apêndice (6.2). Essas informações referem-se à quantidade de nutrientes de cada porção mencionada no Apêndice (6.1).

Modelo Multiobjetivo

Este capítulo abordará os conceitos de problemas de otimização multiobjetivo, juntamente com as técnicas de resolução que serão exploradas. Por fim, será apresentada a formulação final do modelo desenvolvido, acompanhada de cenários que buscam uma maior aproximação com a realidade.

3.1 Problema de Otimização Multiobjetivo

Muitos problemas do cotidiano podem ser modelados e resolvidos utilizando técnicas de otimização. Nesse caso, o objetivo é encontrar o mínimo ou máximo de uma função. No entanto, a modelagem desses problemas nem sempre é direta. Em alguns casos, fatores externos podem influenciar o processo. Por exemplo, imagine uma fábrica que produz um produto A. À medida que busca aumentar a qualidade do produto (maximizar), os custos de produção também aumentam. Do ponto de vista comercial, entretanto, é desejável que os custos sejam reduzidos (minimizar). Isso gera objetivos conflitantes dentro de um mesmo problema. Dessa forma, surgem os problemas multiobjetivo, nos quais se busca resolver situações em que duas ou mais funções possuem conflitos entre si.

Podemos definir problema de otimização multiobjetivo como

$$\begin{aligned} &\text{minimizar} \quad \{f_1(\mathbf{x}), f_2(\mathbf{x}), \dots, f_k(\mathbf{x})\} \\ &\text{sujeito a} \quad \mathbf{x} \in S, \end{aligned} \tag{3.1}$$

onde $f_i : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$ são as funções objetivo, para $k > 2$. O vetor de decisão (variáveis) é dado por $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)^\top$, e esses vetores devem pertencer à região viável (conjunto) S , que por sua vez é um subconjunto do espaço de variáveis de decisão \mathbb{R}^n [MARKOWITZ, 1952; MIETTINEN, 1998; ABRAHAM; JAIN; GOLDBERG, 2005; BRANKE et al., 2008].

Nesse contexto, podemos também definir o espaço dos objetivos \mathbb{R}^k , que contém os valores de todas as funções objetivo $f_i(\mathbf{x})$. A aplicação da função f ao conjunto viável S gera um conjunto Z , chamado de região viável no espaço dos objetivos, dado por $Z = f(S)$. Os elementos de Z , chamados de vetores de objetivo ou vetores de critério, são representados como $\mathbf{z} = (z_1, z_2, \dots, z_k)^\top$, onde cada $z_i = f_i(\mathbf{x})$ representa o valor da i -ésima função objetivo para uma solução viável \mathbf{x} . Assim, o espaço Z é composto pelos valores possíveis das funções objetivo, correspondendo às soluções viáveis no espaço de decisão [ABRAHAM; JAIN; GOLDBERG, 2005][MIETTINEN, 1998].

A seguir, são apresentadas definições que irão auxiliar na formulação dos métodos de resolução.

Definição 3.1 Um vetor de decisão $\mathbf{x}^* \in S$ é *Pareto ótimo* se não existir outro vetor de decisão $\mathbf{x} \in S$ tal que $f_i(\mathbf{x}) \leq f_i(\mathbf{x}^*)$ para todo $i = 1, \dots, k$ e $f_j(\mathbf{x}) < f_j(\mathbf{x}^*)$ para pelo menos um índice j .

Assim, de acordo com a definição 3.1, um vetor $\mathbf{z}^* \in Z$ é Pareto ótimo se não existir outro vetor objetivo $\mathbf{z} \in Z$ tal que $z_i \leq z_i^*$ para todo $i = 1, \dots, k$ e $z_j < z_j^*$, para pelo menos um índice j . De forma equivalente, \mathbf{z}^* é Pareto ótimo se o vetor de decisão correspondente a ele for Pareto ótimo.

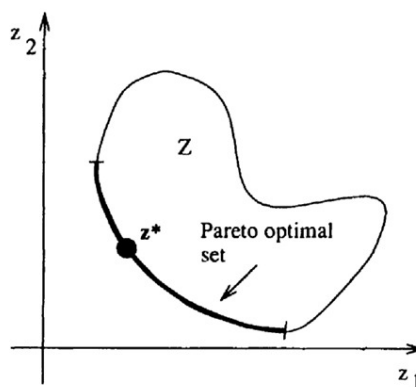
Definição 3.2 Um vetor de decisão $\mathbf{x}^* \in S$ é *fracamente ótimo de Pareto* se não existir outro vetor de decisão $\mathbf{x} \in S$ tal que $f_i(\mathbf{x}) < f_i(\mathbf{x}^*)$ para todo $i = 1, \dots, k$.

A Figura 3.1 ilustra a região objetiva Z , onde z_1 e z_2 representam as funções objetivo. Como mencionado anteriormente, o modelo busca minimizar essas funções simultaneamente. Dessa forma, a linha em negrito destacada representa o conjunto de soluções de Pareto, ou seja, o conjunto de vetores objetivos que são Pareto-ótimos segundo a **Definição 3.1**.

Em termos gerais, um vetor objetivo $\mathbf{z}^* \in Z$ é considerado Pareto-ótimo se não existir outro vetor $\bar{\mathbf{z}} \in Z$ que seja melhor em pelo menos uma das funções objetivo, sem piorar a outra. Logo, se z_1 for reduzido, z_2 será prejudicado, e vice-versa. Se existisse um vetor objetivo capaz de melhorar simultaneamente todas as funções, pela definição o ponto inicial não seria de Pareto ótimo. Além disso, há uma diferença importante entre ótimo de Pareto e ótimo fraco de Pareto, conforme a **Definição 3.2**. Enquanto uma solução de Pareto ótima impede qualquer melhoria estrita em pelo menos uma das funções, uma solução fracamente ótima, apenas garante que nenhuma outra solução seja estritamente melhor em todas as funções objetivo ao mesmo tempo.

Essa distinção é crucial para compreender que a fronteira de Pareto mostrada na figura representa as soluções de Pareto ótimas e não apenas soluções fracamente ótimas.

Figura 3.1 – Representação do conjunto de pareto ótimo no espaço dos objetivos.



Fonte: Miettinen, 1998.

3.2 Escalarização

Os problemas de otimização multiobjetivo podem ser resolvidos por meio de métodos, como os de escalarização. Nessa abordagem, um problema com vários objetivos é convertido em um problema de otimização com apenas uma função objetivo. Informações de preferência, como pesos e limites associados aos diferentes objetivos, são incorporadas ao modelo e, a partir disso, é possível gerar, de forma interativa, um conjunto de soluções ótimas de Pareto [BECHIKH; DATTA; GUPTA, 2017; COLLETTE; SIARRY, 2004]. A escolha desse tipo

de método é justificada por sua simplicidade conceitual e flexibilidade de implementação. Os problemas podem ser resolvidos por meio da aplicação de algoritmos clássicos de otimização mono-objetivo. Embora essa classe de métodos nem sempre garanta uma cobertura completa da fronteira de Pareto, ela é particularmente útil em contextos nos quais a geração de toda a fronteira é inviável ou desnecessária, e o interesse está em encontrar soluções com base em preferências explícitas ou implícitas do decisor [BECHIKH; DATTA; GUPTA, 2017; DEB, 2001].

Entre os principais métodos de escalarização destacam-se a soma ponderada e o método da restrição- ϵ , que diferem quanto à sua capacidade de gerar pontos distribuídos ao longo da fronteira de Pareto. Enquanto a soma ponderada tende a gerar apenas pontos em regiões convexas, o método restrição- ϵ permite obter soluções em regiões não convexas da fronteira, proporcionando maior diversidade [MIETTINEN, 1998; BRANKE et al., 2008].

3.3 Método de Ponderação

No método da ponderação, atribuem-se pesos w_i a cada função objetivo presente no problema, de tal modo que podemos definir uma única função objetivo:

$$\text{minimizar } \left\{ \sum_{i=1}^k w_i f_i(\mathbf{x}) : \mathbf{x} \in S \right\} \quad (3.2)$$

onde $w_i \geq 0$ para todo $i = 1, \dots, k$ e, tipicamente, $\sum_{i=1}^k w_i = 1$. A solução de (3.2) pode ser demonstrada como sendo fracamente Pareto-ótima. Além disso, ela será Pareto-ótima se $w_i > 0$ para todo $i = 1, \dots, k$ ou se a solução for única, conforme as Definições 3.1 e 3.2. [BRANKE et al., 2008]

3.4 Método de Restrição- ϵ

No método da restrição- ϵ , uma das funções do problema multiobjetivo é selecionada para ser otimizada, enquanto todas as outras funções são convertidas em restrições, definindo um limite superior para cada uma delas. Por exemplo, dadas k funções objetivo, selecionamos $\ell \in \{1, \dots, k\}$. Daí, nosso objetivo é

$$\begin{aligned} &\text{minimizar } f_\ell(\mathbf{x}), \\ &\text{sujeito a } f_j(\mathbf{x}) \leq \epsilon_j, \quad \text{para } j \in \{1, \dots, k\}, j \neq \ell, \\ &\mathbf{x} \in S. \end{aligned} \quad (3.3)$$

Ao variar os limites ϵ_j , obtêm-se diferentes soluções viáveis. Quando esses limites são escolhidos de forma adequada, as soluções resultantes não são dominadas por outras e, portanto, satisfazem a condição de otimalidade de Pareto, conforme a **Definição 3.1**. Dessa forma, o método permite explorar a fronteira de Pareto do problema. Além disso, a **Definição 3.2** amplia essa noção ao considerar soluções fracamente ótimas de Pareto, isto é, aquelas que não são estritamente dominadas, mesmo que haja empates em alguns objetivos. Dependendo da escolha dos parâmetros ϵ_j , o método também pode conduzir a esse tipo de solução [MIETTINEN, 1998].

3.5 Estudo de Caso

O problema do RU pode ser caracterizado como um problema multiobjetivo, uma vez que a minimização do custo dos alimentos (modelo da dieta) nem sempre resulta em um cardápio agradável, especialmente considerando que as proteínas têm o maior impacto financeiro. Por outro lado, ao priorizar a frequência dos alimentos, o modelo tende a selecionar uma variedade maior de itens, incluindo proteínas mais caras, o que pode comprometer a minimização do desperdício. Além disso, a frequência do público afeta diretamente o número de refeições servidas, impactando tanto o custo total quanto o desperdício gerado. Dessa forma, como cada modelo influencia os demais, o modelo multiobjetivo busca equilibrar esses fatores, minimizando custos e desperdícios enquanto busca a maximização da frequência.

Para isso, utilizamos a modelagem multiobjetivo e o método da ponderação, permitindo a definição de uma função objetivo que considere o contexto geral, onde cada decisão afeta diferentes aspectos do problema.

$$\begin{aligned} &\text{minimizar} \quad \sum_{d=1}^D \sum_{g=1}^G \sum_{i \in I_g} w_1 c_i y_{di} - w_2 \phi_i y_{di} + w_3 \lambda_i y_{di}, \\ &\text{sujeito a} \quad (y, z) \in \Omega, \end{aligned} \tag{3.4}$$

onde $w_1, w_2, w_3 > 0$, $w_1 + w_2 + w_3 = 1$ e Ω é definido como em (2.12), isto é, Ω representa o conjunto viável dos modelos. Vale destacar que o problema da frequência foi reescrito como um problema de minimização, por isso o sinal de menos no segundo termo da expressão. Os parâmetros w_1 , w_2 e w_3 são pré-definidos e impactam diretamente a solução do problema. Dessa forma, diferentes escolhas para esses pesos resultam em soluções distintas, permitindo explorar diferentes prioridades na otimização. Para ilustrar esse impacto, foram definidos três cenários que exemplificam os objetivos do Restaurante Universitário (RU):

- **Cenário 1:** Cada peso recebe um valor igual de $w_n = \frac{1}{3}$, garantindo que todos os modelos sejam considerados equivalentemente na otimização, sem priorizar um em relação aos outros.
- **Cenário 2:** O modelo da dieta recebe $w_1 = 0,4$ (40%), o modelo da frequência recebe $w_2 = 0,2$ (20%) e o modelo do desperdício recebe $w_3 = 0,4$ (40%). Esse cenário prioriza o custo e a redução de desperdício, enquanto a frequência tem menor peso na decisão.
- **Cenário 3:** O modelo da dieta recebe $w_1 = 0,5$ (50%), o modelo da frequência mantém $w_2 = 0,2$ (20%) e o modelo do desperdício recebe $w_3 = 0,3$ (30%). Aqui, a prioridade é ainda maior para o custo, seguida pelo desperdício, enquanto a frequência tem o menor impacto na solução.

Com o objetivo de comparar os métodos e entender qual metodologia se adequa melhor ao RU, os cenários a seguir foram formulados utilizando o método da restrição- ϵ , uma abordagem alternativa para a resolução de problemas multiobjetivo. Vale destacar que a escolha dos limites inferiores e superiores foi baseada nos valores obtidos nos modelos individuais (mono-objetivos) e no custo atual do RU. É importante mencionar esse critério de escolha, pois, dependendo dos valores adotados como limite, o modelo pode se tornar inviável.

- **Cenário 4:** O modelo possui função objetivo que visa minimizar o desperdício. O custo e a frequência são tratados como restrições, com limitantes superior e inferior, respecti-

vamente.

$$\begin{aligned}
&\text{minimizar} \quad \lambda(y) := \sum_{d=1}^D \sum_{g=1}^G \sum_{i \in I_g} \lambda_i y_{di} \\
&\text{sujeito a:} \quad \sum_{d=1}^D \sum_{g=1}^G \sum_{i \in I_g} c_i y_{di} \leq 13 \\
&\quad \sum_{d=1}^D \sum_{g=1}^G \sum_{i \in I_g} \phi_i y_{di} \geq 80 \\
&\quad (y, z) \in \Omega.
\end{aligned}$$

- **Cenário 5:** O modelo possui função objetivo que visa minimizar o custo. O desperdício e a frequência são tratados como restrições, com limitantes superior e inferior, respectivamente.

$$\begin{aligned}
&\text{minimizar} \quad c(y) := \sum_{d=1}^D \sum_{g=1}^G \sum_{i \in I_g} c_i y_{di} \\
&\text{sujeito a:} \quad \sum_{d=1}^D \sum_{g=1}^G \sum_{i \in I_g} \lambda_i y_{di} \leq 13 \\
&\quad \sum_{d=1}^D \sum_{g=1}^G \sum_{i \in I_g} \phi_i y_{di} \geq 80 \\
&\quad (y, z) \in \Omega.
\end{aligned}$$

- **Cenário 6:** O modelo possui função objetivo que visa maximizar a frequência. O custo e o desperdício são tratados como restrições, ambos com limitantes superiores.

$$\begin{aligned}
&\text{maximizar} \quad \phi(y) := \sum_{d=1}^D \sum_{g=1}^G \sum_{i \in I_g} \phi_i y_{di} \\
&\text{sujeito a:} \quad \sum_{d=1}^D \sum_{g=1}^G \sum_{i \in I_g} c_i y_{di} \leq 13 \\
&\quad \sum_{d=1}^D \sum_{g=1}^G \sum_{i \in I_g} \lambda_i y_{di} \leq 13 \\
&\quad (y, z) \in \Omega.
\end{aligned}$$

Esses cenários evidenciam como a escolha dos pesos e parâmetros influencia a solução final, permitindo ajustar a otimização conforme os objetivos estratégicos do RU. Os resultados dessas análises são apresentados no **Capítulo 4**, juntamente com a respectiva discussão.

Resultados e Discussão

Neste capítulo, são apresentados os principais resultados dos modelos, tanto para os modelos individuais quanto para o modelo multiobjetivo. As simulações foram realizadas em um computador com processador AMD Ryzen 7 3700U e 20 GB de memória. A implementação foi feita na linguagem Python, utilizando o *solver* Gurobi [Gurobi Optimization, LLC, 2025]. Para todos os modelos, foram destacados os resultados computacionais que são referentes à quarta-feira; os demais dias podem ser detalhados nos apêndices 6.3.

4.1 Modelos Mono-Objetivos

Em relação aos modelos mono-objetivos, observamos alguns pontos interessantes. Em 2023, a equipe do Restaurante Universitário (RU) teve um custo médio de R\$ 3,18 para o café da manhã (CM) e R\$ 10,72 para o almoço/jantar (A/J), considerando apenas os custos dos alimentos. No modelo da dieta (MD), conforme a Tabela 4.1, o custo do CM foi de R\$ 5,22, com uma média semanal de R\$ 4,62 — um valor significativamente superior ao do RU.

Tabela 4.1 – Plano Alimentar segundo o Modelo da Dieta.

	Porções	Qtdd.	R\$	ϕ_i	λ_i	g	Alimento
CM	1	200 ml	1,29	1	1	1	Leite com achocolatado
	2	60 g	1,54	2	2	2	Biscoito Cream Cracker
	3	120 g	1,32	3	3	3	Banana Prata
	1,02	9,69 g	1,02	1,02	1,02	4	Geleia
Total	-	-	5,22	7,02	7,02	-	-
A/J	1	100 g	2,35	21,17	3,15	5	Filé de Frango
	1	50 g	0,38	1	1	6	Arroz Branco
	1,69	59,15 g	0,46	1,69	1,69	6	Feijão Carioca
	3,99	167,58 g	0,96	3,99	3,99	7	Batata Doce Assada
	3,66	128,1 g	0,59	3,66	3,66	8	Lentilha Cozida
	1	130 g	1,29	1	1	9	Maçã Argentina
	1	240 ml	1,45	1	1	10	Suco de Goiaba
Total	-	-	7,48	33,51	15,49	-	-
Média	-	-	12,44	40,46	21,14	-	-

Um fator relevante a ser destacado é o impacto do grupo 4 (complementos) no custo do CM. Em 2023, esse grupo nem sempre esteve disponível nos cardápios do RU, o que contribuiu

para um custo menor. Já para o A/J, verificamos que, às quartas-feiras, o custo foi de R\$ 7,48, com uma média semanal de R\$ 7,82 — uma redução de 30,5%, tornando-o consideravelmente inferior ao valor praticado pelo RU. Vale ressaltar que o RU inclui dois grupos adicionais que não foram contemplados em nosso modelo: “proteína alternativa” e “proteína vegana”. Como os frequentadores do RU podem escolher apenas uma opção de proteína, assim como no nosso modelo, o custo calculado reflete essa mesma condição, porém considerando de forma generalizada a “proteína animal”.

No entanto, essa não representa necessariamente a solução ótima, uma vez que, devido às limitações computacionais, o tempo de execução foi restringido a 20 horas. Assim, embora seja possível obter soluções mais eficientes com um tempo maior de processamento, optou-se por adotar aquelas obtidas dentro desse limite. A Tabela 4.2 apresenta a evolução dos valores da função objetivo ao longo do tempo, evidenciando que as reduções foram mínimas com o passar do tempo. Considerando as restrições computacionais, o tempo de operação e as variações pouco significativas na função objetivo, a solução obtida após 20 horas foi considerada satisfatória, ainda que não necessariamente ótima.

Tabela 4.2 – Análise da Função Objetivo (Dieta) em Relação ao Tempo.

Tempo (h)	Nós explorados	iter. Simplex	Função Objetivo.
1	2186184	61574713	62,2664485296772
2	3326916	88047303	62,2664485296772
3	3995725	102968053	62,2664485296772
4	4328656	110264251	62,2664485296772
5	4918656	123133496	62,2200600849824
6	5448154	134561734	62,2200600849824
7	5652556	138976105	62,2200600849824
8	5778334	141671377	62,2200600849824
9	6334128	153468411	62,2200600849824
10	6938034	166098102	62,2200600849824
20	10581093	240058467	62,2200600849824

No que diz respeito ao modelo de frequência (MF), observamos, na Tabela 4.3, uma seleção maior de alimentos em comparação com o MD. Isso resultou em uma frequência mais elevada e, conseqüentemente, em um maior peso total. Além disso, em relação aos nutrientes, os valores ficaram próximos dos limites superiores aceitáveis, contrastando com o modelo anteriormente discutido. Deve-se enfatizar que o MF apresentou uma configuração ótima, conforme determinada pelo *solver*. Diferentemente do MD, neste caso, o tempo computacional não foi um fator limitante.

Atualmente, o RU não dispõe de um método para mensurar a satisfação com base na frequência, como foi feito neste estudo. Por esse motivo, a análise se baseia na comparação entre os diferentes cardápios gerados por cada modelo. Ao comparar o MD com o MF, constatou-se um aumento de aproximadamente 28% no peso ϕ para o CM e cerca de 182% para o almoço/jantar A/J. Essa diferença entre as refeições decorre, principalmente, da simplificação adotada, na qual apenas o grupo 5 (proteína animal) recebeu pesos diferenciados, enquanto os demais alimentos foram normalizados para 1. No caso do CM, o aumento do peso ocorreu devido à maior quantidade de porções e alimentos ofertados em relação ao MD.

Cabe mencionar que o MF apresentou um custo médio semanal de R\$ 7,63 para o CM, um aumento de 65% em relação ao MD. Já para o A/J, o custo foi de R\$ 18,93, representando

um acréscimo de 115% em relação ao MD. Esse resultado evidencia uma dicotomia entre os modelos, que representam forças conflitantes: enquanto o aumento da frequência resulta em um custo mais elevado, o objetivo é minimizar esse custo ao mesmo tempo, em que se maximiza a frequência.

Tabela 4.3 – Plano Alimentar segundo o Modelo da Frequência.

	Porções	Qtdd.	R\$	ϕ_i	λ_i	g	Alimento
CM	1	165 ml	0,79	1	1	1	Leite com Café
	1	165 ml	0,81	1	1	1	Leite de Vaca
	2	50 g	0,78	2	2	2	Pão de Forma
	2	220 g	2,56	2	2	3	Pêra Williams
	1	90 g	0,48	1	1	3	Melão
	2	200 g	3,74	2	2	4	Iogurte Integral
Total	-	-	9,16	9,00	9,00	-	-
A/J	2	120 g	12,00	78,76	1,80	5	Moqueca de Peixe
	2,43	85,05 g	0,66	2,43	2,43	6	Feijão Carioca
	1,57	54,95 g	0,60	1,57	1,57	6	Feijão Vermelho
	1,10	110 g	0,49	1,10	1,10	7	Legumes Assados
	1,90	38 g	0,44	1,90	1,90	7	Quiabo
	1	35 g	0,21	1	1	7	Quiabebe
	4	480 g	0,88	4	4	8	Berinjela
	1	130 g	1,29	1	1	9	Maçã Argentina
	1	110 g	1,28	1	1	9	Pêra Williams
	2	480 ml	2,90	2	2	10	Suco de Goiaba
Total	-	-	20,75	94,76	17,80	-	-
Média	-	-	27,23	107,43	27,54	-	-

Em relação ao modelo do desperdício (MDP), foi possível constatar uma redução no peso λ para o CM de 12,8% em relação ao MD e de 32% em relação ao MF. No que tange ao A/J, observamos uma redução de 56,5% em relação ao MD e de 62,2% em relação ao MF. O grupo mais impactante no peso λ foi a proteína animal; além disso, no MF, todos os outros alimentos foram normalizados para 1. Conforme observado na Tabela 4.4, a quantidade de alimentos também foi reduzida, impactando diretamente a diminuição do desperdício, o que não acarretou redução dos custos. Analisando o custo semanal, verificamos que o MDP apresentou um custo médio semanal de R\$ 7,63 para o CM, um valor bastante próximo ao do MF, porém um aumento de 67,5% em relação ao MD. Já para o A/J, o custo médio semanal foi de R\$ 16,36, o que representa uma redução de 13,6% em relação ao MF, mas um aumento de 109% em relação ao MD. Quanto à frequência, o MDP apresentou um decréscimo de 36,7% para o CM em relação ao MF e de 64% para o A/J.

É importante destacar que essa não é necessariamente a solução ótima. Assim como no modelo da dieta, o tempo computacional foi um fator limitante. A Tabela 4.5 ilustra a evolução da função objetivo, que apresentou variações pouco significativas ao longo do tempo.

Tabela 4.4 – Plano Alimentar segundo o Modelo do Desperdício.

	Porções	Qtdd.	R\$	ϕ_i	λ_i	g	Alimento
CM	1	200 ml	0,60	1	1	1	Café Infusão 10%
	2	100 g	0,50	2	2	2	Pão Francês
	2,12	657,2 g	6,72	2,12	2,12	3	Mamão Papaia
	1	9,5 g	1,04	1	1	4	Geleia
Total	-	-	8,86	6,12	6,12	-	-
A/J	2	200 g	10,40	4,36	0,68	5	Rocambole de Carne
	1	35 g	0,38	1	1	6	Feijão Vermelho
	1,05	84 g	0,67	1,05	1,05	7	Banana da Terra Assada
	1	40 g	0,44	1	1	8	Cenoura
	2	260 g	2,58	2	2	9	Maçã Argentina
	1	240 ml	1,45	1	1	10	Suco de Uva
Total	-	-	15,92	10,41	6,73	-	-
Média	-	-	23,73	41,00	13,41	-	-

Tabela 4.5 – Análise da Função Objetivo (Desperdício) em Relação ao Tempo.

Tempo (h)	Nós explorados	iter. Simplex	Função Objetivo.
1	3456056	78232156	67,03425854440395
2	5139986	114031467	67,03425854440395
3	6078238	133504462	67,03425854440395
4	6987182	151982685	67,03425854440395
5	7474045	161629152	67,03425854440395
6	8375878	179262491	67,03425854440395
7	8953594	190319803	67,03425854440395
8	9534453	201293329	67,03425854440395
9	10135234	212375239	67,03425854440395
10	10891925	225976315	67,03425854440395
20	15527306	303160539	67,02427514808343

Assim, torna-se evidente que os objetivos são interligados e conflitantes entre si: quando um peso é priorizado, outro é impactado negativamente. Por exemplo, ao priorizarmos um cardápio que minimize o desperdício, ele se torna menos atrativo em termos de frequência e custo. Essa relação ocorre para qualquer uma das três configurações apresentadas, tornando a comparação direta entre elas menos interessante. No entanto, os resultados individuais são significativos quando analisamos o desempenho dos modelos multiobjetivos, nos quais os três critérios são considerados simultaneamente. A seção 4.2 detalha essa relação entre os modelos individuais e os modelos multiobjetivo em diferentes cenários.

4.2 Modelo Multiobjetivo

Nesta seção, são apresentadas as principais características das configurações geradas pelo modelo multiobjetivo (MOB), bem como um comparativo com os modelos individuais. O MOB foi resolvido por meio do método da ponderação e da restrição- ϵ , em diferentes cenários, conforme descrito na Seção 3.4.

No cenário 1, cada objetivo recebeu um peso w_i de $\frac{1}{3}$, garantindo uma priorização equilibrada entre eles, conforme mostrado na Tabela 4.6. Comparando com os resultados dos modelos individuais, o CM obteve um custo de R\$ 2,91, com média semanal de R\$ 3,02. Esse valor representa uma redução de 34,6% em relação à média do MD e de 5% em relação ao RU em 2023. O peso λ foi de 5,04, com média semanal de 5,01, indicando uma redução de 12,1%, o que está alinhado com nosso objetivo de minimizar custos e desperdícios. No entanto, o peso ϕ foi de 5,04, aproximadamente metade do valor ótimo segundo o MF.

Para o A/J, o custo foi de R\$ 15,00, com média semanal de R\$ 11,34, representando um aumento de 45% em relação ao MD e R\$ 0,62 acima da média do RU. O peso ϕ apresentou um aumento de aproximadamente 9 unidades, sugerindo que o cardápio gerado no cenário 1 é mais atrativo que o MF. No entanto, esse resultado se reflete apenas na quarta-feira, pois a média semanal do peso ϕ apresentou uma redução de cerca de 8,4% em relação ao MF. Em contrapartida, o desperdício teve um aumento semanal médio de aproximadamente 35,3% em relação ao MDP, indo na direção oposta ao nosso objetivo de minimizá-lo.

Dessa maneira, foi possível observar certo ganho de desempenho no CM, onde dois objetivos foram reduzidos, alinhando-se às suas funções. No entanto, no A/J, as mudanças não foram tão positivas quanto o esperado. Isso evidencia que, mesmo ao tentar priorizar os três objetivos simultaneamente, sempre haverá algum comprometimento, pois a natureza deles é conflitante. Ressalta-se que, nesse caso, não foi encontrada uma solução ótima. Para fins de comparação entre os modelos com base no tempo, adotou-se o mesmo limite de 20 horas, assim como nos modelos individuais.

Tabela 4.6 – Plano Alimentar segundo o Modelo Multiobjetivo (Cenário 1).

	Porções	Qtdd.	R\$	ϕ_i	λ_i	g	Alimento
CM	1	165 ml	0,81	1	1	1	Leite de Vaca
	2	100 g	0,50	2	2	2	Pão Francês
	1	40 g	0,52	1	1	3	Banana Ouro
	1,04	9,9 g	1,08	1,04	1,04	4	Geleia
Total	-	-	2,91	5,04	5,04	-	-
A/J	2	220 g	12,00	97,15	3,51	5	Fricassê de Frango
	1	35 g	0,27	1	1	6	Feijão Carioca
	1	25 g	0,13	1	1	7	Abobrinha Cozida
	1,25	52,5 g	0,30	1,25	1,25	7	Batata Doce Assada
	1,04	72,8 g	0,37	1,04	1,04	8	Abóbora Refogada
	1	90 g	0,48	1	1	9	Melão
	1	240 ml	1,45	1	1	10	Suco de Guaraná
Total	-	-	15,00	103,44	9,80	-	-
Média	-	-	14,36	95,16	15,44	-	-

No cenário 2, as prioridades deixaram de ser igualmente distribuídas. O peso w_i para a dieta foi definido como 0,4 (40%), para a frequência como 0,2 (20%) e para o desperdício também como 0,4 (40%). Essa nova configuração está representada na Tabela 4.7. Comparando

diretamente o custo com o cenário 1, observa-se que o CM teve uma redução de R\$ 0,52. No caso do A/J, a diferença foi ainda mais significativa, com uma redução superior à metade. No entanto, ao analisarmos os valores médios semanais, o CM apresentou um aumento de 4,6%, enquanto o A/J teve uma redução de 1,76%. Considerando ambas as refeições, o cenário 2 é, no total, R\$ 0,34 mais barato — uma diferença modesta, inferior a 0,5%. Com relação ao peso λ , as médias semanais melhoraram em comparação ao cenário 1, com reduções de 8,2% para o CM e 22% para o A/J. Já em relação à frequência, o comportamento continuou em queda, evidenciando novamente que algum dos objetivos será inevitavelmente prejudicado. No entanto, nessa configuração, a redução do peso ϕ foi mínima, em torno de 3,2%.

Tabela 4.7 – Plano Alimentar segundo o Modelo Multiobjetivo (Cenário 2).

	Porções	Qtdd.	R\$	ϕ_i	λ_i	g	Alimento
CM	1	200 ml	0,60	1	1	1	Café Infusão 10%
	2	100 g	0,50	2	2	2	Pão Francês
	1	90 g	0,48	1	1	3	Melão
	1	30 g	0,81	1	1	4	Queijo Minas
Total	-	-	2,39	5,00	5,00	-	-
A/J	2	120 g	3,96	79,97	1,69	5	Linguiça Toscana
	1	35 g	0,38	1	1	6	Feijão Vermelho
	2,42	169,4 g	0,58	2,42	2,42	7	Abóbora Cozida
	1	42 g	0,24	1	1	8	Batata Doce
	1	40 g	0,44	1	1	9	Banana Prata
	1	240 ml	1,45	1	1	10	Suco de Uva
Total	-	-	7,05	86,39	8,11	-	-
Média	-	-	14,29	92,15	12,73	-	-

As escolhas dos parâmetros impactam diretamente na solução. Resta a reflexão: será que a redução de custo observada é significativa o suficiente para justificarmos a exploração de cenários com maior prioridade para o custo? Ou, talvez, um aumento na prioridade atribuída ao desperdício possa trazer resultados mais interessantes? Ainda, será que a redução da frequência é aceitável ou deveríamos atribuir maior peso a esse objetivo? Dessa forma, como a redução de custo foi pequena (ressaltando que, possa ser satisfatória segundo a RU), o cenário 3 passa a explorar uma perspectiva diferente na atribuição dos pesos, sem manter o aumento da prioridade para a dieta e direcionando o foco para outros objetivos.

No cenário 3, a prioridade atribuída ao objetivo relacionado à dieta foi reduzida em comparação ao cenário 2, de modo a permitir um maior investimento em outro objetivo. Os pesos definidos para cada critério foram: $w_i = 0,35$ (35%) para a dieta, $w_i = 0,25$ (25%) para a frequência e $w_i = 0,40$ (40%) para o desperdício. Essa nova configuração está apresentada na Tabela 4.8.

Ao analisarmos os valores dos custos semanais, é possível verificar que as mudanças não foram tão impactantes quanto nos outros resultados. O custo apresentou um aumento de 1,48% em relação ao cenário 2, o que está de acordo com a proposta, considerando que a prioridade atribuída ao MD foi reduzida, enquanto o peso da frequência aumentou cerca de 0,24%. Já o desperdício, que manteve a mesma prioridade do cenário 2, teve uma redução de 0,60%.

Como já mencionado, a escolha desses parâmetros corresponde a ajustes finos que precisam ser trabalhados em conjunto com a gestão do RU. Tomando como exemplo o aumento de 1,48% no custo da dieta, estamos falando de um acréscimo de apenas R\$1,06 (considerando

café da manhã e jantar). Esse valor justifica o aumento da frequência e a redução do desperdício?

Tabela 4.8 – Plano Alimentar segundo o Modelo Multiobjetivo (Cenário 3).

	Porções	Qtdd.	R\$	ϕ_i	λ_i	g	Alimento
CM	1	200 ml	0,60	1	1	1	Café Infusão 10%
	2	100 g	0,50	2	2	2	Pão Francês
	1	90 g	0,48	1	1	3	Melão
	1	30 g	0,81	1	1	4	Queijo Minas
Total	-	-	2,39	5,00	5,00	-	-
A/J	2	120 g	3,96	79,97	1,69	5	Linguça Toscana
	1	35 g	0,27	1	1	6	Feijão Carioca
	2,03	142,1 g	0,49	2,03	2,03	7	Abóbora Cozida
	1	42 g	0,24	1	1	8	Batata doce
	1	20 g	0,37	1	1	9	Doce de Abóbora
	1	240 ml	1,45	1	1	10	Suco de Goiaba
Total	-	-	6,78	86,0	7,72	-	-
Média	-	-	14,51	92,37	12,65	-	-

Nos cenários 4, 5 e 6, trataremos o problema segundo outra ótica, aqui estamos falando do MOB com a implementação da restrição Epsilon. Para o cenário 4, a nossa função objetivo visa minimizar o desperdício, enquanto o custo e a frequência são formulados como restrição. Vale destacar que a escolha dos parâmetros para os limites inferiores das restrições tem grande impacto na resolução. Como esse modelo permite essa flexibilidade, do ponto de vista que o usuário pode expressar numericamente o valor desejado, tivemos como objetivo forçar ao máximo os limites.

Como o foco desse cenário era o desperdício, dentro das condições propostas, é possível observar um aumento em relação à média semanal (café da manhã + almoço/jantar) de 1,17% em relação ao cenário 3 (cenário esse que obteve a menor média semanal em relação ao desperdício). No que diz respeito aos outros objetivos, o custo teve uma redução de aproximadamente 6,69% em relação ao cenário 3 – algo positivo, alinhado com o nosso objetivo. Já em relação à frequência, houve um decréscimo de 5,82% - o que vai contra o que almejamos.

Tabela 4.9 – Plano Alimentar segundo o Modelo Multiobjetivo (Cenário 4).

	Porções	Qtdd.	R\$	ϕ_i	λ_i	g	Alimento
CM	1	200 ml	0,60	1	1	1	Café Infusão 10%
	2	100 g	0,50	2	2	2	Pão Francês
	1	40 g	0,44	1	1	3	Banana Prata
	1	30 g	0,81	1	1	4	Queijo Minas
Total	-	-	2,35	5,00	5,00	-	-
A/J	2	120 g	3,96	79,97	1,69	5	Linguiça Toscana
	1	35 g	0,27	1	1	6	Feijão Carioca
	1,97	137,9 g	0,47	1,97	1,97	7	Abóbora Cozida
	1	10 g	0,05	1	1	8	Repolho Roxo
	1	40 g	0,44	1	1	9	Banana Prata
	1	240 ml	1,45	1	1	10	Suco de Goiaba
Total	-	-	6,64	85,94	7,66	-	-
Média	-	-	13,53	86,99	12,80	-	-

Quando passamos para o cenário 5, a nossa função objetivo agora, almeja minimizar o custo, enquanto a frequência e desperdício são formulados como restrição, nesse caso podemos observar um custo semanal geral bem menor em relação aos outros cenários, porém esse ganho de permanece na dieta, é justificado pelas perdas nos outros objetivos, se comparados ao cenário anterior a frequência reduziu 3,62% e o desperdício aumentou 25,79%. Reafirmando novamente o ambiente conflitante entre os objetivos, mostrando que quando um objetivo é beneficiado, o outro tende a ser prejudicado.

Tabela 4.10 – Plano Alimentar segundo o Modelo Multiobjetivo (Cenário 5).

	Porções	Qtdd.	R\$	ϕ_i	λ_i	g	Alimento
CM	1	200 ml	0,60	1	1	1	Café Infusão 10%
	2	100 g	0,50	2	2	2	Pão Francês
	1	40 g	0,52	1	1	3	Banana Ouro
	1	30 g	0,81	1	1	4	Queijo Minas
Total	-	-	2,43	5,00	5,00	-	-
A/J	1	100 g	5,60	38,99	2,02	5	Lasanha Bolonhesa
	1	100 g	2,15	30,06	1,79	5	Sobrecoxa Assada
	1	35 g	0,27	1	1	6	Feijão Carioca
	2,10	147 g	0,50	2,10	2,10	7	Abóbora Cozida
	1	8 g	0,05	1	1	8	Alface Crespa
	1	25 g	0,23	1	1	9	Gelatina
	1	240 ml	1,45	1	1	10	Suco de Groselha
Total	-	-	10,25	75,15	9,91	-	-
Média	-	-	12,93	83,84	16,10	-	-

Por fim, temos o cenário 6, esse cenário visa maximizar a frequência enquanto atende às restrições de custo e desperdício. Nesta configuração, embora fosse esperado um valor relativamente alto para a frequência, não foi isso que aconteceu, obtivemos 78,01 de média semanal, valor que corresponde a uma redução de 27,38% em relação ao modelo da frequência (modelo no qual encontramos a maior média semanal), porém quando olhamos para os outros objetivos,

o custo médio foi de 12,84 sendo o segundo mais barato das 9 configurações já discutidas, e o desperdício teve média semanal de 13, sendo o 4o. valor mais baixo – e não tão distante do primeiro lugar com valor de 12,654. Um ponto interessante desse resultado foi que o *solver* encontrou uma solução ótima e tempo viável (cerca de 15 minutos), diferente dos outros cenários que se tratam de soluções boas. Vale destacar que essa solução ótima é válida para os parâmetros informados na seção 3.

Tabela 4.11 – Plano Alimentar segundo o Modelo Multiobjetivo (Cenário 6).

	Porções	Qtdd.	R\$	ϕ_i	λ_i	g	Alimento
CM	2	400 ml	2,58	2	2	1	Leite com Achocolatado
	1	25 g	0,63	1	1	2	Pão de Queijo
	1	90 g	0,48	1	1	3	Melão
	1	9,5 g	1,04	1	1	4	Geleia
Total	-	-	4,73	5,00	5,00	-	-
A/J	2	200 g	4,80	78,28	1,66	5	Estrogonofe de Frango
	1	50 g	0,38	1	1	6	Arroz Branco
	2,32	162,4 g	0,56	2,32	2,32	7	Abóbora Cozida
	1,02	91,8 g	0,57	1,02	1,02	8	Salada de Lentilha
	1	40 g	0,44	1	1	9	Banana Prata
	1	240 ml	1,45	1	1	10	Suco de Groselha
Total	-	-	8,20	84,62	8,00	-	-
Média	-	-	12,84	78,01	13,00	-	-

A Tabela 4.12 apresenta os valores da função objetivo para cada cenário, juntamente com as médias semanais — considerando as duas refeições — dos indicadores de custo, frequência e desperdício.

Tabela 4.12 – Análise Comparativa dos Cenários Avaliados

Cenário	Função Objetivo	R\$	ϕ	λ
Dieta	62.2201	12,44	40,46	21,14
Frequência	537.1495	27,23	107,43	27,54
Desperdício	67.0243	23,73	41,00	13,40
Cenário 1	-108.9270	14,36	95,16	15,44
Cenário 2	-38.1000	14,29	92,15	12,73
Cenário 3	-64.7721	14,51	92,37	12,65
Cenário 4	80.5174	13,53	86,99	12,80
Cenário 5	67.6619	12,93	83,84	16,10
Cenário 6	390.0375	12,84	78,01	13,00

Como mencionado na discussão dos resultados e exibido na Tabela 4.12, o cenário 6 demonstrou ser a configuração que mais se adequou aos objetivos da pesquisa, onde os dois objetivos de minimização obtiveram valores bem reduzidos, enquanto maximizava a frequência. Além disso, o uso da implementação através da restrição épsilon parece ter uma maior flexibilidade se pensarmos na gestão e em quem vai usar o modelo, na prática, onde definir numericamente um valor para cada objetivo possa ser mais interessante do que prioridades. Além disso, vale destacar o tempo computacional, embora a implementação tenha sido feita por um

solver, no qual os métodos por trás das funções são fechados. O tempo computacional apresentado para esse cenário é bem agradável para o RU, no qual os mesmos têm pouco tempo para a tomada de decisão.

4.3 Limitações dos Modelos

Na presente seção, trataremos de algumas limitações e simplificações adotadas na pesquisa em questão.

- A definição do público-alvo para a geração dos cardápios foi um passo essencial. Optamos por focar em indivíduos que consomem exclusivamente proteínas de origem animal e que não utilizam fontes alternativas, como proteínas vegetais. A exclusão desses outros grupos permitiu tornar o modelo mais leve e simplificado. Além disso, é importante destacar que, para esse mesmo perfil, foi necessário estabelecer valores específicos de nutrientes, os quais podem variar de acordo com a dieta e as necessidades individuais.
- A respeito dos cardápios gerados, observamos que alguns alimentos estiveram bem presentes. Isso ocorreu porque esses alimentos são mais baratos ou impactam mais nos nutrientes, ajudando a atender às restrições impostas. Outra questão que pode influenciar essa seleção é a presença do mesmo alimento em diferentes categorias, como a laranja, que pode aparecer tanto como sobremesa quanto como fruta no café da manhã.
- A quantidade das porções selecionadas. Por exemplo, a Tabela 4.6 apresenta a seleção de alimentos segundo o modelo da dieta, na qual quase quatro porções de batata doce foram escolhidas. Embora não seja impossível que uma pessoa consuma essa quantidade, não é algo tão comum. Esse volume elevado pode ter sido influenciado por restrições nutricionais não atendidas, levando o modelo a optar por alimentos que suprissem os nutrientes deficitários.
- Ocorreram repetições de alimentos com preparos diferentes. No Cenário 1, por exemplo, foram selecionados “Abobrinha Cozida” como acompanhamento e “Abobrinha Refogada” como salada. Embora essa combinação possa parecer incomum, na prática, foi configurado para evitar esse tipo de repetição. Ajustes futuros, com regras mais refinadas, poderão minimizar ou eliminar essas ocorrências.
- Peso da frequência. Como estamos trabalhando apenas com dados de 2023, a definição dos pesos foi feita exclusivamente para as proteínas, por serem consideradas os itens mais atrativos das refeições. No entanto, essa abordagem desconsidera o impacto de outros componentes do cardápio, como guarnições e sobremesas, que também podem influenciar positivamente na frequência de consumo. Futuramente, poderíamos utilizar pesquisas de satisfação com o próprio público para atribuir pesos mais realistas, baseados nos hábitos e preferências reais de consumo. Considerando que explorar todas as combinações possíveis de cardápios é uma tarefa complexa, essa estratégia pode contribuir para uma modelagem mais precisa e eficiente.
- Quanto ao peso do desperdício, definir valores precisos não é uma tarefa simples, uma vez que o lixo orgânico não é quantificado individualmente por alimento. Além disso, fatores como cascas, ossos e partes não comestíveis podem influenciar significativamente os dados. Dessa forma, seria necessário adotar uma nova abordagem de análise, capaz de

considerar essas variáveis e fornecer estimativas mais confiáveis sobre o desperdício real associado a cada item do cardápio.

- Disponibilidade dos alimentos. Embora cada alimento tenha uma disponibilidade específica para o preparo, o modelo não considerou essas limitações. As verduras, por exemplo, são especialmente impactadas, pois possuem uma vida útil mais curta. Apesar disso, em todos os dias dos cardápios gerados, as restrições energéticas foram atendidas. Assim, seria possível realizar manualmente a substituição de cardápios diários conforme a disponibilidade dos alimentos no RU. No entanto, ao considerar a execução ao longo de vários dias, essa tarefa se tornaria complexa e pouco viável sem o apoio de uma automação.
- Este modelo ainda representa uma versão simplificada do que pode ser desenvolvido, gerando cardápios apenas para 5 dias (uma semana). Um próximo passo importante seria expandir a geração para, pelo menos, 60 dias, o que permitiria uma aproximação mais fiel da realidade e uma avaliação mais robusta da viabilidade nutricional, operacional e de aceitação dos cardápios ao longo do tempo.
- Por fim, a maioria dos cenários propostos representa soluções “boas”, considerando as limitações computacionais e o tempo de execução. O uso do *solver* foi bastante útil para a pesquisa, demonstrando que o modelo pode funcionar como uma ferramenta de suporte na tomada de decisões. Além disso, a implementação de mecanismos de resolução mais avançados seria um passo interessante para aprimorar os resultados, especialmente considerando que há limitações de licença para o uso do *solver* adotado.

Considerações Finais

Na presente seção, serão apresentadas as conclusões finais sobre a pesquisa, além de sugestões para trabalhos futuros que possam contribuir para o aprimoramento e aprofundamento do tema.

5.1 Conclusão

A pesquisa demonstrou a eficiência dos modelos multiobjetivo na geração de cardápios, evidenciando, ao mesmo tempo, as perdas relativas quando comparados aos modelos mono-objetivo. No entanto, de forma geral, os resultados foram bastante promissores em relação à situação atual, especialmente no que tange ao custo. Quanto à frequência e ao desperdício, a ausência de métricas consolidadas na operação atual do Restaurante Universitário dificultou uma comparação direta. No entanto, é possível perceber que os modelos propostos desempenharam um papel relevante na análise e apresentaram ganhos potenciais.

A proposta central deste trabalho foi mostrar que é possível automatizar e, consequentemente, acelerar o processo de geração de cardápios, mesmo diante de objetivos conflitantes — o que foi comprovado por meio de resultados satisfatórios. Vale destacar que este estudo representa uma versão simplificada do problema real. A integração de mais dados e restrições pode tornar os resultados ainda mais robustos e aplicáveis ao contexto prático.

Espera-se que esta pesquisa possa contribuir como uma ferramenta de apoio à gestão do RU, permitindo a otimização de processos individuais, como a seleção de itens e o equilíbrio nutricional. No entanto, é importante ressaltar que a proposta não pretende substituir decisões humanas ou prejudicar qualquer membro envolvido na gestão. Há uma série de critérios operacionais e estratégicos que não foram modelados e que devem permanecer sob responsabilidade do gestor, dada a sua complexidade e natureza subjetiva.

5.2 Trabalhos Futuros

Salientamos que a pesquisa realizada ainda pode ser melhorada, havendo diversas possibilidades de aprimoramento para tornar o trabalho ainda mais preciso, gerando resultados mais próximos da realidade. Algumas dessas melhorias podem ser observadas a seguir:

- Propõe-se a formulação de restrições mais condizentes com a realidade, evitando, por exemplo, a repetição do mesmo alimento em diferentes grupos e a definição de porções

irreais. A inclusão de uma maior variedade de alimentos e nutrientes também proporcionaria mais flexibilidade ao modelo.

- Em relação aos pesos, como mencionado anteriormente, diversas considerações foram feitas. Nesse sentido, atribuir pesos aos alimentos com base na opinião do público seria uma alternativa interessante, assim como desenvolver uma forma mais confiável de definir os pesos relacionados ao desperdício.
- Por se tratar de alimentos, a questão da validade é crucial. Assim, um modelo que considere estoques limitados, com diferentes prazos de vencimento, e que priorize o uso dos produtos com menor tempo de validade agregaria um diferencial significativo ao sistema.
- Como destacado no Capítulo 2, a frequência dos alunos é um fator de grande importância para o RU. Dessa forma, a proposta de um modelo dinâmico, que leve em conta a passagem do tempo, seria uma abordagem interessante. Com a inclusão do índice temporal, outros fatores poderiam ser incorporados na elaboração dos cardápios, tais como:
 - Sazonalidade dos alimentos: a disponibilidade de certos produtos no mercado varia ao longo do ano, impactando diretamente na escolha dos ingredientes;
 - Influência das condições climáticas: períodos de chuva ou frio intenso podem reduzir a presença dos alunos no RU, afetando a demanda e a frequência.
- Outro ponto relevante é a aplicabilidade prática do estudo. Como o objetivo é auxiliar na resolução de um problema real, disponibilizar os resultados de maneira acessível seria um grande avanço. Considerando que a equipe de gestão do RU pode não estar familiarizada com programação, o desenvolvimento de um aplicativo capaz de receber os dados, executar a otimização e fornecer soluções de forma intuitiva seria de grande utilidade.
- Por fim, vale ressaltar que o modelo atual já apresenta uma certa complexidade, e a inclusão de novos fatores tende a torná-lo ainda mais desafiador. Nesse sentido, é essencial propor estratégias eficientes para sua resolução. O tempo computacional é uma variável crítica e, considerando esse aspecto, uma possibilidade a ser explorada em trabalhos futuros é a implementação de uma heurística como alternativa ao uso de solvers.

Referências bibliográficas

- ABRAHAM, A.; JAIN, L.; GOLDBERG, R. *Evolutionary Multiobjective Optimization*. 1. ed. London: Springer, 2005. (Advanced Information and Knowledge Processing). ISBN 978-1-85233-787-2.
- ALAINI, R.; RAJIKAN, R.; ELIAS, S. M. Diet optimization using linear programming to develop low cost cancer prevention food plan for selected adults in kuala lumpur, malaysia. *BMC Public Health*, v. 19, n. 4, p. 546, 2019.
- ALVES, G. M.; CUNHA, C. d. O. A importância da alimentação saudável para o desenvolvimento humano. *Revista Perspectivas Online: Humanas & Sociais Aplicadas*, v. 10, n. 27, p. 46–62, 2020.
- BECHIKH, S.; DATTA, R.; GUPTA, A. (Ed.). *Recent Advances in Evolutionary Multi-objective Optimization*. Cham: Springer, 2017. v. 20. 179 p. (Adaptation, Learning, and Optimization, v. 20).
- BRANKE, J. et al. (Ed.). *Multiobjective Optimization: Interactive and evolutionary approaches*. 1. ed. Berlin: Springer, 2008. v. 5252. (Lecture Notes in Computer Science, v. 5252). ISBN 978-3-540-88907-6.
- BRASIL, A. M. d. M. et al. Combinatorial optimization models applied to the management of operational demands in university centers. *SSRN Electronic Journal*, 2024.
- BRASIL, N. U. *Relatório Anual das Nações Unidas no Brasil 2024*. 2024. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/292259-relat%C3%A7%C3%A3o-anual-das-na%C3%A7%C3%B5es-unidas-no-brasil-2024>.
- CHIA, D. et al. A systematic review of country-specific drivers and barriers to household food waste reduction and prevention. *Waste Management & Research*, v. 42, p. 459–475, 2024.
- COLLETTE, Y.; SIARRY, P. *Multiobjective Optimization: Principles and case studies*. Berlin: Springer Berlin, Heidelberg, 2004. IX + 293 p. (Decision Engineering). ISBN 978-3-662-08883-8.
- COMINETTI, C.; COZZOLINO, S. M. F. *Recomendações de nutrientes*. 3. ed.. ed. São Paulo: International Life Sciences Institute do Brasil, 2023.
- CRISTÓBAL, V.; MANFREDI, S.; SALA, S. Prioritizing and optimizing sustainable measures for food waste prevention and management. *Waste Management*, v. 72, p. 3–16, 2018.

DEB, K. *Multi-Objective Optimization using Evolutionary Algorithms*. [s.l.]: John Wiley & Sons, 2001. 536 p. (Wiley Interscience Series in Systems and Optimization). ISBN 047187339X.

DROFENIK, J. et al. Multi-objective scenario optimization of the food supply chain – slovenian case study. *Computers & Chemical Engineering*, v. 172, 2023.

EMBRAPA. *Ciência e tecnologia tornaram o Brasil um dos maiores produtores mundiais de alimentos*. 2022. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/75085849/ciencia-e-tecnologia-tornaram-o-brasil-um-dos-maiores-produtores-mundiais-de-alimentos>>.

FERREIRA, P. S. et al. Aplicação de programação inteira na distribuição de encargos didáticos em instituições de ensino. *Trends in Computational and Applied Mathematics*, v. 12, n. 2, p. 135–144, 2011. Disponível em: <<https://tema.sbmec.org.br/tema/article/view/84>>.

Gurobi Optimization, LLC. *Gurobi Optimizer Reference Manual*. 2025. Disponível em: <<https://www.gurobi.com>>.

HENRIQUE, L. F. et al. Optimal siting and sizing of distributed energy resources in a smart campus. *Electric Power Systems Research*, v. 217, 2023.

KLERCH, G. G.; GAMA, D. d. C. R.; FREITAS, A. L. P. Mensuração da qualidade dos serviços de um restaurante universitário segundo a percepção dos usuários. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. *Os desafios da engenharia de produção para uma gestão inovadora da Logística e Operações*. Santos, São Paulo, Brasi, 2019. p. Páginas.

MARKOWITZ, H. Portfolio selection. *The Journal of Finance*, [American Finance Association, Wiley], v. 7, n. 1, p. 77–91, 1952. ISSN 00221082, 15406261. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/2975974>>.

MIETTINEN, K. *Nonlinear Multiobjective Optimization*. 1. ed. New York: Springer, 1998. (International Series in Operations Research & Management Science). ISBN 978-0-7923-8278-2.

ORGANIZATION, P. A. H. *Alimentação saudável*. 2024. Disponível em: <<https://www.paho.org/pt/topicos/alimentacao-saudavel>>.

PEREZ, P. M. P.; CASTRO, I. R. R. d.; FRANCO, A. d. S. Trajectory of changes in dietary habits of students from a brazilian public university. *Ciencia & saude coletiva*, v. 27, n. 7, p. 2789–2803, 2022.

SANTOS, L. J. T. et al. A variation of the diet problem: Linear programming used to minimize the carbon footprint of meals provided by a brazilian company to its employees. *Procedia Computer Science*, v. 214, p. 397–404, 2022.

SEHNEM, S.; PROVENSI, T.; MARCON, M. L. Quantifying food waste in restaurants: a proposal to avoid the generation of waste. *Revista Alcance*, v. 31, p. 67–84., 2024.

SOUZA, G. V. d.; FAVA, H. d. L.; CINTRA, R. F. Restaurantes universitários nas instituições de ensino superior brasileira: Um olhar nos modelos de gestão. *Administração de Empresas em Revista*, v. 2, n. 28, p. 24–53, 2022. ISSN 1676-9457. Disponível em: <<https://revista.unicuritiba.edu.br/index.php/admrevista/article/view/5479>>.

STIGLER, G. J. The cost of subsistence. *Journal of Farm Economics*, v. 27, n. 2, p. 303–314, 1945.

UNICAMP, N. *Tabela Brasileira de Composição de Alimentos*. 4. ed. rev. e ampl.. ed. Campinas: NEPA - UNICAMP, 2011. 161 p.

Universidade de São Paulo - Food Research Center (FoRC). *Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA)*, versão 7.2. 2023. 05-03-2025. Disponível em: <http://www.fcf.usp.br/tbca>.

6.1 Apêndice A

Tabela 6.1: Pesos dos Alimentos

n ^a	NOME	PORÇÃO	R\$	ϕ_i	λ_i
1	Almôndega Bovina	50 g	1,7	17,734	3,179
2	Banana Ouro (café)	40 g	0,52	1	1
3	Banana Ouro	40 g	0,52	1	1
4	Banana prata (café)	40 g	0,44	1	1
5	Banana prata	40 g	0,44	1	1
6	Bife (rosbife)	30 g	4,1	30,567	2,128
7	Bife acebolado (contra-filé)	110 g	2,8	28,653	3,814
8	Bife de panela (maminha)	110 g	4,8	33,549	3,962
9	Biscoito Cream cracker	30 g	0,77	1	1
10	Biscoito doce simples	30 g	0,77	1	1
11	Bolo pronto de aipim	50 g	1,35	1	1
12	Bolo pronto de chocolate	50 g	1,35	1	1
13	Bolo pronto de coco	50 g	1,35	1	1
14	Bolo pronto de laranja	50 g	1,35	1	1
15	Bolo pronto de milho	50 g	1,35	1	1
16	Café infusão 10% s/açúcar	200 ml	0,6	1	1
17	Carne assada (costela)	110 g	2,39	26,819	7,300
18	Carne Moída (acém)	110 g	2,95	27,017	2,068
19	Carne seca	100 g	3	17,266	1,528
20	Carré	90 g	2,8	28,837	5,195
21	Churrasco misto	100 g	6	29,624	3,556
22	Escondidinho de carne	110 g	5,6	21,479	0,380
23	Escondidinho de frango	110 g	4,45	10,037	3,577
24	Estrogonofe de carne	100 g	3,8	23,242	1,404
25	Estrogonofe de frango	100 g	2,4	39,140	0,832
26	Feijoada	150 g	5,85	24,068	2,355
27	Filé de frango	100 g	2,35	21,171	3,148
28	Filé de frango empanado	100 g	2,86	15,146	2,827
29	Filé de frango grelhado	100 g	2,35	21,534	3,066
30	Filé de peixe empanado (pescada)	100 g	4,18	31,944	3,412
31	Fricassê de frango	110 g	6	48,577	1,756
32	Hambúrguer com queijo e presunto	90 g	3,2	24,453	3,194
33	Isca de carne ao molho roti	110 g	3,9	20,404	0,647
34	Isca de frango	110 g	3,2	30,959	1,578
35	Laranja Baía	180 g	2,34	1	1
36	Laranja Baía (café)	180 g	2,34	1	1
37	Laranja Lima	140 g	1,95	1	1
38	Laranja Lima (café)	140 g	1,95	1	1
39	Laranja seleta	140 g	2,1	1	1
40	Laranja seleta (café)	140 g	2,1	1	1
41	Lasanha bolonhesa	100 g	5,6	38,993	2,017
42	Lasanha de abobrinha bolonhesa	100 g	5,2	19,339	2,569
43	Lasanha de frango	100 g	4,8	27,428	1,988

Continua na próxima página

n ^a	NOME	PORÇÃO	R\$	ϕ_i	λ_i
44	Lasanha de queijo e presunto	100 g	5,45	14,347	0,663
45	Leite com achocolatado	200 ml	1,29	1	1
46	Leite com café	165 ml	0,79	1	1
47	Leite de vaca	165 ml	0,81	1	1
48	Linguiça Toscana	60 g	1,98	39,985	0,847
49	Maçã Argentina (café)	130 g	1,29	1	1
50	Maçã Argentina	130 g	1,29	1	1
51	Maçã Fuji (café)	130 g	1,62	1	1
52	Maçã Fuji	130 g	1,62	1	1
53	Moqueca de peixe	60 g	6	39,3791	0,903
54	Panqueca de frango	80 g	3,1	2,754	0,903
55	Pão bisnaguinha	20 g	0,42	1	1
56	Pão de forma	25 g	0,39	1	1
57	Pão de queijo	25 g	0,63	1	1
58	Pão francês	50 g	0,25	1	1
59	Peixe assado com batata	100 g	4,9	29,612	0,604
60	Peixe frito	100 g	4,2	18,028	3,389
61	Pêra Park (café)	110 g	1,21	1	1
62	Pêra Park	110 g	1,21	1	1
63	Pêra Williams (café)	110 g	1,28	1	1
64	Pêra Williams	110 g	1,28	1	1
65	Pernil assado	110 g	2,8	36,543	0,418
66	Picadinho de carne	100 g	3,29	28,970	5,748
67	Queijo Minas	30 g	0,81	1	1
68	Quiche de carne seca	100 g	5,1	25,996	1,515
69	Quiche de frango	100 g	4,8	2,478	0,687
70	Quiche de Salsichão	100 g	4,45	20,433	6,633
71	Rabada	110 g	4,52	25,982	5,366
72	Rocambole de carne	110 g	5,2	2,175	0,340
73	Sobrecoxa assada	100 g	2,15	30,059	1,786
74	Suco de Abacaxi	240 ml	1,45	1	1
75	Suco de Goiaba	240 ml	1,45	1	1
76	Suco de Groselha	240 ml	1,45	1	1
77	Suco de Guaraná	240 ml	1,45	1	1
78	Suco de Laranja	240 ml	1,45	1	1
79	Suco de Uva	240 ml	1,45	1	1
80	Tangerina	135 g	1,32	1	1
81	Torta de Frango	100 g	4,8	25,274	0,862
82	Abacaxi	75 g	0,78	1	1
83	Abóbora cozida	70 g	0,24	1	1
84	Abóbora refogada	70 g	0,36	1	1
85	Abóbora refogada	70 g	0,36	1	1
86	Abobrinha ao cozida	25g	0,13	1	1
87	Abobrinha refogada	30g	0,25	1	1
88	Abobrinha refogada	30g	0,25	1	1
89	Acelga c/ tomate	100 g	0,44	1	1

Continua na próxima página

n ^a	NOME	PORÇÃO	R\$	ϕ_i	λ_i
90	Acelga refogada	25 g	0,23	1	1
91	Aipim frito	70 g	0,42	1	1
92	Alface Americana	8 g	0,006	1	1
93	Alface c/ tomate	40 g	0,37	1	1
94	Alface Crespa	8 g	0,005	1	1
95	Alface Lisa	8 g	0,005	1	1
96	Alface Roxa	8 g	0,13	1	1
97	Arroz branco	50 g	0,38	1	1
98	Arroz integral	55 g	0,54	1	1
99	Banana da terra assada	80 g	0,64	1	1
100	Batata Assada	60 g	0,18	1	1
101	Batata Corada	25 g	0,26	1	1
102	Batata doce	42 g	0,24	1	1
103	Batata doce assada	42 g	0,24	1	1
104	Batata palha	15 g	0,48	1	1
105	Berinjela	60 g	0,22	1	1
106	Berinjela à milanesa	30 g	0,62	1	1
107	Berinjela ao vinagrete	30 g	0,56	1	1
108	Beterraba cozida	20 g	0,09	1	1
109	brócolis	15 g	0,03	1	1
110	Brócolis	15 g	0,03	1	1
111	Cenoura	40 g	0,44	1	1
112	Chicória	38 g	0,26	1	1
113	Chicória c/ Ovo	38 g	0,48	1	1
114	Chuchu	45 g	0,14	1	1
115	Chuchu na salsa	90 g	0,38	1	1
116	Chuchu refogado	45 g	0,16	1	1
117	Couve	30 g	0,46	1	1
118	Couve-flor cozida	25 g	0,75	1	1
119	Couve-flor cozida	25 g	0,75	1	1
120	Couve-flor gratinada	25 g	1,02	1	1
121	Couve-for refogada	25 g	0,82	1	1
122	Crema de aipim	45 g	0,36	1	1
123	Crema de Inhame	45 g	0,58	1	1
124	Crema de milho	20 g	0,17	1	1
125	Doce de Abóbora	20 g	0,37	1	1
126	Doce de leite	25 g	0,56	1	1
127	Farofa de bacon	25 g	0,63	1	1
128	Farofa molhada	25 g	0,75	1	1
129	Feijão carioca	35 g	0,27	1	1
130	Feijão preto	80 g	0,67	1	1
131	Feijão tropeiro	70 g	1,35	1	1
132	Feijão vermelho	35 g	0,38	1	1
133	Gelatina	25 g	0,23	1	1
134	Geleia	9,5 g	1,04	1	1
135	Grão de bico cozido	80 g	1,58	1	1

Continua na próxima página

n ^a	NOME	PORÇÃO	R\$	ϕ_i	λ_i
136	Legumes assados	100 g	0,45	1	1
137	Legumes refogados	60 g	0,55	1	1
138	Lentilha cozida	35 g	0,16	1	1
139	Macarrão ao alho e óleo	90 g	0,91	1	1
140	Macarrão ao molho de tomate	50 g	0,56	1	1
141	Mamão Papaia (café)	310 g	3,17	1	1
142	Mamão Papaia	310 g	3,17	1	1
143	Melancia (café)	200 g	1,045	1	1
144	Melancia	200 g	1,045	1	1
145	Melão (café)	90 g	0,48	1	1
146	Melão	90 g	0,48	1	1
147	Pepino	70 g	0,26	1	1
148	Pepino c/ tomate	70 g	0,34	1	1
149	Pêssego em calda	50 g	1,3	1	1
150	Pirão de peixe	130 g	1,03	1	1
151	Polenta	40 g	0,34	1	1
152	Purê de Abóbora	80 g	0,62	1	1
153	Purê de banana da terra	100 g	0,96	1	1
154	Purê de batata doce	45 g	0,56	1	1
155	Purê de Batata I	23 g	0,45	1	1
156	Quiabo	20 g	0,23	1	1
157	Quiabo	20 g	0,23	1	1
158	Quibebe	35 g	0,21	1	1
159	Repolho roxo	10 g	0,047	1	1
160	Repolho roxo c/ tomate	70 g	0,29	1	1
161	Repolho Verde c/ tomate	45 g	0,196	1	1
162	Salada cenoura c/ vinagrete	22 g	0,41	1	1
163	Salada de batata c/ atum	90 g	3,67	1	1
164	Salada de legumes	30 g	0,78	1	1
165	Salada de Lentilha	90 g	0,56	1	1
166	Salada de macarrão	50 g	0,76	1	1
167	Salpicão de frango	40 g	3,45	1	1
168	Salpicão de legumes	100 g	2,34	1	1
169	Seleta	55 g	1,27	1	1
170	Vagem refogada	20 g	0,178	1	1
171	Vinagrete de berinjela	30 g	0,52	1	1
172	Iogurte integral	100 g	1,87	1	1

6.2 Apêndice B

Legenda:

g - Grupo

cal - Calorias

CHO - Carboidratos

PT - Proteínas

LP - Lipídios

Fe - Ferro

vit. - Vitamina A

Tabela 6.2: Composição Nutricional dos Alimentos

n ^a	NOME	g	cal	CHO	PT	LP	Fe	vit.
1	Almôndega Bovina	5	122	4,28	15,1	5,04	1,59	0,76
2	Banana Ouro (café)	3	46	11,5	0,54	0,04	0,13	9,97
3	Banana Ouro	9	46	11,5	0,54	0,04	0,13	9,97
4	Banana prata (café)	3	42	10,4	0,44	0,11	0,15	6,48
5	Banana prata	9	42	10,4	0,44	0,11	0,15	6,48
6	Bife (rosbife)	5	33	0,19	5,59	1,11	0,62	0,9
7	Bife acebolado (contra-filé)	5	292	0	35,3	16,8	2,59	0
8	Bife de panela (maminha)	5	256	0,19	33,8	13,1	2,67	0
9	Biscoito Cream cracker	2	150	24	4	5,05	0,8	0
10	Biscoito doce simples	2	105	19,05	2,1	2,85	0,45	0,25
11	Bolo pronto de aipim	2	161	23,9	2,21	6,37	1,15	0
12	Bolo pronto de chocolate	2	163	24	3,1	6,1	1,15	0
13	Bolo pronto de coco	2	185	27,2	3,75	6,9	1,15	0
14	Bolo pronto de laranja	2	162	24,1	3,4	5,9	1,15	0
15	Bolo pronto de milho	2	154	22,6	2,4	6,21	1,15	30
16	Café infusão 10% s/açúcar	1	20	3,36	3,36	0,14	0	0
17	Carne assada (costela)	5	398	0	31,5	30,3	2,4	0
18	Carne Moída (acém)	5	230	0,7	30	12	2,6	0
19	Carne seca	5	269	0,05	31,6	15,9	2,67	0
20	Carré	5	143	0	26,2	3,51	1,15	0
21	Churrasco misto	5	230	1,96	24,3	13,9	2,52	0
22	Escondidinho de carne	5	206	18,1	9,06	11,1	0,83	67,7
23	Escondidinho de frango	5	192	18,1	10,3	9,04	0,41	67,5
24	Estrogonofe de carne	5	169	2,98	15	10,8	2,7	0
25	Estrogonofe de frango	5	152	2,59	17,6	7,96	1,52	0
26	Feijoada	5	196	17,6	14,3	9,31	2,01	0
27	Filé de frango	5	153	0	31,2	3,14	0,34	0
28	Filé de frango empanado	5	133	7,51	28,5	8,42	1,08	6,61
29	Filé de frango grelhado	5	160	0	32	2,5	0,3	0
30	Filé de peixe empanado (pescada)	5	277	5,03	21,4	19,1	0,94	17,5
31	Fricassê de frango	5	197	3,88	20,3	10,4	0,49	76,5
32	Hambúrguer com queijo e presunto	5	179	8,94	11,3	11	2,05	12,4
33	Isca de carne ao molho roti	5	241	1,89	28,4	13	2,95	31,6
34	Isca de frango	5	149	0	31,8	2,46	0,33	0
35	Laranja Baía	9	85	19,9	1,65	0,5	0,25	3,68

Continua na próxima página

n ^a	NOME	g	cal.	CAR.	PRO.	LÍP.	FE.	VIT.
36	Laranja Baía (café)	3	85	19,9	1,65	0,5	0,25	3,68
37	Laranja Lima	9	60	14,5	1,33	0,35	0,15	2,07
38	Laranja Lima (café)	3	60	14,5	1,33	0,35	0,15	2,07
39	Laranja seleta	9	72	17,9	1,16	0,5	0,19	2,07
40	Laranja seleta (café)	3	72	17,9	1,16	0,5	0,19	2,07
41	Lasanha bolonhesa	5	183	16,4	11,5	8,43	1,49	45,6
42	Lasanha de abobrinha bolonhesa	5	101	5,28	7,86	6,02	0,7	47,6
43	Lasanha de frango	5	176	17,8	11,7	6,75	1,16	36,7
44	Lasanha de queijo e presunto	5	244	17,2	12,4	14,1	1,13	73,8
45	Leite com achocolatado	1	170	27,8	4	4,8	1,8	86,4
46	Leite com café	1	96	15,5	2,84	2,56	0,07	37,8
47	Leite de vaca	1	103	7,92	5,26	5,59	0,12	80,5
48	Linguiça Toscana	5	160	0,6	7,2	14,4	0,71	0
49	Maçã Argentina (café)	3	85	21,6	0,29	32	0,07	4,55
50	Maçã Argentina	9	85	21,6	0,29	32	0,07	4,55
51	Maçã Fuji (café)	3	76	19,7	0,37	0	0,12	4,55
52	Maçã Fuji	9	76	19,7	0,37	0	0,12	4,55
53	Moqueca de peixe	5	79	1,7	11,2	2,74	0,53	118
54	Panqueca de frango	5	140	8,74	14,3	5,5	0,93	30,2
55	Pão bisnaguinha	2	63	11,9	1,46	1,21	0,55	0,52
56	Pão de forma	2	65	12,9	2,38	0,6	0,86	0
57	Pão de queijo	2	95	8,9	1,79	5,85	0,07	15,9
58	Pão francês	2	149	30,8	4,91	1,06	2,17	1,02
59	Peixe assado com batata	5	134	1,27	16,5	7,13	0,19	21,4
60	Peixe frito	5	278	5,03	21,4	19,1	0,94	17,5
61	Pêra Park (café)	3	64	17,7	0,26	0,25	0,35	0
62	Pêra Park	9	64	17,7	0,26	0,25	0,35	0
63	Pêra Williams (café)	3	58	15,4	0,62	0,12	0,1	0
64	Pêra Williams	9	58	15,4	0,62	0,12	0,1	0
65	Pernil assado	5	277	0	35,2	15,2	1,37	0
66	Picadinho de carne	5	251	0,5	18,2	10,9	1,9	0
67	Queijo Minas	4	88	2,26	6,13	6,11	0,2	0
68	Quiche de carne seca	5	245	12	3,3	20	2,5	100
69	Quiche de frango	5	122	10	3,3	18	0,6	100
70	Quiche de Salsichão	5	257	13,59	11,06	25	1,6	100
71	Rabada	5	235	5,23	13	18,4	1,66	25,2
72	Rocambole de carne	5	192	10,8	21,8	7,09	2,27	13,7
73	Sobrecoca assada	5	250	0,43	27,2	18,1	1,18	7,87
74	Suco de Abacaxi	10	112	27,4	0,54	0,25	0,38	1,51
75	Suco de Goiaba	10	155	40	1,51	0,87	0,32	92,6
76	Suco de Groselha	10	93	23,4	0	0	0,01	0
77	Suco de Guaraná	10	141	25,7	0,86	4,39	0,32	13,8
78	Suco de Laranja	10	89	20,3	1,65	0,26	0,04	2,07
79	Suco de Uva	10	140	35,3	0	0	0,3	1
80	Tangerina	9	54	12,9	1,14	0,1	0,15	33,2
81	Torta de Frango	5	207	15,2	14,5	9,96	1,49	37,2

Continua na próxima página

n ^a	NOME	g	cal.	CAR.	PRO.	LÍP.	FE.	VIT.
82	Abacaxi2	9	37	8,71	0,51	0,25	0,35	0,75
83	Abóbora cozida	7	35	7,53	1,01	0,51	0,24	216
84	Abóbora refogada	7	20	4,19	0,28	0,56	0,08	33,4
85	Abóbora refogada (2)	8	35	7,53	1,01	0,51	0,24	216
86	Abobrinha cozida	7	8	0,69	0,24	0,65	0,04	9,28
87	Abobrinha refogada	7	7	1,26	0,32	0,25	0,11	6,24
88	Abobrinha refogada (2)	8	7	1,26	0,32	0,25	0,11	6,24
89	Acelga c/ tomate	8	43	4,03	1,17	2,82	0,29	93,7
90	Acelga refogada	8	8	1,18	0,4	0,33	0,07	8,48
91	Aipim frito	7	212	35,2	0,97	7,84	0,22	0
92	Alface Americana	8	0	0,12	0,03	0,01	0,02	12,7
93	Alface c/ tomate	8	9	0,93	0,2	0,71	0,11	54,8
94	Alface Crespa	8	0	0,14	0,11	0,01	0,03	13,2
95	Alface Lisa	8	1	0,19	0,14	0,01	0,05	15,2
96	Alface Roxa	8	0	0,2	0,07	0,02	0,2	12,5
97	Arroz branco	6	65	14	1,35	0,15	0,1	0
98	Arroz integral	6	63	12,7	1,35	1,11	0,06	0
99	Banana da terra assada	7	131	31,8	1,35	0,23	0,28	95,9
100	Batata Assada	7	53	12,2	1,51	0,03	0,3	0
101	Batata Corada	7	135	12,9	1,36	8,94	0,18	0
102	Batata doce	8	60	14,8	0,92	0,12	0,22	166
103	Batata doce assada	7	60	14,8	0,92	0,12	0,22	166
104	Batata palha	7	142	12	1,3	9	0,5	0
105	Berinjela	8	15	3,72	0,48	0,14	0,18	8
106	Berinjela à milanesa	7	40	4,16	1,16	2,35	0,37	9,35
107	Berinjela ao vinagrete	8	14	1,75	0,24	0,81	0,11	7,74
108	Beterraba cozida	8	5	1,25	0,24	0,02	0,04	0,18
109	Brócolis	7	4	0,67	0,41	0,08	0,09	27,8
110	Brócolis (2)	8	4	0,67	0,41	0,08	0,09	27,8
111	Cenoura	8	6	1,72	0,22	0,08	0,07	132
112	Chicória	8	13	2,07	0,79	0,55	0,32	45,1
113	Chicória c/ Ovo	7	13	2,07	0,79	0,55	0,32	45,1
114	Chuchu	8	9	2,29	0,23	0,07	0,03	0
115	Chuchu na salsa	7	29	5,36	0,71	0,86	0,13	4,44
116	Chuchu refogado	7	16	2,67	0,57	0,57	0,11	0
117	Couve	8	24	2,12	0,61	1,92	0,14	70
118	Couve-flor cozida	7	4	0,34	0,32	0,05	0,03	0,46
119	Couve-flor cozida (2)	8	4	0,34	0,32	0,05	0,03	0,46
120	Couve-flor gratinada	7	28	1,86	1,38	1,8	0,1	9,46
121	Couve-for refogada	7	9	1,42	0,52	0,36	0,12	0,22
122	Creme de aipim	7	64	11,7	0,38	1,99	0,03	25,1
123	Creme de Inhame	7	52	8,1	1,02	1,95	0,01	24
124	Creme de milho	7	24	2,99	0,77	1,17	0,1	12,8
125	Doce de Abóbora	9	43	10,9	0,18	0,04	0,17	0
126	Doce de leite	9	79	14,7	1,53	1,56	0,02	9,55
127	Farofa de bacon	7	112	12,8	2,02	6,14	0,32	0,72

Continua na próxima página

n ^a	NOME	g	cal.	CAR.	PRO.	LÍP.	FE.	VIT.
128	Farofa molhada	7	49	6,52	0,95	2,27	0,48	16,6
129	Feijão carioca	6	25	4,89	1,53	0,6	0,49	0
130	Feijão preto	6	63	11,7	3,75	1,37	1,08	0,1
131	Feijão tropeiro	7	120	13,7	7,09	4,73	1,51	0
132	Feijão vermelho	6	37	7,14	3,03	0,18	2,7	0
133	Gelatina	9	14	3,2	0,31	0,02	0,01	0
134	Geleia	4	25	6,32	0,03	0,03	0,02	0
135	Grão de bico cozido	8	56	8,86	3,12	1,62	0,99	0,38
136	Legumes assados	7	46	10,6	1,73	0,25	0,42	167
137	Legumes refogados	7	56	3,32	1,19	4,5	0,31	31,8
138	Lentilha cozida	8	37	6,73	2,47	0,57	0,58	0
139	Macarrão ao alho e óleo	7	161	23,3	3,28	6,35	0,95	0
140	Macarrão ao molho de tomate	7	56	11,2	2,14	0,75	0,23	6,8
141	Mamão Papaia (café)	3	132	31,7	1,56	0,63	0,59	182
142	Mamão Papaia	9	132	31,7	1,56	0,63	0,59	182
143	Melancia (café)	3	58	13,1	1,39	0,11	0,36	61
144	Melancia	9	58	13,1	1,39	0,11	0,36	61
145	Melão (café)	3	21	5,13	0,55	0,14	0,17	0,75
146	Melão	9	21	5,13	0,55	0,14	0,17	0,75
147	Pepino	8	63	1,42	0,44	6,4	0,18	1,14
148	Pepino c/ tomate	8	17	2,77	0,65	0,64	0,18	4,33
149	Pêssego em calda	9	34	8,44	0,35	0	0,3	10,9
150	Pirão de peixe	7	61	13,8	1,45	0,34	0,41	46,4
151	Polenta	7	41	9,19	0,9	0,28	0,78	0,22
152	Purê de Abóbora	7	40	8,46	0,77	0,73	0,6	0
153	Purê de banana da terra	7	12	23,67	1,57	0,7	0,6	112
154	Purê de batata doce	7	53	9,1	0,47	1,97	0,09	291
155	Purê de Batata I	7	23	4,05	0,58	0,69	0,07	3,06
156	Quiabo	7	4	1,01	0,26	0,02	0,04	3,25
157	Quiabo (2)	8	4	1,01	0,26	0,02	0,04	3,25
158	Quibebe	7	27	2,3	2,99	0,93	0,27	18,3
159	Repolho roxo	8	2	0,49	0,12	0,01	0,03	2,16
160	Repolho roxo c/ tomate	8	26	3,51	0,8	1,22	0,27	19,2
161	Repolho Verde c/ tomate	8	12	2,04	0,49	0,43	0,08	22,5
162	Salada cenoura c/ vinagrete	8	11	1,54	0,23	0,59	0,11	60,7
163	Salada de batata c/ atum	8	97	4,8	13,6	2,8	1,11	19,8
164	Salada de legumes	8	10	2,13	0,6	0,09	0,13	76,5
165	Salada de Lentilha	8	76	11,4	3,88	2,52	1,08	34
166	Salada de macarrão	8	58	10,2	1,39	1,5	0,46	7,61
167	Salpicão de frango	8	57	1,82	5,55	3,13	0,13	14,4
168	Salpicão de legumes	8	131	14,1	1,64	7,97	0,35	55,2
169	Seleta	8	25	5,13	1,71	0,15	0,46	67,5
170	Vagem refogada	8	9	1,57	0,52	0,28	0,12	3,54
171	Vinagrete de berinjela	8	14	1,75	0,24	0,81	0,11	7,74
172	Iogurte integral	4	75	10,9	3,12	2,17	0,37	24,5

6.3 Apêndice C

Tabela 6.3 – Configuração para os dias remanescente segundo o Modelo da Dieta.

		Porções	Qtdd.	R\$	ϕ_i	λ_i	g	Alimento
Segunda-Feira	CM	2	400 ml	2,58	2	2	1	Leite com achocolatado
		2	50 g	0,78	2	2	2	Pão de Forma
		1	40 g	0,52	1	1	3	Banana Ouro
		1	30 g	0,81	1	1	4	Queijo Minas
	A/J	1	110 g	2,39	26,82	7,30	5	Carne Assada
		2,38	50 g	0,91	2,38	2,38	6	Arroz Branco
		3,96	396 g	3,80	3,96	3,96	7	Purê de Banana da Terra
		1,52	63,84 g	0,37	1,52	1,52	8	Batata Doce
		1	40 g	0,44	1	1	9	Banana Prata
		1	240 ml	1,45	1	1	10	Suco de Guaraná
Terça-Feira	CM	1	165 ml	0,79	1	1	1	Leite com Café
		2	100 g	0,50	2	2	2	Pão Francês
		2	260 g	2,58	2	2	3	Maça Argentina
		1	9,5 g	1,04	1	1	4	Geleia
	A/J	1	100 g	2,35	21,53	3,07	5	Filé de Frango Grelhado
		1,15	40,25 g	0,44	1,15	1,15	6	Feijão Vermelho
		1,27	101,6 g	0,81	1,27	1,27	7	Banana da Terra Assada
		2,73	114,7 g	0,66	2,73	2,73	7	Batata Doce Assada
		4	140 g	0,64	4	4	8	Lentilha Cozida
		1	25 g	0,23	1	1	9	Gelatina
1	240 ml	1,45	1	1	10	Suco de Uva		
Quinta-Feira	CM	1	165 ml	0,81	1	1	1	Leite de Vaca
		2	100 g	0,50	2	2	2	Pão Francês
		1	40 g	0,52	1	1	3	Banana Ouro
		1	130 g	1,29	1	1	3	Maça Argentina
		1	30 g	0,81	1	1	4	Queijo Minas
	A/J	1	100 g	2,86	15,14	2,83	5	Filé de Frango Empanado
		1	50 g	0,38	1	1	6	Arroz Branco
		4	240 g	0,72	4	4	7	Batata Assada
		3,85	161,7 g	0,92	3,85	3,85	8	Batata Doce
		1	25 g	0,56	1	1	9	Doce de Leite
1	240 ml	1,45	1	1	10	Suco de Uva		
Sexta-Feira	CM	2	330 ml	1,58	2	2	1	Leite com Café
		2	60 g	1,54	2	2	2	Biscoito Cream Cracker
		1	40 g	0,44	1	1	3	Banana Prata
		1	30 g	0,81	1	1	4	Queijo Minas
	A/J	1	100 g	2,15	30,06	1,79	5	Sobrecoxa Assada
		2,29	80,15 g	0,62	2,29	2,29	6	Feijão Carioca
		1	70 g	0,42	1	1	7	Aipim Frito
		3	300 g	2,88	3	3	7	Purê de Banana da Terra
		2,36	35,4 g	0,07	2,36	2,36	8	Brócolis
		1,20	108 g	0,67	1,20	1,20	8	Salada de Lentilha
		1,49	29,8 g	0,55	1,49	1,49	9	Doce de Abóbora
		1	240 ml	1,45	1	1	10	Suco de Uva
Total	-	-	54,74	161,75	83,19	-		

Tabela 6.4 – Configuração para os dias remanescente segundo o Modelo da Frequência.

	Porções	Qtdd.	R\$	ϕ_i	λ_i	g	Alimento	
Segunda-Feira	CM	2	400 ml	1,20	2	2	1	Café Infusão 10%
		2	100 g	0,50	2	2	2	Pão Francês
		2	260 g	2,58	2	2	3	Maçã Argentina
		1	110 g	1,21	1	1	3	Pêra Park
		2	9,5 g	1,04	2	2	4	Geleia
	A/J	2	200 g	11,2	77,99	4,04	5	Lasanha Bolonhesa
		2,90	101,5 g	0,78	2,90	2,90	6	Feijão Carioca
		1,10	38,5 g	0,42	1,10	1,10	6	Feijão Vermelho
		1,33	133 g	0,60	1,33	1,33	7	Legumes Assados
		1,67	33,4 g	0,38	1,67	1,67	7	Quiabo
		1	35 g	0,21	1	1	7	Quibebe
		1	40 g	0,44	1	1	8	Cenoura
		3	165 g	3,81	3	3	8	Seleta
		2	180 g	0,96	2	2	9	Melão
		2	480 ml	2,90	2	2	10	Suco de Laranja
Terça-Feira	CM	2	330 ml	1,62	2	2	1	Leite de Vaca
		2	50 g	0,78	2	2	2	Pão de Forma
		3	120 g	1,32	3	3	3	Banana Prata
		2	200 g	3,74	2	2	4	Iogurte Integral
	A/J	2	120 g	3,96	79,97	1,7	5	Linguiça Toscana
		1,73	61 g	0,47	1,73	1,73	6	Feijão Carioca
		2,27	79,45 g	0,61	2,27	2,27	6	Feijão Vermelho
		4	400 g	3,84	4	4	7	Purê de Banana da Terra
		2,04	40,8	0,47	2,04	2,04	8	Quiabo
		1,96	78,4 g	6,76	1,96	1,96	8	Salpicão de Frango
		2	150 g	1,56	2	2	9	Abacaxi
		2	480 ml	2,90	2	2	10	Suco de Groselha
Quinta-Feira	CM	2	330 ml	1,58	2	2	1	Leite com Café
		1	20 g	0,42	1	1	2	Pão Bisnaguinha
		1	25 g	0,63	1	1	2	Pão de Queijo
		2	220 g	2,42	2	2	3	Pêra Park
		1	90 g	0,48	1	1	3	Melão
		1	30 g	0,81	1	1	4	Queijo Minas
		1	9,5 g	1,04	1	1	4	Geleia
	A/J	2	220 g	12,0	97,16	3,52	5	Fricassê de Frango
		3	105 g	0,81	3	3	6	Feijão Carioca
		1	35 g	0,38	1	1	6	Feijão Vermelho
		4	400 g	3,84	4	4	7	Purê de Banana da Terra
		1	8 g	0,005	1	1	8	Alface Crespa
		1,30	10,4 g	0,17	1,30	1,30	8	Alface Roxa
		1,70	119 g	0,44	1,70	1,70	8	Pepino
		2	50 g	0,46	2	2	9	Gelatina
		2	480 ml	2,90	2	2	10	Suco de Groselha
Sexta-Feira	CM	2	400 ml	1,20	2	2	1	Café infusão 10%
		2	100 g	0,50	2	2	2	Pão Francês
		1	130 g	1,29	1	1	3	Maçã Argentina
		2	220 g	2,56	2	2	3	Pêra Williams
		2	19 g	2,09	2	2	4	Geleia
	A/J	2	200 g	4,8	78,28	1,66	5	Estrogonofe de Frango
		4	140 g	1,08	4	4	6	Feijão Carioca
		4	60 g	0,12	4	4	7	Brócolis
		1,17	9,36 g	0,006	1,17	1,17	8	Alface Crespa
		2,83	113,2 g	1,25	2,83	2,83	8	Cenoura
		2	50 g	0,46	2	2	9	Gelatina
		2	480 ml	2,90	2	2	10	Suco de Goiaba
Total	-	-	106,24	433,39	110,90	-		

Tabela 6.5 – Configuração para os dias remanescente segundo o Modelo do Desperdício.

		Porções	Qtdd.	R\$	ϕ_i	λ_i	g	Alimento
Segunda-Feira	CM	1	200 ml	1,29	1	1	1	Leite com Achocolatado
		1	30 g	0,77	1	1	2	Biscoito Cream Cracker
		2	280 g	4,20	2	2	3	Laranja Seleta
		1	130 g	1,29	1	1	3	Maçã Argentina
		1,01	101 g	1,89	1,01	1,01	4	Iogurte Integral
	A/J	1	110 g	3,20	30,96	1,58	5	Isca de Frango
		1,13	90,4 g	0,76	1,13	1,13	6	Feijão Preto
		1,03	72,1 g	1,39	1,03	1,03	7	Feijão Tropeiro
		1	42 g	0,24	1	1	8	Batata Doce
		1,21	375,1 g	3,83	1,21	1,21	9	Mamão Papaia
		2	480 ml	2,90	2	2	10	Suco de Goiaba
Terça-Feira	CM	1	200 ml	0,60	1	1	1	Café Infusão 10%
		2	100 g	0,50	2	2	2	Pão Francês
		1	130 g	1,29	1	1	3	Maçã Argentina
		1,01	313,1 g	3,20	1,01	1,01	3	Mamão Papaia
		1,19	119 g	2,22	1,19	1,19	4	Iogurte Integral
	A/J	1	110 g	2,80	36,54	0,42	5	Pernil Assado
		1,04	36,4 g	0,39	1,04	1,04	6	Feijão Vermelho
		1	80 g	0,64	1	1	7	Banana da Terra Assada
		1	42 g	0,24	1	1	8	Batata Doce
		1	110 g	1,28	1	1	9	Pêra Williams
		2	480 ml	2,90	2	2	10	Suco de Goiaba
Quinta-Feira	CM	1	200 ml	1,29	1	1	1	Leite com Achocolatado
		2	60 g	1,54	2	2	2	Biscoito Cream Cracker
		1	130 g	1,62	1	1	3	Maçã Fuji
		1	100 g	1,87	1	1	4	Iogurte Integral
	A/J	2	200 g	10,90	14,35	1,33	5	Lasanha de Queijo e Presunto
		1	35 g	0,38	1	1	6	Feijão Vermelho
		3,59	359 g	3,45	3,59	3,59	7	Purê de Banana da Terra
		1	90 g	3,67	1	1	8	Salada de Batata c/ Atum
		1	110 g	1,21	1	1	9	Pêra Park
		1	240 ml	1,45	1	1	10	Suco de Guaraná
Sexta-Feira	CM	1	165 ml	0,79	1	1	1	Leite de Vaca
		2	100 g	2,70	2	2	2	Bolo pronto de coco
		1	110 g	1,21	1	1	3	Pêra Park
		1	30 g	0,81	1	1	4	Queijo Minas
	A/J	2	220 g	11,2	42,96	0,76	5	Escondidinho de Carne
		1	80 g	0,67	1	1	6	Feijão Preto
		3,83	383 g	3,68	3,83	3,83	7	Purê de Banana da Terra
		1,05	94,5 g	3,85	1,05	1,05	8	Salada de Batata c/ Atum
		1	180 g	2,34	1	1	9	Laranja Baía
		1	240 ml	1,45	1	1	10	Suco de Uva
Total		-	-	93,87	188,47	54,20	-	

Tabela 6.6 – Configuração para os dias remanescente segundo o Cenário 1.

	Porções	Qtdd.	R\$	ϕ_i	λ_i	g	Alimento
Segunda-Feira	CM	1	165 ml	0,79	1	1	Leite com Café
		1	60 g	0,77	1	2	Biscoito Doce Simples
		1	25 g	0,39	1	2	Pão de Forma
		1	40 g	0,52	1	3	Banana Ouro
		1	30 g	0,81	1	4	Queijo minas
	A/J	2	120 g	12,00	78,76	1,81	5 Moqueca de peixe
		1,05	36,75 g	0,40	1,05	1,05	6 Feijão Vermelho
		1,38	34,5 g	0,36	1,38	1,38	7 Batata Corada
		2,39	47,8 g	0,07	2,39	2,39	7 Brócolis
		2,02	84,84 g	0,49	2,02	2,02	8 Batata Doce
		1	20 g	0,37	1	1	9 Doce de Abóbora
		1	240 ml	1,45	1	1	10 Suco de Guaraná
Terça-Feira	CM	1	200 ml	1,29	1	1	Leite com Achocolatado
		1	30 g	0,77	1	1	2 Biscoito Cream Cracker
		1	30 g	0,77	1	1	2 Biscoito Doce Simples
		1	40 g	0,44	1	1	3 Banana Prata
		1,01	9,5 g	1,05	1,01	1,01	4 Geleia
	A/J	1	110 g	2,80	36,54	0,42	5 Pernil Assado
		1	100 g	5,60	38,99	2,02	5 Lasanha Bolonhesa
		1	35 g	0,27	1	1	6 Feijão Carioca
		2,16	151,20 g	0,52	2,16	2,16	7 Abóbora Cozida
		3,37	50,55 g	0,10	3,37	3,37	8 Brócolis
		1	25 g	0,23	1	1	9 Gelatina
		1	240 ml	1,45	1	1	10 Suco de Abacaxi
Quinta-Feira	CM	1	165 ml	0,81	1	1	Leite de Vaca
		1	30 g	0,77	1	1	2 Biscoito Cream Cracker
		1	25 g	0,39	1	1	2 Pão de Forma
		1	40 g	0,44	1	1	3 Banana Prata
		1	30 g	0,81	1	1	4 Queijo Minas
	A/J	2	200 g	4,8	78,28	1,66	5 Estrogonofe de Frango
		1	35 g	0,27	1	1	6 Feijão Carioca
		3,89	58,35 g	0,12	3,89	3,89	7 Brócolis
		2,46	103,32 g	0,59	2,46	2,46	8 Batata Doce
		1	40 g	0,52	1	1	9 Banana Ouro
		1	240 ml	1,45	1	1	10 Suco de Goiaba
		1	200 ml	0,60	1	1	1 Café Infusão 10%
Sexta-Feira	CM	2	100 g	0,50	2	2	2 Pão Francês
		1	90 g	0,48	1	1	3 Melão
		1	30 g	0,81	1	1	4 Queijo Minas
		2	120 g	3,96	79,97	1,69	5 Linguiça Toscana
	A/J	1	35 g	0,27	1	1	6 Feijão Carioca
		1,70	119 g	0,41	1,7	1,7	7 Abóbora Cozida
		1	42 g	0,24	1	1	7 Batata Doce Assada
		2,36	35,4 g	0,07	2,36	2,36	8 Brócolis
		1	g	0,44	1	1	9 Banana Prata
		1	240 ml	1,45	1	1	10 Suco de Goiaba
		1	240 ml	1,45	1	1	10 Suco de Goiaba
Total	-	-	-	53,90	367,31	62,36	-

Tabela 6.7 – Configuração para os dias remanescente segundo o Cenário 2.

		Porções	Qtdd.	R\$	ϕ_i	λ_i	g	Alimento
Segunda-Feira	CM	1	165 ml	0,81	1	1	1	Leite de Vaca
		2	60 g	1,54	2	2	2	Biscoito Cream Cracker
		1	40 g	0,52	1	1	3	Banana Ouro
		1	9,5 g	1,04	1	1	4	Geleia
	A/J	1	60 g	6,00	39,38	0,90	5	Moqueca de Peixe
		1	110 g	2,80	36,54	0,42	5	Pernil Assado
		1	35 g	0,38	1	1	6	Feijão Vermelho
		1,15	48,3 g	0,28	1,15	1,15	7	Batata Doce Assada
		1	70 g	0,36	1	1	8	Abóbora Refogada
		1	20 g	0,37	1	1	9	Doce de Abóbora
		1	240 ml	1,45	1	1	10	Suco de Goiaba
Terça-Feira	CM	1	165 ml	0,81	1	1	1	Leite de Vaca
		2	100 g	0,50	2	2	2	Pão Francês
		1	40 g	0,44	1	1	3	Banana Prata
		1	9,5 g	1,04	1	1	4	Geleia
	A/J	2	220 g	12,00	97,15	3,51	5	Fricassê de Frango
		1,05	36,75 g	0,28	1,05	1,05	6	Feijão Carioca
		1,07	48,15 g	0,60	1,07	1,07	7	Purê de Batata Doce
		1	100 g	0,44	1	1	8	Acelga c/ Tomate
		1	90 g	0,48	1	1	9	Melão
		1	240 ml	1,45	1	1	10	Suco de Goiaba
Quinta-Feira	CM	1	200 ml	1,29	1	1	1	Leite com Achocolatado
		1	30 g	0,77	1	1	2	Biscoito Cream Cracker
		1	40 g	0,52	1	1	3	Banana Ouro
		1	30 g	0,81	1	1	4	Queijo Minas
	A/J	2	200 g	4,80	78,28	1,66	5	Estrogonofe de Frango
		1	35 g	0,27	1	1	6	Feijão Carioca
		1,75	122,5 g	0,42	1,75	1,75	7	Abóbora Cozida
		1,30	54,6 g	0,31	1,30	1,30	8	Batata Doce
		1	25 g	0,56	1	1	9	Doce de Leite
		1	240 ml	1,45	1	1	10	Suco de Uva
Sexta-Feira	CM	1	200 ml	1,29	1	1	1	Leite com Achocolatado
		1	30 g	0,77	1	1	2	Biscoito Doce Simples
		1	40 g	0,44	1	1	3	Banana Prata
		1	30 g	0,81	1	1	4	Queijo Minas
	A/J	2	200 g	11,20	77,99	4,03	5	Lasanha Bolonhesa
		1	35 g	0,27	1	1	6	Feijão Carioca
		1,60	67,2 g	0,38	1,60	1,60	7	Batata Doce Assada
		1,10	77 g	0,39	1,10	1,10	8	Abóbora Refogada
		1	25 g	0,23	1	1	9	Gelatina
		1	240 ml	1,45	1	1	10	Suco de Guaraná
Total		-	-	62,01	369,36	50,54	-	

Tabela 6.8 – Configuração para os dias remanescente segundo o Cenário 3.

		Porções	Qtdd.	R\$	ϕ_i	λ_i	g	Alimento
Segunda-Feira	CM	1	165 ml	0,79	1	1	1	Leite com Café
		2	60 g	1,54	2	2	2	Biscoito Cream Cracker
		1	40 g	0,44	1	1	3	Banana Prata
		1	9,5 g	1,04	1	1	4	Geleia
	A/J	2	220 g	12,00	97,15	3,51	5	Fricassê de Frango
		1,16	40,6 g	0,44	1,16	1,16	6	Feijão Vermelho
		2,16	151,2 g	0,52	2,16	2,16	7	Abóbora Cozida
		1	15 g	0,03	1	1	8	Brócolis
		1	40 g	0,44	1	1	9	Banana Prata
		1	240 ml	1,45	1	1	10	Suco de Uva
Terça-Feira	CM	1	165 ml	0,81	1	1	1	Leite de vaca
		2	100 g	0,5	2	2	2	Pão Francês
		1	40 g	0,52	1	1	3	Banana Ouro
		1,28	12,16 g	1,33	1,28	1,28	4	Geleia
	A/J	1	100 g	5,60	38,99	2,02	5	Lasanha Bolonhesa
		1	110 g	2,80	36,54	0,42	5	Pernil Assado
		1	35 g	0,27	1	1	6	Feijão Carioca
		1,14	51,3 g	0,64	1,14	1,14	4	Purê de Batata Doce
		1,15	80,5 g	0,42	1,15	1,15	8	Abóbora Refogada
		1	90 g	0,48	1	1	9	Melão
1	240 ml	1,45	1	1	10	Suco de Groselha		
Quinta-Feira	CM	1	200 ml	1,29	1	1	1	Leite com Achocolatado
		1	30 g	0,77	1	1	2	Biscoito Cream Cracker
		1	40 g	0,52	1	1	3	Banana Ouro
		1	30 g	0,81	1	1	4	Queijo Minas
	A/J	2	200 g	4,80	78,28	1,66	5	Estrogonofe de Frango
		1	35 g	0,27	1	1	6	Feijão Carioca
		1,01	45,45 g	0,57	1,01	1,01	7	Purê de Batata Doce
		1,25	52,5 g	0,30	1,25	1,25	8	Batata Doce
		1	25 g	0,56	1	1	9	Doce de Leite
		1	240 ml	1,45	1	1	10	Suco de Goiaba
Sexta-Feira	CM	1	200 ml	1,29	1	1	1	Leite com Achocolatado
		1	30 g	0,77	1	1	2	Biscoito Doce Simples
		1	40 g	0,44	1	1	3	Banana Prata
		1	30 g	0,81	1	1	4	Queijo Minas
	A/J	2	120 g	12,00	78,76	1,81	5	Moqueca de Peixe
		1	35 g	0,38	1	1	6	Feijão Vermelho
		1,32	92,4 g	0,56	1,32	1,32	7	Aipim Frito
		1,65	115,5 g	0,60	1,65	1,65	8	Abóbora Refogada
		1	25 g	0,23	1	1	9	Gelatina
		1	240 ml	1,45	1	1	10	Suco de Guaraná
Total	-	-	63,38	370,85	50,53	-		

Tabela 6.9 – Configuração para os dias remanescente segundo o Cenário 4.

		Porções	Qtdd.	R\$	ϕ_i	λ_i	g	Alimento
Segunda-Feira	CM	1	200 ml	1,29	1	1	1	Leite com Achocolatado
		1	30 g	0,77	1	1	2	Biscoito Cream cracker
		1	200 g	1,04	1	1	3	Melancia
		1	100 g	1,87	1	1	4	Iogurte Integral
	A/J	2	110 g	4,80	78,28	1,66	5	Estrogonofe de Frango
		1	50 g	0,38	1	1	6	Arroz Branco
		1,15	51,75 g	0,65	1,15	1,15	7	Purê de Batata Doce
		1,08	45,36 g	0,26	1,08	1,08	8	Batata Doce
		1	25 g	0,37	1	1	9	Doce de Abóbora
		1	240 ml	1,45	1	1	10	Suco de Guaraná
Terça-Feira	CM	2	165 ml	1,62	2	2	1	Leite de Vaca
		1	30 g	0,77	1	1	2	Biscoito Cream Cracker
		1,13	226 g	1,18	1,13	1,13	3	Melancia
		1	100 g	1,87	1	1	4	Iogurte Integral
	A/J	2	120 g	3,96	79,97	1,69	5	Linguiça Toscana
		1	35 g	0,38	1	1	6	Feijão Vermelho
		1	42 g	0,24	1	1	7	Batata Doce Assada
		1,42	59,64 g	0,34	1,42	1,42	8	Batata Doce
		1	200 g	1,04	1	1	9	Melancia
		1	240 ml	1,45	1	1	10	Suco de Uva
Quinta-Feira	CM	1	200 ml	0,60	1	1	1	Café Infusão 10%
		2	100 g	0,50	2	2	2	Pão Francês
		1	130 g	1,29	1	1	3	Maçã Argentina
		1	30 g	0,81	1	1	4	Queijo Minas
	A/J	2	220 g	6,40	61,92	3,16	5	Isca de Frango
		3,08	107,8 g	0,83	3,08	3,08	6	Feijão Carioca
		2,08	145,6 g	0,50	2,08	2,08	7	Abóbora Cozida
		1,92	28,8 g	0,06	1,92	1,92	7	Brócolis
		4	60 g	0,12	4	4	8	Brócolis
		1	40 g	0,44	1	1	9	Banana Prata
Sexta-Feira	CM	1	240 ml	1,45	1	1	10	Suco de Goiaba
	CM	1	200 ml	1,29	1	1	1	Leite com Achocolatado
		1	20 g	0,42	1	1	2	Pão Bisnaguinha
		1	25 g	0,39	1	1	2	Pão de Forma
		1	40 g	0,44	1	1	3	Banana Prata
		1	30 g	0,81	1	1	4	Queijo Minas
	A/J	1	90 g	2,80	28,84	5,19	5	Carré
		1	110 g	2,80	36,54	0,42	5	Pernil Assado
		1,23	43,05 g	0,33	1,23	1,23	6	Feijão Carioca
		1,10	16,5 g	0,03	1,10	1,10	7	Brócolis
		1,29	129 g	1,24	1,29	1,29	7	Purê de Banana da Terra
		1,21	84,7 g	0,43	1,21	1,21	8	Abóbora Refogada
		2,79	41,85 g	0,08	2,79	2,79	8	Brócolis
		1	90 g	0,48	1	1	9	Melão
		1	240 ml	1,45	1	1	10	Suco de Goiaba
Total	-	-	-	58,66	344,01	51,34	-	

Tabela 6.10 – Configuração para os dias remanescente segundo o Cenário 5.

		Porções	Qtdd.	R\$	ϕ_i	λ_i	g	Alimento
Segunda-Feira	CM	1	165 ml	0,81	1	1	1	Leite de Vaca
		1	30 g	0,77	1	1	2	Biscoito Cream Cracker
		1	130 g	1,29	1	1	3	Maçã Argentina
		1	30 g	0,81	1	1	4	Queijo Minas
	A/J	1	110 g	3,20	30,96	1,58	5	Isca de Frango
		1	60 g	6,00	39,38	0,90	5	Moqueca de Peixe
		1,42	49,7 g	0,54	1,42	1,42	6	Feijão Vermelho
		1,99	83,58 g	0,48	1,99	1,99	7	Batata Doce Assada
		1	42 g	0,24	1	1	8	Batata Doce
		1	20 g	0,37	1	1	9	Doce de Abóbora
		1	240 ml	1,45	1	1	10	Suco de Uva
Terça-Feira	CM	1	200 ml	1,29	1	1	1	Leite com Achocolatado
		1	50 g	1,35	1	1	2	Bolo pronto de Milho
		1,29	258 g	1,35	1,29	1,29	3	Melancia
		1	9,5 g	1,04	1	1	4	Geleia
	A/J	1	110 g	6,00	48,58	1,76	5	Fricassê de Frango
		1	100 g	2,15	30,06	1,79	5	Sobrecoxa Assada
		1	35 g	0,38	1	1	6	Feijão Vermelho
		1	100 g	0,96	1	1	7	Purê de Banana da Terra
		1	70 g	0,36	1	1	8	Abóbora Refogada
		1	25 g	0,23	1	1	9	Gelatina
		1	240 ml	1,45	1	1	10	Suco de Goiaba
Quinta-Feira	CM	1	165 ml	0,81	1	1	1	Leite de Vaca
		2	100 g	0,50	2	2	2	Pão Francês
		1	40 g	0,52	1	1	3	Banana Ouro
		1,30	12,35 g	1,35	1,30	1,30	4	Geleia
	A/J	1	100 g	5,60	38,99	2,02	5	Lasanha Bolonhesa
		1	110 g	2,80	36,54	0,42	5	Pernil Assado
		1	35 g	0,27	1	1	6	Feijão Carioca
		1,20	54 g	0,67	1,20	1,20	7	Purê de Batata Doce
		1,07	74,9 g	0,39	1,07	1,07	8	Abóbora Refogada
		1	90 g	0,48	1	1	9	Melão
		1	240 ml	1,45	1	1	10	Suco de Groselha
Sexta-Feira	CM	1	200 ml	1,29	1	1	1	Leite com Achocolatado
		1	30 g	0,77	1	1	2	Biscoito Cream Cracker
		1	40 g	0,44	1	1	3	Banana Prata
		1	30 g	0,81	1	1	4	Queijo Minas
	A/J	2	220 g	4,80	78,28	1,66	5	Estrogonofe de Frango
		1	35 g	0,27	1	1	6	Feijão Aarioca
		1,53	107,1 g	0,37	1,53	1,53	7	Abóbora Cozida
		1,44	60,48 g	0,35	1,44	1,44	7	Batata Doce Assada
		1	15 g	0,03	1	1	8	Brócolis
		1	25 g	0,56	1	1	9	Doce de Leite
		1	240 ml	1,45	1	1	10	Suco de Uva
Total	-	-	-	51,97	339,05	65,59	-	

Tabela 6.11 – Configuração para os dias remanescente segundo o Cenário 6.

		Porções	Qtdd.	R\$	ϕ_i	λ_i	g	Alimento
Segunda-Feira	CM	1	165 ml	0,81	1	1	1	Leite de Vaca
		2	60 g	1,54	2	2	2	Biscoito Cream Cracker
		1	90 g	0,48	1	1	3	Melão
		1	100 g	1,87	1	1	4	Iogurte Integral
	A/J	2	120 g	3,96	79,97	1,69	5	Linguíça Toscana
		1	35 g	0,38	1	1	6	Feijão Vermelho
		1,26	126 g	1,21	1,26	1,26	7	Purê de Banana da Terra
		2,04	142,8 g	0,74	2,04	2,04	8	Abóbora Refogada
		1	25 g	0,56	1	1	9	Doce de Leite
		1	240 ml	1,45	1	1	10	Suco de Laranja
Terça-Feira	CM	1	200 ml	1,29	1	1	1	Leite com Achocolatado
		1	30 g	0,77	1	1	2	Biscoito Cream Cracker
		1	40 g	0,44	1	1	3	Banana Prata
		1	30 g	0,81	1	1	4	Queijo Minas
	A/J	1	110 g	6,00	48,58	1,76	5	Fricassê de Frango
		1	35 g	0,38	1	1	6	Feijão Vermelho
		2,11	88,62 g	0,51	2,11	2,11	7	Batata Doce Assada
		1	42 g	0,24	1	1	8	Batata Doce
		1	70 g	0,26	1	1	8	Pepino
		1,14	22,8 g	0,42	1,14	1,14	9	Doce de Abóbora
1	240 ml	1,45	1	1	10	Suco de Guaraná		
Quinta-Feira	CM	1	165 ml	0,79	1	1	1	Leite com Café
		1	50 g	0,25	1	1	2	Pão Francês
		1	130 g	1,29	1	1	3	Maçã Argentina
		1	30 g	0,81	1	1	4	Queijo Minas
	A/J	2	220 g	6,40	61,92	3,16	5	Isca de Frango
		1,01	35,35 g	0,38	1,01	1,01	6	Feijão Vermelho
		1,07	44,94 g	0,26	1,07	1,07	7	Batata Doce Assada
		1,76	123,2 g	0,64	1,76	1,76	8	Abóbora Refogada
		1	40 g	0,52	1	1	9	Banana Ouro
		1	240 ml	1,45	1	1	10	Suco de Goiaba
Sexta-Feira	CM	1	165 ml	0,79	1	1	1	Leite com Café
		1	50 g	0,25	1	1	2	Pão Francês
		1	130 g	1,29	1	1	3	Maçã Argentina
		1	30 g	0,81	1	1	4	Queijo Minas
	A/J	1	30 g	4,10	30,57	2,13	5	Bife
		1	110 g	2,80	36,54	0,42	5	Pernil Assado
		1	35 g	0,38	1	1	6	Feijão Vermelho
		1,90	133 g	0,46	1,90	1,90	7	Abóbora Cozida
		1,55	65,1 g	0,37	1,55	1,55	8	Batata Doce
		1	25 g	0,23	1	1	9	Gelatina
1	240 ml	1,45	1	1	10	Suco de Goiaba		
Total	-	-	51,27	300,42	52,00	-		