

## **Problema da dieta: uma aplicação prática para o Navio Hidroceanográfico “Taurus”**

**Leonardo Antonio Monteiro Pessôa**

COPPE/UFRJ

Centro de Tecnologia – Cidade Universitária – Rio de Janeiro-RJ

[lampessoa@terra.com.br](mailto:lampessoa@terra.com.br)

**Marcos Pereira Estellita Lins**

COPPE/UFRJ

Centro de Tecnologia – Cidade Universitária – Rio de Janeiro-RJ

[estellita@pep.ufrj.br](mailto:estellita@pep.ufrj.br)

**Nilson Trevisan Torres**

COPPE/UFRJ

Centro de Tecnologia – Cidade Universitária – Rio de Janeiro-RJ

[nilson\\_trevisan@yahoo.com.br](mailto:nilson_trevisan@yahoo.com.br)

### **RESUMO**

Neste trabalho é apresentada uma variação do problema clássico da Dieta. O objetivo é fornecer uma ferramenta de auxílio à decisão na formulação de cardápio para o Navio Hidroceanográfico Taurus, da Marinha do Brasil, em uma pernada de navegação de dez dias. Outrossim, o problema nutricional no âmbito da Marinha vem se tornando motivo de preocupação, em virtude do aumento nas ocorrências de patologias referentes a doenças cardiovasculares da ordem de 125% para obesidade, 41% para hipertensão e 188% para hipercolesterolemia em inspeções de saúde. Cabe observar que, em uma situação de vários dias sem atracação, a alimentação é um fator importante para o moral da tripulação. Entretanto, restrições orçamentárias, bem como culturais, dificultam a formulação de um cardápio adequado com nutrientes recomendados. A Programação Linear constitui-se uma ferramenta útil para a obtenção de soluções ao problema proposto. Para cálculo das soluções é utilizado o solver do programa Microsoft Excel®.

**PALAVRAS CHAVE.** Aplicações à Saúde. Problema da Dieta. Programação Linear.

### **ABSTRACT**

This paper presents a variation of the classical Diet Problem in Linear Programming. The main goal is to equip the Brazilian Navy hydro-oceanographic ship Taurus with a decision aid tool which will be used on menu elaboration during a cruise leg of 10 days. Nutritional aspect is also considered due to many problems that have been diagnosed through regular health exams in the Navy. An increase of 125% was observed for obesity, 41% for hypertension and 188% for hypercholesterol. Besides, when ten days navigating is concerned, food is a crucial factor for crew moral. Nevertheless, funds restrictions, allied to cultural preferences, make the menu elaboration a complex task as it must have recommended nutrients. Linear programming appears as a powerful tool for the present problem. Solver supplement of Microsoft Excel® program is used.

**KEYWORDS.** Health applications. Diet Problem. Linear Programming.

## 1. Introdução

O problema da dieta, proposto inicialmente por Stigler, se destina a calcular a dieta de mais baixo custo possível para atender à alimentação de um homem moderadamente ativo (Garile & Gass, 1999), é um problema clássico de programação linear, onde se pretende minimizar o custo necessário para a alimentação, suprindo-se todas as necessidades nutricionais. Sua forma clássica, todavia, não contempla aspectos culturais e restrições alimentares adicionais. Este trabalho propõe uma aplicação direcionada de modo a fornecer dieta equilibrada para o caso de um navio da Marinha do Brasil que estará no mar por período de dez dias consecutivos, sem possibilidade de recebimento de gêneros durante este período.

Apesar de ser intencionada a minimização do custo, ainda atenderá a algumas necessidades alimentares culturais e específicas de nutrientes, visando reduzir as ocorrências de doenças cardiovasculares, identificadas nas inspeções de saúde regulares da Marinha do Brasil.

A título de ilustração da importância da alimentação a bordo, o levante do Encouraçado Potemkin, em 1905 que, apesar de não motivado pelo aspecto da alimentação para o pessoal de bordo, teve, em fato relacionado a alimentação, seu estopim, resultando na morte de 18 pessoas.

## 2. Formulação do Problema

O Navio Hidroceanográfico Taurus irá suspender para comissão prolongada, sendo que sua próxima perna será de dez dias. Deverá ser elaborado o cardápio, e deverão ser adquiridos todos os gêneros necessários para alimentação de sua tripulação, uma vez que será impossível, para este caso, o reabastecimento no mar.

Foram emitidas recomendações para que, na elaboração dos cardápios, fossem reduzidos os consumos de lipídios, colesterol, e ácidos graxos saturados, devido a correlação entre estes e a etiologia de algumas doenças cardiovasculares, tais como obesidade, hipertensão e hipercolesterolemia.

Neste trabalho, a construção do cardápio deverá restringir-se somente às receitas constantes do Apêndice V ao Anexo da referência Marinha do Brasil (2007), em acordo com as recomendações supramencionadas, sendo que as quantidades ali apresentadas serão consideradas para 10 pessoas, também serão consideradas como opções frutas in natura (banana, maçã e pêra).

O referencial de preços utilizado foi o registrado pelo navio no seu balanço do paiol de gêneros, e por preços consultados pela internet, conforme discriminado nas simplificações, no caso de itens indisponíveis. De toda a forma, o problema está sujeito à sazonalidade, devendo ser atualizados os preços para análise coerente com a época em questão.

O custo da receita será referenciado a cada ingrediente e contabilizado ao total dispendido para a execução da receita e para a execução do cardápio como um todo, nos dez dias. Os valores nutricionais serão calculados por receita com base nos valores nutricionais de cada ingrediente. As necessidades de cada ingrediente foram baseados na *Dietary Reference Intakes* (DRIs) provenientes do *Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies*.

### 2.1 Simplificações

Somente foram considerados os nutrientes: Calorias; Proteínas; Gorduras; Carboidrato; Fibras; Cálcio; Ferro; Magnésio; Fósforo; Potássio; Sódio; Zinco; Cobre; Manganês; Selênio; Vitamina C; Vitamina B1; Vitamina B2; Niacina; Ácido Pantotênico; Folate; Vitamina B12; e Colesterol.

Para efeito de cálculo foram considerados os valores nutricionais dos ingredientes crus.

Não foram estipulados mínimos no tocante à gordura e ao colesterol, a fim de não limitar suas reduções. Somente foram considerados os limites mínimos de cada nutriente. Não houve preocupação, neste trabalho, quanto aos “*Upper Levels*” aceitáveis para cada nutriente.

Todas as receitas tiveram seus ingredientes transformados para unidades de 100g. Foi utilizada no caso dos ovos, a conversão de 50g para cada unidade.

Todos os ingredientes tiveram seus valores extraídos da *U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. 2001*, exceto:

Conhaque (aguardente), Margarina, Maxixe, Caldo de Carne, Farinha de Mandioca, Fubá, Caldo de Galinha, Cará e Fermento Químico, cujos valores foram obtidos na TACO (Tabela de Composição UNICAMP);

Os ingredientes que não dispunham de seus valores no Balanço de Paiol, tiveram os preços obtidos por intermédio de consulta em supermercados à época.

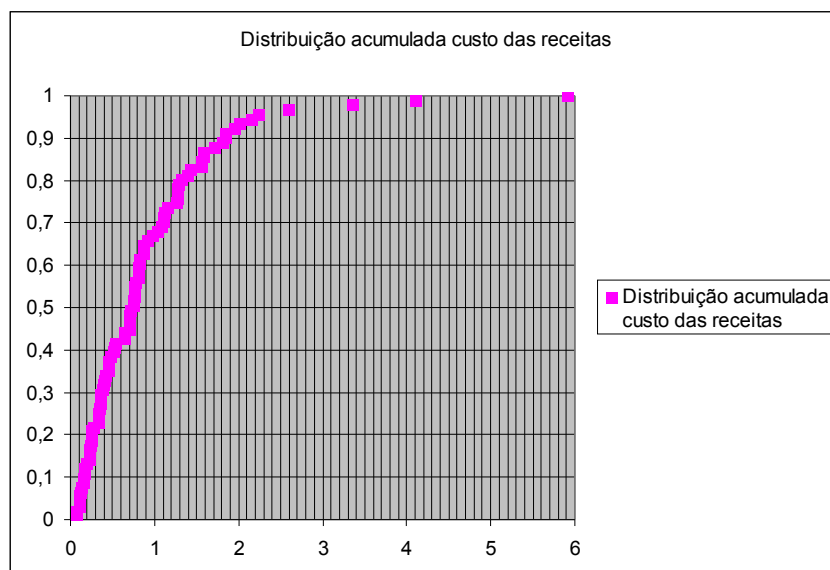
### 3. Obtenção da Solução

Primeiramente, foram obtidos os ingredientes de cada uma das receitas, apresentadas na Tabela I, com a sua composição em centenas de gramas, de maneira a possibilitar o cálculo a dos contributos individuais de cada nutriente proporcionado por cada receita considerada. Na tabela II pode ser verificada a distribuição das receitas e seus custos individuais

Tabela I – Receitas consideradas

x01	Carne Picadinho*
x02	Carne para recheio
x03	Silveira de Carne
x04	Jardineira de Carne e Legumes
x05	Bife Hamburguês
x06	Almôndegas
x07	Isclas de chapa
x08	Goulash*
x09	Guisado*
x10	Stroganoff
x11	Tournedor
x12	File Mignon com Aspargos
x13	Rosbife de Forno*
x14	Rosbife de Caçarola*
x15	Bife Roulé*
x16	Carne Assada*
x17	Rocambole de carne com Legumes*
x18	Cozido Light*
x19	Churrasco com Farofa
x20	Guisado com creme de leite Light
x21	Bife de Caçarola
x22	Peixe a Brasileira*
x23	Peixe Assado*
x24	Bolo de Sardinha e Batata
x25	Galinha Guisada ou Ensopada
x26	Frango Assado
x27	Galinha ao Molho*
x28	Stroganoff de Galinha Light
x29	Risoto de Galinha
x30	Arroz
x31	Arroz com Vegetais*
x32	Arroz a Grega
x33	Risoto de Carne*
x34	Polenta*
x35	Abóbora Refogada*
x36	Abóbora ao Vinagrete*
x37	Berniela a Napolitana
x38	Berniela Recheada
x39	Chuchu Recheado*
x40	Chuchu Soufflé
x41	Espinafre ao Creme com Torradas
x42	Repolhos Saltados ou Refogados
x43	Maionese de Legumes
x44	Jardineira de Legumes*
x45	Purê de Legumes
x46	Legumes com ovos*
x47	Batata Cozida sem Casca
x48	Batata Sauté
x49	Purê de Batatas
x50	Batata a Maitre d'Hotel*
x51	Feijão Simples
x52	Feijão Branco
x53	Lentilha
x54	Purê de Ervilha
x55	Consomé
x56	Canja*
x57	Sopa Juliana
x58	Caldo Verde
x59	Minestrone
x60	Sopa de Inhame e Abóbora*
x61	Sopa de Aipim*
x62	Sopa de Inhame*
x63	Sopa de Fubá e Couve*
x64	Creme de Tomate*
x65	Sopa de Ervilha
x66	Sopa de Feijão Manteiga com Massa e Legumes
x67	Sopa de Lentilhas*
x68	Sopa de Aveia
x69	Sopa de Batata Cremosa
x70	Sopa de Cará*
x71	Farofa Simples
x72	Pirão de Farinha
x73	Panqueca*
x74	Macarronada*
x75	Macarrão ao Creme
x76	Ravioli*
x77	Ravioli Especial
x78	Rocambole de Batata
x79	Ricota Caseira
x80	Pasta de Ricota
x81	Banana Assada
x82	Creme de Abacate*
x83	Doce de Abóbora*
x84	Doce de Leite*
x85	Gelatina Simples
x86	Gelatina com Maçã
x87	Maçã Assada
x88	Torta de Banana*
x89	Banana
x90	Maçã
x91	Pera

Tabela II - custo das receitas



Assim podemos considerar o problema na forma correspondente:

$x_j$  - número de repetições da receita j no período considerado

$c_j$  - custo unitário referente a refeição j

Mínimo de :

$$c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_{91}x_{91}$$

Na primeira rodada com o solver, foram estabelecidas somente as restrições quanto ao atendimento das necessidades diárias de nutrientes, e da não negatividade da quantidade de receitas, representadas por:

$$\left\{ \begin{array}{l} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + \dots a_{1\ 91}x_{91} \geq b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 + \dots a_{2\ 91}x_{91} \geq b_2 \\ a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{313}x_3 + \dots a_{3\ 83}x_{91} \geq b_3 \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ a_{25\ 1}x_1 + a_{25\ 2}x_2 + a_{25\ 3}x_3 + \dots a_{25\ 91}x_{91} \geq b_{24} \end{array} \right\} e$$

$$x \geq 0$$

Sendo

$b_i$  - mínimo recomendável para o i-ésimo nutriente, e

$a_{ij}$  - quantidade do nutriente i presente na receita j.

Culturalmente o desjejum é realizado também como uma refeição, porém só são contempladas no anexo, receitas apropriadas para outras refeições. Desta forma consideramos um desjejum constante de pão com manteiga e leite, sendo subtraídos os nutrientes deles provenientes. Os mínimos de cada nutriente estão constantes à tabela III. O custo correspondente do desjejum, explicitado na tabela IV, deverá ser agregado ao da solução para a quantificação correta.

Tabela III – Mínimos a serem atingidos

Nutriente	Ingrediente				Subtotal	Necessidades	Saldo
	Leite	Margarina	Pão	Acúcar			
Calorias	1120	297	1330	389	3136	24900	21764
Proteína e amino ácidos(g)	79	0	38,2	0	117,2	460	342,8
Gorduras Total (g)	39,6	33,6	16,45	0,1	89,75	0	0
Carboidrato (g)	109,8	0	253,05	99,6	462,45	1300	837,55
Fibras Total (g)	0	0	12	0	12	380	368
Cálcio (mg)	2860	2,5	755	1	3618,5	10000	6381,5
Ferro (mg)	1,2	0	18,7	0,02	19,92	80	60,08
Magnésio (mg)*	300	0,5	115	0	415,5	4200	3784,5
Fósforo (mg)	2240	3	495	0	2738	7000	4262
Potássio	3640	7,5	500	2	4149,5	47000	42850,5
Sódio	1180	280,5	3405	1	4866,5	15000	10133,5
Zinco (mg)	8,2	0	3,7	0	11,9	110	98,1
Cobre (µg)	0,22	0	1,265	0,001	1,486	0,9	0
Manganês (mg)	0,04	0	2,39	0,001	2,431	23	20,569
Selênio (µg)	52	0	86,5	0,6	139,1	550	410,9
Vitamina C (mg)	22	0	0	0	22	900	878
Tiamina ou Vit. B1 (mg)	0,9	0	2,275	0	3,175	12	8,825
Riboflavina ou Vit. B2 (mg)	3,88	0	1,655	0,019	5,554	13	7,446
Niacina ou Vit. PP (mg)	2,02	0	21,925	0	23,945	160	136,055
Ácido Pantotênico (mg)	6,78	0	1,015	0	7,795	50	42,205
Vitamina B6 (mg)	0,92	0	0,42	0	1,34	13	11,66
Folate ou Ácido Fólico (µg)	100	0	555	0	655	4000	3345
Vitamina B12 (µg)	7,8	0	0	0	7,8	24	16,2
colesterol	160	0	0	0	160	0	0

Tabela IV – Cálculo desjejum

	unidade	preço unidade	qtd utilizada	total
margarina light	200	1,3	10	0,065
leite	1000	1,6	200	0,32
café	500	2,79	5	0,0279
pão congelado	1	0,22	1,5	0,33
açúcar	1000	1,28	10	0,0128
			total	0,7557
			total em 10 dias	7,56

Inicialmente serão consideradas somente as restrições para atendimento nutricional. Esta solução, cujo custo situou-se em aproximadamente R\$14,33 (sem o desjejum), é caracterizada pela baixa diversidade (alta repetição de receitas), e pela baixa ocorrência de receitas a base de: carne; peixe; ou frango. Tradicionalmente utilizadas em almoços e jantares enquanto “pratos principais”.

Este fato nos direcionou em dois caminhos para verificação do impacto de restrições culturais no custo e no atendimento nutricional: a obrigatoriedade de inclusão de pratos principais; e o aumento da diversificação do cardápio.

Inicialmente verificaremos o custo adicional necessário para obrigar a inclusão de ao menos dez, quinze e 20 “pratos principais”, correspondendo a:

$$\text{todos os almoços, } \sum_{i=1}^{33} x_i \geq 10;$$

$$\text{todos os almoços e metade dos jantares, } \sum_{i=1}^{33} x_i \geq 15; \text{ e}$$

$$\text{todos os almoços e todos os jantares, } \sum_{i=1}^{33} x_i \geq 20.$$

Extrato deste resultado é apresentado na tabela V e na figura I.

Figura I – Comparativo de aumento de custos pratos principais

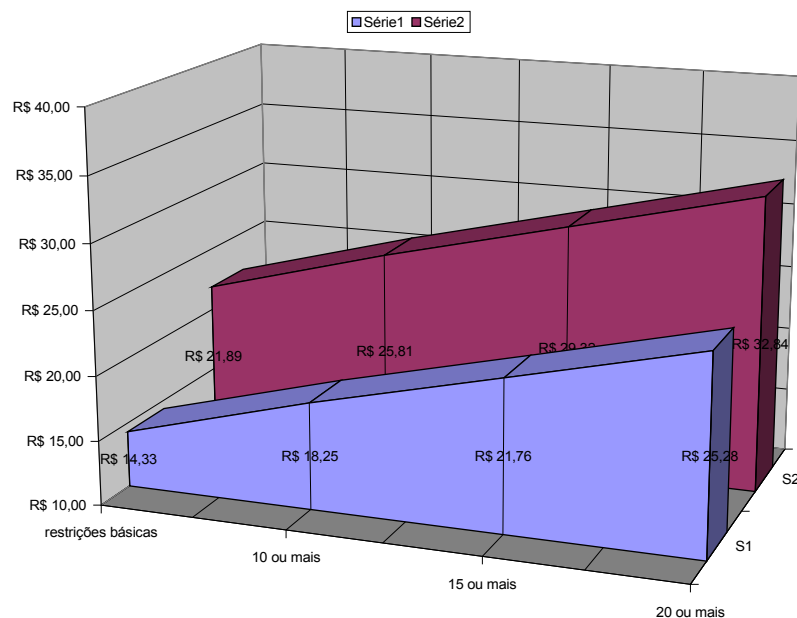


Tabela V – Restrições nutricionais e pratos principais

		Rest. básicas	10 ou mais	15 ou mais	20 ou mais
Receitas	subtotal	R\$ 14,33	R\$ 18,25	R\$ 21,76	R\$ 25,28
	custo	R\$ 21,89	R\$ 25,81	R\$ 29,32	R\$ 32,84
Feijão Simples	R\$ 0,07	38,907529	35,660715	31,52235	32,235303
Repolhos Saltados ou Refogados	R\$ 0,10	9,0256474	20,45226	19,990392	19,387072
Pirão de Farinha	R\$ 0,10	17,669068	25,21571	19,036195	11,013137
Batata Cozida sem Casca	R\$ 0,13	1,2574864	0	0	0
Arroz com Vegetais*	R\$ 0,15	23,365978	0	0	0
Ricota Caseira	R\$ 0,80	3,6749487	3,4030437	3,9898031	4,3943668
Risoto de Galinha	R\$ 0,81	0	9,7755883	15	20
Jardineira de Carne e Legumes	R\$ 0,87	0	0,2244117	0	0
Bolo de Sardinha e Batata	R\$ 1,12	1,8432246	0	0	0
Nutrientes sem folga	calorias	calorias	calorias	calorias	calorias
	fibras				fibras
	cálcio	cálcio	cálcio	cálcio	cálcio
	potássio		potássio		
	zinco	zinco			
	vitamina c	vitamina c	vitamina c	vitamina c	vitamina c
	niacina				
	vitamina B12	vitamina B12			

Observa-se também a baixa variabilidade do cardápio. Inclusive a restrição dos pratos principais é quase somente atendida pela receita Risoto de Galinha.

Verifica-se a alta sensibilidade quanto à vitamina c, cálcio, potássio e calorias, por estarem atingindo os mínimos sem folga em todas as rodadas efetuadas.

O próximo passo tenciona observar o aumento da diversificação do cardápio, por meio de cenários limitando a repetição de receitas.

As receitas baseadas em arroz e feijão, culturalmente implícitas à dieta do brasileiro, terão seu somatório limitados, porém com flexibilidade maior (no mínimo executadas em todos os almoços e no máximo em todos almoços e jantares:

$$10 \leq x_i \leq 20, \forall i \in \{30, \dots, 33\}; \text{ e}$$

$$10 \leq x_i \leq 20, \forall i \in \{51, \dots, 53\}$$

Enquanto às demais receitas serão limitadas aos seguintes cenários:

Até dez repetições –

$$x_i \leq 10, \forall i \in \{1, \dots, 29\}$$

$$x_i \leq 10, \forall i \in \{34, \dots, 50\}$$

$$x_i \leq 10, \forall i \in \{54, \dots, 91\}$$

Até cinco repetições –

$$x_i \leq 5, \forall i \in \{1, \dots, 29\}$$

$$x_i \leq 5, \forall i \in \{34, \dots, 50\}$$

$$x_i \leq 5, \forall i \in \{54, \dots, 91\}$$

Até quatro repetições –

$$x_i \leq 4, \forall i \in \{1, \dots, 29\}$$

$$x_i \leq 4, \forall i \in \{34, \dots, 50\}$$

$$x_i \leq 4, \forall i \in \{54, \dots, 91\}$$

Até três repetições –

$$x_i \leq 3, \forall i \in \{1, \dots, 29\}$$

$$x_i \leq 3, \forall i \in \{34, \dots, 50\}$$

$$x_i \leq 3, \forall i \in \{54, \dots, 91\}$$

Até duas repetições –

$$x_i \leq 2, \forall i \in \{1, \dots, 29\}$$

$$x_i \leq 2, \forall i \in \{34, \dots, 50\}$$

$$x_i \leq 2, \forall i \in \{54, \dots, 91\}$$

Figura 2 – Evolução de custos - repetições

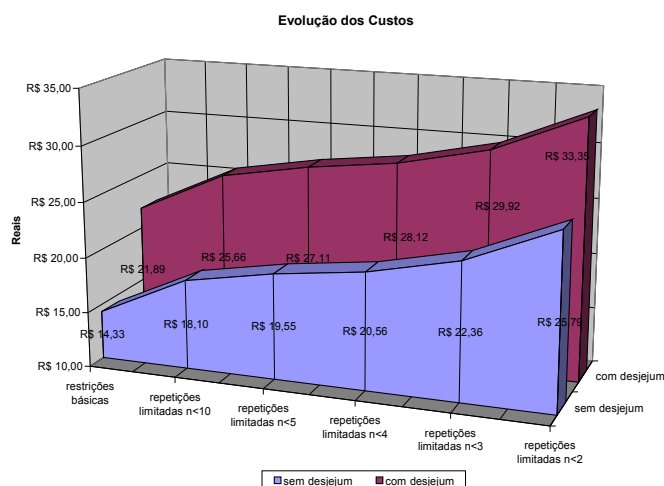


Tabela VI – Resumo soluções limite repetições

		Cenários					
		restrições básicas	n<=10	n<=5	n<=4	n<=3	n<=2
receitas	subtotal	R\$ 14,33	R\$ 18,10	R\$ 19,55	R\$ 20,56	R\$ 22,36	R\$ 25,79
	total	R\$ 21,89	R\$ 25,66	R\$ 27,11	R\$ 28,12	R\$ 29,92	R\$ 33,35
Feijão Simples	0,074335	38,9075	20	20	20	20	7,68076
Farofa Simples	0,07571	0	0	5	4	3	2
Repolhos Saltados ou Refogados	0,103303	9,02565	3,09116	5	4	3	2
Pirão de Farinha	0,1048	17,6691	10	5	4	3	2
Arroz	0,120735	0	20	19,0882	10,2801	0	0
Batata Cozida sem Casca	0,13391	1,25749	10	5	4	3	2
Arroz com Vegetais*	0,148835	23,366	0	0,91182	9,71987	20	20
Purê de Ervilha	0,15526	0	0	0	0	3	2
Panqueca*	0,16275	0	0	0	4	3	2
Ravióli*	0,16966	0	6,25887	5	4	3	2
Minestrone	0,19135	0	0	0	0	0	2
Batata Sauté	0,22115	0	0	5	4	3	2
Purê de Batatas	0,23141	0	10	5	4	3	2
Purê de Legumes	0,24246	0	0	0	4	3	2
Macarronada*	0,24923	0	0	0	0	3	2
Polenta*	0,25011	0	0	0	0	3	2
Batata a Maître d'Hotel*	0,251535	0	0	5	4	3	2
Rocambole de Batata	0,276555	0	0	1,23628	4	3	2
Banana	0,323	0	0	0	0	0	0,32446
Feijão Branco	0,323658	0	0	0	0	0	10,8555
Sopa de Feijão Manteiga com Massa e Legumes	0,33215	0	0,74358	5	4	3	2
Creme de Tomate*	0,35095	0	0	0	0	0	2
Lentilha	0,352658	0	0	0	0	0	1,46373
Doce de Leite*	0,365	0	0	0	3,71764	3	2
Jardineira de Legumes*	0,382507	0	0	0	0	1,92949	2
Sopa de Lentilhas*	0,4177	0	10	5	4	3	2
Banana Assada	0,4485	0	0	0	0	0	2
Doce de Abóbora*	0,4492	0	0	0	0	1,14065	2
Creme de Abacate*	0,5177	0	0	0	0	3	2
Torta de Banana*	0,5312	0	0	0	0	0	2
Ricota Caseira	0,80067	3,67495	3,8374	3,80723	1,96496	2,19787	1,7714
Risoto de Galinha	0,810605	0	0	0	0	0	2
Jardineira de Carne e Legumes	0,87227	0	0	0	0	2,41579	2
Bolo de Sardinha e Batata	1,11803	1,84322	0	0	0	0	0



Goulash*	1,3853	0	0,45081	1,45981	1,84875	0	0,06954
----------	--------	---	---------	---------	---------	---	---------

Mesmo para este enfoque diferente verifica-se a alta sensibilidade de cálcio, potássio e zinco, que novamente permaneceram sem folgas. No entanto para o gestor do navio, quem caberá estruturar o cardápio será útil a variação conjunta destes dois enfoques, privilegiando tanto cardápios mais ricos quanto mais variados. Para tanto foram combinados os cinco cenários de limitação de repetição com os três cenários de obrigatoriedade de pratos principais, obtendo quinze cenários derivados, cujas representações constam da figura III e da tabela VII.

Figura III – Comparativo de Custo

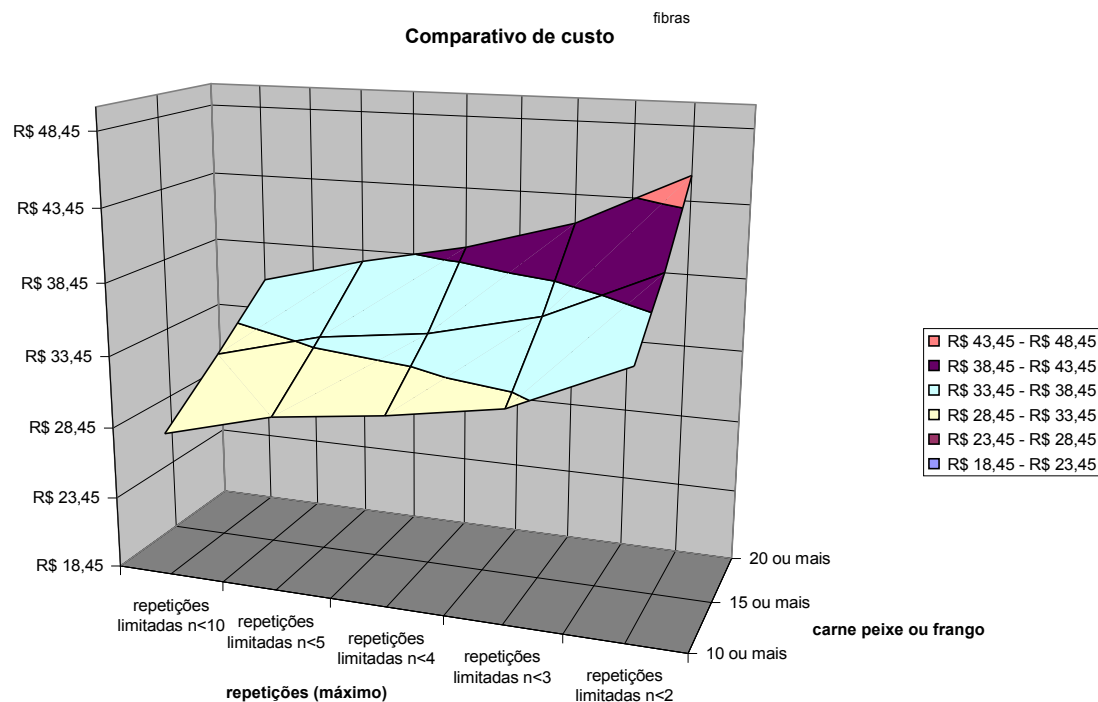


Tabela VII - sintético custo cenários

restrições básicas	Pratos a base peixe, frango ou carne		
	10 ou mais	15 ou mais	20 ou mais
repetições limitadas n<10	R\$ 28,50	R\$ 31,95	R\$ 35,65
repetições limitadas n<5	R\$ 30,52	R\$ 33,90	R\$ 37,62
repetições limitadas n<4	R\$ 31,46	R\$ 34,85	R\$ 39,22
repetições limitadas n<3	R\$ 32,77	R\$ 36,70	R\$ 41,46
repetições limitadas n<2	R\$ 36,24	R\$ 40,21	R\$ 45,18

Este sintético mostra o custo efetivo da obtenção das restrições de adequação às restrições culturais e de palatabilidade, cabendo ao gestor a análise da viabilidade orçamentária para execução.

Outras restrições podem ser implementadas para um cardápio mais agradável e mais diversificado, uma alternativa seria a inclusão de frutas ou receitas nelas baseadas como sobremesa ou complementação. Foram incluídos os resultados contemplando esta restrição, contemplando dez repetições das mesmas, obtendo um resultado de R\$ 39,09, (ou de R\$ 46,65 se contabilizado o desjejum).

Tabela VIII - Sugestão para o cardápio

Doce de Abóbora*	R\$ 0,45	1,03E-12
Rocambole de carne com Legumes*	R\$ 1,27	0,174615
Doce de Leite*	R\$ 0,37	0,618518
Goulash*	R\$ 1,39	1,825385

Farofa Simples	R\$ 0,08	2
Repolhos Saltados ou Refogados	R\$ 0,10	2
Pirão de Farinha	R\$ 0,10	2
Batata Cozida sem Casca	R\$ 0,13	2
Ravióli*	R\$ 0,17	2
Batata Sauté	R\$ 0,22	2
Gelatina com Maçã	R\$ 0,22	2
Purê de Batatas	R\$ 0,23	2
Banana	R\$ 0,32	2
Sopa de Feijão Manteiga com Massa e Legumes	R\$ 0,33	2
Lentilha	R\$ 0,35	2
Sopa de Lentilhas*	R\$ 0,42	2
Banana Assada	R\$ 0,45	2
Creme de Abacate*	R\$ 0,52	2
Torta de Banana*	R\$ 0,53	2
Sopa de Cará*	R\$ 0,71	2
Ricota Caseira	R\$ 0,80	2
Galinha ao Molho*	R\$ 0,80	2
Risoto de Galinha	R\$ 0,81	2
Pasta de Ricota	R\$ 0,83	2
Jardineira de Carne e Legumes	R\$ 0,87	2
Frango Assado	R\$ 1,04	2
Galinha Guisada ou Ensopada	R\$ 1,08	2
Carne para recheio	R\$ 1,11	2
Bolo de Sardinha e Batata	R\$ 1,12	2
Strogonoff de Galinha Light	R\$ 1,15	2
Cozido Light*	R\$ 1,70	2
Arroz com Vegetais*	R\$ 0,15	15,94233
Feijão Simples	R\$ 0,07	18

A solução ainda apresenta ausência de folga para cálcio, potássio e fibras. Apesar das quantidades fracionárias, quando efetuado o arredondamento, continua o atendimento às necessidades mínimas e tem pequena diferença (R\$0,17) no total da solução, R\$ 39,26 (ou 46,82 se considerado o desjejum).

#### 4. Considerações Finais

Como resultado efetivo, dispõe-se da apresentação do cardápio sugerido ao gestor do navio, além da relação de gêneros necessários para a sua cocção, apresentada na Tabela IX, que contém a multiplicação das quantidades de cada refeição, sugeridas no cardápio, pela quantidade de cada ingrediente utilizado, multiplicado pelo número de tripulantes.

Tabela IX – Lista de necessidades

Lista de Necessidades				
			tripulação	53
Ingrediente	qtd por pessoa	qtd toda tripulação	preço(100g)	custo
Cravo	0,000618518	0,032781447	5,6	0,183576103
Canela	0,004618518	0,244781447	4	0,979125788
Pimenta	0,011825385	0,626745428	9,1	5,703383393
Amido de Milho	0,02	1,06	0,164	0,17384
Louro	0,027825385	1,474745428	3,56	5,250093723
Farinha de Rosca	0,037461457	1,98545722	0,56	1,111856043
Cheiro Verde	0,088253854	4,677454278	2	9,354908556
Cognac	0,1	5,3	0,758	4,0174
Azeite	0,1	5,3	1,753	9,2909
Maionese light	0,1	5,3	0,301	1,5953
Maxixe	0,2	10,6	1,2	12,72
Couve	0,2	10,6	1	10,6
Vinagre	0,211126927	11,18972714	0,093	1,040644624
Azeitona	0,217461457	11,52545722	0,6	6,915274332
Alho	0,220838562	11,70444377	1,259	14,7358947
ketchup	0,3	15,9	0,327	5,1993
Creme de Leite	0,3	15,9	0,532	8,4588
Massa	0,3	15,9	0,144	2,2896
Maçã	0,3	15,9	0,777	12,3543
Gelatina	0,34	18,02	0,619	11,15438
Pimentão	0,354761563	18,80236283	0,065	1,222153584
Ervilha	0,4	21,2	0,303	6,4236

Quiabo	0,4	21,2	0,25	5,3
Nabo	0,4	21,2	0,5	10,6
Caldo de Peixe	0,4	21,2	0,044	0,9328
Champignons	0,6	31,8	1,239	39,4002
Aipim	0,6	31,8	0,129	4,1022
Milho	0,6	31,8	0,072	2,2896
Vagem	0,617461457	32,72545722	0,5	16,36272861
Feijão Manteiga	0,7	37,1	0,633	23,4843
Sal	0,767100392	40,65632079	0,041	1,666909152
Chuchu	0,8	42,4	0,155	6,572
Sardinhas	0,8	42,4	2,24	94,976
Ovo	1,026192185	54,38818583	0,148	8,049451503
Margarina	1,178730728	62,47272861	0,139	8,683709277
Abóbora	1,2	63,6	0,26	16,536
Cenoura	1,330154172	70,49817112	0,149	10,5042275
Caldo de carne	1,4	74,2	0,044	3,2648
Acúcar	1,48555536	78,73443409	0,118	9,290663222
Óleo	1,573624053	83,40207483	0,231	19,26587929
Lentilha	1,6	84,8	0,618	52,4064
Farinha de Trigo	1,728984583	91,63618289	0,135	12,37088469
Tomate	1,865077086	98,84908556	0,198	19,57211894
Batata Doce	2	106	0,155	16,43
Abacate	2,4	127,2	0,35	44,52
Cebola	2,589539078	137,2455712	0,229	31,42923579
Cará	3	159	0,35	55,65
Farinha de Mandioca	3,2	169,6	0,096	16,2816
Banana da Terra	3,6	190,8	0,299	57,0492
Carne magra	4,37461457	231,8545722	1,032	239,2739185
Banana	4,4	233,2	0,323	75,3236
Carne de 2ª	5,103155231	270,4672273	0,675	182,5653784
Galinha Desfiada	6	318	0,373	118,614
Feijão Preto	7,2	381,6	0,12	45,792
Galinha sem Pele	11	583	0,5	291,5
Repolho	11,17116345	592,0716627	0,08	47,36573302
Arroz	12,75962883	676,2603278	0,119	80,47497901
Batata Inglesa	14,71269272	779,7727139	0,089	69,39977154
Leite	24,03703573	1273,962894	0,16	203,834063
			TOTAL	R\$ 2.071,91
			total tripul	R\$ 39,09

É recomendada atenção especial ao gestor quanto ao cálcio, potássio e fibras, em virtude da ausência de folgas. A suplementação destes nutrientes deve ser considerada, bem como podem ser estimados os fatores de perda na preparação e armazenagem para o estabelecimento da margem de segurança relativa aos gêneros embarcados.

Outra facilidade possível é o cálculo do custo de oportunidade para cada refeição não contemplada na solução, indicando a redução proporcional para a sua inclusão na solução. Na tabela X é apresentado um extrato da mesma.

Tabela X-Cálculo do preço de oportunidade (extrato).

Receita	custo atual	custo de oportunidade	redução necessária
Arroz	R\$ 0,12	R\$ 0,12	0%
Purê de Ervilha	R\$ 0,16	R\$ 0,16	0%
Panqueca*	R\$ 0,16	R\$ 0,16	0%
Minestrone	R\$ 0,19	R\$ 0,19	0%
Purê de Legumes	R\$ 0,24	R\$ 0,24	0%
Polenta*	R\$ 0,25	R\$ 0,25	0%
Batata a Maître d'Hotel*	R\$ 0,25	R\$ 0,25	0%
Rocambole de Batata	R\$ 0,28	R\$ 0,28	0%
Feijão Branco	R\$ 0,32	R\$ 0,32	0%
Creme de Tomate*	R\$ 0,35	R\$ 0,35	0%
Almôndegas	R\$ 1,29	R\$ 1,15	11%
Bife Hamburguês	R\$ 1,28	R\$ 1,14	11%

Carne Picadinho*	R\$ 1,31	R\$ 1,16	12%
Silveira de Carne	R\$ 1,42	R\$ 1,20	16%
Pera	R\$ 0,70	R\$ 0,56	21%
Rosbife de Forno*	R\$ 1,55	R\$ 1,13	27%
Iscas de chapa	R\$ 1,55	R\$ 1,14	27%
Carne Assada*	R\$ 1,59	R\$ 1,15	27%
Rosbife de Caçarola*	R\$ 1,58	R\$ 1,14	28%
Maçã	R\$ 0,78	R\$ 0,51	34%
Bife Roulê*	R\$ 1,84	R\$ 1,18	36%
Guisado*	R\$ 1,84	R\$ 1,17	36%
Chuchu Souflé	R\$ 0,37	R\$ 0,21	42%
Maionese de Legumes	R\$ 0,87	R\$ 0,49	44%
Peixe a Brasileira*	R\$ 2,22	R\$ 1,25	44%
Peixe Assado*	R\$ 2,15	R\$ 1,21	44%
Sopa de Ervilha	R\$ 0,37	R\$ 0,21	44%
Jardineira de Legumes*	R\$ 0,38	R\$ 0,21	46%
Macarronada*	R\$ 0,25	R\$ 0,13	49%
Strogonoff	R\$ 2,59	R\$ 1,28	51%

Consideram-se como sugestões para trabalhos futuros, a utilização de parâmetros constantes na ficha técnica de preparação do cardápio, ou seja, a efetiva medição dos valores nutricionais pós-preparo, uma vez que a título de simplificação, neste trabalho, foram considerados os valores nutricionais dos alimentos crus. Também é sugerida a inserção de “upper levels” para todos os nutrientes considerados.

Finalmente, agradece-se, pelas valiosas informações, as Sras. Arianne Fontes dos Santos e Vânia Lúcia da Cruz Magalhães, do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho, ao Capitão-de-Corveta Fábio Rios Queiroz e ao Capitão-de-Corveta Paulo Eduardo de Almeida (Comandante e Imediato do NHO “TAURUS”, a época da realização do trabalho).

## 5. Referências

**Estellita, Marcos Pereira, Lins** Programação Linear com aplicação em teoria dos jogos e avaliação de desempenho (Data Envelopment Analysis), Editora Interciência, Rio de Janeiro, 2006.

**Garille, Susan .G; Gass, Saul, I.** Stiglers problem revisited, Operations Research Informs vol. 49, nº1, pp 1-13, 2001.

**Lachtermacher, Gerson** - Pesquisa operacional na tomada de decisões (Modelagem em Excel), Editora Campus, São Paulo, 2002.

**Marinha do Brasil.** Memorando 07, Diretoria Geral de Pessoal da Marinha, Rio de Janeiro, 2007.

**U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service,** USDA Nutrient Database for Standard Reference Release 14, disponível na internet, (<http://www.unifesp.br/dis/servicos/nutri/>), 2001.

**Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação NEPA,** Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO), Universidade Estadual de Campinas, 2006.

**Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies,** Dietary Reference Intakes disponível na internet, (<http://www.iom.edu/Object.File/Master/21/372>). 2004.