



Resumo Expandido

Título da Pesquisa: Aplicação da Pesquisa Operacional para otimização do ganho nutricional nas refeições dos alunos de uma instituição de ensino: modelagem e desenvolvimento de um protótipo de sistema computacional		
Palavras-chave: Pesquisa Operacional; Programação Linear; Dieta; Otimização.		
Campus: IFMG- Bambuí	Tipo de Bolsa: PIBIC	Financiador: IFMG-Bambuí
Bolsista (as): Laureilton José Almeida Borges e Euclides Brandão Maluf		
Professor Orientador: Gabriel da Silva		
Autores: Laureilton José Almeida Borges, Euclides Brandão Maluf, João Paulo Lemos Rodrigues, Gabriel da Silva		
Area de Conhecimento: Pesquisa Operacional		

Resumo: O presente trabalho propõe a construção de modelos matemáticos utilizando técnicas da Pesquisa Operacional para a implementação de um sistema computacional que auxilie os responsáveis pelo restaurante de uma instituição de ensino na elaboração de cardápios, através de combinações de alimentos que garantem o atendimento às demandas nutricionais dos alunos. O desenvolvimento pode ser dividido em duas etapas: a criação do modelo canônico e a implementação do protótipo do programa computacional. Para a modelagem, foi utilizada como técnica de Pesquisa Operacional a Programação Linear. No protótipo, foram utilizados software específicos, destacando-se dentre eles, a ferramenta SOLVER presente no MS-Office-Excel e LibreOffice-Calc. Como resultados, foi proposta a criação de tabelas de dados referentes a 8 (oito) Grupos de Alimentos e 14 (quatorze) nutrientes a serem considerados na elaboração dos pratos. Um primeiro modelo, chamado de Modelo Completo, foi construído levando-se em conta as restrições de limites inferior e superior dos nutrientes. Entretanto, não foi possível se chegar a uma solução ótima. Este modelo foi simplificado pela retirada dos limites superiores, permitindo sua resolução e encontrar uma solução viável. A partir deste modelo, foi proposta uma interface simples e de fácil utilização que permite o uso por profissionais do restaurante sem a necessidade de conhecimentos específicos na área.

INTRODUÇÃO:

Segundo Colin (2007), o conceito de Pesquisa Operacional (PO) pode ser entendido como o uso de métodos matemáticos necessários para resolver problemas nos quais existam o desejo constante por otimização, ou seja, o melhor resultado possível e, principalmente orientados para aplicações práticas.

Atualmente, o IFMG-*campus* Bambuí possui um restaurante que atende aos estudantes e à comunidade acadêmica. A preparação das refeições conta com o suporte de uma nutricionista, a fim de garantir o atendimento às demandas nutricionais dos usuários daquele estabelecimento, mas não há, assim como na maioria dos estabelecimentos desta natureza, um controle automatizado dos custos de produção das refeições associados aos ganhos nutricionais oferecidos pelos alimentos contidos nos cardápios.

As técnicas utilizadas na Pesquisa Operacional possuem uma característica em comum: as soluções são determinadas por algoritmos. Tendo em vista o grande volume dos cálculos associados a cada iteração, é imprescindível a utilização de um computador (HAMDY, 2008). Dentre as técnicas utilizadas em PO, destaca-se, no presente trabalho, a Programação Linear. Ela é aplicada a modelos cujas funções objetivas e restrições são lineares. O presente trabalho foca-se na categoria denominada Problemas de Dieta.

Em 1945, George Stigler (STIGLER, 1945) apresentou o seguinte problema: para um homem mediano pesando aproximadamente 70 kg, qual quantidade dentre 77 diferentes alimentos deveria ser ingerida diariamente, de modo que as necessidades mínimas de nutrientes fossem iguais às recomendadas pelo Conselho Nacional de Pesquisa Norte-americano e, além disso, a dieta elaborada tivesse o menor custo possível. Este problema deu origem a uma das principais técnicas utilizadas na PO, a Programação Linear. No Problema da Dieta, os modelos matemáticos são construídos com base em dados sobre as contribuições nutricionais de cada alimento, sobre as demandas mínimas de ingestão e demais restrições inerentes ao processo de confecção da refeição.

O objetivo geral deste trabalho foi o desenvolvimento de um protótipo do sistema computacional a partir de um modelo simplificado do problema de dieta, que auxilie os responsáveis pelo restaurante de uma instituição de ensino na elaboração de cardápios, de forma que consigam atender toda a demanda nutricional exigida.

METODOLOGIA:

O presente trabalho foi realizado nas dependências e equipamentos do laboratório do Grupo de Pesquisas em Sistemas Computacionais (GPSisCom) existente no IFMG-*campus* Bambuí. Foram utilizadas técnicas e software específicos, destacando-se dentre eles, a ferramenta SOLVER presente no MS-Office-Excel e LibreOffice-Calc, e o algoritmo SIMPLEX.

O levantamento dos requisitos e dados contou com a participação e colaboração do gestor do restaurante e da nutricionista na apresentação dos processos, bem como na avaliação das soluções obtidas. Foram realizadas reuniões dos autores com os especialistas, sendo possível identificar as variáveis de decisão, restrições e a função objetivo do modelo canônico.

O desenvolvimento do presente trabalho pode ser dividido em duas etapas: a criação do modelo canônico e do protótipo do programa computacional.

A partir das informações coletadas, identificou-se todos os alimentos que poderiam fazer parte do cardápio diário. Esses alimentos foram classificados em grupos nutricionais e determinou-se a contribuição média de cada um desses grupos no prato do indivíduo. Com base nesses grupos nutricionais foi possível elaborar a primeira versão do modelo canônico utilizando a Programação Linear. Esse modelo foi exposto a diferentes situações, a fim de analisar o seu comportamento e identificar possíveis erros.

O protótipo foi construído utilizando-se a funcionalidade de Macros, que permitiram a criação de uma aplicação gráfica com formulários, componentes e a programação de seus eventos dentro do MS-Office-Excel. Para a programação das funcionalidades foi utilizada a linguagem *Visual Basic for Applications* – VBA.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Com base nos dados e requisitos levantados, foram gerados 8 grupos nutricionais com as respectivas quantidades de alimentos, a saber: Grupo 1: Cereais e derivados (28), Grupo 2: Verduras, hortaliças e derivados (57), Grupo 3: Frutas e derivados (35), Grupo 4: Leite e Derivados (16), Grupo 5: Carnes, ovos e derivados (62), Grupo 6: Leguminosas e derivados (7), Grupo 7: Óleos (6) e Grupo 8: Doces e açúcares (9). Para cada um dos grupos, foram cadastrados os alimentos participantes e os dados referentes às contribuições nutricionais de cada um destes. Após as discussões com a nutricionista e com base na literatura, conclui-se que um total de 14 nutrientes deveriam ser contemplados: Energia, Proteína, Lipídeos, Carboidrato, Cálcio, Magnésio, Fósforo, Ferro, Sódio, Potássio, Retinol (Vit. A), Tiamina (Vit. B1), Riboflavina (Vit. B2), Niacina e Vitamina C. A Tabela 1 ilustra o formato das tabelas de dados gerados apresentando um fragmento dos dados referentes ao Grupo 1. Foram criadas 8 tabelas como esta, uma para cada grupo.

TABELA 1 – Exemplo de Grupos de Alimentos e Requisitos Nutricionais. Fonte: Dos autores

MÉDIA DAS CONTRIBUIÇÕES DOS NUTRIENTES NO GRUPO 1 - CEREAIS E DERIVADOS								
N.	Descrição dos alimentos	Energia		Proteína	Lipídeos	Carboidrato	Cálcio	...
		(kcal)	(kJ)	(g)	(g)	(g)	(mg)	...
1	Arroz, tipo 1, cozido	128	537	2,5	0,2	28,1	4	...
2	Biscoito, doce, maisena	443	1853	8,1	12,0	75,2	54	...
...
28	Macarrão, molho bolognesa	120	500	4,9	0,9	22,5	11	...
	Média	293,13	1226,46	7,32	5,23	54,03	34,99	...

As demandas diárias de cada nutriente foi definida com base na literatura. A partir destas, considerando os grupos de alimentos e os nutrientes, foi construído o Modelo Canônico de Programação Linear Completo, contendo 8 variáveis de decisão e 23 restrições, como apresentado no Modelo 2 (vide próxima página). Neste modelo, para alguns nutrientes existem restrições de limites inferiores e superiores, como nos Lipídeos e na Vitamina C.

Experimentos e refinamentos foram realizados com o modelo completo, a fim de validá-lo. Entretanto, após os testes, observou-se que o mesmo não conseguiu encontrar uma solução ótima para o problema. Foi constatado que havia alguma inconsistência nos coeficientes das variáveis de decisão ou nos termos independentes, possivelmente relacionados aos nutrientes Lipídeos e Carboidratos. Isto acontece quando o atendimento a uma restrição inviabiliza o atendimento de outra, em função dos valores dos termos independentes das restrições.

Função objetivo: Minimizar Z ($G_1 + G_2 + G_3 + G_4 + G_5 + G_6 + G_7 + G_8$)	
Sujeito à:	
Proteína:	$7,32 G_1 + 1,64 G_2 + 0,82 G_3 + 11,73 G_4 + 24,3 G_5 + 10,86 G_6 + 0,14 G_7 + 4,61 G_8 \geq 26,25$
Lipídeos (inferior):	$5,23 G_1 + 1,66 G_2 + 0,2 G_3 + 14,38 G_4 + 13,3 G_5 + 7,39 G_6 + 89,31G_7 + 8,45 G_8 \geq 19,44$
Lipídeos (superior):	$5,23 G_1 + 1,66 G_2 + 0,2 G_3 + 14,38 G_4 + 13,3 G_5 + 7,39 G_6 + 89,31G_7 + 8,45 G_8 \leq 23,33$
...	...
Vitamina C(inf.):	$0,34 G_1 + 21,88 G_2 + 52,69 G_3 + 0,40 G_4 + 0 G_5 + 1,78 G_6 + 0 G_7 + 0,09 G_8 \geq 26,25$
Vitamina C(sup.):	$0,34 G_1 + 21,88 G_2 + 52,69 G_3 + 0,40 G_4 + 0 G_5 + 1,78 G_6 + 0 G_7 + 0,09 G_8 \leq 630$
Doces:	$G_7, G_8 \leq 1$
Sendo:	
$G_1, G_2, G_3, G_4, G_5, G_6, G_7 \text{ e } G_8 \geq 0$	

Modelo 2. Modelo Canônico Completo. Fonte: Dos autores

Mesmo após várias discussões com a nutricionista, não foi possível detectar a origem do problema. Entretanto, foi possível concluir que podem existir 3 motivos para o problema: 1. o valor errado de algum dado nutricional; 2. a impossibilidade de considerar o atendimento de todos os 15 nutrientes ao mesmo tempo; ou 3. um erro metodológico ao trabalhar-se com os valores médios das contribuições nutricionais. Como solução alternativa, propôs-se uma simplificação do modelo, considerando somente os limites inferiores das restrições, reduzindo-as para um total de 14 restrições. Com essa abordagem do problema todas as demandas nutricionais mínimas que o indivíduo necessita foram satisfeitas. De acordo com Philippi (2008), isso pode gerar a ingestão excessiva de algum nutriente, que conseqüentemente, poderá causar transtornos para o indivíduo.

A partir deste modelo, pôde ser construída a interface do protótipo do sistema computacional. O princípio de funcionamento da interface é bastante simples, conforme proposto. Ela apresenta os componentes agrupados conforme os grupos de alimentos definidos. O usuário pode selecionar os alimentos

de cada grupo que deseja usar na refeição, podendo, inclusive, selecionar mais de um alimento por grupo. A inserção dos alimentos respeita o valor limite definido pela variável de decisão correspondente no modelo linear. Caso seja extrapolado, a inserção é impedida e uma mensagem informa ao usuário. Se comparada com as interfaces de programas específicos de elaboração de cardápios, esta interface se apresenta como uma solução mais simples de utilizar, que exige menor conhecimento específico por parte do usuário (Figura 1).

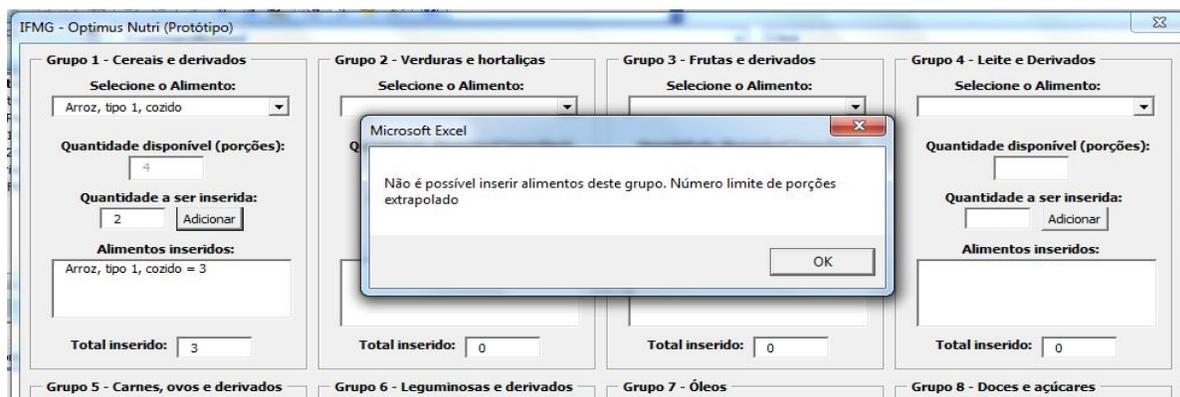


Figura 1. Recorte da Interface do Protótipo do Sistema Computacional. Fonte: Dos autores

CONCLUSÕES:

O problema da dieta no contexto apresentado se mostrou bastante complexo. Geralmente, os exemplos que se encontra na literatura consideram um número bem menor de variáveis de decisão e restrições. Como o modelo inicial completo foi construído segundo os requisitos levantados pelos responsáveis, os autores acreditam que seja necessário rever a real necessidade de contemplar todos estes nutrientes, uma vez que, a partir dos dados alimentados no sistema, não foi possível encontrar uma solução ótima. Faz-se também necessária a descoberta da real causa da impossibilidade de solução, considerando as 3 hipóteses apresentadas nos resultados.

Por fim, acredita-se que os objetivos foram alcançados parcialmente, uma vez que foi possível construir modelos de programação linear e a partir destes, propor uma interface para o desenvolvimento de um sistema computacional.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao IFMG-*campus* Bambuí pela oferta das bolsas PIBIC e pela infraestrutura para o desenvolvimento deste trabalho. Agradecem também pelas contribuições do servidor responsável pelo restaurante, Eurico José da Silva, e da nutricionista Márcia Teixeira Bittencourt.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA:

COLIN, E. C. Pesquisa Operacional: 170 aplicações em estratégia, finanças, logística, produção, marketing e vendas. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

HADLEY, G. Programação Linear. Rio de Janeiro : Guanabara Dois, 1982.

PHILIPPI, S. T. Pirâmide dos alimentos: fundamentos básicos da nutrição. Barueri, SP: Manole, 2008.

STIGLER, G. The Cost of Subsistence. Journal of Farm Economics, 25. 1945. 303-314

TAHA, HAMDY A. Pesquisa Operacional: uma visão geral. Tradução Arlete Simille Marques. 8 ed. – São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.