



Resumo Expandido

Título da Pesquisa: Desenvolvimento de um sistema computacional para otimização de custos e ganho nutricional nas refeições dos restaurantes do IFMG-campus Bambuí		
Palavras-chave: Programação linear, Pesquisa Operacional, Dietas alimentares		
Campus: Bambuí	Tipo de Bolsa: PIBIC	Financiador: IFMG
Bolsista (as): Euclides Brandão Maluf e Laureilton José Almeida Borges		
Professor Orientador: Gabriel da Silva		
Área de Conhecimento: Pesquisa Operacional		

Resumo: O presente trabalho propõe a construção de modelos matemáticos utilizando técnicas da Pesquisa Operacional para solução de duas categorias de problemas, Mix de Produção e Dieta que serão empregados na implementação de um sistema computacional com uma interface de fácil utilização, que auxilie os responsáveis pelo restaurante de uma instituição de ensino na elaboração de cardápios, através de combinações de alimentos que reduzam os custos de produção das refeições concomitante ao aumento do ganho nutricional. Do ponto de vista econômico, trata-se da proposta de desenvolvimento de um sistema que não gerará custos para implantação no restaurante do campus, pois será desenvolvido com subsídios da própria instituição. Pelo contrário, a utilização do sistema poderá gerar reduções nos custos de produção das refeições, o que é interessante tanto para os gestores do campus, quanto para os estudantes e demais pessoas que se alimentam no restaurante, uma vez que, essa redução dos custos de produção pode ser propagada alterando o preço final para o consumidor. Por estar na fase inicial, é apresentada neste artigo uma revisão da literatura que fundamenta o desenvolvimento deste trabalho.

INTRODUÇÃO

Um processo de apoio à decisão é um sistema aberto do qual são componentes os atores, com seus valores e objetivos, e as ações (alternativas e possibilidades) com suas características (BANA e COSTA, 1995b). Neste contexto, o ator é um indivíduo ou grupo de indivíduos cujo sistema de valores influencia direta ou indiretamente a decisão. A atividade de apoio à decisão pode ser, então, vista como um processo de interação com uma situação problema mal estruturada, onde os elementos e as suas relações emergem de forma mais ou menos caótica (BANA e COSTA, 1995b).

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.

O presente trabalho é desenvolvido no IFMG-campus Bambuí, no âmbito da linha de pesquisa "Modelagem, Simulação e Otimização" do Grupo de Pesquisa em Sistemas Computacionais (GPSisCom), que tem como principal objetivo representar problemas do mundo real utilizando técnicas matemáticas e computacionais que permitam simular e otimizar processos nas mais diversas áreas.

Especificamente, é proposto neste trabalho o desenvolvimento de um sistema computacional que permita otimizar a confecção das refeições servidas no restaurante do IFMG- campus Bambuí, garantindo uma alimentação balanceada para seus usuários, obtida com o menor custo para a instituição.

Contextualização

Atualmente, o IFMG-campus Bambuí possui um restaurante que atende os 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.

Acredita-se que a presente proposta de utilização do modelo do problema da Dieta combinado com o modelo do *Mix* de Produção possa contribuir para a garantia do atendimento mínimo das demandas nutricionais nas refeições servidas, além da minimização do custo das refeições com base na proposta de uma combinação ótima de alimentos que respeite as demandas nutricionais já definidas, bem como as variáveis relativas a custos e demais restrições relativas à elaboração das refeições. Deste modo, será possível descrever um cardápio diário ideal, composto por alimentos mais vantajosos, tanto pela parte nutricional, quanto pela econômica.

Objetivo

O objetivo geral da presente proposta é o desenvolvimento de um sistema computacional que auxilie os responsáveis pelo restaurante de uma instituição de ensino na elaboração de cardápios, utilizando combinações de alimentos que reduzam os custos de produção das refeições concomitante ao aumento do ganho nutricional.

Referencial teórico

As primeiras atividades formais de PO foram iniciadas na Inglaterra durante a Segunda Guerra Mundial, quando uma equipe de cientistas britânicos decidiu tomar decisões com bases científicas sobre a melhor utilização de material de guerra. Após a guerra, as ideias propostas para operações militares foram adaptadas para melhorar a eficiência e a produtividade do setor civil. (HAMDY,2008)

Através de desenvolvimentos de base quantitativa, a PO visa também introduzir elementos de objetividade e racionalidade nos processos de tomada de decisão, sem descuidar, no entanto, dos elementos subjetivos e de enquadramento organizacional que caracterizam os problemas. (SHAMBLIN E STEVENS, 1989)

As técnicas utilizadas na Pesquisa Operacional possuem uma característica em comum: as soluções são determinadas por algoritmos, sendo que o mesmo fornece regras de cálculos fixas que são aplicadas repetidas vezes ao problema sendo que em cada iteração a solução obtida se aproxima cada vez mais da ótima. Tendo em vista o grande volume dos cálculos associados a cada iteração, é imprescindível a utilização de um computador.

Os problemas de programação visam determinar distribuições ótimas de recursos limitados para satisfazer objetivos dados; mais especificamente, eles tratam de situações onde um número de recursos, tais como homens, materiais e máquinas, estão disponíveis e estão para ser combinados para produzir um ou mais produtos. Há, contudo, certas restrições sobre todas ou algumas das seguintes extensas categorias, isto é, sobre a quantidade total de cada recurso disponível, sobre a quantidade de cada produto feito, sobre a qualidade de cada produto. Mesmo dentro destas restrições, existirão muitas distribuições possíveis. A par de todas as distribuições permissíveis de recursos, é desejável determinar aquela ou aquelas que maximizam ou minimizam alguma quantidade numérica, tal como um lucro ou custo. (HADLEY, 1982)

Dentre as técnicas utilizadas em PO, destaca-se a Programação Linear. Ela é aplicada a modelos cujas funções objetivas e restrições são lineares. Outras técnicas são: Programação não linear (na qual as funções são não lineares); Programação Inteira (na qual as variáveis assumem valores inteiros); Programação Dinâmica (na qual o modelo original pode ser decomposto em subproblemas mais fáceis de tratar); Otimização em Redes (na qual o problema pode ser modelado como uma rede). Essas são apenas algumas das muitas ferramentas de Pesquisa Operacional disponíveis.

Existem exemplos clássicos que referem-se aos problemas reais que podem ser modelados e resolvidos com a Programação Linear, tais como: Dieta, Mix de Produção, Transporte, Orçamento de Capital, Fluxo na Indústria de Processo. O presente trabalho foca-se nos problemas da Dieta e do Mix de Produção, os quais são apresentados a seguir.

O problema da dieta

Em 1945, George Stigler apresentou o seguinte problema (STIGLER, 1945): 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.

Nessa época, o método simplex ainda não havia sido proposto por George Dantzig, e Stigler resolveu um conjunto amplo de inequações (9×77) através de uma heurística inteligente, obtendo um custo total para a dieta de US\$ 39,93. Nesse processo, foram examinadas manualmente 510 diferentes possibilidades de combinação de alimentos. Apesar do valor não poder ser considerado exatamente o custo mínimo, devido à inexistência de processo matemático que comprovasse o fato, Dantzig afirma que Stigler apresentou diversas justificativas indicando que o valor encontrado por ele estaria muito próximo do custo mínimo exato (LUSTIG, 2001).

Posteriormente, em 1947, Dantzig apresentou o método até hoje conhecido e largamente utilizado denominado SIMPLEX. Após apresentá-lo, Dantzig necessitava encontrar um bom problema para testar o novo método criado, sendo o problema da dieta de Stigler escolhido para isso. Em 1947, Jack Laderman, responsável pelo Projeto de Tabelas Matemáticas do Bureau Nacional de Padrões norte-americano, decidiu então resolver o primeiro problema de “computação” de grande escala com o método simplex de Dantzig. Com o apoio de nove pessoas utilizando calculadoras de mesa de operação manual, após a utilização de um recurso estimado de 120 dias-homem, obteve-se o custo final da dieta de Stigler a US\$ 39,69 – apenas 24 centavos de dólar menos que o valor originalmente obtido por Stigler (DANTZIG, 1990).

Além de Dantzig, muitos outros pesquisadores, ao longo do tempo, analisaram o problema original, incorporando novos alimentos e utilizando novas especificações de nutrientes ou de necessidades humanas mínimas. Em todos esses trabalhos, a grande dificuldade encontrada era a obtenção de dietas palatáveis.

O problema do *mix* de produção

Do ponto de vista comercial, a definição do *mix* de produção depende diretamente da compreensão das necessidades dos clientes, traduzida pelas previsões de demanda. Do ponto de vista estratégico, a definição do *mix* de produção afeta a rentabilidade das empresas de duas formas: pela racionalização do uso

de recursos, matérias-primas, transportes e outros elementos do ambiente produtivo; e pela indicação de qual combinação de produtos pode maximizar a receita líquida da empresa.

As indústrias de produção apresentam como características marcantes a possibilidade de geração de uma grande quantidade de produtos finais a partir de um pequeno número de matérias-primas e a geração de um conjunto de produtos que implica na criação compulsória de outro conjunto de produtos. Essa característica de diversificação de produtos, ao longo da estrutura produtiva, torna estratégica e altamente impactante a questão do planejamento do *mix* de produção.

A adoção de um método e de ferramentas que permitam definir o *mix* de produção (e que, simultaneamente, levem em conta as características de produção, aspectos estratégicos como os mencionados anteriormente, restrições de capacidade produtiva, de suprimentos e de logística) faz-se necessária para agilizar a resposta das indústrias deste segmento frente a realinhamentos do mercado e outras incertezas críticas.

O que diferencia a abordagem proposta de outras abordagens de definição de *mix* (BAYOU E REINSTEIN, 2005; CORBETT, 1998; LOW, 1992; LEA E FREDENDALL, 2002) é a possibilidade de priorizar o adequado atendimento às necessidades de seus clientes, de identificar eventuais faltas de capacidade ou de matéria-prima em ambiente de planejamento e, em certos casos, de maximizar o lucro das empresas pelo melhor aproveitamento da estrutura de produção, que é específica de cada indústria desse segmento.

As informações geradas nas diversas áreas da empresa envolvidas com o planejamento da otimização de produção devem ser validadas (no sentido de sua fidelidade e confiabilidade) e verificadas (no sentido de serem corretamente informadas à ferramenta de suporte), pois elas são a base para a geração de um modelo matemático de otimização que objetiva maximizar a rentabilidade líquida da empresa, atendendo às previsões de demanda indicadas e às capacidades das plantas de fabricação. O modelo gerará um *mix* ótimo de produção vinculado aos dados que lhe foram informados, sugerindo decisões a partir desses.

Para sugerir decisões úteis para a empresa, é necessário que o modelo receba dados exatos e realistas. Durante a implantação de uma solução dessa natureza o espírito de comprometimento com cada dado informado é fundamental, devendo este ser disseminado desde os operadores responsáveis por coletas de tempos até os mais altos níveis de gestão da empresa. Nesse sentido, o apoio da alta gerência da empresa é fundamental, uma vez que sua demonstração de comprometimento será refletida nos níveis operacionais (VACCARO, 2006)

Estado-da-arte

Na literatura podem ser encontrados diversos trabalhos relacionados com a otimização de dietas. Segundo Cardoso e Coelho (2001), na literatura o problema da dieta é facilmente encontrado, porém em seu trabalho propõe uma solução onde se leva em consideração, além das necessidades nutricionais, o paladar e os horários das refeições do usuário. A elaboração de uma dieta balanceada, de acordo com o paladar do usuário e atendendo todas as necessidades diárias de nutrientes e vitaminas, se apresenta como um problema de difícil manipulação por parte de profissionais ligados a área de nutrição, quando estes não dispõem de ferramentas adequadas. Para resolver esse problema foi utilizada uma ferramenta da pesquisa operacional, que é a formulação do mesmo como sendo um Problema de Programação Linear (PPL) e para resolver o PPL, usou-se um software matemático chamado GAMS (General Algebraic Modeling System).

No modelo proposto, não foi considerada que toda a quantidade de sais minerais e vitaminas ingeridos são completamente absorvidas pelo organismo, então foi aplicado um limite superior aos valores máximos de nutrientes que necessitamos diariamente, para compensar esta não idealidade do problema. Este é o caso da ingestão de ferro por parte dos vegetarianos, o ferro que eles ingerem é pouco absorvível. Como resultado, nos vegetarianos é provável que ocorra uma carência de ferro.

Segundo Namen e Bornstein (2004), a partir da evolução do problema da dieta, fica claro a importância do problema original proposto por Stigler para o desenvolvimento da Programação Linear, bem como seus desdobramentos e aplicações posteriores. Mais especificamente, analisando o cenário nacional e a questão alimentar, surge a oportunidade da aplicação de diferentes modelos matemáticos visando à melhoria da alimentação da população brasileira, em particular as comunidades carentes do nosso país. Seu trabalho apresenta uma ferramenta para avaliação de modelos matemáticos relacionados à otimização do planejamento de dietas. Inicialmente, o problema original da dieta é caracterizado pela sua importância para o desenvolvimento da Pesquisa Operacional, seus desdobramentos e aplicações posteriores. Em seguida, são apresentados os diversos enfoques e técnicas adotadas na elaboração de dietas para seres humanos. Alguns desses modelos são então implementados, efetuando-se posteriormente, uma análise comparativa dos resultados obtidos, a partir da utilização de um software que está diretamente relacionado com as restrições adicionais de acordo com a quantidade de cada alimento e escolha de alguns dos modelos apresentados. Analisando os resultados obtidos, ficou evidente a relação existente entre o tratamento da palatabilidade e a redução do espaço de soluções viáveis, implicando no aumento do custo da dieta.

METODOLOGIA

Para que seja possível alcançar o objetivo proposto neste trabalho, faz-se necessária a realização dos seguintes passos:

- o levantamento de requisitos e restrições junto aos gestores do restaurante e nutricionista responsável;
- a criação de modelos matemáticos utilizando técnicas da Pesquisa Operacional para solução de duas categorias de problemas: Mix de Produção e Dieta;
- a validação destes modelos propostos utilizando ferramentas específicas para Programação Linear;
- a validação, junto ao nutricionista e ao gestor do restaurante, dos cardápios sugeridos;
- a implementação de um sistema computacional com uma interface de fácil utilização.

O acervo bibliográfico da biblioteca do campus possui fontes de consulta importantes para o assunto a ser tratado, sendo necessária a utilização da Internet como fonte de pesquisa para artigos, revistas e demais conteúdos relacionados com o problema em estudo. A realização de uma revisão bibliográfica aprofundada dos problemas de DIETA e MIX DE PRODUTOS é de suma importância, pois auxilia na construção do modelo, tal como as variáveis e restrições a serem consideradas, e do levantamento dos processos referentes ao restaurante.

No que diz respeito a solução do modelo, propõe-se a utilização das dependências e equipamentos do laboratório do Grupo de Pesquisas em Sistemas Computacionais (GPSisCom), existente no IFMG-

campus BambuÍ, e será realizado através de técnicas e software matemáticos específicos. Atualmente, são disponibilizados 8 computadores, interligados à Internet e mesas para estudo.

Para a validação e implementação do sistema computacional é essencial a participação e colaboração do gestor do restaurante e do nutricionista no fornecimento dos dados e apresentação dos processos, bem como na validação das soluções obtidas. Propõe-se a realização de reuniões para levantamento destes requisitos e a documentação das discussões, observações ou documentos fornecidos.

O objetivo de reduzir custos na produção das refeições e, conseqüentemente, o preço ao consumidor pode ser atendido sem a realização do último passo descrito no início desta seção. Entretanto, a utilização dos modelos matemáticos e softwares específicos de otimização não é viável por parte dos gestores do restaurante, uma vez que exigem conhecimentos específicos de otimização. Por isso, se faz necessário, o desenvolvimento do sistema computacional que resolverá este problema.

A aceitação e conseqüente utilização do sistema desenvolvido exigirá um treinamento focado na correta alimentação dos parâmetros a serem utilizados na geração das propostas de cardápios, o que deverá ocorrer no primeiro semestre do ano de 2013.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como o desenvolvimento do trabalho se iniciou recentemente, ainda não é possível apresentar experimentos e resultados já realizados, bem como conclusões. De acordo com o cronograma proposto, é previsto para o segundo semestre do ano de 2012 a elaboração dos modelos matemáticos e a validação dos mesmos, ficando o desenvolvimento do software para o próximo ano. Entretanto, é possível apresentar algumas contribuições que acredita-se que sejam alcançadas pela realização do mesmo.

Com o desenvolvimento do sistema e a utilização do mesmo no restaurante, espera-se que haja uma redução nos custos de produção das refeições e no preço final para o usuário, sem detrimento das contribuições nutricionais dos alimentos utilizados.

Do ponto de vista econômico, trata-se da proposta de desenvolvimento de um sistema que não gerará custos para implantação no restaurante do campus, uma vez que será desenvolvido com subsídios da própria instituição. Pelo contrário, a utilização do sistema poderá gerar reduções nos custos de produção das refeições, o que é interessante tanto para os gestores do campus, quanto para os estudantes e demais pessoas que se alimentam no restaurante, uma vez que a redução de custos de produção pode ser propagada para o preço final ao consumidor.

No quesito demanda nutricional, o sistema será um importante instrumento a ser utilizado pelo nutricionista, ampliando as suas possibilidades de sugestão de alimentos a comporem o cardápio. Para tal, será necessário se conhecer os alimentos e as respectivas contribuições nutricionais, informando-as corretamente no sistema.

No contexto acadêmico, é uma importante possibilidade de aplicação dos conceitos estudados nos cursos de Engenharia de Produção e Análise e Desenvolvimento de Sistemas.

Há ainda que se destacar que a utilização do sistema não exigira nenhum conhecimento específico de técnicas de PO, modelagem matemática, ou qualquer outra ferramenta matemática ou computacional dos usuários que o forem operar, ao contrário do que acontece quando se usa um software específico de otimização ou pesquisa operacional.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

BANA e COSTA, C. A. **Processo de apoio à decisão: Problemáticas, atores e ações**. Florianópolis. Curso de metodologia MCDA-ENE/UFSC. Ago. 1195b. Apostila.

CARDOSO, Patrick Mendes; COELHO, Antônio Sérgio. **A Elaboração de uma Dieta de Acordo Com o Paladar do Usuário**. Disponível em: <http://www.peteps.ufsc.br/novo/attachments/117_Artigo%20Dieta.PDF>. Acessado em 09 de Julho de 2012.

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

NAMEN, Anderson Amendoeira e BORNSTEIN, Cláudio Thomás. **Uma ferramenta para avaliação de resultados de diversos modelos de otimização de dietas**. *Pesquisa Operacional*, Dez 2004, vol.24, no.3, p.445-465. ISSN 0101-7438

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

SHAMBLIN, J. E.; STEVENS JR., G.T. **Pesquisa Operacional; uma abordagem básica**. São Paulo : Atlas, 1989.

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