UTILIZAÇÃO DO MÉTODO GAUSS-SEIDEL EM UMA DECISÃO GERENCIAL

Bruna Brum Garcia [1]

Bruna Carvalho Antunes [2]

Felipe Luis Alves [3]

Leandro Blass [4]

Resumo:

As decisões gerenciais impactam tanto de forma positiva quanto de forma negativa no desempenho de uma organização. Em um mercado competitivo como o atual é preciso garantir que todas as decisões, até mesmo as menores, sejam feitas de forma segura e com resultados comprovadamente efetivos. Desta forma, o uso de ferramentas de apoio gerencial se tornou essencial no cotidiano de empresas, sendo a simulação, a modelagem e até mesmo os métodos numéricos opções de apoio à gerência. Este trabalho tem como objetivo utilizar métodos numéricos, especificamente o método de Gauss-Seidel, como ferramenta de apoio gerencial de uma empresa fictícia, auxiliando na simulação de um cenário futuro em que a empresa visa o corte de custos a partir da negociação de matéria-prima e reformulação de seu produto. Além disto, desejou-se aliar os conceitos teóricos aprendidos na disciplina de Cálculo Numérico com aplicações práticas na área de Engenharia de Produção. A partir da elaboração e a modelagem de dados fictícios, utilizou-se os softwares VCN e Scilab para encontrar a solução desejada, que foi analisada com base na realidade fictícia da empresa. Assim, foi possível elaborar um argumento de negociação que fosse favorável a empresa, objetivando sua diminuição de custos e conservação da qualidade de seus produtos. Portanto, conclui-se que os métodos numéricos podem ser facilmente adaptados à realidade tanto da Engenharia de Produção quanto à demais cenários gerenciais.

Palavras-chave: Métodos numéricos, Gauss-Seidel, decisão gerencial, Scilab

Modalidade de Participação: Iniciação Científica

UTILIZAÇÃO DO MÉTODO GAUSS-SEIDEL EM UMA DECISÃO GERENCIAL

[1] Aluno de graduação. bruna.uniep@gmail.com. Autor principal

[2] Aluno de graduação. brunaantuneseera@gmail.com. Co-autor

[3] Aluno de graduação. alvesfelu@gmail.com. Co-autor

[4] Docente. leandroblass@unipampa.edu.br. Orientador

UTILIZAÇÃO DO MÉTODO GAUSS-SEIDEL EM UMA DECISÃO GERENCIAL

1 INTRODUÇÃO

Atualmente as empresas são forçadas a tomarem decisões cruciais para sua sobrevivência no mercado em que está inserida quase diariamente. Estas decisões impactam tanto de forma negativa quanto positiva em uma organização e está presente em diversas atividades desta. Segundo Prevé, Moritz e Pereira (2010), as decisões em ambientes organizacionais abrangem desde a coleta de dados até a identificação de alternativas, englobando as negociações e alternativas de ação. Desta forma, passam a surgir um grande número de ferramentas de apoio gerenciais e métodos aplicáveis ao campo de tomada de decisão.

Além disto, as ferramentas de apoio à gestão podem ser utilizadas para tornarem a empresa mais competitiva em seu segmento, auxiliando a empresa a estender seus potenciais mercados (PREVÉ; MORITZ; PEREIRA, 2010). Isto é, além de serem usadas no dia-dia organizacional, diferentes ferramentas podem ser utilizadas para grandes expansões internas e de mercado, possibilitando a visão de um cenário futuro sem que haja alteração no cenário presente. A simulação, a modelagem de processos e até mesmo os métodos numéricos são úteis nessas situações em que se deseja a projeção de um ambiente futuro baseado em decisões presentes.

Segundo Mota (2011) *apud* Gilat e Subramaniam (2000), métodos numéricos são técnicas matemáticas utilizadas para buscar soluções de problemas matemáticos que não podem ser resolvidos analiticamente ou são complexos de se analisarem deste modo. Os métodos numéricos são amplamente difundidos na engenharia por fornecerem resultados de equações complexas de forma completa. Para Franco (2011), além de não apresentarem muitas restrições, os métodos numéricos possuem baixo custo frente a outros métodos, são rápidos, fornecem informações completas e relevantes em qualquer ponto de interesse além de ser de fácil simulação em condições realistas, tratando qualquer condição de contorno.

No presente trabalho, pretende-se resolver o problema de uma empresa fictícia que deseja negociar o custo de sua matéria-prima e alterar a composição de seu produto final utilizando métodos numéricos, em específico o método de Gauss-Seidel. Foram utilizados os *softwares* VCN e Scilab para a resolução do sistema apresentado, de forma a aliar os ensinamentos teóricos com a utilização de *softwares* práticos para o mesmo problema. Chegou-se a um resultado final que foi analisado sob a visão empresarial objetivando o aumento da competitividade e de lucros da empresa em questão.

2 METODOLOGIA

Foi elaborada a criação de uma empresa fictícia de alimentação animal que, frente ao seu cenário competitivo atual, deseja reduzir os custos de sua linha de rações para animais de pequeno porte (cães). A empresa realizou uma pesquisa interna para avaliar seus pontos críticos de gasto e seus principais fornecedores e chegou-se à conclusão de que reformular

suas rações seria a melhor alternativa aliada a negociação de novos preços no fornecimento de matéria-prima com seu principal fornecedor, neste caso chamado de PC.

Após o levantamento da quantidade de ingredientes em comum entre seus três tipos de rações, todos fornecidos por PC, foram listados os custos de cada ingrediente. O método numérico utilizado para solucionar o problema apresentado no corpo deste trabalho foi o de Gauss-Seidel. O método foi escolhido por estar-se lidando com um sistema de equações lineares. Para facilitar a utilização do método, as informações foram organizadas em forma de sistema, inserindo os custos totais de produção ideais a serem alcançados com a negociação.

O método Gauss-Seidel foi então aplicado utilizando o *software* VCN e o *software* Scilab para a confirmação do resultado final, ambos simulando o processo iterativo do método escolhido. Em ambos os casos, foram encontrados os valores desejados para negociação. Este resultado foi analisado de modo a comparar o valor obtido com o universo em que a empresa estaria inserida, abordando diversos pontos que a resposta numérica abrange, como o comportamento, impacto e alternativas que o valor final implica.

3 RESULTADOS e DISCUSSÃO

As rações relevantes para este trabalho são a Combate, Standard e Premium. Todas possuem um custo de produção atual, que podem ser observados na Tabela 1 juntamente com o valor dos principais ingredientes fornecidos por PC e que serão alvo da negociação de valores. O valor das rações refere-se a sacos de 15kg enquanto os valores das proteínas são para cada grama.

Tabela 1: Valores atuais da empresa para as rações e proteínas

Proteína Vegetal (g)	R$ 5,64
Proteína Animal (g)	R$ 7,94
Ração Combate (15kg)	R$ 18,00
Ração Standard (15kg)	R$ 31,00
Ração Premium (15kg)	R$ 45,37

Fonte: Autores (2018)

Na Tabela 2 estão expressas as quantidades de cada ingrediente por tipo de ração, juntamente com os custos totais que se deseja obter após a negociação.

Tabela 2: Quantidade em gramas dos insumos e valor total desejado

Tipos	Demais ingredientes	Proteína vegetal	Proteína animal	Custo total (R$)
Combate	3,8	1	0,8	15
Standard	2,3	3,9	1	24
Premium	2,2	1,8	4,6	40

Fonte: Autores (2018)

Considerando que C1, C2 e C3 são os custos a serem negociados com a empresa fornecedora, a Tabela 2 foi transcrita em forma de equações, formando um sistema linear (1).

$$3{,}8C1 + 1C2 + 0{,}8C3 = 15$$
$$2{,}3C1 + 2{,}9C2 + 1C3 = 24 \quad (1)$$
$$2{,}2C1 + 1{,}8C2 + 4{,}6C3 = 40$$

Para garantir a convergência do sistema ao se usar qualquer estimativa inicial x^0, a diagonal principal deve ser dominante, conforme a Equação (2). Através de um processo iterativo, o método permite descobrir, então, calcular x^1, x^2 … x^k. A condição é suficiente, porém não é necessária para que haja convergência. (BLASS, 2018).

$$|a_{ii}| \geq \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^{n} |a_{ij}|, \quad i = 1, 2, \ldots, n \quad (2)$$

Após a constatação da convergência diagonal foi estabelecido o chute inicial de x^0 = [0; 0; 0]. Desta forma, o sistema pode ser inserido no *software* VCN para a simulação do método Gauss-Seidel, que possuí característica iterativa conforme a Equação (3).

$$x_i^{k+1} = \frac{1}{a_{ii}} \left\{ b_i - \sum_{j=1}^{i-1} a_{ij} x_j^{k+1} - \sum_{j=i+1}^{n} a_{ij} x_j^k \right\}, \quad i = 1, 2, \ldots, n \quad (3)$$

O parâmetro da tolerância foi sendo modificado a cada resultado obtido, para melhor comparação, e o erro foi fornecido pelo software. Os resultados obtidos pelo VCN estão na Tabela 3.

Tabela 3: Valores encontrados no VCN

Tolerância	Nº de iterações	Valor de C1 (outros ingredientes)	Valor de C2 (proteína vegetal)	Valor de C3 (proteína animal)	Erro
0,01	5	1,645968534	3,506983032	6,536152123	8,9762 e-3
0,001	7	1,648918637	3,505650547	6,535262612	4,7251 e-4
0,0001	8	1,648984043	3,505660023	6,535227623	6,5406 e-5
0,00001	9	1,648988916	3,505666121	6,535222906	6,0980 e-6
0,000001	11	1,648987958	3,505667977	6,535222638	3,4545 e-7
0,0000001	12	1,648987872	3,505668015	6,535222664	8,6529 e-8

Fonte: Autores (2018)

Observou-se que o aumento da tolerância influencia razoavelmente no número de iterações, porém o valor permanece praticamente inalterado. A diferença notável está no erro que diminui a cada modificação na tolerância. Então é possível afirmar que quando a tolerância está em 0,0000001, a confiança no resultado é maior.

Para a certificação de que o resultado obtido pelo VCN é confiável se implementou um código equivalente ao método Gauss-Seidel no Scilab. Usou-se apenas a menor e a maior tolerância neste segundo caso. Na Figura 1 está a interface do código utilizado, escrito com base em pesquisas de vídeos e aulas *online*. Ressalta-se que o código não é modificado quando a tolerância é alternada, apenas a declaração das variáveis sofre interferência. Os resultados finais estão na Tabela 4.

Figura 1: Código implementado no ambiente Scilab para Gauss-Seidel

```
function [x,deltax]=gauss_seidel (A,b,x,tol,N)
    n=size(A,1)
    xnew =x
    convergiu=%F //FALSE;
    k=1
    while k<=N & ~convergiu
        xnew(1)=(b(1) - A(1,2:n)*x(2:n))/A(1,1)
        for i=2:n-1
            xnew(i)=(b(i) -A(i,1:i-1)*xnew(1:i-1) -A(i,i+1:n)*x(i+1:n) ) /A(i,i)
        end
        xnew(n)=(b(n) -A(n,1:n-1)*xnew(1:n-1) ) /A(n,n)
        deltax=max ( abs(x-xnew) )
        if deltax<tol then
            convergiu=%T //TRUE
        end
        k=k+1
        x=xnew //atualiza x
        disp ([k,x',deltax]) //depuracao
    end
    if ~convergiu then
        error ('Nao convergiu')
    end
    disp("Resultado")
    disp(x)
endfunction
gauss_seidel([3.8, 1, 0.8;2.3, 3.9, 1; 2.2, 1.8, 4.6],[15; 24; 40], [0; 0; 0], 0.0000001, 100)
```

Fonte: Autores (2018)

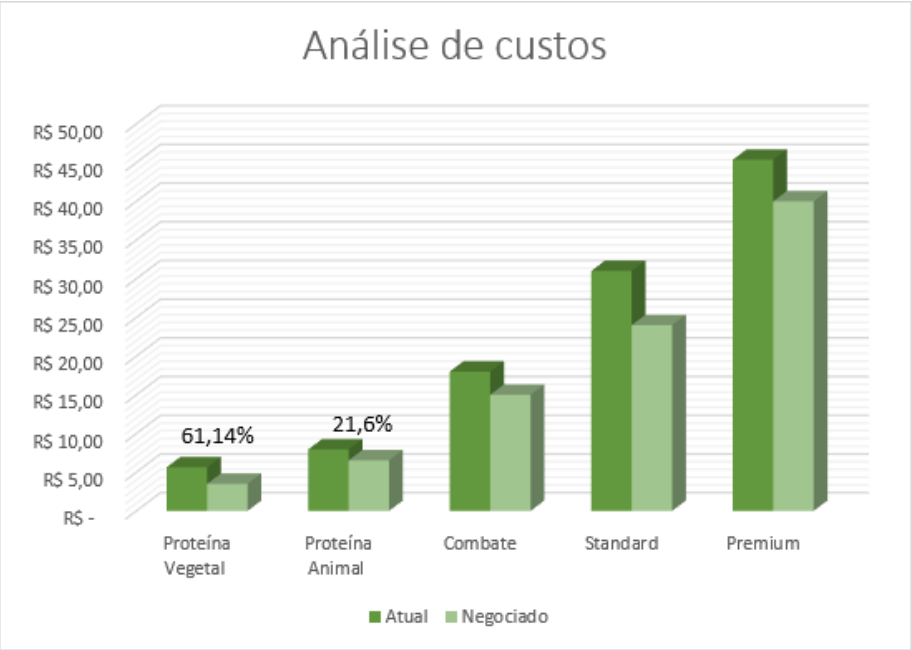
Tabela 4: Resultados obtidos pelo Scilab

Tolerância	Nº de iterações	Valor de C1 (outros igredientes)	Valor de C2 (proteína vegetal)	Valor de C3 (proteína animal)	Erro
0,01	6	1,6459685	3,506983	6,5361521	8,9763 e-3
0,0000001	13	1,6489879	3,505668	6,5352227	8,656 e-8

Fonte: Autores (2018)

Assim, se comprova que a implementação do método foi bem-sucedida em ambos os *softwares* assim como o tratamento anterior dos dados foi correto. Analisando os valores obtidos, o preço a ser negociado para que os novos custos totais sejam reduzidos serão de C2 = R$3,50/g e C3: R$6,53/g, considerando que os demais custos envolvidos na composição das rações não serão negociados com o Fornecedor PC. A Figura 2 traz um gráfico para a melhor análise dos resultados.

Figura 2: Análise dos custos originais e negociados



Fonte: Autores (2018)

Através do gráfico podemos comparar a diferença entre o preço atual e o preço pretendido pela negociação. A redução do custo da proteína vegetal pode chegar a 61,14% enquanto a proteína animal pode ser reduzida até 21,6% para que o custo total final ideal seja alcançado. Por serem os ingredientes mais caros da mistura, irão receber maior atenção da gerência, pois impactam diretamente no custo final por serem essenciais.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método de Gauss-Seidel possibilitou o cálculo dos custos desejados com poucas iterações e de maneira ágil, diferenciando-se principalmente por isto. Porém, há outro fator interessante do método que, por atualizar o último valor com dados mais atuais, possibilita encontrar o melhor valor para C3, que, coincidentemente, é o insumo mais caro da produção em questão. O valor da proteína vegetal, por outro lado, foi considerado um cenário ilusório, pois dificilmente esta porcentagem seria atingida em uma negociação. O conselho por parte dos autores seria a tentativa de uma redução mais singela e o uso do restante da porcentagem para outros insumos convenientes ou alteração de quantidades.

O auxílio de softwares para o cálculo do resultado foi primordial, pois além da agilidade, tanto o VCN quanto o Scilab permitem analisar o método escolhido de forma clara e objetiva, rumando as decisões para o método mais adequado. Além disto, ambos os *softwares* são de disponibilidade gratuita e podem ser utilizados para questões rápidas de conferência de valores e cenários gerenciais.

REFERÊNCIAS

BLASS, Leandro. **Apostila de Sistema de Equações Lineares**. Universidade Federal do Pampa, 2018.

DA SILVA, Thaynara L.; MARTINS, Felipe N.; COSTA, Wagner T. **Criação de tutoriais e relatos de experiências sobre a utilização de softwares livres no ensino de engenharia**. In: COBENGE-XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. 2012.

FRANCO, Admilson Teixeira. **Métodos aplicados à engenharia**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2011.

MOTA, Rafael Perazzo Barbosa. **Código livre Scilab para o ensino de Cálculo Numérico**. In: Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). 2011.

PRÉVE, Altamiro Damian; MORITZ, Gilberto de Oliveira; PEREIRA, Maurício Fernandes. **Organização, processos e tomada de decisão**. Florianópolis, SC: Departamento de Ciências da Administração/UFSC, 2010.

RUGGIERO, M. A. R.; LOPES, V. L. R. **Cálculo numérico: aspectos teóricos e computacionais**. McGraw-Hill, 2º edição. São Paulo, 1998.