

## **Aplicação da Programação Linear para apoio a tomada de decisão em uma Empresa simulada**

**Julio Cesar Gomes dos Santos**  
(Graduando em Administração – UFF)

**Natália Januário Afonso**  
(Graduando em Administração – UFF)

### **Resumo**

*Perante a relevância da programação linear e o jogo de empresas, o presente trabalho salienta os dois temas, propondo a aplicação da programação linear mediada pelo Solver (PLS) como ferramenta para apoio a tomada de decisão gerencial. O modelo foi utilizado por integrantes de empresas simuladas que cursam a disciplina de Laboratório de Gestão Organizacional Simulada oferecida pelo curso de Administração em uma instituição pública de ensino superior. A pesquisa é de cunho Expost-facto, foi feita uma revisão teórica da tomada de decisão, programação linear e jogo de empresas, onde foi destacado a multifuncionalidade da PLS que auxilia a encontrar, por exemplo, o preço de venda e quantidade produzida que maximiza o lucro e/ou minimizar os custos de produção.*

**Palavras-chave:** Programação Linear; Tomada de decisão; Jogo de Empresas.

### **1. Introdução**

O jogo de empresas trata-se de uma técnica de aprendizagem gerencial que é utilizada para proporcionar experiências similares à realidade em um ambiente controlado. Nesse determinado ambiente decisões são tomadas e geram resultados. Com o intuito de auxiliar nessas decisões o presente estudo apresenta uma possibilidade de melhoria por meio da programação linear a determinar variáveis como preço e quantidade, variáveis estas que impactam o resultado e definem a estratégia utilizada pela empresa diante ao mercado para a ampliação das vendas e melhorias na receita.

De acordo com Ribeiro (2003) o tomador de decisões analisa um complexo sistema de componentes correlacionas, sendo esses recursos, resultados, pessoas; que o motivam seja pela necessidade de prever ou controlar. Para pessoas que não tenham familiaridade com tais componentes o processo decisório se torna mais complexo. Oferecendo uma ferramenta, programação linear mediada pelo Solver (PLS), capaz de auxilia-las nesse processo, além do fator educacional, possibilita o maior desempenho.

Segundo Tilton (2006) os benefícios dos jogos de empresa aplicados em cursos de Administração podem ser dentre eles aliam a teoria a realidade, desenvolvimento da compreensão dos negócios, o uso do instrumento de simulação da realidade motiva os alunos.

Logo, propor o uso da programação linear que pode ser usada tanto nas empresas simuladas quanto nas empresas reais é vantajoso para o conhecimento e experiência.

A programação linear pode ser descrita como um método da pesquisa operacional para maximizar ou minimizar variáveis. Esse objetivo é alcançado através de uma função linear, conhecida como função objetivo. A PLS utiliza a função objetivo, restrições técnicas e restrições de não negatividade para obter uma distribuição eficiente. O usuário é quem determina, de acordo com suas necessidades, se utilizara o software para maximizar o lucro e/ou minimizar os custos. O presente artigo visa demonstrar como a PLS pode ser aplicada num contexto laboratorial com um jogo de empresas e descrever seus possíveis resultados.

Para isso, foi elaborado um referencial teórico sobre a tomada de decisão, o método da programação linear e os jogos de empresa. A partir deste embasamento, foi aplicado a PLS considerando os dados/variáveis obtidos pela equipe participante do jogo de empresas, na disciplina de Laboratório de Gestão Organizacional Simulada (LAGOS) em uma turma do Curso de Administração numa instituição pública de ensino superior.

## 2. Referencial Teórico

### 2.1 Tomada de decisão

De acordo com Chiavenato (2003) uma organização se baseia em um sistema de decisões, as quais cada pessoa participa consciente e racionalmente, tendo de escolher e decidir entre alternativas mais ou menos racionais que serão apresentadas de acordo com sua personalidade, motivações e atitudes. Os processos de percepção das situações e raciocínio são básicos para a explicação do comportamento humano nas organizações, ou seja, o que uma pessoa aprecia e deseja irá influenciar o que se vê e interpreta, assim como o que vê e interpreta influencia o que se aprecia e deseja. Em suma, a pessoa decide em função de sua percepção das situações, elas são processadores de informação, criadoras de opinião e tomadoras de decisão.

Para Robbins (2010) a tomada de decisão ocorre em reação a um problema. Ou seja, onde se evidencia uma discrepância entre o estado atual das coisas e o seu estado desejável. Chiavenato (2003) ressaltando Robbins, ainda afirma que uma tomada de decisão envolverá seis elementos, o mesmo processo decisório é composto por sete etapas que o norteia, que são:

<b>ELEMENTOS</b>	<b>ETAPAS</b>
Tomador de decisão: a pessoa a qual faz uma escolha ou opção entre futuras alternativas de ação	Percepção do problema
Objetivos: o que se pretende alcançar com ação escolhida	Análise e definição do problema
Preferências: critérios que o tomador de decisão usa para fazer sua escolha	Definições do Objetivo
Estratégia: “como”, meios que o tomador de decisão é o curso de ação que o tomador da decisão escolhe para atingir seus objetivos	Busca de alternativas para soluções por meio de ações
Situação: aspectos do ambiente que envolve o tomador de decisão, alguns deles fora do seu	Escolha da alternativa mais adequada

controle, conhecimento ou compreensão e que afetam sua escolha.	
O resultado: consequência ou resultado da estratégia	Avaliação e comparação
	Implementação da alternativa

Fonte: Adaptado de Chiavenato (2003) e Robbins (2010)

Certo (2005), Chiavenato (2010), Maximiano (2009) e Robbins (2010) ressaltam ainda que o processo de tomada de decisão é uma atividade que pode ser passível de erros, pois ela será afetada pelas características pessoais e percepção do tomador de decisões.

Na tentativa de minimizar esses erros e chegar a um melhor resultado, deve-se efetuar um processo organizado e sistemático, identificando o problema já existente, e com isso selecionando alternativas benéficas às quais podem sanar o problema, e por fim reunir feedbacks para que se possa ter uma resposta final se a ação escolhida esta sendo benéfica ou não.

## 2.2 Programação Linear

A Pesquisa Operacional é uma ciência a qual tem por objetivo fornecer ferramentas ao processo de tomada de decisões. Andrade (1998) fundamenta que todas as disciplinas as quais constituem a Pesquisa Operacional, se apoiam em outras quatro ciências fundamentais, sendo elas: a economia, a matemática, a estatística e a informática. Tendo o mesmo direcionamento a três principais focos, dependendo de sua necessidade: aplicabilidade gerencial (se baseando em aspectos econômicos e administrativos); métodos matemáticos e estatísticos para a obtenção de soluções e construções de modelos e algoritmos computacionais.

Silva et al (1998) afirmam que a pesquisa operacional é um método científico de tomada de decisões, a qual consiste na descrição de um sistema organizado com o auxílio de um modelo, e através da experimentação com o modelo, na descoberta da melhor maneira de operar o sistema.

Conforme Goldbarg (2000), esse tipo de ciência é baseado na criação de modelos matemáticos os quais facilitam a resolução de problemas reais, podendo-se dividir em dois grupos: programação linear e programação não-linear.

Para Moreira (1998, p. 39), “A programação linear caracteriza-se pela maximização ou minimização de alguma combinação de variáveis, que pode ser a venda de dois ou mais produtos ou seu custo de fabricação”. Sendo a Programação Linear, uma ferramenta muito utilizada para auxiliar administradores em suas tomadas de decisões. Problemas de programação linear, de acordo com Prado (1999) são sanados com a ajuda de computadores através da utilização de softwares.

Dentre a vasta gama de softwares disponíveis, Montini (2004) destaca a ferramenta Solver, o qual devido sua facilidade de utilização, está disponível a todos os usuários do Excel. O autor ainda afirma que o Excel é uma ferramenta poderosa, a qual é capaz de fornecer aos usuários realização de cálculos e sistematizar dados, permitindo a integração e automatização de sistemas inteiros de gerenciamento de empresas e indústrias. Ainda, conforme o autor, a ferramenta Solver faz parte de um conjunto de programas chamados de

ferramentas de análise hipotética, com o qual é possível localizar um valor ideal para uma fórmula em uma célula destino. Pode-se trabalhar com um grupo de células relacionadas direta ou indiretamente com a fórmula na célula destino, ajustando os valores nas células variáveis a serem especificadas. Podem-se aplicar restrições para valores que o Solver poderá usar no modelo, e as restrições podem se referir às outras células que afetem a fórmula da célula destino.

Ou seja, o Solver é uma ferramenta a qual pode ser utilizado para solução de problemas os quais envolvam múltiplas variáveis e restrições, onde sempre será determinado a melhor solução, podendo o mesmo representar uma economia de capital e recursos ao passo de determinar as melhores e mais eficientes maneiras de remanejá-los. Como também pode fazer com que o usuário economize tempo, o qual seria gasto buscando alternativas e possíveis ações errôneas.

### 2.3 Jogos de empresas

De acordo com Li e Baillie (1993), o primeiro simulador utilizado com administradores, através de jogos empresariais foi desenvolvido pela American Management Association em meados da década de 1950. No mesmo ano, a Universidade de Washington iniciou o uso de um simulador chamado TOP MAN, desenvolvido por Schrieber. No Brasil, as pesquisas com a utilização de jogos de empresas iniciaram-se na década de 70.

Num jogo de empresas os participantes exercitam análise de problemas empresariais e praticam a tomada de decisão em organizações simuladas descritas em relatórios operacionais e financeiros. Uma simulação de negócios possibilita o exercício de estratégias, sem que se corram os riscos de uma empresa real. Os jogos de empresas se baseiam num modelo de simulação em que as características de uma determinada empresa e do ambiente que a envolve são retratadas de forma aproximada às situações reais para que decisões sejam praticadas. (OLIVEIRA, 2013).

Goldschmidt (1977) afirma que “o jogo de empresas se aproxima de um estudo de caso, onde pode se adicionar duas variáveis: sendo uma, o feedback – onde se trata do retorno das informações; e a segunda a dimensão temporal. Estas diferenças passam a ilustrar as vantagens principais da utilização dos jogos de empresas no que se diz respeito ao ensino – aprendizagem em gestão, ou seja, a capacidade em que os envolvidos tem de observar as conseqüências de suas decisões e o leque de possibilidades de se aprender com os possíveis erros. Li e Baillie (1993) apontam que o estímulo à participação dos alunos envolvidos se torna uma vantagem para a aplicação dos jogos de empresas. Porém Sauaia (2006), corroborando Li e Baillie (1993), assevera que a abordagem dos jogos não auxilia a aquisição de conhecimentos teórico e aplicado, havendo ainda a possibilidade de se obter um bom desempenho no jogo através da sorte.

Baseando-se em Libâneo (1994) e Gil (1997), e também de acordo com Saviani (1998), a aplicação de jogos de empresas para a formação de administradores pode ser pensada como um elemento da didática, mais especificamente, uma técnica de ensino (simulação). Ou seja, um conjunto de procedimentos adotados pelo docente para conduzir os

alunos no alcance dos objetivos educacionais, por meio do aprendizado dos diversos conteúdos necessários para a sua formação profissional.

A importância dos jogos de empresa se evidencia segundo Martinelli (1987) destacou como instrumento no ensino da Administração de Empresas, bem como o importante papel no treinamento de estudantes e executivos de empresas, apresentando uma grande contribuição aos alunos na tomada de decisões como também no desenvolvimento de suas habilidades fundamentais para como um futuro gestor.

### 3. Problema de Pesquisa

A equipe participante do jogo de empresas encontrou dificuldade para decidir a quantidade produzida, o preço dos produtos e outras variáveis que compõe o processo gerencial. A cada rodada do jogo levou-se muito tempo e um extenso debate para definir tais variáveis. Tempo esse que poderia ter sido gasto com a negociação de fornecedores, clientes e outras questões. Baseado nessa dificuldade buscou-se uma ferramenta capaz de auxiliar no processo decisório. A PLS foi selecionada por ser um método que maximiza e/ou minimiza variáveis. Levantando a seguinte questão, Como a aplicação da PLS pode auxiliar na tomada de decisão?

### 4. Método

Seguindo a classificação apresentada por Silva e Menezes (2005), esta pesquisa do ponto de vista de sua natureza é uma pesquisa aplicada; quanto à forma de abordagem é qualitativa; quanto a seus objetivos é exploratória; quanto aos procedimentos técnicos é Expost-facto.

Por meio do Simulador Grego Mix (SGM) o jogo de empresas tratado no presente artigo comercializa produtos eletrônicos conhecidos como Alfa, Beta e Ômega. Cada produto tem suas vantagens, especificações e custos distintos. No jogo as equipes participantes são divididas entre indústria e atacado.

A partir do referencial teórico e de estudos utilizando o Solver, selecionou-se variáveis relevantes que serão utilizadas na planilha do Microsoft Excel® com o objetivo de obter os resultados esperados, respeitando as restrições. Para realizar a simulação foi utilizada a capacidade máxima das máquinas, custo de matéria prima, consumo necessários para produzir cada produto, outros fatores que podem ser considerados vai de acordo com a finalidade desejada. Após selecionar as variáveis desejadas, foi feita a formulação da função-objetivo e as restrições técnicas.

#### 4.1 Modelo de programação linear

Os dados de uma empresa simulada quanto sua capacidade máxima produtiva foram utilizados, o consumo em horas gasto para produzir cada produto foram retirados das características técnicas dos produtos, fornecidos pelo professor da disciplina de LAGOS. No exemplo, foi feita uma maximização da produção, onde através do Solver definiram-se quais produtos devem ser produzidos e suas respectivas quantidades. A função objetivo pode ser representada pela função:

$$\text{Max } Z = N \times x_1 + N \times x_2 + N \times x_3$$

Onde,  $x_1$  corresponde a Alfa,  $x_2$  corresponde a Beta e  $x_3$  corresponde a Omega e N corresponde ao preço.

As restrições técnicas podem ser representadas pelas funções:

$10x_1 + 20x_2 + 30x_3 \leq 80.000$	capacidade máxima produtiva
$x_1 \geq 500$	custo de matéria prima de Alfa
$x_2 \geq 900$	custo de matéria prima de Beta
$x_3 \geq 1200$	custo de matéria prima de Omega

O custo da matéria prima está disponível nas instruções da disciplina de LAGOS. A capacidade máxima produtiva é da indústria composta pela equipe participante do JE.

## 5. Análise dos Resultados

O resultado apresentado abaixo se trata de uma comparação entre a receita obtida na primeira rodada, pela equipe participante do JE, e a receita hipotética utilizando a PLS. A fim de maximizar a receita foi utilizada a PLS para definir o preço, quantidade e quais produtos devem ser produzidos, respeitando as restrições técnicas. A aplicação da PLS mostrou-se eficiente, representando um ganho financeiro de R\$ 1.160.000,00 se comparado ao faturamento real.

	REAL	HIPOTETICO
<b>BETA</b>		
PREÇO	R\$ 1.500,00	R\$ 1.700
QUANTIDADE	2.800	4.000
<b>OMEGA</b>		
PREÇO	R\$ 1.800,00	
QUANTIDADE	800	
<b>FATURAMENTO</b>	<b>R\$ 5.640.000,00</b>	<b>R\$ 6.800.000,00</b>

## 6. Considerações finais

A programação Linear pode ajudar a otimizar os recursos da empresa, simular cenários e auxiliar o processo decisório. Isso pode ser feito tanto em empresas simuladas quanto em empresas reais. A disponibilidade de atuar em um ambiente simulado controlado permite testar o uso da programação linear e avaliar seus resultados, gerando aprendizado e experiência com o software Solver.

Considerando os seis elementos de Chiavenato (2003) que envolvem o processo decisório a programação linear se adapta e atende tais elementos e pode ser utilizada para gerar resultados. Tem-se o indivíduo e/ou grupo que tomara as decisões; o objetivo que deve ser definido ao equacionar a função objetivo juntamente com as restrições técnicas; as preferências que através do Solver podem criar cenários e compará-los para selecionar o de melhor custo-benefício; a estratégia que definirá como o software será utilizado; a situação

que influencia nas restrições técnicas e na função objetivo e por fim o resultado onde após utilizado o Solver deve se verificar se a ferramenta foi satisfatória.

Segundo Moreira (1998, p. 39), a programação linear configura-se pela maximização ou minimização da combinação de variáveis, em uma empresa simulada ou real tem-se um número considerável de variáveis que afetam o resultado da empresa. Logo, a utilização da ferramenta é no mínimo adequada, pois com a mesma temos outra perspectiva a ser considerada diante o processo decisório. Montini (2004) ressalta a acessibilidade do Solver onde sua utilização não exige um alto grau de conhecimento e está disponível aos usuários do Excel.

Além disso, no ambiente simulado proposto pelos jogos de empresa é possível praticar sem grandes consequências, os alunos podem utilizar o Solver como apoio a suas decisões e ao longo do jogo fazer as devidas alterações para chegar a resultados satisfatórios. Martinelli (1987) destaca a importância dos jogos no treinamento de estudantes e executivos e afirma sua contribuição ao desenvolvimento de habilidades fundamentais para um futuro gestor.

O presente estudo tem limitações, os resultados obtidos não foram postos em prática, logo não é possível comparar sua eficiência dentro do jogo. Sugere-se que trabalhos futuros apliquem o modelo e aperfeiçoem de acordo com suas necessidades.

## 7. Referências Bibliográficas

- ANDRADE, Eduardo Leopoldino de. **Introdução à pesquisa operacional: métodos e modelos para a análise de decisão**. 2. Ed. Rio de Janeiro: LCT, 1998
- CERTO, Samuel C. **Tomada de decisões**. In: \_\_\_\_\_. *Administração moderna*. 9. ed. São Paulo: Pearson, 2005. cap. 7, p. 123-145
- CHIAVENATO, Idalberto. **Comportamento organizacional: a dinâmica do sucesso das organizações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. 539 p.
- CHIAVENATO, Idalberto. **Introdução à Teoria Geral da Administração**. 7. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2003. 630 p.
- GOLDBARG, Marco César. **Otimização combinatória e programação linear: modelos e algoritmos**. Rio de Janeiro: Campus, 2000.
- GOLDSCHMIDT, P. C. **Simulação e jogo de empresas**. *Revista de Administração de Empresas*, v. 17, n. 3, p. 43-46, 1977.
- LI, E.; BAILLIE, A. **Mixing case method with business game: student evaluations**. *Simulation & Gaming*, v. 24, n. 3, p. 336-355, 1993. doi: 10.1177/1046878193243006
- LIMA, J. A. **Liderança e tomada de decisão na organização**. Santa Catarina: Universidade UNOESC, 2012
- MARTINELLI, Dante Pinheiro. **A Utilização de Jogos de Empresas no Ensino da Administração**, São Paulo, FEA-USP, Dissertação de Mestrado, 1987
- MAXIMIANO, Antonio Cesar Amaru. **Introdução à Administração**. Ed. Compacta. São Paulo: Atlas, 2009. 294p.
- MCCLELLAND, D. C. Testing for competency rather intelligence. *American Psychologist*, USA, v. 28, n.1, p.1-40, 1973.
- MONTINI, Denis Ávila. **Universidade Excel**. São Paulo: Degerati, 200
- MOREIRA, Daniel A. **Introdução à Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Pioneira, 1998.

- OLIVEIRA, M. A. **Jogo de empresas: um estudo comparativo entre auto avaliação dos participantes e desempenho gerado.** *Revista Lagos*. Laboratório de Gestão Organizacional Simulada. Disponível em: <<http://www.revistalagos.uff.br/index.php/lagos/article/viewFile/225/56> > Acessado em: 17/11/2018
- PRADO, Darci. **Programação Linear**. Belo Horizonte: MG, 1999.
- PRÉVE, A. D; MORITZ, G. O; PEREIRA, M. F. **Organização, Processos e Tomada de Decisão**. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 2010.
- RIBEIRO, R. P; FORTES, B. J; MACHADO, M. E. R. **O Uso da Programação Linear nos Investimentos do Multinvest.** SEMINARIOS EM ADMINISTRAÇÃO, XIV SEMEAD, outubro de 2011, ISSN 2177-3866
- ROBBINS, Stephen; JUDGE, Timothy; SOBRAL, Filipe. **Comportamento organizacional: teoria e prática no contexto brasileiro**. 14. ed. São Paulo: Pearson, 2010. 633 p.
- SAUAIA, A. C. A. Conhecimento versus desempenho das organizações: um estudo empírico com jogos de empresas. *Revista Eletrônica de Administração*, v. 12, n. 1, p. 1-17, 2006.
- SCALABRIN, I; MORES, C. J; BODANESE, R. E; OLIVEIRA, J. A. Programação Linear: Estudo de caso com utilização do Solver da Microsoft Excel. *Revista Universo Contábil*, ISSN 1809-3337, Blumenau, v. 2, n. 2, p. 54-66, maio/ago. 2006.
- SILVA, Ermes Medeiros da; SILVA, Elio Medeiros da; GONÇALVES, Valter; MUROLO, Afrânio Carlos. **Pesquisa Operacional: para os cursos de Economia, Administração e Ciências Contábeis**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1998.
- SILVA, E.; MENEZES, E. **Metodologia de pesquisa e elaboração de dissertação**. 4 ed. Florianópolis: UFSC, 2005.
- TITTON, L. A. **Jogos de empresas: Decisões de carteira em um jogo de bancos**. Ribeirão Preto: USP, 2006.