APLICAÇÃO DO MÉTODO SIMPLEX NA ALOCAÇÃO DE MÃO DE OBRA TÉCNICA ENTRE PROJETOS DE ENGENHARIA

LÍVIA DA SILVA DE CARVALHO[1], CAÍQUE SAMPAIO BARRETO[2], DANIELE SANT'ANA CURVELO DE ANDRADE[3] , FÁBIO HENRIQUE MOREIRA DE JESUS [4], LUMA BARBOSA FERREIRA DA SILVA[5]

[1]Graduando em Engenharia de Produção, UFBA, Salvador- BA, carvalholivia@ufba.br;
[2]Graduando em Engenharia de Produção, UFBA, Salvador- BA, caiquebs@ufba.br;
[3]Graduando em Engenharia de Produção, UFBA, Salvador- BA, danieleandrade@ufba.br;
[4]Graduando em Engenharia de Produção, UFBA, Salvador- BA, fabiomoreira@ufba.br;
[5]Graduando em Engenharia de Produção, UFBA, Salvador- BA, lumasilva@ufba.br;

RESUMO: O artigo apresenta um problema de alocação de mão de obra para empresas que atuam em múltiplos projetos simultâneos, propondo uma solução computacional para o caso. A aplicação do Método Simplex é utilizada para encontrar o menor custo na escolha da mão de obra, respeitando o teto orçamentário da companhia. O estudo de caso foi realizado com base em uma empresa real, que optou por não ser identificada, e traz resultados reais e consistentes. A pesquisa considerou variáveis como a capacidade financeira máxima da empresa e o deslocamento dos técnicos de campo, tendo como objeto de estudo a alocação de sua mão de obra. Ao final do artigo, percebe-se que a combinação entre mão de obra local e deslocada gerou um custo ótimo de R$686,00, em vez dos R$720,00 obtidos ao se utilizar apenas mão de obra local. No entanto, notou-se que a restrição orçamentária elevou o custo do problema, embora promova uma maior diversificação de risco operacional, reforçando a importância da Programação Linear nesse processo de decisão.

PALAVRAS-CHAVE: Programação Linear; Pesquisa operacional; Gestão de mão de obra; Solver; Gestão de custos.

APPLICATION OF THE SIMPLEX METHOD TO THE ALLOCATION OF TECHNICAL MANPOWER ACROSS ENGINEERING PROJECTS

ABSTRACT: This article addresses a workforce allocation problem for companies managing multiple simultaneous projects and proposes a computational solution. The Simplex Method is applied to minimize labor costs while adhering to the company's budgetary constraints. The case study is based on a real company—which chose to remain anonymous—and presents actual, consistent results. The research considered variables such as the company's maximum financial capacity and the travel requirements of field technicians, focusing on workforce allocation. The findings reveal that combining local and traveling personnel resulted in an optimal cost of R$ 686.00, compared to R$ 720.00 when using only local labor. However, it was observed that the budget constraint increased the total cost, even though it fostered greater operational risk diversification, thereby underscoring the importance of Linear Programming in this decision-making process.

KEYWORDS: Linear Programming; Simplex Method; Labor allocation; Solver; Cost management.

INTRODUÇÃO

A gestão eficiente de mão de obra é um dos principais desafios enfrentados por empresas do setor de engenharia que atuam simultaneamente em múltiplos projetos. Quando esses projetos estão localizados em cidades diferentes, a empresa precisa decidir entre atender cada obra com técnicos já alocados localmente ou deslocar profissionais de cidades vizinhas quando a capacidade local não é suficiente. Essa escolha impacta diretamente os custos, já que a diária do técnico deslocado, somada ao deslocamento, pode ser mais vantajosa que o uso exclusivo de mão de obra local, mas também gera

dependência de uma equipe externa. A Programação Linear é amplamente aplicada a problemas de alocação de recursos escassos, sendo indicada para decisões de distribuição e planejamento operacional (ANDRADE, 2009). O Método Simplex, operacionalizado por meio do Solver do Excel, segue como principal ferramenta para resolver esses modelos (LACHTERMACHER, 2009).Entretanto, grande parte dessas aplicações busca apenas o menor custo total, sem considerar restrições que evitem a concentração da operação em uma única fonte de mão de obra, o que pode gerar risco operacional caso essa fonte se torne indisponível.Este trabalho propõe aplicar o Método Simplex para determinar a combinação de menor custo entre mão de obra local e deslocada em três projetos simultâneos, incluindo um teto orçamentário que limita a dependência de técnicos vindos de fora. Busca-se auxiliar gestores a equilibrar economia e segurança operacional.O trabalho está organizado em quatro seções: além desta Introdução, a seção 2 apresenta Material e Métodos, a seção 3 os Resultados e Discussão, e a seção 4 as Conclusões.

MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa se caracteriza como aplicada e quantitativa, pois parte de um problema real de alocação de recursos e busca uma solução numérica ótima, obtida por meio de modelagem matemática. Quanto aos procedimentos, adotou-se o estudo de caso como estratégia de investigação, uma vez que permite compreender em profundidade uma situação específica dentro de seu contexto real (YIN, 2015). Por questões de confidencialidade, a empresa analisada não será identificada nominalmente, sendo tratada ao longo do texto apenas como "empresa do setor de engenharia e soluções tecnológicas". O objeto de análise foi a alocação de mão de obra técnica entre três projetos executados simultaneamente pela empresa, situados nos municípios de Eunápolis-BA, São José dos Campos-SP e Osório-RS. Os dados foram coletados no período de maio a junho de 2026, intervalo em que as três obras estavam em andamento e demandam suporte técnico de forma concorrente, o que tornava a decisão sobre a origem da equipe (local ou deslocada) um fator relevante de custo para a operação. A coleta de informações ocorreu em duas frentes complementares. Junto ao gerente de projetos, foram levantados os dados de demanda mínima de suporte técnico exigida por cada obra, bem como a capacidade disponível de atendimento por técnicos já alocados localmente em cada praça. Já com o time de campo, foram obtidas as informações operacionais ligadas ao deslocamento de técnicos entre localidades, especificamente o valor das diárias pagas e as distâncias rodoviárias entre as bases de origem e os projetos que eventualmente precisarem de reforço de um técnico vindo de outra região. Com base nesses dois conjuntos de dados, foi estimado o custo de deslocamento do técnico "vizinho" — ou seja, aquele que se desloca de uma localidade próxima para reforçar um projeto que não consegue ser plenamente atendido pela equipe local. Essa estimativa considerou o meio de transporte mais utilizado pelos técnicos de campo do setor, a motocicleta, adotando-se um consumo médio de referência de 35 km/l, e o preço da gasolina praticado no período da coleta, de R$6,20 por litro. A partir desses parâmetros, calculou-se o custo de combustível por quilômetro rodado, que, somado ao valor da diária correspondente, compôs o custo total unitário de deslocamento de cada técnico vizinho até o projeto de destino. De posse dos dados de demanda, capacidade local e custo de deslocamento, aplicou-se o Método Simplex, técnica clássica da Programação Linear, para determinar a combinação mais econômica entre mão de obra local e mão de obra deslocada em cada um dos três projetos. O modelo foi estruturado e resolvido com o auxílio do suplemento Solver do Microsoft Excel, ferramenta amplamente utilizada na resolução de problemas de otimização linear (LACHTERMACHER, 2009), permitindo simular diferentes cenários de alocação até encontrar a solução de menor custo total que atendesse simultaneamente às demandas mínimas de cada obra e aos limites de capacidade de cada equipe.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seção presente irá analisar o processo do desenvolvimento do problema no Solver e apresentar os resultados coletados com base na metodologia citada anteriormente. A diária do técnico local, em

todas as cidades, é fixa e tem o valor de R$90,00 por dia, no entanto, a diária do técnico da cidade vizinha tem o valor de R$70,00 por dia. Todavia, esse custo não contempla o deslocamento de ida e volta do funcionário, por isso, nesse problema foi necessário estimar o consumo médio e o preço da gasolina para calcular o custo do deslocamento. O valor considerado para o consumo médio de combustível utilizando moto foi de 35 km/l e o preço da gasolina R$6,20/l, assim, de Eunapólis(BA) até Itabela(BA) teve um custo de R$10,10, São José dos Campos(SP) até Taubaté(SP) apresentou um custo de R$13,70 e, finalmente, Osório(RS) até Capão da Canoa(RS) resultou em um custo de R$24,50. Assim, o preço das cidades vizinhas é, respectivamente, R$81,10, R$83,70, R$94,50. Além disso, a diretoria da empresa estabeleceu um limite mensal de R$50,00 para o deslocamento dos técnicos vizinhos, incluindo os três. Essa limitação orçamentária é definida no intuito de conter os custos da empresa e criar uma diversificação de risco, mesmo quando contratar técnico vizinho é mais vantajoso financeiramente. Tendo em vista que os três projetos têm a possibilidade de utilizar mão de obra local ou de uma cidade vizinha, que o número de dias de cada técnico local é limitado e que existe um teto de gastos disponível entre os três projetos, cria-se diversas restrições para aplicar no Solver.Como restrições temos que o projeto de Eunapólis(BA) e Osório(RS) tem apenas necessidade de 02 técnicos, enquanto o projeto de São Paulo demanda 04 técnicos. Além dessas restrições, existe uma capacidade máxima de cada técnico local (4 dias em Eunápolis, 4 dias em São José dos Campos e 3 dias em Osório) e a disponibilidade do técnico vizinho em cada projeto (limitada a 5 dias). Por último, temos que o transporte com os colaboradores de cidades próximas tem um teto de R$50,00 mensais.

A Figura 1 ilustra como o excel foi modelado para o problema e como estão representadas as restrições e a função objetivo do problema.

Figura 1: Restrições no Excel

	x	y	z	a	b	c	condição	resultado
R1	1	0	0	1			=	2
R2		1	0	0	1		=	4
R3			1	0	0	1	=	2
R4	1	0	0				<=	4
R5		1					<=	4
R6			1				<=	3
R7				1			<=	5
R8					1		<=	5
R9						1	<=	5
FO	90	90	90	80,1	83,7	94,5		

Fonte: Elaborado pelos Autores, 2026.

Nota-se que as variáveis X,Y,Z representam dias trabalhados pelos técnicos locais, enquanto as variáveis a,b,c os dias da cidade vizinha. Enquanto na última linha temos a função objetivo, os valores base dos técnicos locais e o valor base com o preço do deslocamento dos técnicos das cidades vizinhas. A função objetivo representa os valores das diárias multiplicados com a quantidade de técnicos da cidade local e/ou vizinha.

Figura 2: Resultado final variáveis de decisão e valor da solução ótima

Variável de decisão	x	0		FO	686,4964
	y	1,824818			
	z	2			
	a	2			
	b	2,175182			
	c	0			

Fonte: Elaborado pelos Autores, 2026.

Por fim, conclui-se que o custo total da solução ótima é de R$686,00, um valor mais elevado do que se não existisse essa restrição de gastos, que seria R$675,00. No entanto, pode-se incluir o fato de que esse teto eleva o custo total, mas a diversificação de risco causa segurança no problema. Como visto anteriormente, a cidade de Eunápolis está utilizando todos os técnicos da cidade vizinha, em contrapartida o projeto do Rio Grande do Sul recorre a todos os funcionários locais, pois não é vantajoso à empresa contratar os serviços da outra cidade. No entanto, a cidade de São José dos Campos utiliza aproximadamente 1,82 técnicos locais e 2,18 técnicos da cidade vizinha, o valor aproximado é de 02 técnicos para cada cidade. O caso de São José é misto por causa da maior vantagem competitiva da cidade da Bahia. Com essa situação toda, pode-se analisar também que foi utilizado 100% do teto orçamentário disponível, ou seja, consumiu os R$50,00 integralmente.

CONCLUSÃO

Este estudo teve como objetivo utilizar o Método Simplex, por meio do Solver do Microsoft Excel, para encontrar a melhor forma de alocar a mão de obra entre três projetos de uma empresa do setor de engenharia, buscando reduzir os custos sem desrespeitar as restrições definidas pela empresa. A partir da modelagem realizada, foi possível encontrar uma solução que atendeu às limitações do problema e apresentou um custo menor do que o cenário em que seriam utilizados apenas técnicos da cidade onde cada projeto é executado. A solução ótima encontrada resultou em um custo total de R$686,00, enquanto a utilização exclusiva de mão de obra local geraria um custo de R$720,00, representando uma economia de R$34,00. Embora a restrição de até R$50,00 para despesas com deslocamento tenha impedido que fosse alcançado o menor custo possível, ela contribui para que a empresa não concentre toda a operação em apenas uma alternativa, tornando o planejamento mais equilibrado e reduzindo possíveis riscos operacionais. Durante o desenvolvimento do estudo, também foi possível perceber que a Programação Linear pode ser aplicada em situações reais de forma simples e eficiente, auxiliando os gestores na tomada de decisão. Mesmo utilizando uma ferramenta de fácil acesso, como o Solver do Excel, foi possível analisar diferentes restrições ao mesmo tempo e obter uma solução que dificilmente seria encontrada apenas por tentativa e erro. Por fim, destaca-se que este estudo foi desenvolvido considerando apenas três projetos e um conjunto específico de custos e restrições. Em trabalhos futuros, o modelo pode ser ampliado para incluir um número maior de projetos, diferentes cenários de demanda e outros fatores que também influenciam a decisão, como tempo de deslocamento, disponibilidade dos profissionais e custos indiretos. Dessa forma, será possível obter análises ainda mais completas e próximas da realidade das empresas.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, E. L. Introdução à pesquisa operacional: métodos e modelos para análise de decisões. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

Lachtermacher, G. Pesquisa operacional na tomada de decisões. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

Yin, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.