

## Análise para maximização do lucro em uma academia da serra gaúcha com aplicação da Pesquisa Operacional

### Arrigo Fontana

Faculdade de Integração do Ensino Superior do Cone Sul  
Garibaldi, RS — Brasil

✉ [arrigo.fontana@fisul.edu.br](mailto:arrigo.fontana@fisul.edu.br)

🆔 0000-0002-7150-7795

### Cláudia Lisete Oliveira Groenwald

Universidade Luterana do Brasil  
Canoas, RS — Brasil

✉ [claudiag1959@yahoo.com.br](mailto:claudiag1959@yahoo.com.br)

🆔 0000-0001-7345-8205


### Ancilla Dall Onder Zat


Universidade de Caxias do Sul  
Bento Gonçalves, RS — Brasil

✉ [ancilla@italnet.com.br](mailto:ancilla@italnet.com.br)

🆔 0009-0006-4413-5822



2238-0345 

10.37001/ripem.v13i2.3476 

Recebido • 15/06/2023

Aprovado • 02/07/2023

Publicado • 30/08/2023

Editor • Gilberto Januario 

**Resumo:** Este artigo apresenta um estudo que demonstra a importância da Pesquisa Operacional (PO) na tomada de decisões visando maximizar a receita de uma academia. A pesquisa foi realizada com uma amostra de 18 estudantes matriculados no quarto semestre do Curso de Administração da Faculdade de Garibaldi, no estado do Rio Grande do Sul. O objetivo do estudo foi abordar os problemas práticos enfrentados pelos estudantes na disciplina de Pesquisa Operacional, utilizando a ferramenta *Solver* como suporte metodológico. Os resultados obtidos por meio da pesquisa proporcionaram à administração da academia um conhecimento prático e analítico, auxiliando no processo de gestão e tomada de decisões. Além disso, os resultados também podem ser aplicados em outros estabelecimentos, beneficiando-os com os valores descritos e contribuindo para a disseminação do conhecimento sobre a melhoria do processo em si. Essa pesquisa proporcionou uma base sólida para a gestão e tomada de decisões, e os resultados podem ser utilizados como referência em diferentes contextos organizacionais.

**Palavras-chave:** Pesquisa Operacional. Programação Linear. Maximização de Receita. *Solver*.

### Analysis for maximizing profit in a gym in the Serra Gaúcha region with the application of Operations Research

**Abstract:** This article presents a study that demonstrates the importance of Operations Research (OR) in decision-making aimed at maximizing revenue for a fitness center. The research was conducted with a sample of 18 students enrolled in the fourth semester of the Administration course at Garibaldi College, in the state of Rio Grande do Sul, Brazil. The study aimed to address the practical problems faced by students in the Operations Research discipline, using the *Solver* tool as a methodological support. The results obtained through the research provided the fitness center's management with practical and analytical knowledge, assisting in the management process and decision-making. Furthermore, these results can also be applied to other establishments, benefiting them with the described values and contributing to the dissemination of knowledge on process improvement itself. This research provided a solid foundation for management and decision-making, and the results can be used as a reference in different organizational contexts.

**Keywords:** Operations Research. Linear Programming. Revenue Maximization. *Solver*.

## **Análisis para maximizar el beneficio en un gimnasio de la sierra Gaúcha con la aplicación de la Investigación de Operaciones**

**Resumen:** Este artículo presenta un estudio que demuestra la importancia de la Investigación Operativa (IO) en la toma de decisiones para maximizar los ingresos de un gimnasio. La investigación se llevó a cabo con una muestra de 18 estudiantes matriculados en el cuarto semestre del Curso de Administración de la Facultad de Garibaldi, en el estado de Rio Grande do Sul. El objetivo del estudio fue abordar los problemas prácticos que enfrentan los estudiantes en la disciplina de Investigación Operativa, utilizando la herramienta *Solver* como soporte metodológico. Los resultados obtenidos a través de la investigación proporcionaron al equipo directivo del gimnasio un conocimiento práctico y analítico, que ayudó en el proceso de gestión y toma de decisiones. Además, estos resultados también pueden aplicarse en otros establecimientos, beneficiándolos con los valores descritos y contribuyendo a la difusión del conocimiento sobre la mejora del proceso en sí. Esta investigación proporcionó una base sólida para la gestión y toma de decisiones, y los resultados pueden utilizarse como referencia en diferentes contextos organizativos.

**Palabras clave:** Investigación de Operaciones. Programación Lineal. Maximización de Ingresos. *Solver*.

### **1 Introdução**

A maximização do lucro é o objetivo final de qualquer negócio, independentemente do seu prazo de atuação. É um processo que busca vender uma quantidade de produtos ou serviços, cuja receita total supere o custo total de produção, visando obter o maior lucro possível. No entanto, muitas empresas ainda adotam abordagens baseadas em tentativa e erro ou apenas na lei da oferta e demanda, o que compromete a efetiva maximização do lucro.

O presente trabalho tem como objetivo demonstrar como realizar a maximização de lucro em uma academia, garantindo ao mesmo tempo a satisfação dos clientes e atendendo às exigências do mercado com o menor custo e maior lucratividade viável. O estudo foi conduzido com o auxílio da ferramenta *Solver* do *Microsoft Office Excel* e buscará identificar as atividades que proporcionam resultados satisfatórios, priorizando aquelas que são mais rentáveis.

A academia em questão está localizada em uma cidade da Serra Gaúcha, no estado do Rio Grande do Sul. Fundada em 1985 por uma das sócias atuais, a academia teve origem quando a fundadora trabalhava em outra academia que oferecia aulas de dança. Ao decidir abrir seu próprio estabelecimento, ela adquiriu seu primeiro equipamento de musculação, tornando-se a primeira academia da cidade a oferecer essa modalidade.

Por meio da análise realizada na academia, identificou-se que a Pesquisa Operacional poderia ser útil para maximizar a margem de lucro, focando na satisfação dos clientes e explorando a quantidade ideal de alunos. O objetivo é indicar as atividades que proporcionam resultados satisfatórios, especialmente em termos de retorno financeiro para a academia. Dessa forma, é possível priorizar as funcionalidades que geram mais lucro, sem necessariamente aumentar o número de alunos.

Buscou-se responder ao problema: *Quais são as conexões entre a metodologia de resolução de problemas reais e o processo de ensino e aprendizagem da Pesquisa Operacional em cursos de Administração no Ensino Superior?*

## 2 Referencial Teórico

A revisão da literatura se baseia nos princípios da Pesquisa Operacional e na relevância do ensino de Matemática na resolução de problemas enfrentados pelos alunos do curso de Administração no Ensino Superior. O estudo destaca uma falha na abordagem dessas situações-problema e enfatiza a importância de incorporar métodos e conceitos da Pesquisa Operacional para melhorar a capacidade dos alunos em lidar com tais desafios.

Para explorar a realidade imposta, três conceitos se mostram fundamentais. O primeiro que pode ser considerado é a Teoria das Restrições (TOC), que trata do gerenciamento empresarial partindo do princípio de que a meta de toda organização não filantrópica é gerar lucro tanto no presente como no futuro e propõe que os Sistemas de Produção sejam geridos a partir das suas restrições visando alcançar a meta (Klippel *et. al*, 2003).

Sob a visão de Boer (2010), a Teoria das Restrições propõe que os sistemas de produção sejam geridos a partir de suas restrições, visando alcançar a meta de “Gerar Dinheiro Hoje e no Futuro”. Para atingir esse objetivo é proposta a adoção de indicadores globais e operacionais. Os indicadores globais são o lucro líquido, o retorno sobre o investimento e o fluxo de caixa. Já os indicadores operacionais são o ganho, as despesas operacionais e os inventários.

O segundo conceito refere-se à Pesquisa Operacional que, segundo Horgren (1978), é a aplicação de métodos científicos para auxiliar na tomada de decisões e na alocação eficiente de recursos escassos. A PO representa o mundo real por meio de modelos matemáticos e utiliza métodos quantitativos para resolver esses modelos, com o objetivo de otimizá-los.

Pesquisa Operacional é “um método científico de tomada de decisão”. Ela inicia-se descrevendo um sistema por intermédio de um modelo e depois lida com este modelo para levantar o melhor modo de operar o sistema, conforme Shamblin e Stevens Jr (1979, p. 13) *apud* Júnior, Carvalho e Silva (2020).

Destaca-se, também, a Programação Linear (Função *Solver*), que se traduz em um método matemático poderoso, um conjunto de procedimentos e métodos matemáticos para tratar, de forma lógica, problemas que envolvam o uso de recursos escassos. Os problemas que a programação linear permite resolver são inúmeros (Bodanese *et al.*, 2005).

García (1998) *apud* Bodanese *et al.* (2005) afirma que, em geral, esta é a técnica ideal para dizer qual é a melhor combinação de materiais, mão de obra e de recursos físicos que proporcionem maximizar, minimizar ou igualar um certo item.

A Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional (SOBRAPO) tem sido uma importante promotora do desenvolvimento da Pesquisa Operacional desde sua fundação em 1969. Essa disciplina tem como essência a solução de problemas reais em diferentes contextos. Inicialmente, a Pesquisa Operacional teve origem no âmbito militar, surgindo durante a Segunda Guerra Mundial com o objetivo de resolver desafios estratégicos e táticos das operações militares. Após a guerra, sua aplicação expandiu-se para diversos setores, especialmente a indústria, onde contribuiu para a melhoria dos processos de fabricação. Em virtude de seu excelente desempenho, essa abordagem começou a ser adotada por acadêmicos e empresários para a resolução de problemas de administração em geral.

Atualmente, a Pesquisa Operacional é amplamente utilizada na área de Engenharia de Produção, proporcionando procedimentos consistentes e organizados que auxiliam na complexa tarefa de gerenciamento de pessoal, materiais e aspectos financeiros de uma organização. Conforme apontado por Marins (2011), a abordagem científica da Pesquisa Operacional oferece uma ampla gama de áreas de aplicabilidade, por meio de modelos e

algoritmos que auxiliam os gestores na tomada de decisões envolvendo problemas complexos. Conforme Arenales *et al.* (2011),

alguns exemplos de aplicações envolviam diversos setores industriais e financeiros, como: mineração, metalúrgico, construção civil e militar, têxtil, farmacêutico, bancário e transportes. Também exemplos de aplicações no setor público envolviam coleta de lixo, transporte e polícia, entre outros. Desde então, a Pesquisa Operacional tem sido aplicada às mais diversas áreas de produção e logística, incluindo indústrias de alimentação, automóveis, aviação, computadores, eletrônica, metalurgia, mineração, mísseis, móveis, papel, petróleo, telecomunicações, transportes, além de organizações de serviço (públicas e privadas), como: bancos e seguradoras, hospitais, bibliotecas, sistemas judiciais, agências de viagens e turismo, energia, esportes, trânsito, agências de governo (federais, estaduais e municipais), etc. (p. 2).

Os autores Silva, D. Maria *et al.* (2019) definem a Pesquisa Operacional como o método aplicado para conduzir e coordenar as operações nas organizações, mediante simulações, para encontrar o melhor cenário para determinado acontecimento no processo específico. De acordo com Hillier e Lieberman (2013), pode-se asseverar que a Pesquisa Operacional busca determinar a solução com maior efetividade para a situação, chamada de solução ótima. Nessa ótica, a Pesquisa Operacional é uma ferramenta muito utilizada nos mais diversos setores, para otimizar os processos, buscando resultados cada vez melhores.

Conforme comentam Júnior, Carvalho e Silva (2020), a ferramenta que permite fazer a Programação Linear é também conhecida como *Solver* (disponível no *microsoft excel*), é um *software* que apresentava maior facilidade de manuseio e melhor disposição dos relatórios gerados pela operação. Para utilizar o *Solver*, basta inserir os dados da empresa no *Excel* e, a partir dos comandos certos, encontrar o resultado esperado. Na academia por exemplo, a partir dessa ferramenta foi possível definir o número ideal de alunos em cada modalidade, o que maximizará a receita.

Atualmente, a PO é considerada uma ferramenta quantitativa utilizada pelas empresas essencialmente para a resolução de problemas nos mais distintos segmentos de atuação. Conforme Moreira (2010, p. 3): A Pesquisa Operacional lida com problemas de como conduzir e coordenar certas operações em uma organização, e tem sido aplicada a diversas áreas, tais como indústria, transportes, telecomunicações, finanças, saúde, serviços públicos, operações militares etc.

Corroborando as ideias dos autores mencionados, a PO é uma ferramenta matemática que contribui para a tomada de decisões em situações reais. Além disso, pode ser definida como um recurso indispensável, uma vez que se apresenta como estratégia para a tomada racional de decisões gerenciais, substituindo as decisões empíricas geralmente utilizadas em diversos cenários. Essas ações demonstram a flexibilidade da técnica, que pode ser adaptada a qualquer tipo de situação, desde que haja dados numéricos sobre o processo específico.

A constante busca por aperfeiçoamento, por melhor lucratividade e minimização de custos leva as empresas a buscarem auxílio na gestão com a PO. De acordo com Prado (1999), é uma ciência objetiva que ajuda no processo de tomada de decisões. Já para Loesch e Hein (1999), com essa ciência é possível montar uma estrutura com processos e um conjunto de alternativas, para fazer a previsão e comparação de custos, valores e eficiência.

Com o objetivo de determinar o melhor curso de ação a ser seguido, a Pesquisa Operacional busca resolver conflitos de interesses, procurando a solução ótima que maximize os lucros e reduza os custos, levando em consideração os recursos disponíveis e as limitações

presentes no processo. Em particular, a Pesquisa Operacional auxilia em resoluções de problemas que se apresentam em diferentes segmentos, por meio de técnicas e modelos matemáticos, otimizando processos, obtendo menores custos, melhoras no nível de serviços e planejamento estratégico.

A PO para Bronson (1985, p. 6) é tanto uma arte como uma ciência: “à arte reside na habilidade de exprimir os conceitos de eficiente e de escasso por meio de um modelo matemático bem definido para uma determinada situação; a ciência consiste na dedução de métodos computacionais para solucionar tais modelos”.

Andrade (2002, p. 1) definiu a PO como um “ramo da ciência administrativa que fornece instrumentos para a análise de decisões e ainda menciona uma característica importante desta ciência, que é a utilização de modelos, o que facilita no processo de análise de decisão, pois esta abordagem permite a experimentação”.

Em ambas as definições, se observa a habilidade que as empresas encontram nos processos de tomada de decisão utilizando métodos de Pesquisa Operacional, permitindo testar e avaliar uma decisão antes de sua implementação, e a implicação dessa ciência na alocação eficiente de recursos, onde os recursos são geralmente escassos ou caros.

Hillier e Lieberman (2010, p. 4) mencionam exemplos de aplicação da Pesquisa Operacional como uma abordagem para resolver problemas de otimização:

- maximizar as operações de produção nas fábricas químicas para atingir os objetivos de produção (elevar quantidade e qualidade, por exemplo) a um custo mínimo;
- otimizar o desenho de uma rede de transporte rodoviário e suas rotas, isto é, entregar mais em menos tempo;
- maximizar o lucro na alocação de tipos de aeronaves em voos domésticos. Em outras palavras, decidir quantos e quais tipos tamanhos de aviões fariam tais voos minimizando o desperdício de recursos (lugares disponíveis, pessoas, combustível etc.);
- programar a escala de funcionários para fornecer um nível de atendimento ao cliente adequado a um custo mínimo.

Lachtermacher (2009, p. 2) relaciona uma série de situações na qual a PO pode ajudar no processo de decisão, sendo elas: problemas de otimização de recursos; problemas de localização; problemas de roteirização; problemas de carteiras de investimentos; problemas de alocação de pessoas; problemas de previsão de planejamento; problemas de alocação de verbas de mídia.

A tomada de decisão é uma condição inerente à vida humana, especialmente nos processos organizacionais, e envolve o uso de modelos matemáticos para desenvolver simulações. Essas simulações utilizam diversos métodos de resolução, como o Método Simplex, com o objetivo de encontrar a solução ótima. Nesse contexto, a ferramenta *Solver* desempenha um papel fundamental.

Fontana (2022) ressalta que ao mesmo tempo que as tecnologias digitais avançam, cresce também a quantidade de informações, sendo assim impossível englobar todos os dados. Lachtermacher (2007) afirma que o ideal é analisar apenas as informações relevantes, para modelar a situação e posteriormente, verificar a fundo.

O problema abordado neste artigo é relativo a uma Academia na cidade onde os estudantes, participantes da pesquisa, vivem. Vale mencionar que no Brasil, o sedentarismo e a obesidade são mais frequentes na população de menor escolaridade e conseqüentemente, as

peças com menor renda, onde a condição econômica mostra um número maior de doenças relacionadas a essa patologia. Com isso, segundo Del Duca *et al.* (2009), percebe-se na população brasileira relação direta entre o nível econômico e a inatividade física. Esse dado traz a importância que a atividade física tem na nossa saúde, muitas vezes a pessoa não tem potencial econômico para investir em uma academia, mas existem formas alternativas para não ser refém do sedentarismo, hoje inclusive há praças públicas com equipamentos disponíveis gratuitamente para a comunidade.

O papel da academia é suprir a falta da prática de atividades físicas, com o benefício de um serviço especializado, com orientação. Segundo Vargas (1998), há um crescimento urbano desordenado e rápido, sem uma estrutura adequada, e o modo de vida do homem sofreu transformações, não só na vida pessoal, profissional, mas também nas políticas sociais, sendo que um dos aspectos atingidos são as atividades físicas em geral.

A academia é o melhor ambiente para dar início as atividades físicas, pois é um espaço com estrutura apropriada e com profissionais especializados. Para as pessoas que não conseguem a motivação necessária para fazer as atividades físicas por conta própria tem o incentivo financeiro, visto que por ser pago deve se aproveitar ao máximo. Os treinos na academia ajudam a buscar seus objetivos com mais foco e concentração uma vez que quem busca essa atividade busca melhorias na saúde, aprimorar condicionamento físico ou um padrão estético.

Barbosa e Zanardini (2014, pp. 26-30) falam em problemas de otimização, referem-se àqueles em que se quer maximizar (aumentar) ou minimizar (diminuir) uma função (podendo ser uma função de receita, custo, demanda, produção, entre outras). Nessas situações é preciso levantar a função objetivo e, também, as restrições que o sistema analisado apresenta.

A função objetivo em Programação Linear remete no sentido de maximizar o lucro ou minimizar o custo. É importante ressaltar que, nos problemas de Programação Linear, a função objetivo e as restrições são sempre equações ou inequações lineares. Nesse contexto matemático, os problemas ficam com sua linguagem modificada, ou seja, passam para a linguagem Matemática.

Desse modo, a função objetivo pode ser escrita nas duas formas apresentadas a seguir:

1. Se o problema for maximizar  $z$ :

$$\max z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$$

2. Se o problema for minimizar  $z$ :

$$\min z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$$

Como referido no item 1 e 2, esse aspecto matemático em Programação Linear, que pode causar estranheza aos não matemáticos, pois a minimização de uma função  $z$  é equivalente à maximização dessa função em sua versão negativa  $-z$ . Em ambos os casos,  $c_1, c_2, \dots, c_n$  são números Reais, e  $x_1, x_2, \dots, x_n$  são as variáveis do problema. Nos problemas de Programação Linear, além da função objetivo, que consiste em uma expressão Matemática que representa a meta a ser alcançada, também as restrições estão nesse formato.

Para o melhor entendimento do conceito de restrições, toma-se como exemplo uma indústria de laticínios que deseja otimizar a sua produção, maximizando o lucro. Nesse caso, as limitações de ordem prática encontradas para fazer a otimização da produção (função objetivo) constituem as restrições do problema em Programação Linear, que são: quantidade disponível de matéria-prima; capacidade do setor produtivo; mão de obra; limitações no preço.

Entretanto, em outros problemas de Programação Linear, podem existir diferentes limitações, tais como limitações de localidade ou de espaço físico e distância entre localizações. Nesse contexto, encontram-se as seguintes situações:

- um agricultor que deseja plantar diversas culturas, mas que tem um limite de espaço a ser cultivado, ou seja, uma restrição;
- um investidor que deseja diversificar suas aplicações, mas que possui apenas certa quantia a ser aplicada, isto é, tem uma restrição de capital;
- uma transportadora que tem como objetivo otimizar as entregas, mas que pode contar apenas com determinado número de veículos, o que significa uma restrição de quantidade disponível (de veículos).

No cenário das restrições, encontram-se as restrições de igualdade ou as de desigualdade, nas quais são representadas nas equações e inequações a seguir:

### 3. Restrição de igualdade (equação):

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n = b_1$$

### 4. Restrições de desigualdade (inequações):

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1$$

ou

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \geq b_1$$

A forma geral ou padrão de um problema de Programação Linear é caracterizada pela padronização com o objetivo de facilitar o entendimento conforme abaixo:

$$\begin{array}{l} \max z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \\ s. a. \left\{ \begin{array}{l} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq b_2 \\ \vdots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq b_m \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0 \end{array} \right. \end{array}$$

Em que:

- $m$  e  $j = 1, 2, 3, \dots, n$ ;
- as variáveis  $x_1, x_2, \dots, x_n$  são escolhidas de forma que as restrições sejam satisfeitas e a função objetivo otimizada;
- o termo “s.a.”<sup>1</sup>;
- já os termos  $b_1, b_2, \dots, b_m$  são chamados parâmetros da função, nos quais se representam as limitações das restrições;
- as restrições  $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0$  são chamadas de restrições de não negatividade. Elas ocorrem, porque não se pode ter quantidades negativas de produtos ou de recursos.

<sup>1</sup> Significa “sujeito a”.

Com o intuito de ilustrar melhor as ideias apresentadas, será detalhado um exemplo de Programação Linear usando os conteúdos de Pesquisa Operacional em uma indústria (imaginária) de brinquedos.

Supondo que essa indústria fabrica dois modelos de veículos em miniatura: caminhonetes e esportivos. Para a fabricação dos brinquedos, as principais matérias-primas empregadas são o plástico e o alumínio. Nesse processo de fabricação ocorre o seguinte:

- o modelo esportivo consome 400 g de plástico e 300 g de alumínio;
- a caminhonete requer 700 g de plástico e 150 g de alumínio;
- a disponibilidade mensal de plástico é de 1 tonelada (t) e a disponibilidade mensal de alumínio é de 600 kg;
- o lucro unitário referente à caminhonete é de R\$ 12,00 e o lucro unitário referente ao modelo esportivo é de R\$ 15,00.

Suponha que toda a produção de miniaturas esportivas seja vendida e que a empresa consiga vender, por mês, no máximo 700 caminhonetes. Diante dessa situação, determine a quantidade de cada modelo que deve ser produzida de maneira que o lucro seja máximo.

Lembrando de que, para formular o problema, é preciso identificar quais são as variáveis, a função objetivo e as restrições.

Nesse problema, as variáveis são as quantidades de cada modelo a serem produzidas. Diz-se, então, que:  $x_1$  é a quantidade de caminhonetes;  $x_2$  é a quantidade de modelos esportivos.

Com as informações transpostas para a linguagem matemática, se pode facilmente obter a função objetivo. Veja: como o lucro unitário referente à caminhonete é de R\$ 12,00 e o lucro unitário referente ao modelo esportivo é de R\$ 15,00, para obter o lucro total, denotado por  $z$ , basta multiplicar os lucros unitários pelas respectivas quantidades que serão produzidas, ou seja:

$$z = 12x_1 + 15x_2$$

Como o objetivo é obter o lucro máximo, a função objetivo é dada por:

$$\max z = 12x_1 + 15x_2$$

Com isso, é importante ressaltar que o lucro unitário é a diferença entre o preço de venda praticado pela empresa e o custo de produção de cada item.

Para determinar quais são as restrições do problema, primeiro necessita-se verificar quais são os fatores que limitam a produção. No caso dessa fábrica de brinquedos, as restrições se referem às quantidades disponíveis de plástico e de alumínio. Há também uma restrição em relação à quantidade máxima de caminhonetes que poderá ser comercializada. O número de restrições para esse problema é, portanto, igual a três.

Na formulação matemática, se pode escrever a primeira restrição, a referente à quantidade de plástico que será consumida, como:

$$0,7x_1 + 0,4x_2 \leq 1.000$$

Nesse cômputo, se tem a quantidade consumida de plástico na fabricação de caminhonetes, pois sabe-se que a produção de uma caminhonete de brinquedo requer 700 g de plástico (0,7 kg), enquanto cada modelo esportivo requer 400 g de plástico (0,4 kg). Para saber o total de plástico que será utilizado na produção, basta multiplicar 0,7 por  $x_1$  e 0,4 por  $x_2$  e, em seguida, somar essas quantias, obtendo a expressão:



$$0,7x_1 + 0,4x_2$$

Como a quantidade máxima de plástico que a indústria tem disponível é 1 tonelada (1.000 kg), a soma  $0,7x_1 + 0,4x_2$  não pode ultrapassar essa quantidade. Por esse motivo, escreve-se que  $0,7x_1 + 0,4x_2$  tem de ser menor ou igual a 1.000, ou seja:

$$0,7x_1 + 0,4x_2 \leq 1.000$$

Da mesma maneira, se pode obter a segunda restrição, a referente ao consumo de alumínio. Como a caminhonete requer 150 g de alumínio (0,15 kg) e o modelo esportivo requer 300 g (0,3 kg) de alumínio, tem-se que o total de alumínio que será consumido na produção dos modelos é:

$$0,15x_1 + 0,3x_2$$

Sabendo que a disponibilidade mensal de alumínio é 600 kg, a segunda restrição fica assim:

$$0,15x_1 + 0,3x_2 \leq 600$$

Finalmente, a terceira restrição, relacionada à produção máxima de caminhonetes, é dada por:

$$x_1 \leq 700$$

Portanto, a formulação do problema de PL proposto a que se chega é dada como:

$$\begin{aligned} \max z &= 12x_1 + 15x_2 \\ \text{s.a.} &\begin{cases} 0,7x_1 + 0,4x_2 \leq 1.000 \\ 0,15x_1 + 0,3x_2 \leq 600 \\ x_1 \leq 700 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases} \end{aligned}$$

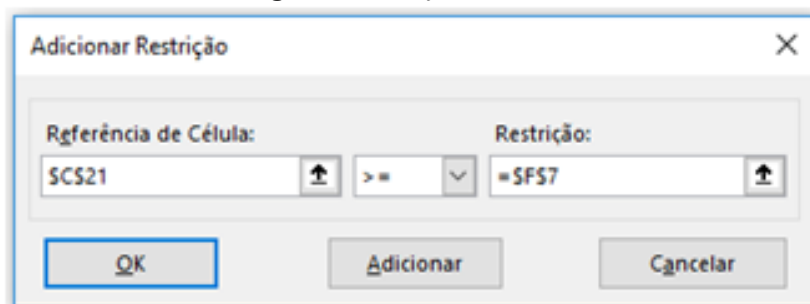
O *software* utilizado para a elaboração e solução da situação-problema foi a ferramenta *Solver* do *Excel* (Método Simplex). Segundo Moreira (2007, p. 61), “o Método Simplex é uma metodologia que envolve uma sequência de cálculos repetitivos por meio dos quais é possível chegar à solução de um problema de Programação Linear”. Para Goldbarg (2000, p. 82), “o Método Simplex é um algoritmo<sup>2</sup> que utiliza um ferramental baseado na álgebra linear para determinar, por um método iterativo, a solução ótima de um problema de Programação Linear”.

No entendimento de Fontana, Nunes e Silva (2018), as metodologias de ensino são inúmeras, principalmente, com a vinda da internet e a dissipação das tecnologias da informação e comunicação, portanto cabe ao professor buscar conhecer a realidade de seus alunos, ampliando o conceito em sala de aula, possibilitando, assim, um processo de ensino e aprendizagem de forma a contribuir significativamente no sistema de ensino, para que os estudantes possam ter uma Aprendizagem Significativa. Nesse contexto, o uso de *softwares* para resolução de problemas contextualizados ou envolvendo situações empresariais é frequente a utilização de Programação Linear. Segundo Rodrigues e Santos (2013) o *Solver* é uma ferramenta que dispõe de grandes recursos dentro do *Excel* e permite realizar vários tipos de simulações em uma planilha.

<sup>2</sup> Segundo Goldbarg (2000, p. 82), um “algoritmo é um procedimento que termina em um número finito de operações (passos)”.

O *Solver* é executado a partir do *Excel*, onde foram incluídas as restrições do respectivo modelo, conforme Figura 1.

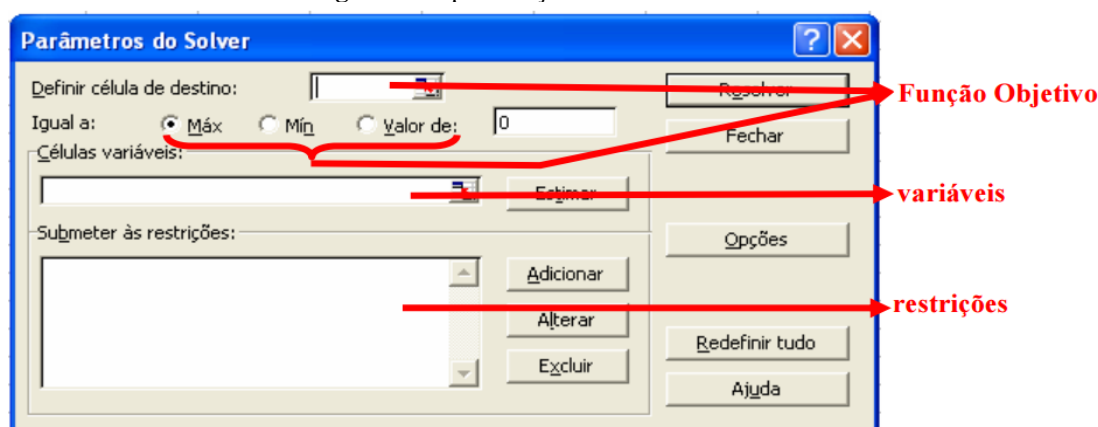
Figura 1: Restrições do *Solver*



Fonte: Adaptado de Goldberg (2000)

A Figura 2, representa as inclusões da função objetiva e, juntamente, as variáveis utilizadas no processo.

Figura 2: Especificação do modelo no *Solver*



Fonte: Adaptado de Goldberg (2000)

Em resumo, para cada situação utiliza-se uma ferramenta (procedimento) ou técnica, conforme as particularidades discernidas no contexto. Para que haja um aprendizado de qualidade, a escola ou as instituições de Ensino Superior devem ter ferramentas adequadas, professores capacitados para utilizá-las e oferecer cursos de aperfeiçoamento, para que, dessa forma, possam explorar da melhor maneira os recursos oferecidos pelos aplicativos e *softwares* disponíveis, sendo condição indispensável para permanecer na condição de mediador.

O uso deles permite a exploração de novas possibilidades pedagógicas e contribui para o aprimoramento do trabalho docente em sala de aula. Além de proporcionar o desenvolvimento integral do aluno, valorizando seu lado social, emocional e crítico, renova o processo ensino-aprendizagem e posiciona o aluno como sujeito do processo educativo.

Na academia se encontra uma enorme quantidade de atividades físicas diferentes, onde cada pessoa pode montar seu treino da forma que mais lhe agrada. Além disso, existem muitas possibilidades de exercícios, não apenas musculação, pode ser feito natação, pilates, funcional, ritmos, entre outras modalidades, isso permite a fácil adaptação para cada indivíduo.

De acordo com o médico Rodrigo Kaz (2019), médico ortopedista do CREB, (Centro de Reumatologia e Ortopedia Botafogo), é necessário um cuidado com a prática de exercícios físicos para evitar lesões pois exercícios podem aumentar o impacto do peso do corpo de três a cinco vezes. Segundo especialistas a maioria das lesões nos joelhos tem origem na atividade

atlética. Para o médico Kaz, a atividade física é muito importante para a saúde, mas deve ser feita sob orientação de profissionais e no menor sinal de dor é preciso procurar um especialista.

Cardoso (2021) cita que, no ano de 2019, a inatividade física ocorria com (12,9%) dos indivíduos, entre 18 e 24 anos, e com (31,8%) daqueles a partir de 65 anos, denotando maior inatividade física entre os idosos.

É visível a diferença que uma rotina com atividade física pode proporcionar, há uma melhora de qualidade de vida, de humor e mais disposição. Nos dias atuais pode ser observada uma rotina corrida em que o cuidado com a saúde acaba ficando em segundo plano. Segundo Papini (2009) a Organização Mundial de Saúde reitera que um estilo de vida sedentário dobra o risco de desenvolver doenças cardiovasculares, diabetes e obesidade, aumentando também o risco de desenvolver câncer de cólon e de mama, hipertensão, desordens lipídicas, osteoporose, depressão e ansiedade. Em matéria divulgada pelo site Correio Braziliense em 2021, os dados apontam que o sedentarismo é a causa de 5 milhões de mortes por ano no mundo.

Esses dados apontam para um cenário futuro em que as pessoas terão menos saúde. A academia que consegue satisfazer o usuário e o retém, se mantém ativa, proporcionando qualidade de vida. Utilizando a Pesquisa Operacional na gestão será possível direcionar-se para um campo de exploração que possibilite a ela a maximização de lucros, considerando as funcionalidades que se mostrarem mais vantajosas. Por meio da análise de dados e da aplicação prática da Pesquisa Operacional, é possível alcançar resultados significativos. Essa metodologia se baseia em teorias e integra quatro ciências fundamentais: Matemática, Economia, Estatística e Informática. Essas disciplinas são essenciais para o processo de análise e desempenham um papel crucial no auxílio à tomada de decisão.

### 3 Metodologia

A pesquisa realizada é de natureza aplicada, seguindo a definição de Gil (2005), com o objetivo de gerar conhecimento por meio da realização de procedimentos práticos, abordando problemas específicos e reais que sejam relevantes para os interessados. Para abordar o problema, foi adotada uma abordagem quantitativa, visando a maximização do lucro e utilizando a ferramenta *Solver*.

Seguindo a definição de Beuren (2012), a pesquisa quantitativa envolve a quantificação de dados, seja na coleta ou no tratamento, por meio de técnicas estatísticas. Em relação aos objetivos deste estudo, foi realizado um estudo exploratório para aprofundar o tema em questão, buscando esclarecer os procedimentos financeiros que visam à maximização do lucro por meio da aplicação da ferramenta *Solver*, e procurando encontrar melhores formas de atendimento dentro das restrições enfrentadas pela empresa. De acordo com Gil (2005), a pesquisa exploratória permite uma visão mais ampla da estrutura analisada, permitindo a alteração, elaboração e explicação das definições que estruturam o problema de pesquisa. Não é necessário criar hipóteses para testes, mas é importante obter informações sobre o tema estudado e estabelecer objetivos finais.

Quanto aos procedimentos, o trabalho foi desenvolvido por meio de um estudo de caso, conforme descrito por Gil (2005), com foco em um único evento e aprofundamento do problema de pesquisa. Beuren (2012) define o estudo de caso como a coleta de dados detalhados para compreender o evento como um todo. Além disso, a pesquisa documental também foi utilizada como um procedimento, baseado na análise de documentos que podem ser replicados (GIL, 2005). O estudo foi realizado com base em dados de uma academia que oferece serviços na área de saúde e estética, atendendo a diversos grupos etários e gêneros. A empresa está localizada na cidade de Garibaldi, na Serra Gaúcha. É importante mencionar que a empresa é

responsável por sua própria organização financeira, enquanto suas operações contábeis são realizadas por um escritório terceirizado.

Para a realização da análise, foram coletados dados por meio de uma entrevista conduzida na academia que participou da pesquisa. O objetivo principal dessa entrevista foi obter informações detalhadas sobre o funcionamento financeiro da academia e as condições de atendimento oferecidas aos clientes. Através desses dados, foi possível realizar uma análise aprofundada e embasar as conclusões do estudo. Para a análise desses dados, foi utilizada a Programação Linear, fazendo uso da função *Solver*.

#### 4 Formulação do problema e resultados

Este trabalho tem como objetivo explorar a aplicação da PO no contexto de uma academia, visando maximizar o seu desempenho. Durante o período de verão, a academia enfrenta um desafio devido à alta demanda, onde o espaço disponível se torna insuficiente para acomodar todas as atividades físicas, o que resulta em dois obstáculos a serem superados.

O primeiro obstáculo consiste na necessidade de controlar o número de alunos matriculados, de forma a garantir que não ultrapassem a capacidade da academia. É importante encontrar um equilíbrio entre a quantidade de alunos e a capacidade de atendimento, de modo a evitar problemas de superlotação que possam comprometer a qualidade dos serviços prestados. Ao mesmo tempo, é essencial garantir que essa restrição não comprometa a receita da empresa, pois a manutenção de um fluxo de receitas adequado é fundamental para a sustentabilidade financeira da academia.

O segundo obstáculo está relacionado à necessidade de gerenciar o número de matrículas em cada modalidade oferecida pela academia. É importante evitar que o número de matrículas em determinadas modalidades exceda a capacidade máxima estabelecida para cada uma delas. Dessa forma, é possível garantir um ambiente adequado para a prática das atividades e proporcionar uma experiência satisfatória aos alunos.

Por meio da aplicação da PO, busca-se encontrar soluções eficientes e otimizadas para enfrentar esses obstáculos, considerando as restrições e objetivos da academia. Com o uso de técnicas e modelos matemáticos, é possível tomar decisões embasadas em dados e evidências, auxiliando na gestão eficaz dos recursos disponíveis e no alcance de um melhor desempenho da academia como um todo.

Estabeleceu-se as variáveis de decisão que representam cada modalidade física oferecida na academia, conforme segue:

$x_1$  = Números de alunos de Musculação

$x_2$  = Números de alunos de Dança

$x_3$  = Números de alunos de Personal

$x_4$  = Números de alunos de Alongamento

$x_5$  = Números de alunos de Ginástica

Na sequência, a Programação Linear foi utilizada para otimizar uma função linear de variáveis, que é chamada de função objetivo, e tem a finalidade de maximizar o rendimento da empresa de academia. Na Tabela 1, apresenta-se os valores fornecidos pela empresa de cada modalidade no processo produtivo e, também, a proprietária relata que o espaço da academia suporta 50 pessoas no período noturno.

**Tabela 1:** Receita de cada atividade por aluno

| Modalidade  | Receita por aluno | Capacidade máxima |
|-------------|-------------------|-------------------|
| Musculação  | R\$ 100,00        | 40                |
| Dança       | R\$ 100,00        | 10                |
| Personal    | R\$ 150,00        | 4                 |
| Alongamento | R\$ 100,00        | 10                |
| Ginástica   | R\$ 100,00        | 10                |

Fonte: Dados da pesquisa

A soma das receitas, multiplicadas pela quantidade de alunos que realizaram a atividade irá resultar na receita total da academia no período. Para isso segue a função objetivo que maximizará essa receita.

$$\text{Max } Z = 100x_1 + 100x_2 + 150x_3 + 100x_4 + 100x_5$$

O problema formulado possui sete restrições que são tipicamente limitantes, pois envolvem quantidade de recursos disponíveis, requisitos contratuais para a produção e atendimento de demandas. Essas restrições também podem ser de ordem natural, como, por exemplo, os estoques, que ao final do mês é o resultado do estoque inicial mais o que foi produzido, menos o que foi vendido no mesmo mês (Marins, 2011).

A proprietária salienta que as modalidades de Alongamento e Ginástica usam o espaço físico e conseqüentemente os mesmos professores, em conseqüência disso a capacidade máxima de alunos frequentadores da academia quando analisados em conjunto, não pode ultrapassar a 16 alunos, motivo este de não conseguir fazer um bom trabalho perante os alunos.

As restrições são limitações para os valores das variáveis de decisão e, de acordo com Hillier e Lieberman (2013), tem que ser representadas matematicamente em desigualdades ou em equações, conforme segue:

1) A primeira restrição é relacionada a quantidade máxima de alunos (cinquenta) que a empresa está capacitada a receber no período. Para isso foi elaborada a seguinte restrição:

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 \leq 50$$

2) A segunda restrição diz respeito a quantidade de alunos (quarenta) da Musculação que a empresa está capacitada a receber.

$$x_1 \leq 40$$

3) A terceira restrição diz respeito a quantidade de alunos (dez) de Dança que a empresa está capacitada a receber.

$$x_2 \leq 10$$

4) A quarta restrição diz respeito a quantidade de alunos (quatro) para cada Personal que a empresa está capacitada a receber.

$$x_3 \leq 4$$

5) A quinta restrição diz respeito a quantidade de alunos (dez) de Alongamento que a empresa está capacitada a receber.

$$x_4 \leq 10$$

6) A sexta restrição diz respeito a quantidade de alunos (dez) de Ginástica que a empresa está capacitada a receber.

$$x_5 \leq 10$$

7) A sétima restrição diz respeito a quantidade de alunos (dezesesseis) de Alongamento e Ginástica que a empresa está capacitada a receber, porém as duas modalidades ocupam o mesmo espaço físico.

$$x_4 + x_5 \leq 16$$

É importante ressaltar que, nos problemas de Programação Linear, a função objetivo e as restrições são sempre equações ou inequações lineares. Nesse contexto matemático, os problemas ficam com sua linguagem modificada, ou seja, passam para a linguagem Matemática.

Desse modo, a representação matemática geral da função objetivo e das restrições pode ser escrita no seguinte modo:

$$\text{Max } Z = 100x_1 + 100x_2 + 150x_3 + 100x_4 + 100x_5$$

$$\text{Sujeito a restrições: } \left\{ \begin{array}{l} x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 \leq 50 \\ x_1 \leq 40 \\ x_2 \leq 10 \\ x_3 \leq 4 \\ x_4 \leq 10 \\ x_5 \leq 10 \\ x_4 + x_5 \leq 16 \\ x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 \geq 0 \\ \text{(variáveis de não negatividade)} \end{array} \right.$$

De um modo geral, Moreira (2007), Andrade (2011), Hillier e Lieberman (2013) e Barbosa e Zanardini (2014), colocam que há vários métodos algébricos para a solução de um modelo matemático, principalmente, por meio de *softwares* específicos.

Para a resolução do problema utilizou-se a ferramenta *Solver* do Microsoft *Excel* que remete os relatórios gerados pelo sistema. Na Figura 3, segue os dados do problema inseridos no processo.

Observando a Figura 3, percebe-se que as variáveis de decisão com os respectivos valores estão colocadas na segunda linha com as colunas B, C, D, E e F. Com os dados já descritos na planilha agora será parametrizado a ferramenta *Solver*. Na linha 16 aparecerá a quantidade de pessoas em cada modalidade. Também na coluna I, aparecem os valores de cada restrição, como por exemplo, 50 alunos que é o total das cinco modalidades.

O total da receita bruta é o somatório da solução de cada variável vezes o coeficiente dela, conforme segue a fórmula:

$$= B16 * B2 + C16 * C2 + D16 * D2 + E16 * E2 + F16 * F2$$

**Figura 3:** Dados do problema no Microsoft Office Excel

|    | A                    | B             | C        | D           | E              | F            | G | H | I             |
|----|----------------------|---------------|----------|-------------|----------------|--------------|---|---|---------------|
| 1  |                      | X1 Musculação | X2 Dança | X3 Personal | X4 Alongamento | X5 Ginástica |   |   |               |
| 2  | Max Z (F. Obj.)      | 100           | 100      | 150         | 100            | 100          |   |   |               |
| 3  |                      |               |          |             |                |              |   |   |               |
| 4  | Sujeito a Restrições |               |          |             |                |              |   |   | Limites       |
| 5  |                      |               |          |             |                |              |   |   |               |
| 6  |                      | 1             | 1        | 1           | 1              | 1            | ≤ | 0 | 50            |
| 7  |                      | 1             | 0        | 0           | 0              | 0            | ≤ | 0 | 40            |
| 8  |                      | 0             | 1        | 0           | 0              | 0            | ≤ | 0 | 10            |
| 9  |                      | 0             | 0        | 1           | 0              | 0            | ≤ | 0 | 4             |
| 10 |                      | 0             | 0        | 0           | 1              | 0            | ≤ | 0 | 10            |
| 11 |                      | 0             | 0        | 0           | 0              | 1            | ≤ | 0 | 10            |
| 12 |                      | 0             | 0        | 0           | 1              | 1            | ≤ | 0 | 16            |
| 13 |                      |               |          |             |                |              |   |   |               |
| 14 |                      |               |          |             |                |              |   |   |               |
| 15 |                      | Solução       |          |             |                |              |   |   | Receita Bruta |
| 16 |                      | 0             | 0        | 0           | 0              | 0            |   |   | 0             |

**Fonte:** Dados da pesquisa

As fórmulas descritas na Tabela 2, decorrem elementos da Figura 3, que são representadas pela solução de cada variável multiplicando o coeficiente respectivo dela, em outras palavras, da coluna H6 até H12.

**Tabela 2:** Linha/Fórmula

|          |   |
|----------|---|
| Linha 6  | $= \$B\$16 * B6 + \$C\$16 * C6 + \$D\$16 * D6 + \$E\$16 * E6 + \$F\$16 * F6$      |
| Linha 7  | $= \$B\$16 * B7 + \$C\$16 * C7 + \$D\$16 * D7 + \$E\$16 * E7 + \$F\$16 * F7$      |
| Linha 8  | $= \$B\$16 * B8 + \$C\$16 * C8 + \$D\$16 * D8 + \$E\$16 * E8 + \$F\$16 * F8$      |
| Linha 9  | $= \$B\$16 * B9 + \$C\$16 * C9 + \$D\$16 * D9 + \$E\$16 * E9 + \$F\$16 * F9$      |
| Linha 10 | $= \$B\$16 * B10 + \$C\$16 * C10 + \$D\$16 * D10 + \$E\$16 * E10 + \$F\$16 * F10$ |
| Linha 11 | $= \$B\$16 * B11 + \$C\$16 * C11 + \$D\$16 * D11 + \$E\$16 * E11 + \$F\$16 * F11$ |
| Linha 12 | $= \$B\$16 * B12 + \$C\$16 * C12 + \$D\$16 * D12 + \$E\$16 * E12 + \$F\$16 * F12$ |

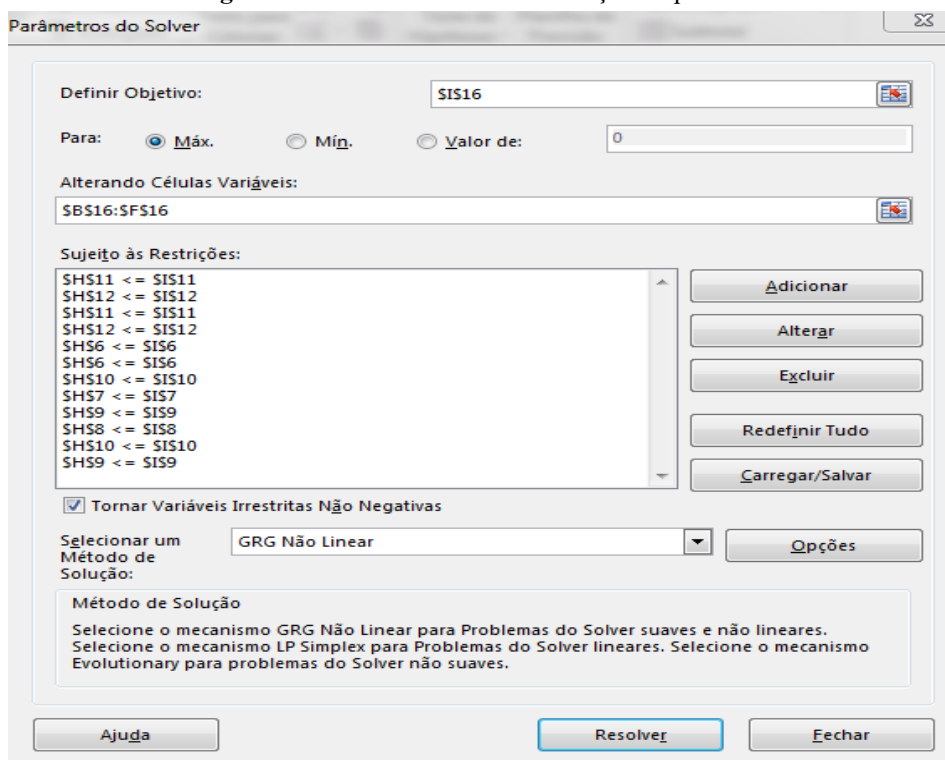
**Fonte:** Dados da pesquisa

A solução do modelo encontrada, utilizando a ferramenta *Solver* (parâmetros do *Solver*), segundo a narrativa do aluno: “após inseridas todas as informações no *Solver*, o último passo consistiu em clicar no botão resolver desta forma, se realizou a otimização alterando as variáveis, respeitando as restrições”, conforme Figura 4.

Na Figura 5, foram incluídas as restrições do problema propriamente e também a inserção do símbolo menor igual.

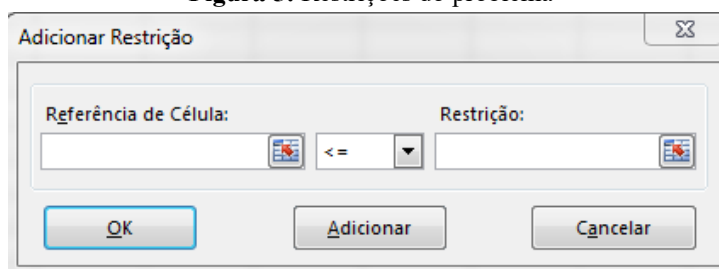
Com o modelo de otimização desenvolvido e executado com a ferramenta *Solver*, obteve-se os resultados que são apresentados na Figura 6.

**Figura 4:** Janela do *Excel* com a solução do problema



Fonte: Dados da pesquisa

**Figura 5:** Restrições do problema



Fonte: Dados da pesquisa

**Figura 6:** Janela do *Excel* com a solução do problema

|    | A                    | B             | C        | D           | E              | F            | G | H  | I             |
|----|----------------------|---------------|----------|-------------|----------------|--------------|---|----|---------------|
| 1  |                      | X1 Musculação | X2 Dança | X3 Personal | X4 Alongamento | X5 Ginástica |   |    |               |
| 2  | Max Z (F. Obj.)      | 100           | 100      | 150         | 100            | 100          |   |    |               |
| 3  |                      |               |          |             |                |              |   |    |               |
| 4  | Sujeito a Restrições |               |          |             |                |              |   |    | Limites       |
| 5  |                      |               |          |             |                |              |   |    |               |
| 6  |                      | 1             | 1        | 1           | 1              | 1            | ≤ | 50 | 50            |
| 7  |                      | 1             | 0        | 0           | 0              | 0            | ≤ | 20 | 40            |
| 8  |                      | 0             | 1        | 0           | 0              | 0            | ≤ | 10 | 10            |
| 9  |                      | 0             | 0        | 1           | 0              | 0            | ≤ | 4  | 4             |
| 10 |                      | 0             | 0        | 0           | 1              | 0            | ≤ | 8  | 10            |
| 11 |                      | 0             | 0        | 0           | 0              | 1            | ≤ | 8  | 10            |
| 12 |                      | 0             | 0        | 0           | 1              | 1            | ≤ | 16 | 16            |
| 13 |                      |               |          |             |                |              |   |    |               |
| 14 |                      |               |          |             |                |              |   |    |               |
| 15 |                      | Solução       |          |             |                |              |   |    | Receita Bruta |
| 16 |                      | 20            | 10       | 4           | 8              | 8            |   |    | 5200          |

Fonte: Dados da pesquisa



De acordo com o resultado apresentado na Figura 6, observa-se que a solução determinou uma receita bruta de R\$ 5.200,00, para a melhor ocupação segundo as modalidades e quantidades estabelecidas: Musculação (20 clientes), Dança (10 clientes), Personal (4 clientes), Alongamento (8 clientes), Ginástica (8 clientes). Assim este trabalho teve como objetivo apresentar, mediante a Programação Linear o melhor retorno financeiro da respectiva academia.

## 5 Considerações Finais

O desenvolvimento deste trabalho possibilitou a elaboração de atividades de ensino voltadas para o estudo da Pesquisa Operacional, que combina o uso de recursos tecnológicos com problemas relacionadas ao dia a dia.

Considera-se de extrema importância a aplicação da ferramenta *Solver* na PO para a tomada racional de decisões e o uso do recurso em nível gerencial. A estreita relação entre os setores de planejamento e execução é fundamental para mapear as restrições envolvidas no procedimento em questão, de forma a alinhar o modelo matemático com a realidade, tornando a proposta cada vez mais aderente e eficiente. Isso resultou na maximização da receita de uma academia localizada na Serra Gaúcha, o que possibilitou aos estudantes uma relação entre a teoria e a prática.

Os resultados apresentados demonstram que, por meio de um modelo de Programação Linear, foi possível encontrar uma solução que atende às restrições da academia, levando em consideração a capacidade e a limitação de espaço, resultando em uma redução significativa nos custos de manutenção. Além disso, o estudo cumpriu seu objetivo inicial, oferecendo uma excelente oportunidade de aplicação dos conceitos abordados na disciplina de PO e permitindo a interação com a organização/academia.

Portanto, podemos inferir que a Pesquisa Operacional é uma ferramenta eficaz que auxilia no processo de tomada de decisão em um mercado cada vez mais competitivo. A resolução do problema em questão permitiu a compreensão da diversidade e complexidade das interações entre seres humanos, empresas e sociedade, visando obter um melhor entendimento sobre sustentabilidade e qualidade de vida. Além disso, proporcionou aos alunos do curso uma compreensão sistêmica que contribui para a tomada de decisões adequadas em diversos cenários. Essa abordagem possibilita uma melhor gestão de recursos e uma busca contínua pela melhoria dos resultados em termos de eficiência e eficácia.

## Referências

- Andrade, E. L. (2002). *Introdução à Pesquisa Operacional: métodos e modelos para análise de decisões*. (3. ed.). Rio de Janeiro, RJ: LTC.
- Andrade, E. L. (2011). *Introdução à Pesquisa Operacional: métodos e modelos para análise de decisões*. (4. ed.). Rio de Janeiro, RJ: LTC.
- Arenales, M.; Armentano, V.; Morabito, R.; Yanasse, H. (2011). *Pesquisa Operacional*. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, Abepro.
- Barbosa, M. A. & Zanardini, R. A. D. (2014). *Iniciação à Pesquisa Operacional no ambiente de gestão*. (2. ed., atual. e ampl.). Curitiba, PR: Intersaberes.
- Beuren, I. M. (2012). *Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade: teoria e prática*. (3. ed.). São Paulo, SP: Atlas.

- Bodanese, R. E.; Oliveira, J. A.; Scalabrin, I. & Mores, C. J. (2005). Teoria das restrições, pesquisa operacional e programação linear, estudo de caso com utilização do *solver*. In: *Anais do Congresso Brasileiro de Custos — ABC*. (pp. 1-13). Florianópolis, SC.
- Boer, R. L. V. (2010). *Proposta de um modelo para avaliação do impacto da variabilidade dos processos produtivos sobre a eficiência global de equipamentos e seus desdobramentos no contexto da gestão do posto de trabalho*. 146f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas). Universidade do Vale do Rio dos Sinos. São Leopoldo, RS.
- Bronson, R. (1985). *Pesquisa Operacional*. Tradução de B. S. S. Filho & O. G. P. Bravo. São Paulo, SP: McGraw-Hill.
- Cardoso, V. M. (2021). *Narrativa da trajetória de vida sobre o envolvimento com a atividade física de idosos fisicamente ativos*. 73f. Dissertação (Mestrado em Atividade Física, Saúde e Lazer). Universidade de São Paulo. São Paulo, SP.
- Correio Braziliense (2021). *Sedentarismo é a causa de 5 milhões de mortes por ano no mundo*. Disponível em: <https://www.correiobraziliense.com.br/ciencia-e-saude/2021/07/4939255-sedentarismo-e-a-causa-de-5-milhoes-de-mortes-por-ano-no-mundo.html>. Acesso em: 24 nov. 2022.
- Del Duca, G. F.; Rombaldi, A. J.; Knuth, A. G.; Azevedo, M. R.; Nahas, M. V. & Hallal, P. C. (2009). Associação entre nível econômico e inatividade física em diferentes domínios. *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde*, 14(2), 123-131.
- Fontana, A. (2022). *Aprendizagem Significativa e a Modelagem Matemática: contribuições para o enfrentamento de situações problema empresariais no ensino superior*. 290f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade Luterana do Brasil. Canoas, RS.
- Fontana, V. S.; Nunes, V. B. & Silva, J. M. (2018). Programação Linear com o uso do Excel e do *Solver*: uma abordagem aplicada no Ensino Médio. *Dimensão Acadêmica*, 3(1), 77-93.
- Gil, A. C. (2005). *Como elaborar projetos de pesquisa*. (4. ed.). São Paulo, SP: Atlas.
- Gil, A. C. (2012). *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. (6. ed.). São Paulo, SP: Atlas.
- Goldbrarg, M. C. (2000). *Otimização Combinatória e programação linear: modelos e algoritmos*. Rio de Janeiro, RJ: Campus.
- Hillier, F. & Lieberman, G. (2013). *Introdução à Pesquisa Operacional*. (9. ed.). Porto Alegre, RS: Amgh.
- Hillier, F. S. & Lieberman, G. J. (2010). *Introdução à Pesquisa Operacional*. São Paulo, SP: McGrawHill.
- Horgren, C. T. (1978). *Contabilidade de custos: um enfoque administrativo*. São Paulo, SP: Atlas.
- Silva, M. da; Silva, R. R. da; Júnior, V. U. (2020). *Pesquisa operacional aplicada na maximização de receita em uma academia de ginástica*. Belo Horizonte, MG: FACESM; FAPEMIG.
- Kaz, R. Centro de Reumatologia e Ortopedia Botafogo de Dr. Rodrigo Kaz. (2019). *Exercício físico em academias: é preciso ter cuidado com possíveis lesões*. Disponível em: <https://www.creb.com.br/news/exercicio-fisico-em-academias-e-preciso-ter-cuidado-com-possiveis-lesoes>. Acesso em: 30 de out. de 2022.

- Klippel, A. F.; Antunes, J. A. V.; Klippel, M. & Jorge, R. R. (2003). Estratégia de produção dos postos de trabalho: um estudo de caso na indústria de alimentos. *Anais do XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção* (p. 1-08). Ouro Preto, MG.
- Lachtermacher, G. (2009). *Pesquisa Operacional na tomada de decisões*. (4. ed.). São Paulo, SP: Prentice Hall.
- Lachtermacher, G. (2007). *Pesquisa Operacional na tomada de decisões*. Rio Janeiro, RJ: Campus.
- Loesch, C. & Hein, N. (1999). *Pesquisa operacional: fundamentos e modelos*. Blumenau, SC: FURB.
- Marins, F. A. S. (2011). *Introdução à Pesquisa Operacional*. São Paulo, SP: UNESP.
- Moreira, D. A. (2010). *Pesquisa Operacional: Curso Introductorio*. São Paulo, SP: Thomson Learning.
- Papini, C. B. (2009). *Associações entre nível, oferta de atividade física no trabalho e atividade física de lazer*. 112 f. Dissertação (Mestrado Ciências da Motricidade). Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, SP.
- Prado, D. (1999). *Programação linear*. Belo Horizonte, MG: Editora de Desenvolvimento Gerencial.
- Rodrigues, E. C. N. & Santos, Y. B. I. (2013). Aplicação da programação linear na minimização dos custos de produção em uma indústria de processamento de açaí de pequeno porte no município de Belém. In: *Anais do XX Simpósio de Engenharia de Produção* (p. 66-79). Pará, PA.
- Shamblin, J. E. & Stevens Jr., G.T. (1979). *Pesquisa Operacional: uma abordagem básica*. Tradução de C. R. V. Araújo. São Paulo, SP: Atlas.
- Silva, D. M.; Silva, M. N. M.; Ferreira, T. P.; Silva, J. Cruz & Escarpini F. R. S. (2019). Aplicação de roteirização por meio da Pesquisa Operacional para redução de custos uma empresa em Penedo-AL. *Anais do XI Simpósio de Engenharia de Produção de Sergipe* (p. 11-23). São Cristóvão, SE.
- Vargas, A. L. S. (1998). *Reflexões sobre o corpo*. Rio de Janeiro, RJ: Sprint.