



ConBRepro

XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

I CIGELUBRA

Congresso Internacional de Gestão e Engenharia Luso-Brasileiro

04 a 06 de dezembro de 2024

Energias Limpas nas Engenharias

OTIMIZAÇÃO DE RECURSOS EM PEQUENOS NEGÓCIOS DE BELEZA: ESTRATÉGIAS PARA MAXIMIZAR LUCROS

Anna Luiza de Camargo Silva

Engenharia de Produção – Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR)

Juliana Gregório de Melo

Engenharia de Produção – Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR)

Larissa Alves da Silva

Engenharia de Produção – Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR)

Samyra de Oliveira Gomes

Engenharia de Produção – Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR)

Camila Matos

Engenharia de Produção – Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR)

Resumo: O crescimento e a rentabilidade em pequenos negócios de beleza, como salões de trançistas, dependem da gestão eficiente de recursos limitados. Para uma trançista prosperar nesse setor competitivo é crucial adotar estratégias eficientes e controlar eficazmente seus recursos disponíveis. Nesse contexto, a pesquisa operacional se destaca como uma ferramenta valiosa para auxiliar na tomada de decisões estratégicas, auxiliando na tomada de decisões que maximizem o lucro. Este artigo apresenta um estudo de caso aplicado aos serviços de uma trançista, no qual o Método Simplex, implementado pelo suplemento Solver do Microsoft Excel, foi utilizado para encontrar a combinação ideal de serviços que maximize o lucro dentro das restrições de insumos (como pomada, liguinhas e anéis) e tempo disponível. Para isso, a metodologia envolveu a coleta de dados sobre a demanda e os materiais necessários para os serviços oferecidos, permitindo a construção de um modelo matemático e utilização do Solver do Excel para otimizar a função objetivo. Os resultados evidenciam a importância de controlar rigorosamente certos insumos críticos, como pomada e anéis, enquanto outros materiais apresentam margem ociosa que não limita o lucro. Conclui-se que a aplicação de técnicas de PO em pequenos negócios do setor de beleza é eficaz para maximizar a lucratividade e fornece uma base sólida para decisões estratégicas.

Palavras-chave: Otimização, Método Simplex, Trançista, Setor de beleza.

Resource Optimization in Small Beauty Businesses: Strategies for Maximizing Profits

Abstract: Growth and profitability in small beauty businesses, such as hair braiding salons, depend on the efficient management of limited resources. For a braider to thrive in this competitive sector, it is crucial to adopt effective strategies and efficiently control available resources. In this context, operations research stands out as a valuable tool to assist in strategic decision-making and help maximize profit. This article presents a case study applied to a braider's services, where the Simplex Method, implemented using the Microsoft Excel Solver add-in, was used to find the optimal combination of services to maximize profit within the constraints of supplies (such as

styling pomade, hair ties, and rings) and available time. The methodology involved data collection on demand and the materials required for each service, allowing for the construction of a mathematical model and use of Excel's Solver to optimize the objective function. The results highlight the importance of closely managing certain critical supplies, such as pomade and rings, while other materials have excess capacity that does not limit profitability. The study concludes that applying operations research techniques in small beauty businesses is effective for maximizing profitability and provides a solid foundation for strategic decision-making.

Keywords: Optimization, Simplex Method, Braider, Beauty sector

1. Introdução

Historicamente, a Pesquisa Operacional (PO) ganhou destaque durante a Segunda Guerra Mundial, quando técnicas avançadas foram desenvolvidas para gerenciar e alocar recursos militares de forma eficiente (Hillier & Lieberman, 2006). Desde então, a PO evoluiu e passou a ser aplicada em diversos setores, oferecendo soluções quantitativas para problemas complexos de gestão (Bertsimas et al., 2021). Utilizando modelos matemáticos e algoritmos, a PO permite analisar diferentes alternativas e identificar soluções eficientes, fundamentais para setores onde a otimização de recursos é crucial (Winston, 2020).

No setor de serviços de beleza, a aplicação da PO pode ser decisiva para garantir um bom desempenho financeiro, além de ser um diferencial estratégico para otimizar a alocação de recursos e maximizar o lucro, especialmente em cenários com limitações de recursos. Com o crescimento acelerado do mercado de beleza, a competitividade cresce, incentivando as empresas do ramo a buscarem técnicas de melhoria contínua e aprimoramentos que atendam às exigências de preço e qualidade, além de buscar inovações e aperfeiçoamento em seus modelos de negócios (SEBRAE, 2017).

Nesse contexto, este estudo aborda a aplicação da otimização de recursos em um salão de tranças, com o objetivo de maximizar o lucro da trançista enquanto respeita as restrições de tempo e materiais disponíveis. O problema consiste em ajudar a trançista a identificar a combinação ideal de serviços para maximizar seu lucro dentro das limitações impostas, como pomada, liguinhas e anéis, recursos essenciais para a realização das tranças. Dessa forma, este artigo busca demonstrar como o uso do Método Simplex, implementado com o suplemento Solver do Microsoft Excel, pode apoiar a trançista na tomada de decisões estratégicas, garantindo um serviço mais eficiente e lucrativo.

Para isso, foi realizada uma coleta de dados sobre os principais serviços oferecidos e os materiais necessários, a fim de construir um modelo matemático que identifique a melhor alocação de recursos. Os dados foram obtidos a partir de um período de alta demanda e utilizados juntamente com o Solver para resolver o problema de otimização e identificar quais restrições limitam os serviços.

Este artigo está dividido em cinco seções. A primeira seção contextualiza o tema e descreve o problema de otimização em pequenos negócios, destacando a relevância da PO para o setor de beleza. A segunda apresenta uma breve teoria sobre a Pesquisa Operacional e suas principais técnicas. A terceira detalha a metodologia, incluindo a coleta de dados e a aplicação do Solver. Na quarta seção, os resultados são apresentados com base na análise da solução ótima e das restrições. Por fim, a quinta seção conclui o estudo, apresentando suas limitações e sugerindo direções para pesquisas futuras.

2. Pesquisa Operacional

A Pesquisa Operacional (PO) surgiu na Segunda Guerra Mundial para lidar com problemas complexos de logística e planejamento militar. Fagundes (2008) explica que

cientistas e matemáticos foram convocados para otimizar recursos bélicos, aplicando métodos matemáticos que melhoraram a eficiência militar. Após a guerra, essas técnicas foram adotadas por indústrias civis, como manufatura e transporte (Hillier & Lieberman, 2010). Taha (2008) destaca que a PO se consolidou como uma ferramenta importante, fornecendo soluções quantitativas para problemas complexos, como alocação de recursos e planejamento (Winston, 2020).

As principais técnicas da PO incluem: Programação Linear; Programação Inteira; e, Métodos Heurísticos. A Programação Linear busca otimizar funções com restrições lineares, enquanto a Programação Inteira lida com variáveis que devem ser inteiras, sendo útil em alocação de recursos. Métodos Heurísticos oferecem soluções aproximadas para problemas complexos, onde uma busca exaustiva não é viável (Bazaraa et al., 2010; Winston, 2020).

A Programação Linear (PL) trata da maximização ou minimização de uma função linear sujeita a restrições lineares. Para formular um problema de PL, é necessário definir a função objetivo (o que se deseja otimizar), as variáveis de decisão (elementos usados para alcançar o objetivo) e as restrições (condições que as soluções devem obedecer). Uma vez definidos esses elementos, o problema é ajustado para uma forma padrão, facilitando sua resolução com métodos como o Simplex (Bazaraa et al., 2010).

Para resolver problemas de programação linear, existe o Método Simplex, desenvolvido por George Dantzig na década de 1940, é um algoritmo que otimiza uma função linear sujeita a restrições. Ele é amplamente utilizado pela sua eficiência em resolver problemas de grande escala rapidamente, mesmo com muitas variáveis e restrições (Dantzig, 1998). No entanto, sua aplicabilidade é restrita a problemas lineares, o que limita seu uso em situações não lineares. Além disso, à medida que o tamanho do problema aumenta, a complexidade computacional cresce, tornando problemas muito grandes mais desafiadores de serem resolvidos.

3. Metodologia

Neste estudo, explorou-se a otimização da alocação de recursos para um salão de tranças, utilizando o Método Simplex com o auxílio do suplemento solver. O objetivo principal foi maximizar a utilização dos recursos limitados do salão, respeitando suas restrições específicas, como tempo de trabalho disponível, materiais e mão de obra qualificada.

Primeiramente, foram identificadas as variáveis relevantes do problema, que incluem os diferentes tipos de serviços oferecidos pelo salão, como as tranças nagô (também conhecidas como trança raiz) e as tranças Box braids. Considerou-se o tempo necessário para cada serviço, os materiais consumidos, como elásticos de cabelo e acessórios decorativos (anel, argolas e pingentes), além da pomada modeladora e do mousse fixador, usados para finalizar as tranças. Também foi avaliada a capacidade de atendimento da trancista, que atualmente atende todas as demandas sozinha e realiza os atendimentos a domicílio.

Com essas informações, criou-se um modelo para maximizar os lucros da trancista, levando em conta os custos e os preços de cada serviço. Dados sobre a quantidade de produtos necessários para realizar os serviços foram coletados com base nas informações fornecidas pela trancista. Esses dados foram analisados a partir da demanda de dezembro, um período de alta procura, e se registrou quantos clientes a trancista consegue atender em um dia. O Método Simplex foi utilizado para encontrar a solução ótima, com o auxílio do Solver do Excel.

Após essa fase, foi realizada uma análise detalhada dos resultados, buscando entender como cada variável de decisão impactava o funcionamento do salão. Isso incluiu a análise

da quantidade de cada tipo de serviço que deveria ser oferecido para maximizar os lucros, bem como a identificação dos recursos mais críticos e como poderiam ser gerenciados de forma mais eficiente.

Além disso, foi realizada uma análise de sensibilidade para avaliar como mudanças nas restrições poderiam afetar a solução, verificando como as alterações no tempo disponível, nas quantidades de materiais ou nos preços cobrados impactavam a otimização dos lucros. Por fim, foram criados três cenários para comparar os possíveis resultados que a trancista poderia alcançar: o cenário atual, um cenário com aumento de estoque e um cenário em que a trancista contrata uma ajudante.

3.1 Escopo do Estudo

A trancista começou seus primeiros atendimentos em dezembro de 2021, aproveitando a alta demanda durante as festas de fim de ano. Para atender a essa procura, ela ofereceu seus serviços especializados nos dias 22, 23, 24, 28, 29 e 30 de dezembro, proporcionando um serviço completo de tranças nagô, incluindo tanto os estilos femininos quanto os masculinos, além das tranças box braids.

A trancista oferece diversos serviços de tranças e estilos de cabelo diretamente na casa dos clientes, com um atendimento personalizado e prático. Esta coleta de dados visa detalhar os serviços oferecidos, os produtos usados e como a profissional trabalha, além de mostrar quantos clientes ela consegue atender por dia. Os principais serviços incluem:

- **Tranças Nagô Simples** – Como demonstrado na Figura 1, o estilo Nagô Simples apresenta um acabamento detalhado. Este estilo custa R\$ 45,00 e leva em média 40 minutos para ser concluído.

Figura 1 – Tranças Nagô Simples



Fonte: Lari Tranças (2024)

- **Tranças Nagô com Aplique** (Figura 2) – Este serviço é oferecido pelo valor de R\$ 100,00, e o tempo estimado para finalização é de aproximadamente 2 horas e 18 minutos.

Figura 2 – Tranças Nagô com Aplique



Fonte: O marajá dos cabelos (2023)

- **Box Braids** (Figura 3) – Este tipo de trança custa R\$ 300,00 e leva cerca de 12 horas para ser finalizado, ideal para quem busca um estilo duradouro e detalhado.

Figura 3 – Tranças Box Braids



Fonte: Lari Tranças (2024)

Para garantir que as tranças fiquem bonitas e duradouras, a trancista usa alguns produtos importantes, sendo: i) pomada para modelar o cabelo; ii) liguinhas para prender as tranças; e, iii) anéis e argolas para decorar. Além disso, o cetim protege o cabelo durante o processo, e o jumbo, um tipo de cabelo sintético, ajuda a criar tranças mais volumosas e duráveis. Cada produto é escolhido com cuidado para assegurar que o resultado seja sempre o melhor possível. A demanda pelos serviços pode variar com o tempo e as necessidades dos clientes.

A trancista consegue atender, em média, 10 clientes por dia, o que ajuda a manter um fluxo de trabalho eficiente. Ela prepara os produtos com cuidado e aplica as tranças conforme o tempo estimado para cada tipo de serviço. Vale lembrar que os preços e tempos informados são estimativas e podem mudar conforme a complexidade do serviço e o tamanho das tranças.

4. Resultados

Com base na análise problemática enfrentada, a questão central identificada é a necessidade de otimizar a utilização dos recursos disponíveis, como tempo e materiais, para maximizar o lucro mensal dos serviços de tranças que a trancista oferece. Especificamente, o problema consiste em determinar a combinação mais eficiente de serviços a serem oferecidos, levando em consideração as restrições de tempo para cada tipo de trança e as quantidades limitadas de materiais (pomada, elásticos de cabelo, anéis, argolas, cetim e jumbo) disponíveis. Essa otimização é essencial para garantir que a trancista possa atender ao maior número possível de clientes, ao mesmo tempo em que maximiza seus ganhos, mesmo com as limitações impostas pelos insumos e pelo tempo disponível.

Na modelagem do problema de maximização foram definidas as seguintes variáveis de decisão:

- X1: Número de Tranças Nagô Simples
- X2: Número de Tranças Box Braids
- X3: Número de Tranças Nagô com Aplique

O objetivo é maximizar o lucro total que a trancista pode obter, tendo como função:

$$\text{MAXIMIZAR O LUCRO: } Z = 45 x_1 + 300 x_2 + 100 x_3$$

As restrições do problema são baseadas na quantidade de materiais disponíveis e no tempo total disponível por mês. As restrições de materiais garantem que a quantidade total de cada material usado não ultrapasse a quantidade disponível, sendo elas:

$$\begin{aligned} \text{Pomada: } 17x_1 + 167x_2 + 17x_3 &\leq 500 \text{ gramas} \\ \text{Elástico de cabelo: } 0,5x_1 + 100x_2 + 1x_3 &\leq 200 \text{ unidades} \\ \text{Anéis: } 4x_1 + 4x_2 + 4x_3 &\leq 100 \text{ unidades} \\ \text{Argolas: } 2x_1 + 6x_2 + 2x_3 &\leq 100 \text{ unidades} \\ \text{Fio de cetim: } 2x_1 + 2x_3 &\leq 100 \text{ metros} \\ \text{Jumbo: } 200x_2 + 100x_3 &\leq 400 \text{ gramas} \\ \text{Demanda Trança: } x_1 &\geq 10 \text{ unidades} \end{aligned}$$

Além disso, as restrições de tempo indicam que cada tipo de trança requer um certo tempo para ser realizada, e o tempo total disponível por mês é:

$$40x_1 + 720x_2 + 138x_3 \leq 21600 \text{ minutos}$$

Com estas informações, foi possível utilizar o Método Simplex para resolver o problema e encontrar a combinação ótima de quantidades de cada tipo de trança que maximiza o lucro total da trancista, respeitando as restrições de materiais e tempo disponíveis.

Após a coleta e modelagem de dados, a etapa seguinte foi a aplicação do Solver para otimizar a função objetivo de maximização do lucro no primeiro cenário. O Solver foi utilizado para ajustar as variáveis de decisão dentro das restrições impostas, buscando alcançar a solução ótima que maximiza o lucro da trancista.

Após a execução do Solver, o valor ótimo da função objetivo alcançado foi de R\$ 2.050,00 no mês. A Figura 4 é apresentada a interpretação detalhada das restrições e suas implicações na solução ótima.

Figura 4 - Relatório de sensibilidade e associação cenário 1

Variáveis de decisão						
Célula	Nome	Final Valor	Reduzido Custo	Objetivo Coeficiente	Permitido Aumentar	Permitido Reduzir
\$B\$2	Nagô Simples	21,5	0	45	55	32,21804511
\$C\$2	Box Braids	3	0	100	72,5	55
\$D\$2	Nagô com aplique	0,5	0	300	252,0588235	145

Célula do Objetivo (Máx.)					
Célula	Nome	Valor Original		Valor Final	
\$B\$4	Função Objetivo x1	R\$ 2.050,00	R\$	2.050,00	

Restrições

Célula	Nome	Final Valor	Sombra Preço	Restrição Lateral R.H.	Permitido Aumentar	Permitido Reduzir
\$B\$10	Argola	52	0	100	1E+30	48
\$B\$11	Fio de cetim	39	0	100	1E+30	61
\$B\$12	Jumbo	15,5	0	400	1E+30	384,5
\$B\$13	Demanda	10	-55	10	14,5	10
\$B\$6	Tempo	10909	0	21600	1E+30	10691
\$B\$7	Pomada	500	1,333333333	500	197,7272727	75
\$B\$8	Liguinhas	69,5	0	200	1E+30	130,5
\$B\$9	Anéis	100	19,33333333	100	17,64705882	51,07632094

Restrições

Célula	Nome	Valor da Célula	Fórmula	Status	Margem de Atraso
\$B\$10	Argola	52	\$B\$10<=\$D\$10	Não-associação	48
\$B\$11	Fio de cetim	39	\$B\$11<=\$D\$11	Não-associação	61
\$B\$12	Jumbo	15,5	\$B\$12<=\$D\$12	Não-associação	384,5
\$B\$13	Demanda	10	\$B\$13>=\$D\$13	Associação	0
\$B\$6	Tempo	10909	\$B\$6<=\$D\$6	Não-associação	10691
\$B\$7	Pomada	500	\$B\$7<=\$D\$7	Associação	0
\$B\$8	Liguinhas	69,5	\$B\$8<=\$D\$8	Não-associação	130,5
\$B\$9	Anéis	100	\$B\$9<=\$D\$9	Associação	0

Fonte: Autoria própria (2024)

Os resultados obtidos mostram que a otimização foi bem sucedida ao maximizar o lucro da trancista dentro das restrições impostas. Para alcançar este lucro a trancista deve atingir 22 tranças tipo nagô simples, 3 atendimentos de tranças tipo Box Braids e 1 trança nagô com aplique. A análise das restrições revela que enquanto recursos como linguinhas, argolas, fio de cetim e jumbo estão bem abaixo de seus limites máximos e não restringem a solução atual, as restrições de pomada e anéis são limitantes. Todo o estoque de pomada e anéis foi consumido, o que torna esses dois recursos críticos para a maximização do lucro. Desse modelo, se a trancista investir na compra desses dois produtos ela pode aumentar a sua produção e consequentemente seu lucro.

A quantidade de linguinhas utilizada foi de 69,5 unidades, bem abaixo do limite máximo de 200 unidades. O preço sombra para essa restrição foi zero, indicando que ela não está limitando a função objetivo. Há uma margem significativa para utilizar mais linguinhas sem impactar o lucro. Já a quantidade de anéis foi ajustada para o limite máximo de 100 unidades, com um preço sombra de R\$ 19,333. Isso demonstra que qualquer aumento na disponibilidade de anéis poderia resultar em um aumento substancial do lucro, configurando essa como uma restrição ativa que influencia positivamente os resultados financeiros.

A quantidade de argolas e de fio de cetim utilizadas foi de 52 e 39 unidades, respectivamente, também abaixo do limite máximo de 100 de ambos os recursos. O preço sombra zero indica que essas restrições não limitam o lucro atual e que há espaço para utilizar mais argolas e fios sem comprometer a solução ótima. A quantidade de jumbo utilizada foi de 15,5 unidades, muito abaixo do limite máximo de 400, e esta restrição também não limita o lucro atual.

A quantidade de pomada foi ajustada para o limite máximo permitido de 500 gramas, tendo um preço sombra de R\$ 1,333, o que indica que qualquer o aumento adicional de 1 grama na disponibilidade de pomada poderia aumentar o lucro. Em relação ao tempo disponível, ele foi utilizado de maneira eficiente, com um valor final de 10.909 minutos, o que está significativamente abaixo do limite máximo de 21.600 minutos. Isso sugere uma

capacidade ociosa considerável no uso do tempo, indicando que mais atividades poderiam ser incorporadas para potencialmente aumentar o lucro.

A análise das colunas "Status" e "Margem de Atraso" permite distinguir quais restrições afetam a maximização do lucro. As restrições associadas incluem pomada, anéis e a demanda para Tranças Nagô Simples. Estas estão no limite de suas capacidades; portanto, qualquer ajuste pode impactar diretamente a maximização do lucro. A gestão cuidadosa dessas variáveis é crucial para otimizar o desempenho financeiro.

Por outro lado, as restrições não associadas não afetam diretamente a maximização do lucro, pois estão abaixo de seus limites máximos ou acima de seus limites mínimos. A distinção entre restrições associadas e não associadas é fundamental para a tomada de decisões estratégicas. Gerenciar essas restrições pode oferecer oportunidades para otimização adicional, sem impacto imediato no lucro, mas com potencial para melhorias futuras.

Para um melhor entendimento das possíveis estratégias foi estruturado um segundo cenário incluindo uma ajudante para a trancista. Os resultados podem ser visualizados na Figura 5.

Figura 5 - Relatório de sensibilidade cenário 2

Célula do Objetivo (Máx.)							
	Célula	Nome	Valor Original	Valor Final			
	\$B\$5	Função Objetivo x1	R\$ 4.495,00	R\$ 4.495,00			
Restrições							
	Célula	Nome	Final Valor	Sombra Preço	Restrição Lateral R.H.	Permitido Aumentar	Permitido Reduzir
	\$B\$10	Anéis	100	16,55	100	89,65517241	0,71897468
	\$B\$11	Argola	65,33333333	0	100	1E+30	34,66666667
	\$B\$12	Cetim	42,33333333	0	100	1E+30	57,66666667
	\$B\$13	Jumbo	1600	0,9	1600	283,3333333	833,3333333
	\$B\$14	Demanda	12,83333333	0	10	2,833333333	1E+30
	\$B\$15	Mão de Obra	3,833333333	0	100	1E+30	96,16666667
	\$B\$7	Tempo	7042,333333	0	21600	1E+30	14557,66667
	\$B\$8	Pomada	1000	1,4	1000	2,918781726	425
	\$B\$9	Liguiinhas	398,0833333	0	400	1E+30	1,916666667
Restrições							
	Célula	Nome	Valor da Célula	Fórmula	Status	Margem de Atraso	
	\$B\$10	Anéis	100	\$B\$10<=\$D\$10	Associação		0
	\$B\$11	Argola	65,33333333	\$B\$11<=\$D\$11	Não-associação		34,66666667
	\$B\$12	Cetim	42,33333333	\$B\$12<=\$D\$12	Não-associação		57,66666667
	\$B\$13	Jumbo	1600	\$B\$13<=\$D\$13	Associação		0
	\$B\$14	Demanda	13	\$B\$14>=\$D\$14	Não-associação		3
	\$B\$15	Mão de Obra	4	\$B\$15<=\$D\$15	Não-associação		96,16666667
	\$B\$7	Tempo	7042,333333	\$B\$7<=\$D\$7	Não-associação		14557,66667
	\$B\$8	Pomada	1000	\$B\$8<=\$D\$8	Associação		0
	\$B\$9	Liguiinhas	398,0833333	\$B\$9<=\$D\$9	Não-associação		1,916666667

Fonte: Autoria própria (2024)

A função objetivo dessa solução ótima para o cenário com ajudante resultou em um lucro máximo de R\$4.495, refletindo o valor de melhor resultado possível, considerando as restrições definidas pelo modelo. Neste cenário, é possível perceber que com uma ajudante a trancista consegue prestar mais serviços, no entanto a quantidade de anéis utilizada atinge o limite permitido, utilizando as 100 unidades, com um preço sombra de R\$16,55 por unidade adicional. A restrição do Jumbo também atingiu o limite máximo, com 1600 gramas utilizadas e sem margem de atraso. Qualquer aumento ultrapassaria o

limite permitido, e o preço sombra é de R\$ 0,90 por grama adicional. A quantidade disponível da pomada foi totalmente utilizada, com 1000 unidades e seu preço sombra de R\$ 1,40 por grama adicional indica que sua disponibilidade impacta o lucro com a possibilidade de aumentar a quantidade em 2,91 gramas e reduzir em 425 gramas.

Foram utilizadas 65,33 unidades de argolas, abaixo do limite máximo, resultando em uma margem de atraso de 34,66 unidades. As restrições do cetim e mão de obra apresentam grandes margens de atraso de 57,67 e 96,17, respectivamente, indicando que não são limitações significativas para o lucro. É possível aumentar a utilização desses recursos sem impacto no lucro, enquanto a redução também é permitida sem prejuízo. O tempo também apresenta uma grande margem de atraso de 14557,67, sugerindo que há tempo disponível suficiente.

Neste cenário a demanda não é totalmente atendida, com um valor 13 abaixo do mínimo estabelecido, resultando em uma margem de atraso de 3. A demanda impacta o lucro, enquanto a restrição das liguinhas apresenta uma pequena margem de atraso de 1,9 unidades, indicando que ainda há uma quantidade disponível que não afeta significativamente a solução ótima.

O último cenário construído foi focado no estoque dos materiais necessários para a realização dos serviços oferecidos (Figura 6).

Figura 6 - Relatório de sensibilidade

Célula do Objetivo (Máx.)						
	Célula	Nome	Valor Original	Valor Final		
	\$B\$5	Função Objetivo x1	3758,333333	3758,333333		
Restrições						
	Célula	Nome	Final Valor	Sombra Preço	Restrição Lateral R.H.	Permitido Aumentar Permitido Reduzir
	\$B\$10	Anéis	200	7,141666667	200	15,56886228 52,57893092
	\$B\$11	Argola	117,3333333	0	200	1E+30 82,66666667
	\$B\$12	Cetim	91,33333333	0	100	1E+30 8,666666667
	\$B\$13	Jumbo	1600	0,55	1600	2833,333333 733,3333333
	\$B\$14	Demanda	38,33333333	0	10	28,33333333 1E+30
	\$B\$7	Tempo	5665,333333	0	21600	1E+30 15934,66667
	\$B\$8	Pomada	1500	0,966666667	1500	213,4517766 650
	\$B\$9	Liguinhas	459,8333333	0	600	1E+30 140,1666667
Restrições						
	Célula	Nome	Valor da Célula	Fórmula	Status	Margem de Atraso
	\$B\$10	Anéis	200	\$B\$10<=\$D\$10	Associação	0
	\$B\$11	Argola	117,3333333	\$B\$11<=\$D\$11	Não-associação	82,66666667
	\$B\$12	Cetim	91,33333333	\$B\$12<=\$D\$12	Não-associação	8,666666667
	\$B\$13	Jumbo	1600	\$B\$13<=\$D\$13	Associação	0
	\$B\$14	Demanda	38,33333333	\$B\$14>=\$D\$14	Não-associação	28,33333333
	\$B\$7	Tempo	5665,333333	\$B\$7<=\$D\$7	Não-associação	15934,66667
	\$B\$8	Pomada	1500	\$B\$8<=\$D\$8	Associação	0
	\$B\$9	Liguinhas	459,8333333	\$B\$9<=\$D\$9	Não-associação	140,1666667

Fonte: Autoria própria (2024)

Neste cenário, foi considerado o aumento dos estoques dos produtos necessário para a realização dos serviços, em que o lucro dessa solução ótima foi de R\$3758,33. Os resultados apresentam a utilização máxima de anéis permitida (200 unidades), entretanto há um limite para aumento em até 15,57 unidades ou redução em até 52,58 unidades. Para argolas, cetim e liguinhas, o uso está bem abaixo do limite máximo, então a quantidade pode ser aumentada sem que haja alteração no lucro. Foram utilizadas

117,33 unidades de argolas com uma margem de atraso de 82,66 unidades, 91,33 metros de cetim com uma margem de atraso de 8,66 metros e 459,83 unidades de liguinhas com uma margem de 140,16 unidades, indicando uma quantidade significativa não utilizada.

O jumbo e a pomada estão no limite máximo, mas ainda há margem para aumentar ou reduzir a quantidade utilizada, sem alterar a solução. Foram utilizadas 1600 gramas de jumbo, atingindo o limite máximo, sem margem de atraso. O preço sombra indica um aumento de R\$ 0,55 no lucro por cada grama adicional. A restrição da pomada está no limite máximo de 1500 gramas, sem margem de atraso, e o preço sombra é de R\$ 0,97, o que significa que cada grama adicional aumentaria o lucro.

A demanda e o tempo estão bem acima do necessário, oferecendo muita flexibilidade para aumento ou redução sem impacto no lucro. Na demanda, foram realizados 38,33 atendimentos ao mês, abaixo do limite mínimo, com uma margem de atraso de 28,33. Isso indica uma deficiência significativa que precisa ser corrigida para satisfazer totalmente a demanda. A restrição de tempo mostra que 5665,33 minutos foram utilizados, bem abaixo do limite máximo, com uma grande margem de 15934,66 minutos, indicando tempo excessivo disponível.

Diante dos resultados encontrados, pode-se afirmar que o cenário mais promissor é o cenário 2, que propõe a contratação de uma trancista auxiliar, ampliando a margem de lucro e otimizando o tempo de execução dos serviços. Essa estratégia permite atender mais clientes e possibilita que a trancista principal se concentre em tarefas especializadas e gerenciais, melhorando a qualidade do serviço e a satisfação do cliente. Este estudo oferece à trancista uma visão aprofundada do desenvolvimento do seu negócio, permitindo a identificação de oportunidades e desafios de maneira estratégica. Ao criar cenários baseados em dados reais, é possível avaliar diferentes possibilidades e antecipar os impactos das escolhas, contribuindo para decisões mais assertivas. Além disso, a aplicação do Solver foi fundamental para identificar as variáveis e restrições que mais afetam o lucro, permitindo à trancista ajustar suas operações de maneira estratégica para otimizar o desempenho financeiro. Esses resultados fornecem uma base sólida para decisões futuras e para a melhoria contínua na alocação de recursos e estratégias operacionais.

5. Conclusões

Este estudo aplicou o Método Simplex, utilizando o suplemento Solver do Microsoft Excel, com o objetivo de otimizar a alocação de recursos e maximizar o lucro de uma trancista no setor de beleza. Por meio de modelagem matemática e da análise das variáveis e restrições envolvidas, foi possível identificar a combinação ideal de serviços que gera o maior lucro, respeitando as limitações de materiais e tempo disponíveis.

A análise revelou que o cenário mais lucrativo é o cenário 2, que considera a contratação de uma trancista auxiliar, resultando em um lucro máximo de R\$ 4.495,00. Nesse cenário, foram observadas restrições críticas relacionadas à disponibilidade de pomada e anéis, que limitam a maximização do lucro. No entanto, o tempo disponível mostrou-se mais flexível, permitindo um aumento na capacidade operacional sem comprometer os resultados financeiros.

Apesar dos benefícios identificados, o estudo apresenta algumas limitações. Primeiramente, ele utiliza um modelo estático, sem levar em conta possíveis variações de demanda e de custos dos insumos ao longo do tempo, o que pode impactar a precisão dos resultados em um contexto real de mercado. Além disso, a análise assume uma relação linear entre recursos e lucro, o que pode não capturar totalmente as complexidades operacionais, como a interação entre diferentes tipos de serviços e a experiência do cliente.

Para estudos futuros, sugere-se a inclusão de uma abordagem dinâmica que leve em consideração a variabilidade sazonal na demanda e nos preços dos insumos. Isso permitiria uma análise mais precisa e adaptável às condições do mercado de beleza. Outra recomendação é explorar o impacto do custo de treinamento e adaptação de novos auxiliares no longo prazo, o que pode afetar o retorno financeiro da contratação. Além disso, uma análise de sensibilidade para avaliar como variações nos preços dos insumos afetam o lucro poderia fornecer insights úteis para a gestão de riscos financeiros.

Contudo, este estudo reforça a relevância da Pesquisa Operacional na gestão de pequenos negócios, especialmente no setor de beleza. Ao aplicar o Método Simplex e o Solver do Excel, foi possível construir uma base quantitativa para tomadas de decisão estratégicas, que pode ser adaptada a outros negócios semelhantes. Com as recomendações sugeridas, a trancista pode potencializar sua lucratividade e eficiência operacional, promovendo um crescimento sustentável e competitivo no longo prazo.

Referências

Bazaraa, M. S., Jarvis, J. J., & Sherali, H. D. (2010). Linear Programming and Network Flows. John Wiley & Sons.

Bertsimas, D., & Kallus, N. (2021). Introduction to Linear Optimization. MIT Press. Dantzig, G. B. (1998). Linear Programming and Extensions. Princeton University Press. Fagundes, A. (2008). Introdução à Pesquisa Operacional. Editora Blucher.

BORGIO, E. (2015). Qualificação profissional no setor de beleza: estudo de caso de uma escola de cabeleireiros. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão Social, Educação e Desenvolvimento Regional) – Faculdade Vale do Cricaré, São Mateus – ES.

Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2006). Introduction to Operations Research. McGraw-Hill.

Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2010). Introduction to Operations Research (9th ed.). McGraw-Hill.

Ragsdale, C. T. (2018). Spreadsheet Modeling & Decision Analysis: A Practical Introduction to Business Analytics. Cengage Learning.

Taha, H. A. (2008). Operations Research: An Introduction. Pearson.

Winston, W. L. (2020). Operations Research: Applications and Algorithms. Cengage Learning.