

OTIMIZAÇÃO DE PROCESSO UTILIZANDO PROGRAMAÇÃO LINEAR: ESTUDO DE CASO EM UM SALÃO DE BELEZA

PROCESS OPTIMIZATION USING LINEAR PROGRAMMING: CASE STUDY IN A SALON

Filipe Silva Carvalho - IFSP, Campus Suzano

Filipe_s_carvalho@outlook.com

Mauricio Jose Andrade de Camargo, IFSP, Campus Suzano

Mjac7@hotmail.com

Profº. Dr. Adriano Maniçoba da Silva, IFSP, Campus Suzano

adrianoms@ifsp.edu.br

Diego Galileu de Moraes, IFSP, Campus Suzano

professordi@gmail.com

Resumo

Um dos grandes desafios para as organizações que buscam aumentar seus lucros, reduzir os custos decorrentes do processo produtivo e manter-se competitivas no mercado está relacionado com a tomada de decisões. A Pesquisa Operacional (PO) lida com diversos problemas e é aplicada em diversas áreas como: indústria, transporte, serviços públicos etc., de maneira que obtenha a melhor solução ou solução ótima e auxiliando os gestores e executivos a tomar as melhores decisões. Dentre os métodos analíticos da PO, está a Programação Linear (PL) que está relacionada ao planejamento de recursos escassos, atendendo as condições operacionais e os objetivos estabelecidos.

Desta forma, o presente estudo teve como objetivo a maximização dos ganhos utilizando a aplicação de técnicas de PL em um salão de beleza masculino, onde foram analisados os serviços prestados de “corte simples” e “corte complexo com barba”, a fim de definir a quantidade ótima a se realizar de cada tipo de serviço. Após testar o modelo matemático construído, em diferentes técnicas de resolução, compreendeu-se que a estratégia que mais gera lucro é oferecer apenas serviço de “corte simples”.

Palavras-chave: Programação Linear; Produção; Logística.

Abstract

One of the major challenges for organizations seeking to increase their profits, reduce costs arising from the production process and remain competitive in the marketplace is related to decision making. Operational Research (OP) addresses a variety of issues and is applied in a variety of areas such as industry, transportation, utilities, etc., so that you get the best solution and help managers and executives make the best decisions. Among the analytical methods of the OP, is the Linear Programming (PL) that is related to the planning of scarce resources, meeting the operational conditions and the established objectives. Thus, the present study aimed at maximizing gains using the application of PL techniques in a men's salon, where the services of “simple cut” and “complex shaving” were analyzed in order to define the optimal amount to perform for each type of service. After testing the built mathematical model in different resolution techniques, it was understood that the strategy that generates the most profit is to offer only “simple cut” service

Keywords: Linear Programming; Production; Logistics.

Introdução

Devido a seu acirrado crescimento, o mercado de beleza torna-se cada vez mais competitivo, induzindo as empresas do ramo a buscarem técnicas de melhoria contínua, aprimoramentos que atendam às necessidades de preço e qualidade, além de testar novas maneiras de aperfeiçoar seus modelos de negócios (SEBRAE, 2017).

Os salões de beleza ganharam um espaço significativo na sociedade e se propagaram por vários lugares prestando serviços diversificados. Além disso, adquiriram conhecimento em tecnologias inovadoras com o propósito de garantir praticidade e rapidez tanto para os clientes, quanto para os profissionais da área, este segmento possui um grande potencial para a geração de renda, postos de trabalho e importância no desenvolvimento tecnológico, econômico e social do país.

O setor de beleza vem evoluindo e criando vários espaços a serem preenchidos por empresários e empreendedores para que as demandas das variadas classes sociais sejam atendidas e para que as empresas que estão presentes nesse segmento se mantenham competitivas é importante gerir seus processos de maneira eficiente, além de buscar meios que maximizem seus lucros. Nesse contexto, o planejamento, programação e controle da produção, tornam-se fundamentais para as empresas que buscam atender seus consumidores otimizando seus sistemas e recursos (MELLO, 2009).

Ao encontro de tais necessidades, há técnicas da PO que podem ser utilizadas em diversas áreas. A PO pode ser definida como um campo de análise de decisão, utilizando métodos e técnicas científicas quantitativas que buscam a otimização das operações e determinar uso de recursos limitados da melhor maneira (ANDRADE, 2000).

Desde os mais simples até os mais sofisticados, há um aumento na procura por serviços de beleza pelo público masculino, ressaltando os cortes de cabelo, foco do estudo. Dentro deste cenário, o objetivo da pesquisa é estudar a maximização dos lucros de um salão de beleza masculino e testar diferentes técnicas de PL para validar os resultados.

O estudo está estruturado da seguinte forma: na próxima seção, será apresentada a revisão da literatura; na seção 3, a metodologia; a seção 4, apresenta os resultados; a discussão dos resultados será abordada na seção 5; por fim, as conclusões finais sobre o estudo na seção 6, seguida das referências bibliográficas.

Revisão da literatura

Estética masculina

Segundo Bueno (2013) a profissão de cabelereiro é uma das mais antigas. Durante a pré-história já eram confeccionados pentes e navalhas de pedra, mas a profissão passou a ser mais conhecida e prestigiada na época dos faraós, no Egito.

No século II, o ápice do ofício, ocorreu na Grécia o aparecimento de um lugar especializado para executar o trabalho de cabelereiro, em função dos gregos darem muita ênfase a aparência. Os primeiros salões de beleza eram frequentados apenas por homens, que faziam barbas e cabelos (BUENO, 2013). Durante a última década, atividades vinculadas à estética receberam novos modelos de negócios relacionados a beleza, visto a existência de uma tendência de gastos com estética presentes nos orçamentos das famílias. No Brasil, mais de 125 mil cabelereiros, adjuntos desse mercado estético, iniciaram suas operações ou se formalizaram desde 2008 (JULIÃO, 2018).

pesquisa operacional

Segundo Mello e Mello (2003), a PO surgiu com intuito de resolver problemas militares de ordem estratégica e tática durante a Segunda Guerra Mundial, onde foram reunidos grupos multidisciplinares de cientista, físicos, matemáticos, engenheiros, para analisarem situações de alta complexidade e de grandes dimensões.

Com o êxito obtido nos resultados da Segunda Guerra Mundial, os cientistas empregaram a nova metodologia para resolver problemas em empresas, com desafios divisionais de imensa complexidade proveniente do crescimento econômico que se seguiu. Devido às condições da evolução da informática criou-se meios de concretização algorítmica e velocidade de processamento ajustado à realidade dos profissionais de análise operacional, podendo integrar diretamente os sistemas de informação com os decisores (BELFIORE; FÁVERO, 2013).

Em 1960, deu-se início a PO no Brasil, mas só em 1968, no ITA, realizou-se o primeiro simpósio brasileiro, seguido da fundação da Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional que publicou periódicos que continham relatos da PO no país e seus pesquisadores (ARENALES et al., 2015).

As organizações têm buscado de maneira mais eficiente alocar seus recursos para as diversas áreas de atividade e a necessidade de resolver tais problemas contribui para o avanço da PO. Hillier e Lieberman (2013) descrevem que a utilização da PO tem se tornado crescente em variados meios empresariais desde o seu surgimento. Sua função consiste em resolver problemas avaliando as restrições e variáveis de uma situação real, encontrando uma solução que alcance determinada meta ou o resultado mínimo ou máximo. Além disso, os autores dizem que a PO é aplicada em problemas em organizações que compreendem a condução e a coordenação das suas atividades e operações.

Para Silva e Gonçalves (2010), a PO tem como objetivo determinar a melhor forma de aproveitamento de recursos que estão sob restrições de recursos humanos, materiais, temporal e/ou econômico, através da experimentação com um modelo, para alcançar a melhor maneira de operar o sistema.

Programação linear

Almeida (2018) diz que o termo “programação” está ligado a resolução de problemas industriais, no campo da programação matemática. A PL é uma ferramenta da PO que auxilia no melhor direcionamento de recursos escassos atendendo as condições operacionais e apoiando na tomada de decisões.

Conforme Silva e Gonçalves (2010), a PL é um modelo matemático que auxilia nas decisões estratégicas para alcançar maior eficiência dos recursos que estão disponíveis nos variados sistemas de produção e assim atingir os objetivos estabelecidos pela empresa.

O modelo de PL é utilizado como uma forma de suporte na solução de problemas de alocações dos recursos escassos, concedendo uma solução que pode ser sintetizada em: maximizar ou minimizar alguma variável dependente, que é função linear de diversas variáveis independentes, sujeitas a inúmeras restrições (CORRAR; GARCIA, 2001).

Os modelos de PL estão paralelos ao entendimento de todos os outros modelos de programação matemática e os pareceres neles estabelecidos serão ampliados aos demais problemas que tenham a mesma modelagem, dando apoio a estudos mais aprofundados. Outra utilidade e vantagem desse modelo está na eficácia dos recursos e algoritmos existentes hoje, como por exemplo o Solver, suplemento do *software* Excel que tem a função de executar teste de hipóteses.

Para Hillier e Lieberman (2013), o modelo de programação deve demonstrar as seguintes propriedades:

- Proporcionalidade: A quantidade de recursos gastos por uma atividade deve ser proporcional ou relativa na solução final do problema. Sendo que, o gasto de cada atividade é proporcional ao nível de suas operações;
- Não Negatividade: deve ser possível desempenhar a atividade em qualquer nível não negativo e qualquer proporção de um recurso deve ser constantemente utilizado;
- Aditividade: o custo total é a adição das parcelas associadas a cada atividade;
- Separabilidade: distinguir de forma separada os gastos ou consumo de recursos específicos das operações de cada atividade.

Essas características são de extrema importância para o perfeito desenvolvimento de um problema de PL, por meio delas, atinge-se a convicção de que as equações terão relações de proporcionalidade independentemente da quantidade, obtendo respostas mais eficientes e precisas.

Ao solucionar um problema, a PL deve detalhar as seguintes fases: definição do problema, tornando necessário a identificação do objetivo a ser alcançado (maximização ou minimização de um item); as variáveis de decisão e aos fatores que se relacionam a esse objetivo; as restrições e relações que estão sujeitos a estes fatores, analisando se os recursos disponíveis são limitados e se possuem condições restringidas (SOUZA; CLEMENTE, 1991).

método simplex

Há uma diversidade de recursos matemáticos utilizados para solucionar problemas de PL. Dentre eles, está o método Simplex, um algoritmo muito utilizado com auxílio de programas computacionais (HILLIER; LIEBERMAN, 2013). Esse método apresenta as possíveis resoluções dos problemas por meio dos pontos de restrições impostos em uma representação de um sistema de eixos ortogonais (SILVA, 2016).

Segundo Taha (2014), o método Simplex é uma ferramenta para resolução de problemas de PL, que consiste em um cálculo matemático de uma solução básica factível, gerando sequência de soluções, sendo assim, quando completada, a solução ótima é obtida.

Entretanto existem outros métodos de resolução, solucionados através de geometria analítica, com representação dos dados em gráfico e fazendo a interpretação geométrica deles para encontrar a solução ótima. No entanto quando a mais de duas variáveis de decisão em um modelo, a interpretação geométrica se mostra impossibilitada de resolver, sendo a solução encontrada facilmente pelo método Simplex, tornando-se mais recomendado para solução de problemas de PL, ainda mais, quando amparado por recursos computacionais como o suplemento Solver do Excel.

O Solver transforma momentaneamente todas as restrições de desigualdade em restrições de igualdade, somando uma nova variável a cada restrição “menor ou igual a”, e subtraindo uma nova variável de cada restrição “maior ou igual a”. As novas variáveis usadas para criar restrições de igualdade são chamadas variáveis de folga (RAGSDALE, 2009).

programação linear aplicada a otimização da produção

Toso e Morabito (2005) apresentam estudo de caso em uma fábrica de rações para nutrição animal um modelo de PL para retratar decisões envolvidas e as solucionado com ferramentas de apoio (*softwares*), realizando várias estratégias para diminuição dos tempos computacionais no dimensionamento e sequenciamento da produção realizada em lotes. Os autores relatam que tais experimentos limitados envolvendo dados reais revelam que o método aplicado é apto para produzir melhores resultados que os aplicados pela empresa.

Para suporte as tomadas de decisões do planejamento e controle de produção, Luche e Morabito (2005) sugerem modelos para otimização na programação de processo fabril na indústria de grãos eletro-fundidos, para que sejam alcançados maiores níveis de produtividade e melhor nível de serviço, fazendo uso de modelos de PL para auxiliar nas decisões do setor.

Luche e Morabito (2005) afirmam que com a utilização da PL no processo, os modelos são aptos de alcançar resultados satisfatórios, em relação ao aplicado. Com possibilidade de realizar diversas simulações em diversos cenários, concedendo flexibilidade e eficácia nas tomadas de decisão.

Como intuito de auxiliar na tomada de decisão no processo de mistura e distribuição de sucos de laranja, e otimizar os recursos disponíveis, Munhos e Morabito (2001) apresentam em um artigo baseado em PL formas eficientes para representar o problema em estudo adquirindo uma ferramenta satisfatória para análise de custos e o planejamento dessas atividades (MUNHOS; MORABITO, 2001).

Peleias et al. (2009) aplicou uma pesquisa estrutural e exploratória, onde estudo tem como finalidade constatar que a PO, por meio da PL, pode ser utilizada em processos decisórios em relação aos honorários e ao mix operacional em um escritório de perícias notando-se que os resultados alcançados podem ajudar o mix de operações.

Dassan, Santos, Silva, Kawamoto Junior e Rodrigues, et al. (2016) estudaram uma pequena empresa de placas eletrônicas e sugeriram a otimização multiobjetiva para realizarem a programação da produção. Os resultados apontaram lucro maior na utilização do modelo em relação ao histórico de decisão da empresa. Foi necessária a otimização multiobjetiva devido às restrições de quantidade e produção mínima.

Pio, Silva e Kawamoto Junior et al. (2018) apresentaram um modelo para que houvesse otimização na produção através do uso da PL em uma operação de sistema puxado. Este modelo executado a uma fábrica de moveis de aço, onde gerou ganho relevante no lucro consequente da otimização sugerida.

Moraes, Ferreira e Silva (2019) aplicaram a programação linear em uma empresa de esquadrias de alumínio e identificaram quantidades ótimas de produção que maximizavam o lucro sob algumas restrições.

Planejamento e controle de produção

Segundo Slack, Chambers e Johnson (2002), o planejamento e controle da produção é uma atividade que procura assegurar a execução do que foi previsto e empregar os recursos de produção da melhor maneira. Russomano (2000) diz que se trata de uma função de apoio a coordenação de diversas atividades.

O planejamento e controle de produção têm como incumbência gerenciar as atividades da operação produtiva, tanto em empresas com em prestadoras de serviço. Determinando o que vai ser produzido, quando vai ser produzido, como vai ser produzido, onde vai ser produzido, quem vai produzir. E dentro deste controle inclui o feedback (a retroação), uma comparação do que deveria ser feito com o realizado (VEGGIAN; SILVA, 2015).

Tubino (2009) defende que o planejamento e controle de produção é o setor de apoio em um sistema produtivo, que visa alcançar formas eficientes para gerir as informações relacionadas a um planejamento e controle das ações agregadas a organização, procurando otimizar todo o processo produtivo e, em consequência, todas as áreas coligadas a produção. As atividades podem ser classificadas em três níveis hierárquicos: estratégico, tático e operacional, sendo que o planejamento e controle de produção contribuem de forma contínua na elaboração de projetos e processos, buscando analisar as necessidades de recursos produtivos para identificar falhas, gargalos, falta ou ociosidade de recursos no plano de desenvolvimento projetado pelo planejamento e controle de produção, quanto a execução de longo, médio ou curto prazo.

Lopes e Lima (2008) acrescentam que o planejamento e controle de produção está atuando para responder de forma mais precisa e ágil as mudanças tanto internas como externa da organização, melhorando a gestão dos recursos utilizados nos processos e objetivos organizacionais (confiabilidade, flexibilidade, custo, rapidez, qualidade). A abordagem do planejamento e controle de produção tem como finalidade a otimização dos processos de fluxos de informações, materiais e pessoas. De acordo com Mesquita e Castro (2008), esta aplicação do planejamento e controle da produção é

capaz de ser mensurada através do alcance das metas propostas, tais como: a redução do tempo de produção; custo de estoques e de produção; atendimento aos prazos; flexibilidade e rapidez nas respostas perante a variação de demanda etc.

Segundo Maximiano (2004) o planejamento e programação estabelecem quais recursos e atividades serão necessários para que sejam atingidos os objetivos, a forma de alcançá-los e o percurso a ser seguido para sua realização. Estabelecer atitudes que permitam as mudanças necessárias, evitando, portanto, a execução de mudanças desnecessárias.

Metodologia

Esta pesquisa teve caráter exploratório e quantitativo. A metodologia exploratória tem o objetivo de trazer uma análise mais detalhada do problema, enquanto a pesquisa quantitativa se dá por meio de coleta de dados e posterior análise em ferramentas estatística para validação e conclusões das informações adquiridas (GIL, 2002).

O objeto de estudo deste trabalho foi um salão de beleza masculino situado na cidade de São Paulo. A empresa atua no mercado há dois anos, oferecendo dois tipos de serviços: o Corte Simples e o Corte Complexo com Barba. Todas as informações exibidas como preços, custos, medidas de tempo e localização do empreendimento, foram disponibilizadas pela empresa. Foram apresentados os dados dos Serviços 1 e 2 oferecidos pelo salão.

SERVIÇO 1 – CORTE SIMPLES

Preço: R\$15,00

Tempo de duração: 15 minutos

Lâminas utilizadas: 0,5pç

SERVIÇO 2 – CORTE COMPLEXO COM BARBA

Preço: R\$ 30,00

Tempo de duração: 60 minutos

Lâminas utilizadas: 2pç

Modelagem linear

As variáveis de decisão consideradas para a modelagem do problema linear, são: o Serviço 1 (corte simples) e o Serviço 2 (corte complexo com barba). A função objetivo para esse problema é a maximização dos lucros, buscando a quantidade ideal a se realizar de cada serviço, levando em consideração as restrições de tempo e quantidade de lâminas necessárias.

Abaixo detalham-se as equações e inequações utilizadas para a modelagem nas Fórmulas 1, 2 e 3.

VARIÁVEIS DE DECISÃO (1)

X_1 = Corte Simples

X_2 = Corte Complexo com Barba

FUNÇÃO OBJETIVO (2)

Maximizar $15x_1 + 30x_2$

RESTRICÇÕES (3)

Minutos: $15x_1 + 60x_2 \leq 420$

Lâminas: $0,5x_1 + 2x_2 \leq 50$

Não Negatividade: $x_1 ; x_2 \geq 0$

Resultados

Após testar a resolução do modelo pelo método Simplex, método gráfico e com o auxílio do Solver, de acordo com as restrições impostas, a solução que maximiza os lucros é realizar apenas Cortes Simples. Apesar do preço unitário ser menor, recebendo apenas o ganho de 15 reais por corte, obterá maior lucro pois conseguirá realizar maior número de cortes em menor tempo, além de utilizar apenas $\frac{1}{4}$ das lâminas necessárias para o outro tipo de corte (Complexo com Barba).

SOLUÇÃO

$X_1 = 28$ Cortes Simples

$X_2 = 00$ Cortes Complexos com Barba

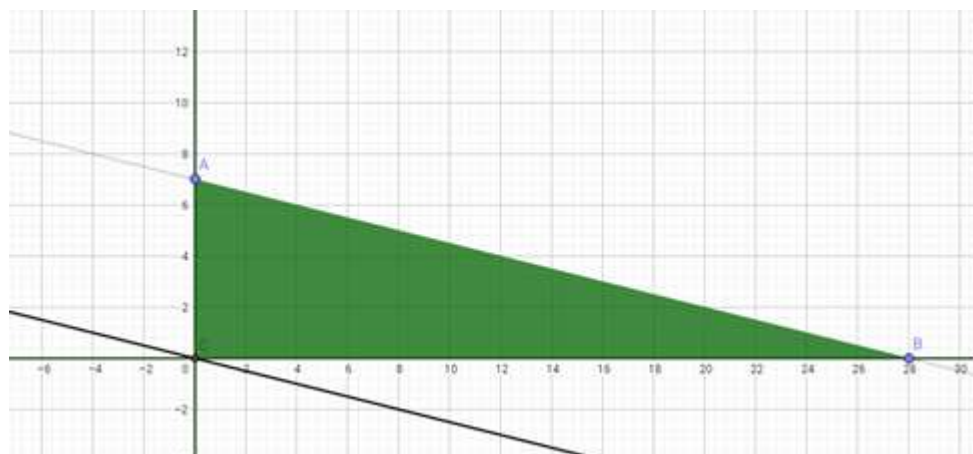
F. O. = 420

SOLUÇÃO PELO MÉTODO GRÁFICO

A análise gráfica elaborada no software GEOGEBRA, é possível neste caso pois possui apenas duas variáveis de decisão e permite de forma visual, entender qual a melhor decisão para o problema, respeitando todas as restrições apresentadas inicialmente.

Conforme podemos observar no Gráfico 1, o ponto “C”, é o ponto inicial, onde a representação “x” e “y” concentram-se em (0,0) e o resultado obtido é nulo. No ponto “A” (0,7) será de R\$ 210 e devido as restrições, permitirá apenas a execução do Serviço 2. No ponto “B” (28,0) será de R\$ 420, apresentando-se como o melhor ponto, inferindo que o salão deve trabalhar apenas com o Serviço 1 para a maximização dos seus rendimentos.

Figura 1 – Gráfico da solução



Fonte: os autores

Discussão

Todos os modelos de cálculo de PL utilizados neste estudo obtiveram o mesmo resultado, inferindo consistência e credibilidade para a tomada de decisão.

Analisando os dados, observa-se que a empresa teria maior ganho com o Serviço 2, porém, apesar de apresentar maior preço unitário, demanda mais tempo do cabelereiro que o Serviço 1 e maior custo com lâmina de barbear, tornando assim, menos lucrativa dentro das restrições propostas.

O estudo apresentado com intuito de maximizar os lucros, refletiu-se na otimização dos seus processos, analisando as restrições dos serviços com o intuito de avaliar qual tipo de serviço gera maior lucratividade, o que corrobora com Erdmann (2000), onde afirma que o planejamento e controle da produção utiliza-se de um conjunto de informações para administrar o processo produtivo, respeitando as restrições impostas e suas variáveis de decisão, o que permite organizar: o que, como, quando e a quantidade ideal a se produzir.

A tomada de decisão, contempla um problema com restrições que necessitam ser consideradas, portanto, decidiu-se trabalhar com a PO, destacando-se a PL, que é a técnica matemática usada para determinar o melhor uso de recursos limitados, para que uma função-objetivo seja otimizada e para permitir que determinadas condições

estabelecidas para a solução do problema sejam satisfeitas (CORRAR *et al.*, 2004. p. 362).

Conclusão

A PL tem como sua essência analisar todas as restrições que são propostas, a junção de todos os fatores simultaneamente resultando em um único objetivo: a melhor estratégia para o qual está sendo programado através da construção de modelos matemáticos e estatísticos. O presente estudo sugere que as ferramentas utilizadas são extremamente importantes, confiáveis e gerenciais para um empresário ou gestor de uma organização onde tenha a necessidade de tomar decisões com restrições impostas. Além disso, auxiliam na tomada de decisões ao apresentar dados que corroborem para novas e melhores estratégias no âmbito a qual são aplicadas.

A construção do cálculo, precisa que todas as informações sejam coletadas minuciosamente, sem faltar nenhum detalhe, pois a ausência de uma informação, mesmo aparentemente sem valor, pode comprometer na decisão a ser tomada direcionando a um resultado que não faz coerência a realidade do problema enfrentado.

Para pesquisas futuras sugere-se a aplicação de outras técnicas de PO, como exemplo a Simulação, apoiada por *softwares* de análise estatística, afim de aprimorar os resultados.

Referências

ALMEIDA, Mailton Rego. **Programação linear**: Uma aplicação ao problema de compras de um supermercado da cidade de Macaúbas-BA. 2018. Disponível em: <<http://www2.uesb.br/cursos/matematica/maticavca/wp-content/uploads/TCC-Mailton-Final.pdf>> Acesso em: 29 maio 2019.

ANDRADE, E. L. **Introdução à pesquisa operacional**. 2 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

ARENALES, et al. **Pesquisa Operacional/** para cursos de engenharia. Rio de Janeiro: Elsevier, Campus, 2015. xvi, 723 p. ISBN 9788535271614.

BELFIORE, P.; FÁVERO, L.P. **Pesquisa Operacional para Cursos de Engenharia**. Elsevier Brasil, 2013.

BUENO, M. **Como surgiu a profissão de cabelereiro**. 2013. Disponível em: <<http://www.grupomariabueno.com.br/escola/curiosidades/item/154-comosurgiu-a-profiss%C3%o-de-cabelereiro>>. Acesso em 07 ago 2019.

CORRAR, L. J.; THEÓPHILO, C. R.; BERGMANN, D. R. Programação linear. **Pesquisa operacional para decisão em contabilidade e administração: contabilometria**. São Paulo: Atlas, 2004.

CORRAR, Luiz João; GARCIA, Editinete André da Rocha. **Programação Linear: Uma Aplicação à Contabilidade de Custos no Processo de Tomada de Decisão**. In: Congresso Internacional de Custos, León, 2001.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: Métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 3ª Ed., 296p. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DANTZIG, G. B. **Linear programming and extensions**. 11th printing. Princeton University Press. Princeton, New Jersey, 1998.

DASSAN, E. F.; SANTOS, D.; SILVA, A. M.; KAWAMOTO JUNIOR, L. T.; RODRIGUES, E. F. **Otimização Multiobjetiva em uma Linha de Produção de Placas Eletrônicas de uma Pequena Empresa**. Espacios (Caracas), v. 37, p. 5, 2016.

ERDMANN, R. H. **Administração da produção: planejamento, programação e controle**. Florianópolis: Papa-livro, 2000.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Alas, 2002.

HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. **Introdução à Pesquisa Operacional**. 9º ed. São Paulo: Editora Bookman, 2013.

JULIÃO, Henrique. **Cabeleireiro é prestação de serviços que mais cresceu entre 2008 e 2018**. 2018. Disponível em: <<https://www.dci.com.br/servicos/cabeleireiro-e->

prestac-o-de-servicos-que-mais-cresceu-entre-2008-e-2018-1.766198>. Acesso em: 30 ago 2019.

LUCHE, J. R.; MORABITO, R. **Otimização na programação da Produção de Grãos Eletrofundidos**: estudo de caso. *Gestão e Produção*, v, 12, n. 1, p. 135-149, 2005.

MAXIMIANO, A. C. A. **Introdução à administração**. 6. ed. rev. ampl. São Paulo: Atlas, 2004.

MELLO, J.C. C. B.; MELLO, M. H. C. S. Integração entre o Ensino de Cálculo e o de Pesquisa Operacional. **Revista Produção**, v. 13, n. 2, p.123, 2003.

MELLO. **Planejamento, programação e controle da produção**: um estudo de caso na gula doces. 2009. Disponível em:

<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/120256/290124.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

MESQUITA, M. A.; CASTRO, R. L. A. Análise das práticas de planejamento e controle da produção em fornecedores da cadeia automotiva brasileira. **Gestão & Produção**, v. 15, n. 1, p. 33-42, 2008.

MORAES, Diego Galileu; FERREIRA, Cynara Vitalina; SILVA, Adriano Maniçoba. Otimização da produção utilizando Programação Linear: estudo de caso em uma indústria de esquadrias de alumínio. **Refas-Revista Fatec Zona Sul**, v. 5, n. 4, p. 26-37, 2019.

MUNHOS, J.R.; MORABITO, R. Um Modelo Baseado em Programação Linear e Programação de Metas Para Análise de um Sistema de Produção e Distribuição de Suco Concentrado e Congelado de Laranja. **Gestão & Produção**, v. 8, n. 2, p. 139-159, 2001.

PELEIAS, I, R. et al. Otimização do Mix Operacional de Um Escritório de Perícias: Uma Aplicação de Programação Linear. **Contabilidade Vista & Revista**, v. 19, v.1, p. 37-60, 2009.

PIO, A.; SILVA, A. M.; KAWAMOTO JUNIOR, L. T. Otimização da Produção em Sistemas Puxados: Análise em uma Fábrica de Moveis de Aço. **Revista Científica Hermes**, v. 20, p.62, 2018

RAGSDALE, C, T. **Modelagem e Análise de Decisão**. 6ª Ed. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

RUSSOMANO, Victor Henrique. **Planejamento & Controle da Produção**. 6ª Ed. São Paulo: Pioneira, 2000. 320 p.

SEBRAE. Sebrae. Disponível em:

<<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/Programas/conheca-as-caracteristicas-empendedoras-desenvolvidas-no-empretc,d071a5d3902e2410VgnVCM100000b272010aRCRD>>. Acesso em: 27 ago. 2019.

SILVA, Adriana Batista. **O método simplex e o método gráfico na resolução de problemas de otimização**. 2016. Disponível em:

<<https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tede/5905/5/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20-%20Adriana%20Batista%20da%20Silva%20-%202016.pdf>>. Acesso em: 07 maio 2019.

SILVA, E. M.; GONÇALVES, V. **Pesquisa Operacional: Programação Linear, Simulação**. 3ª Ed. São Paulo: Atlas, 2010.

SLACK, N.; JOHNSTON, R.; CHAMBERS, S. **Administração da Produção**. 2ª Ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SOUZA, A.; CLEMENTE, A. **Contextos, Paradigmas e Sistemas de Custeio**. In Congresso Gestão Estratégica de Custos, V. Fortaleza, 1998. Anais. Fortaleza, SEBRAE / SE, 1991, v. 1, p. 141 – 156.

TAHA, H. A. **Pesquisa Operacional**. 8ª Ed. São Paulo: Pearson, 2008. VERGARA, S. C. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. 15ª Ed. São Paulo: Editora Atlas, 2014.

TOSO, E. A. V.; MORABITO. R. **Otimização e Dimensionamento e Sequenciamento de Lotes de Produção**: Estudo de caso numa fábrica de rações. *Gestão e Produção*, v. 12, n. 2, p. 203 – 217, 2005.

TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção: Teoria e Prática**. 3ª Ed. São Paulo, 2017.

VEGGIAN, V. A.; SILVA. T. F. **Planejamento e controle da produção**. *Revista FAEF*, 2015.