



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE MATEMÁTICA, ESTATÍSTICA E COMPUTAÇÃO CIENTÍFICA
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA APLICADA



BÁRBARA BUENO HENRIQUES

Pesquisa operacional voltada para o empreendedorismo e inovação em micro empresa

Monografia apresentada ao Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos para obtenção de créditos na disciplina Projeto Supervisionado, sob a orientação do(a) Prof. Aurélio Ribeiro Leite de Oliveira.

Campinas
2022

RESUMO

O aumento da quantidade de técnicas de otimização de recursos por empresas tem diversificado as opções de modelo de gestão, ainda mais quando se trata de modelos da área de Pesquisa Operacional. Assim, há atualmente um crescente movimento em busca dessa otimização por empresas - tanto de grande quanto de pequeno porte -, o que tem se tornado um dos maiores desafios aos diretores, principalmente em momentos de tomadas de decisões e resoluções de problemas.

Apesar de macroempresas possuírem a possibilidade inicial do foco quantitativo devido ao seu porte, no que se refere a micro empresas, a questão qualitativa da gestão de empreendedorismo faz-se mais necessária no seu modelo de negócio. Isso ocorre por não possuir um fundamento tão sólido quanto ao de grandes e renomadas organizações. Assim, o objetivo deste artigo é apresentar técnicas da Pesquisa Operacional para serem aplicadas em micro empresas de modo interligado ao processo de elaboração do plano de negócio do empreendedorismo na tomada de decisões - coerente à sua capacidade e limitações - e, conseqüentemente, otimização de investimentos.

Dessa forma, a fim de analisar oportunidades de aplicação de modelos existentes de Pesquisa Operacional, foram adotadas abordagens quantitativas e qualitativas de tais técnicas para contribuir na elaboração de um plano de negócios para um empreendimento.

1. INTRODUÇÃO

Com o crescente avanço tecnológico no atual contexto de competição global, o empreendedor encontra-se cada vez mais desafiado a trazer novos serviços e novos produtos, além da necessidade de reinvenção daqueles já existentes.

Assim, a identificação de oportunidades pelos pequenos empreendimentos - no caso, microempresas - não deve partir apenas de intuições do empreendedor, por tratar-se de uma questão de grande importância para o negócio. Assim, há a necessidade de desenvolver processos sistemáticos de análise e exploração do ambiente em que se encontra, principalmente considerando um cenário de recursos escassos. Dessa forma, surge a necessidade da implementação de técnicas capazes de simular análises das tendências do ambiente, de importações e imitações, e da identificação de novas aplicações para produtos atuais e suas quantidades, por exemplo.

A Pesquisa Operacional (PO) trata-se da aplicação de métodos científicos a Problemas Lineares - tratam-se de problemas envolvendo apenas operações com variáveis do primeiro grau - para auxiliar durante o processo de tomada de decisão na gestão de recursos, ainda mais quando se apresentam escassos, como na compreensão de um problema apresentado por um cliente dentro de uma organização. Dessa forma, os modelos matemáticos advindos das técnicas de PO tem o objetivo da capacidade de apresentar as melhores alternativas para um microempreendimento

Desta forma, o objetivo geral do projeto é apresentar técnicas de Pesquisa Operacional e como se apresentam vantajosas na aplicação em gestão de microempresas, suas tomadas de decisões conforme seus recursos disponíveis e as melhores e mais otimizadas alternativas de negócios. Assim, como tais técnicas de modelagem mostram-se com forte tendência inovadora, ocorre um destaque frente à questão do Empreendedorismo.

1.2 Microempresas e gestão empreendedora

Para que um empreendimento obtenha sucesso, ainda mais no que tange uma micro empresa, é necessário avaliar as quatro fases do ciclo empreendedor, que consistem em I. Identificação de oportunidades de negócio (busca da eficiência de novas formas de comercializar um mesmo produto/serviço aos mesmos clientes, tais como a busca pela aplicação das técnicas de PO); II. Avaliação de oportunidades de negócio (avaliação sem excesso de análise da possibilidade comercial de uma ideia ao levar em consideração necessidade de recursos, custos, público e parcerias); III. Plano de negócio (evidência da viabilidade de implementação de um empreendimento até a necessidade de recursos, principalmente financeiros, além do retorno financeiro esperado); e IV. Gerenciamento da implementação (importância do conhecimento da técnica a ser implementada, a fim de avaliar possíveis mudanças na tomada de decisão e seu impacto no resultado final).

Uma alternativa a ser avaliada para desenvolver os negócios de uma organização, independente de seu porte, é o método de Pesquisa e Desenvolvimento (P & D); porém, microempresas não frequentemente possuem um aporte financeiro para tal investimento. Além disso, uma das características das microempresas é a proximidade com os clientes, de modo que buscam a inovação através da necessidade destes. Isso faz com que haja a necessidade da aplicação de métodos e técnicas voltadas para exemplos o mais próximos suficientes das escalas dos recursos da organização e da quantidade de clientes, por exemplo.

Comparadas às grandes organizações que atualmente regem o mercado, os pequenos empreendimentos são capazes de apresentar grandes diferenciais, como seu tamanho e a pouca idade, o que reflete numa cultura mais voltada para a necessidade de eficiência e otimização, e grande tendência de inovação de produtos já existentes (novas formas de utilizá-los e misturá-los, por exemplo). Assim, não detêm características como maior burocratização da estrutura, altos custos de abandono do mercado e altos investimentos para possíveis mudanças processuais.

Os pequenos empreendimentos também possuem uma importante etapa durante a montagem de seu negócio, conhecida como Plano Financeiro, em que devem ser registradas as projeções de entrada e saída de gastos e deve haver o controle realizado junto das provisões. Assim, como durante essa etapa deve haver a descrição de números de ações planejadas, resultado esperado e projeções de capital, faz-se importante um modelo de análise prático e realista, que busque otimizar tais custos e recursos, ainda mais ao levar em consideração que um grande número de empreendimentos vão ao fracasso pelo excesso de otimismo quanto à sua atuação no mercado. Isso porque os gestores de micro empresas tendem a assumir que seus recursos financeiros serão suficientes inicialmente; assim, há equívocos quanto à não programação de possíveis descasamentos entre vendas e recebimento de mercadorias, hipóteses de entrada de recursos muito além do viável, esquecimento de exigências financeiras para o capital de giro e quanto a não garantir recursos relativos a despesas advindas de possíveis riscos do empreendimento.

Além disso, há também riscos de empreendimento durante a fase de análise do plano de negócio, que são referentes ao Câmbio - compra de recursos e negociação em outras moedas -, taxas de juros, Sazonalidade - significativa variação de consumo em um período do ano devido a algum evento não previsto -, regulação e defasagem rápida e não prevista de produtos. Assim, é destacada a necessidade de análises e simulações que representem situações reais e tenham como objetivo reduzir e, até mesmo, evitar tais riscos. Dessa forma, há a possibilidade de testes de hipóteses, o que torna o momento da tomada de decisões mais apurado através da aplicação de técnicas de simulação de sistemas da Pesquisa Operacional, por exemplo.

1.3 Pesquisa Operacional: técnicas e aplicações

De acordo com Ackoff e Sasinieni (1968), a Pesquisa Operacional (PO) trata-se da aplicação do método científico, através de equipes multidisciplinares, em problemas que envolvam o controle de sistemas organizados a fim de oferecer soluções de melhor interesse à organização. Assim, é considerada uma abordagem científica durante a tomada de decisões que, através de modelos matemáticos, é aplicada em conjuntos de problemas complexos dentro de uma organização em busca de soluções otimizadas. Nisso, a Programação Linear consiste na técnica de otimização de uma função linear sujeita a um sistema de restrições - também lineares - através de variáveis, de modo a ser regido por uma *função objetivo*.

Porém, pode haver certa apreensão quanto à aplicação da PO por não existir uma única maneira de formular os modelos matemáticos, e também pela dependência de diversos fatores. Além disso, as informações necessárias para tais formulações, em grande parte das vezes, não se encontram em um único lugar - diversos setores de uma organização, mesmo ao ser considerada uma micro empresa - e também há a necessidade da coleta/análise de tais dados, por não serem encontrados prontos para o uso nas modelagens.

Assim, para formular uma modelagem matemática com base nas técnicas de PO, é necessário estabelecer o objetivo a ser atingido com base na estratégia da organização (problema de maximização ou minimização), as variáveis de decisão e as restrições - fatores externos ao poder de decisão do gestor.

Uma das técnicas de Pesquisa Operacional que pode ser aplicada em micro empresas de diversas áreas trata-se do I. Problema do *Mix* de Produção, o qual consiste na combinação de recursos e materiais obtidos na natureza a fim de novos produtos e materiais no mercado. Essa técnica dá origem à Inovação na comercialização de produtos, uma vez que viabiliza novas aplicações para produtos atuais e suas quantidades.

A fim da formulação matemática de tal problema, surge a questão da Programação Linear, em que é necessária inicialmente a identificação das variáveis envolvidas:

Seja n a quantidade de produtos disponíveis para uma certa *mistura* e k a quantidade de itens relevante para essa *mistura*; então, é possível definir uma incógnita y_i como a quantidade do produto j em uma porção de *mistura*, em que $j = 1, 2, \dots, n$. Como trata-se de uma variável de quantidade, a outra *restrição* a ser imposta ao problema de modelagem de PL é II. $y_i \geq 0$, além de y ser um número inteiro.

a_{ij} = fração do item i no produto j ;

b_{ji} = fração do item i na mistura ;

c_j = preço de uma unidade do produto j

em que $i = 1, 2, 3, \dots, k$ e $j = 1, 2, 3, \dots, n$.

Assim, é possível concluir que $a_{ij} \cdot y_j$ trata-se da quantidade do item i em uma quantidade de y_j unidades do produto j . Então, como $\sum (a_{ij} \cdot y_j)$ - em que $i = 1, 2, 3, \dots, k$ e $j = 1, 2, 3, \dots, n$ - é a quantidade total do item i em uma porção da mistura, tem-se que

$$a_{i1} \cdot y_1 + a_{i2} \cdot y_2 + a_{i3} \cdot y_3 + \dots + a_{ik} \cdot y_n = b_i$$

trata-se da equação necessária para solução do PL em que deseja-se minimizar os custos de produção. Além disso, como tem-se que y_j refere-se à quantidade do produto j em uma porção de mistura, então III. $y_1 + y_2 + y_3 + \dots + y_n = 1$.

Para minimizar o custo de produção total é necessário levar em conta a soma de todos os itens utilizados na nova mistura, ou seja, $\Sigma(c_l \cdot y_l)$, $l = 1, 2, 3, \dots, n$. Determinadas as variáveis e as equações necessárias para reduzir ao máximo o custo de produção da mistura, é possível escrever a modelagem do problema de uma microempresa através de uma função matemática $f(y)$:

$$\text{Minimizar } f(y_1, y_2, y_3, \dots, y_n) = \Sigma(c_l \cdot y_l)$$

$$a_{11} \cdot y_1 + a_{12} \cdot y_2 + a_{13} \cdot y_3 + \dots + a_{1n} \cdot y_n = b_1$$

$$a_{21} \cdot y_1 + a_{22} \cdot y_2 + a_{23} \cdot y_3 + \dots + a_{2n} \cdot y_n = b_2$$

$$a_{31} \cdot y_1 + a_{32} \cdot y_2 + a_{33} \cdot y_3 + \dots + a_{3n} \cdot y_n = b_3$$

...

$$a_{k1} \cdot y_1 + a_{k2} \cdot y_2 + a_{k3} \cdot y_3 + \dots + a_{kn} \cdot y_n = b_k$$

além das restrições II e III anteriores.

Outro problema que grande parte das microempresas enfrentam, principalmente na etapa inicial do plano de negócios - uma das mais cruciais -, é o que se refere à gestão financeira dos recursos do fluxo de caixa. Assim, é necessário o controle e acompanhamento assíduo de contas a pagar/receber e lucros; é possível então encaixar a solução de problema linear para a tomada de decisões quanto ao que se deseja ser feito referente ao fluxo de caixa: otimizar os gastos c da empresa ou maximizar o retorno da receita (num período de tempo k pré-estabelecido) por exemplo.

Ao considerar que o gestor da organização possui o controle de entrada de recursos x e de saída y , nesse mesmo período k . Assim, é possível analisar possibilidade de aplicações financeiras referentes a curto prazo (aplicações financeiras com taxas de juros g em poupanças, por exemplo) e longo prazo (aplicações financeiras de renda variável, como fundos imobiliários, ações, títulos), de modo a levar em consideração as taxas de juros e a necessidade de retirada do caixa dentro de tal período. Ao considerar a questão do curto prazo,

No campo da Pesquisa Operacional há também o Método Gráfico de resolução de problemas de otimização. Nesse método as restrições obtidas do problema são desenhadas no gráfico a fim de obter uma *região factível*, na qual se encontram todas as soluções factíveis do problema; assim, é identificada qual delas satisfaz melhor a função do gráfico, em que deseja-se obter um x^* tal que $f(x) \geq f(x^*)$, para todo x factível. Assim, tal técnica se mostra mais prática e visual aos empreendedores que dela fizerem uso, pois, mesmo que limitada a um desenho num plano, possibilita uma implementação na intuição sobre a solução ótima.

1.3.1 Exemplo de aplicação

Para ilustrar uma situação em que mostra-se favorável a aplicação da metodologia da Pesquisa Operacional em uma micro empresa, tem-se o exemplo a seguir, em que o objetivo é, dentre diversas possibilidades, maximizar o lucro total diário da organização. Assim, considera-se uma empresa cujo foco é na produção de materiais odontológicos, em que há dois tipos de alicate, porém, o primeiro tipo ($T1$) necessita de quatro vezes mais tempo do que o tipo 2 ($T2$). O lucro de cada um dos alicates é de R\$8,00 no $T1$ e R\$6,00 no $T2$. Caso todos os alicates fossem do tipo $T2$, seria possível fabricar 2000 alicates por dia; a quantidade de material disponível é suficiente para a fabricação de 400

alicates dos dois tipos em um mesmo dia. Além disso, os alicates possuem duas opções de material para segurar - borracha ($S1$) e plástico ($S2$) -, de modo que a disponibilidade por dia de cada um é de 100 unidades para $S1$ e 175 para $S2$, respectivamente. Assim, o objetivo do problema é encontrar a solução ótima que possibilite maximizar o lucro total por dia do gestor, um obstáculo enfrentado no cotidiano de uma grande quantidade de empreendedores de micro empresas.

Tem-se então que as variáveis de decisão do problema podem ser estabelecidas por y_1 e y_2 para cada quantidade de $T1$ e $T2$, respectivamente. Ao considerar os lucros unitários de cada alicate, a função que descreve o problema pode ser escrita como

$$MAX \text{ lucro}(y_1, y_2) = L = 8.y_1 + 6.y_2$$

Além disso, como y_1 e y_2 se tratam de quantidades, então

$$y_1 \geq 0 \text{ e } y_2 \geq 0$$

Assim, tem-se também as seguintes restrições:

$$y_1 + y_2 \leq 400$$

$$y_1 \leq 100$$

$$y_2 \leq 175$$

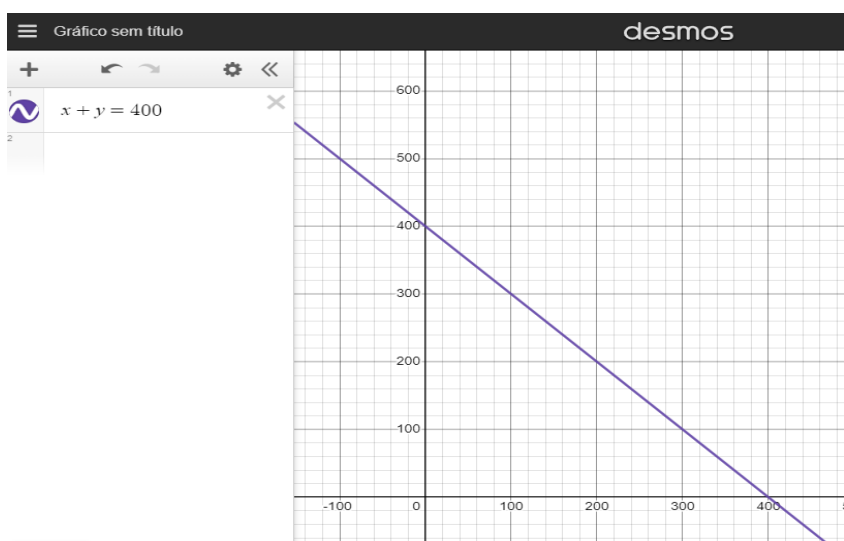
Tem-se então que a inequação que descreve o problema é

$$4.y_1 + y_2 \leq 2000$$

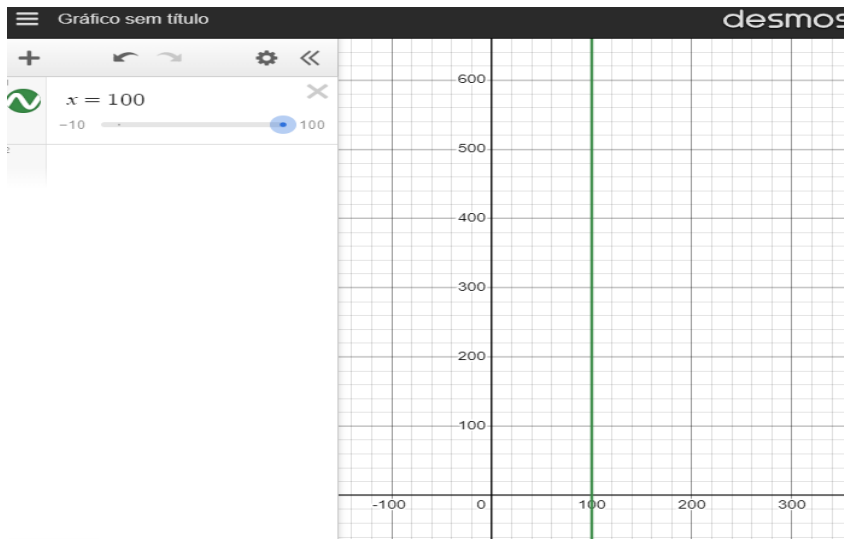
1.3.1.1 Método gráfico

Primeiramente, tem-se a associação das variáveis y_1 e y_2 aos eixos de ordenada (y) e abscissa (x) de um gráfico, respectivamente. Em cada um dos eixos, será assumida uma escala condizente com as restrições do problema, de modo que em cada restrição são anuladas as variáveis - exceto as que correspondem a um eixo concreto -, e o processo se repete para cada um dos eixos. Assim, as inequações do problema são consideradas equações para obter a reta da função de cada uma delas e, então, é feita a intercessão delas. Com a ajuda do recurso *desmos*, é possível obter as seguintes retas:

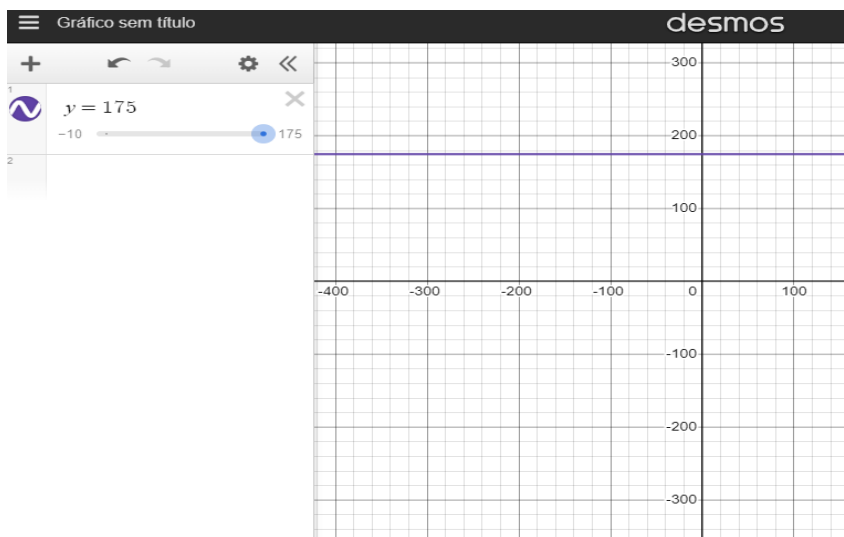
I. $y_1 + y_2 = 400$



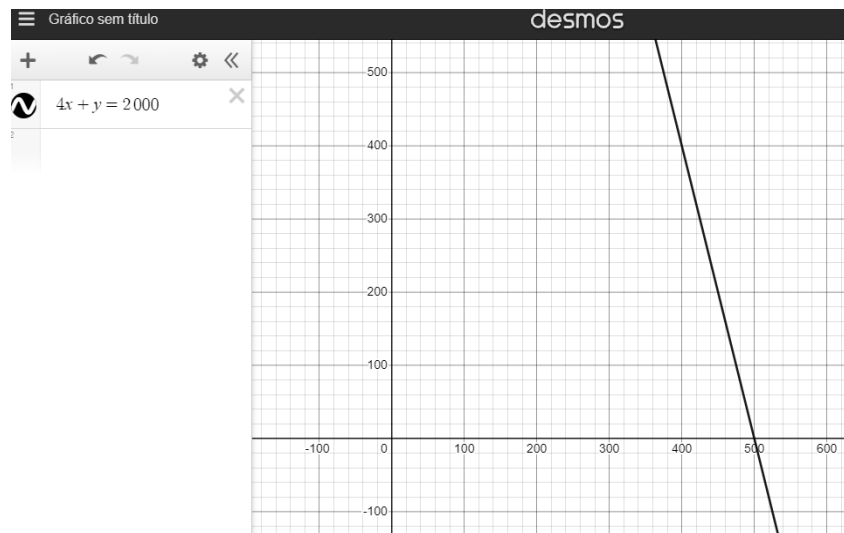
II. $y_1 \leq 100$



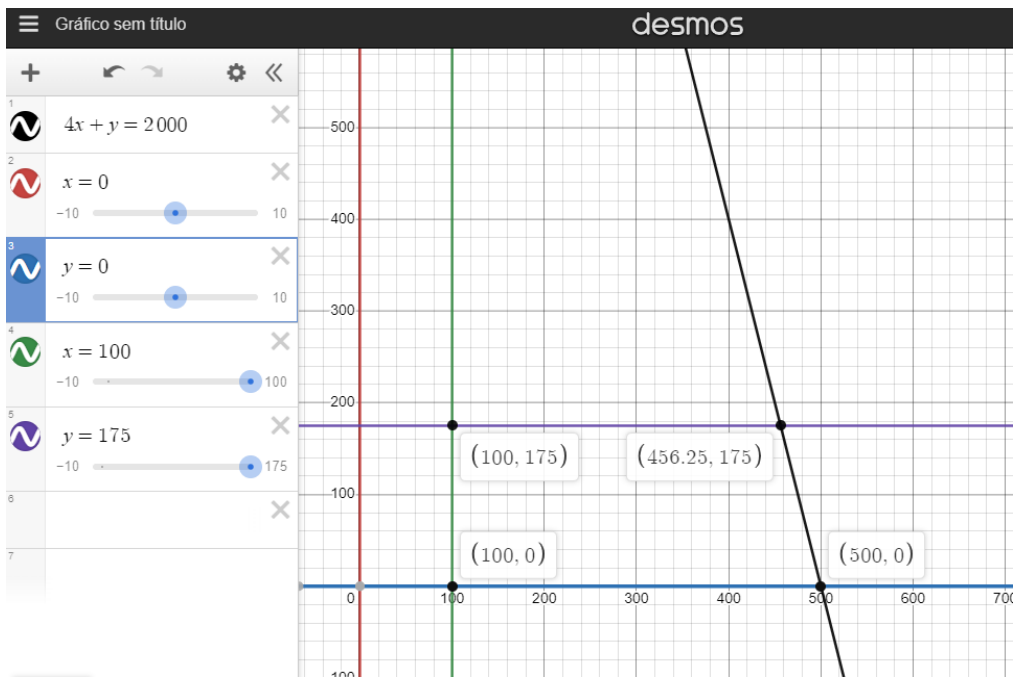
III. $y_2 = 175$



IV. $4y_1 + y_2 = 2000$



Assim, com todas as restrições esboçadas, tem-se o seguinte gráfico de retas:



De tal modo que os pontos realçados $(100, 175)$, $(456.25, 175)$, $(500, 0)$ e $(100, 0)$ delimitam, conjuntamente às restrições $y_1 \geq 0$ e $y_2 \geq 0$, a área em que a solução ótima se encontra.

1.3.1.2 Método *Simplex* através da ferramenta *Solver* pelo software *Microsoft Excel*

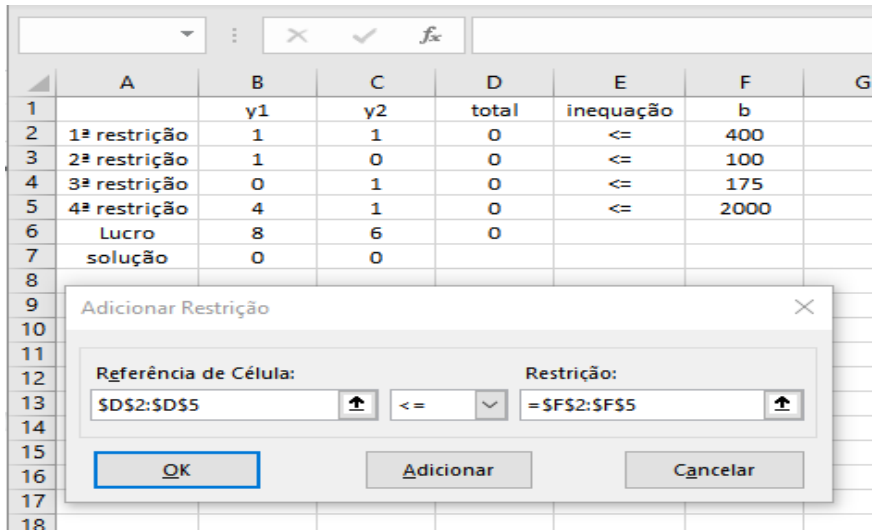
O Método Simplex consiste em uma técnica utilizada para determinar a solução ótima de um modelo através da Programação Linear, em que as variáveis necessariamente são números não-negativos, e em que é tomado como base uma função na forma $A \cdot y = b$. Ao utilizar o método simplex para resolver o problema acima através do *solver*, é considerado o apresentado na planilha abaixo:

	A	B	C	D	E	F	G
1		y1	y2	total	inequação	b	
2	1ª restrição	1	1	0	<=	400	
3	2ª restrição	1	0	0	<=	100	
4	3ª restrição	0	1	0	<=	175	
5	4ª restrição	4	1	0	<=	2000	
6	Lucro	8	6	0			
7	solução	0	0				
8							
9							

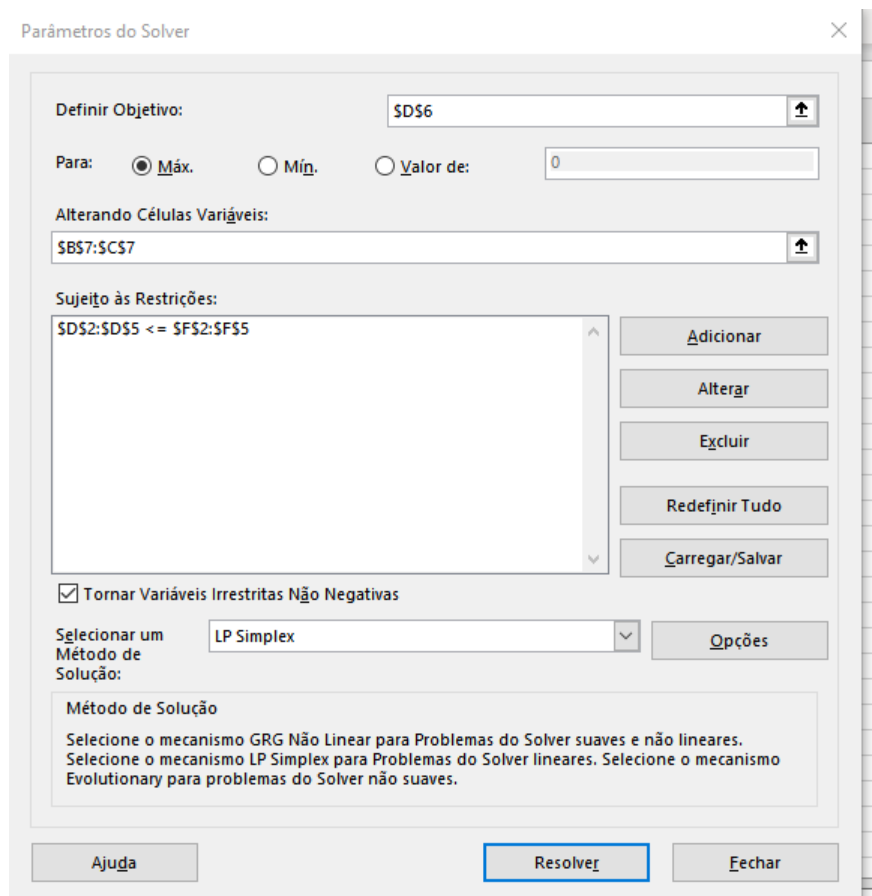
Nesse método tem-se que os valores registrados nas três primeiras linhas da planilha com as colunas com y_1 e y_2 correspondem aos coeficientes do sistema de restrições. Já os valores das mesmas linhas com a quarta coluna [D] referem-se ao total para cada uma das restrições quanto à função de y_1 e y_2 . Os valores presentes na quinta linha da planilha correspondem aos coeficientes da função L

de maximização do lucro; aqueles presentes na sétima linha da planilha referem-se aos valores de y_1 e y_2 . Por fim, a célula D6 refere-se ao valor da função L de maximização do lucro.

Assim, a fórmula de *SOMARPRODUTO* é inserida nas células D3 (*SOMARPRODUTO*(B3: C3, \$B\$7: \$C\$7), D4 (*SOMARPRODUTO*(B4: C4, \$B\$7: \$C\$7), D5 (*SOMARPRODUTO*(B5: C5, \$B\$7: \$C\$7) e D6 (*SOMARPRODUTO*(B6: C6, \$B\$7: \$C\$7).



Preenchidas as caixas de restrição do *solver*, tem-se o seguinte:



Assim, selecionado o Método *Simplex*, o botão *Resolver* fornece o resultado com as soluções ótimas do sistema da função de maximização do Lucro. Abaixo, realçado em amarelo encontram-se os valores das variáveis y_1 e y_2 , em que são iguais a 100 e 175, respectivamente. Além disso, o valor da função $MAX\ lucro(y_1, y_2) = L = 8 \cdot y_1 + 6 \cdot y_2$ está grifado em azul.

D6							
=+SOMARPRODUTO(B6:C6;\$B\$7:\$C\$7)							
	A	B	C	D	E	F	G
1		y1	y2	total	inequação	b	
2	1ª restrição	1	1	275	<=	400	
3	2ª restrição	1	0	100	<=	100	
4	3ª restrição	0	1	175	<=	175	
5	4ª restrição	4	1	575	<=	2000	
6	Lucro	8	6	1850			
7	solução	100	175				
8							
9							
10							

CONCLUSÃO

O atual cenário de constante inovação presente no mercado requer um acompanhamento de velocidade igual ou maior por parte das empresas, independente de seu porte, o que gera uma competição por métodos inovadores de criação de produtos e avanços de sistemas, por exemplo. Os empreendedores de microempresas, então, tendem a depender da tomada de decisão intuitivamente, porém, para que a resolução de problemas não seja guiada apenas por tal intuição gerencial, surge a possibilidade da análise prévia de recursos e consequente formulação de um modelo de Pesquisa Operacional a ser aplicado na situação enfrentada pelo microempreendimento.

Dessa forma, foram estudadas técnicas de Pesquisa Operacional - modelagem linear, método gráfico e método simplex - e formas de aplicação em hipotéticas situações reais vividas por tais gestores, de modo que a velocidade com que é possível se chegar ao objetivo desejado pelo obstáculo enfrentado usando tais métodos comprovou a vantagem de investir, de certa forma, no desenvolvimento e aprendizado desses métodos.

Um dos possíveis objetivos é a maximização da receita, como visto no exemplo resolvido. Além disso, é possível também a minimização de custos e, concomitantemente, a criação de novos produtos, como visto no Problema da Mistura. Com isso, é envolvida a questão da inovação através da criação de novidades num mercado já estabelecido, o que faz com que o microempreendimento se destaque na área da inovação e, conseqüentemente, desenvolva-se mais.

REFERÊNCIAS

- Ackoff, R. L. and M. W. Sasini (1968). Fundamentals of operations research.
- ARENALES, M. et al. Pesquisa Operacional. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier Editora Ltda., 2011.
- BARROS, Betânia Tanure; PRATES, Marco Aurélio Spyer. A arte brasileira de administrar. São Paulo: Atlas, 1996.
- CALDEIRA, Jorge. Mauá: empresário do império. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.
- DOLABELA, Fernando. O segredo de Luísa. São Paulo: Cultura Editores Associados, 1999.
- DORNELAS, José Carlos Assis. Empreendedorismo: transformando idéias em negócios. 3a. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2008.
- DORNELAS, José Carlos Assis; TIMMONS, Jeffrey A.; ZACHARAKIS, Andrew; SPINELLI, Stephen. Planos de negócios que dão certo: um guia para pequenas empresas. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.
- DRUCKER, Peter. Inovação e espírito empreendedor. São Paulo: Thompson Pioneira, 1998.
- RODRIGUES, Maria Cecília Prates. Ação social das empresas privadas: como avaliar resultados: a metodologia EP2ASE. Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas, 2005.
- SEIFFERT, Peter Quadros. Empreendendo novos negócios em corporações: estratégias, processo e melhores práticas. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- TENORIO, Fernando Guilherme (org.). Responsabilidade social empresarial: teoria e prática. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getulio Vargas, 2004. ZOGHLIN, Gilbert. De executivo a empreendedor. São Paulo: Makron Books, 1994.
- Souto-Maior, Cesar Duarte Pesquisa operacional / Cesar Duarte Souto-Maior. – 3. ed. – Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração/UFSC, 2014. 94p. Inclui bibliografia Curso de Graduação em Administração, modalidade a Distância ISBN: 978-85-7988-151-0
- International Conference on Leadership, Technology, Innovation and Business Management
Understanding organizational capabilities and dynamic capabilities in the context of micro enterprises: a research agenda G. Gurkan Inan a , Umit S. Bititci b , a* ab Heriot-Watt University, Edinburgh, EH14 4AS, UK
- RESOLUÇÃO DE TRÊS PROBLEMAS REAIS DE PROGRAMAÇÃO LINEAR, VARIANDO-SE O SINAL DAS INEQUAÇÕES NAS RESTRIÇÕES Alexandro de Castro da Silva (G-FUNEC) Daniel Lujan Zanini (G-FUNEC) Evandro Robiatti (G-FUNEC) Prof. Me. Oscar Alessandro de Matos (orientador)
- Székely Szilárd, Adriana Benedek, Lucian Ionel-Cioca, Soft Skills Development Needs and Methods in Micro-Companies of ICT Sector, Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 238, 2018, Pages 94-103, ISSN 1877-0428, <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2018.03.012>.