

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

DAGOBERTO LUIZ KOUTTON

**APLICAÇÃO DA PROGRAMAÇÃO POR METAS COMO AUXÍLIO NA TOMADA DE  
DECISÃO NO PROCESSO DE PLANEJAMENTO DE COMPRAS EM UM SETOR  
PÚBLICO**

CURITIBA

2020

DAGOBERTO LUIZ KOUTTON

**APLICAÇÃO DA PROGRAMAÇÃO POR  
METAS COMO AUXÍLIO NA TOMADA DE  
DECISÃO NO PROCESSO DE  
PLANEJAMENTO DE COMPRAS EM UM  
SETOR PÚBLICO**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Gestão de Suprimentos da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Gestão de Suprimentos.

Orientador(a): Prof. Dr. Cassius Tadeu Scarpin

CURITIBA

2020

**APLICAÇÃO DA PROGRAMAÇÃO POR METAS COMO AUXÍLIO NA TOMADA  
DE DECISÃO NO PROCESSO DE PLANEJAMENTO DE COMPRAS EM UM  
SETOR PÚBLICO**

**APPLICATION OF GOAL PROGRAMMING AS SUPPORT IN DECISION-MAKING  
IN THE PURCHASE PLANNING PROCESS ON PUBLIC SECTOR**

Dagoberto Luiz Koutton

Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR

Prof. Dr. Cassius Tadeu Scarpin

Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, GTAO – Grupo de Tecnologia Aplicada à Otimização

**Resumo:** Dentro da área de gestão de suprimentos há grande necessidade de planejamento. Tomando-se como exemplo as IFES (Instituições Federais de Ensino Superior), há legislação específica recente que torna este planejamento obrigatório. O presente estudo de caso aborda um Setor de uma IFES que realizou esse planejamento, no qual suas demandas ultrapassam em várias vezes os recursos disponíveis. O objetivo é mostrar a aplicabilidade da programação linear por metas como auxílio na tomada de decisão para casos como este. Por meio da revisão bibliográfica apresentam-se os conceitos básicos, dando ênfase nos conceitos de programação linear por metas. Este embasamento possibilita a elaboração de um modelo matemático baseado em programação por metas. O modelo proposto almeja solucionar de forma otimizada o problema orçamentário abordado. Esta abordagem possibilita a customização de situações específicas de requisições para a geração de cenários, facilitando a tomada de decisão. É feita uma comparação entre o planejamento realizado manualmente pelo Setor e o resultado do modelo matemático. A maior velocidade com que o modelo proposto entrega o resultado e a possibilidade de customização das metas estabelecidas no problema, fazem com que o modelo seja uma opção viável como auxílio na tomada de decisão. Os resultados obtidos foram validados pelo setor estudado e a distribuição de recursos foi significativamente mais robusta que a solução manual.

**Palavras-chave:** Gestão de suprimentos. Tomada de decisão. Programação linear. Programação por metas. Compras no Setor público.

**Abstract:** In the supply chain management's area there is a high necessity of planning. Taking IFES (Public University Education Institutions) as example, there is a recent specific legislation that makes this planning mandatory. This case study approaches an IFES sector that did this planning, and its demands exceed the available resources several times. The objective is to show the linear goal programming as an assistance in decision making for cases like this. Through the literature review, the basic concepts are presented, emphasizing the concepts of linear goal programming. This basis allows the development of a mathematical model based on goal programming. The proposed model craves to optimally solve the explained resource problem. This approach makes it possible the customization of specific requirement situations for generating scenarios, that facilitate decision making. A comparison is made between the planning did manually by the Sector and the result of the mathematical model. The greater speed with the proposed model delivers the result and the possibility of customization of the goals established in the problem, make this model a viable option as an assistance in decision making. The results obtained were validated by the sector studied and the distribution of resources was significantly more robust than the manual solution.

**Keywords:** Supply chain management. Decision making. Linear programming. Goal programming. Public sector purchases.

## 1 INTRODUÇÃO

O planejamento de compras no âmbito do Setor Público é vital para que os recursos do pagador de impostos sejam bem empregados. Conforme a Lei 8.666/93, art.3º, devido à necessidade de isonomia em todos atos, as compras no geral seguem um procedimento padrão de aquisição chamado Licitação (BRASIL, 1993). Uma das principais consequências negativas desse é a demora entre a solicitação inicial de compra, a elaboração do descritivo, o processo de licitação e, por fim, a aquisição do que foi solicitado. De acordo com Neto (2018), apenas o processo de licitação pode demorar mais de 180 dias. Isso somado às outras etapas faz com que todo o procedimento ultrapasse facilmente 1 ano.

A forma como o orçamento é administrado é outro fator importante. Conforme a Constituição Federal de 1988, art. 165, o orçamento é repassado mediante aprovação do Plano Plurianual (PPA), da Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) e da Lei Orçamentária Anual (LOA) (BRASIL, 1988). Tomando como base as Instituições Federais de Ensino Superior (IFES), o orçamento é dividido entre os diversos Setores e Pró-reitorias que as compõem (como exemplo, o Ato Orçamentário 001/2019-PROPLAN/UFPR, art. 3º). A gestão do orçamento e consequentemente dos suprimentos necessários para as atividades dessas Unidades é, portanto, descentralizada, o que implica que cada Unidade deve fazer seu planejamento. Não há regra ou procedimento padrão para que esse planejamento ocorra, mas há legislação que indica a necessidade de fazê-lo, como a Instrução Normativa nº1 de 10/01/2019, do Ministério da Economia. (BRASIL, 2019); (BRASIL, 2019).

Os Setores da IFES gerenciam os cursos ofertados por essa. Esses cursos têm necessidade de constante atualização de seus equipamentos e insumos para manter a qualidade de competitividade dos mesmos. Em face dessa situação, a demanda por suprimentos é alta e constante. A limitação orçamentária é muitas vezes o grande impeditivo do crescimento e qualificação dos cursos, conforme Santos (2013).

Essa alta demanda por suprimentos em face da limitação orçamentária é a base deste estudo de caso. Tendo em vista que o volume dessa demanda pode ultrapassar em várias vezes o orçamento anual disponível, como deve-se decidir o que vai ser priorizado?

Existem diversas ferramentas que servem como auxílio na tomada de decisão. Esse estudo limita-se a aplicação da ferramenta denominada “programação por metas”, que está dentro da área de conhecimento da Pesquisa Operacional (PO).

Segundo Marins (2011, p. 5):

A Pesquisa Operacional (PO) é uma área da Engenharia de Produção que proporciona aos profissionais, que têm acesso ao seu escopo, o acesso a um procedimento organizado e consistente que o auxiliará na difícil tarefa de gestão de recursos humanos, materiais e financeiros de uma organização. De fato, a Pesquisa Operacional oferece um elenco interessante de áreas, modelos e algoritmos que permitem ao gestor tomar decisão em problemas complexos, onde deve ser aplicada a ótica científica. (MARINS, 2011, p. 5)

Segundo Ravindran (1986), na programação por metas existe a possibilidade de serem adicionados múltiplos objetivos, que são tratados como metas. Essas metas não são tratadas como restrições rígidas do problema, mas como condições-alvo que podem não ser atingidas. Isso é essencial devido à complexidade do que está sendo abordado.

Neste contexto, o objetivo desta pesquisa é aplicar a programação por metas como auxílio na tomada de decisão no planejamento de compras dentro do Setor Público.

Para tanto, o problema de pesquisa a ser investigado tem a seguinte pergunta: Como aplicar a programação por metas como auxílio na tomada de decisão dentro do planejamento de compras no Setor Público?

O auxílio de uma ferramenta de tomada de decisão como a proposta, se bem empregada, pode resultar no melhor aproveitamento dos recursos que o Setor Público tem à disposição. Segundo Tridapalli (2011) é dever do Poder Público incorporar e desenvolver técnicas que aumentem a eficiência e eficácia dos gastos.

Ainda segundo Tridapalli, Fernandes e Vieira Machado (2011):

Todos os governos estão sendo submetidos a restrições orçamentárias, a fazer mais com menos e a sociedade está exigindo mais transparência, justiça e equidade nos contratos públicos. A tecnologia está cada vez mais presente, ofertando maior gama de produtos com preocupação ambiental. Todo esforço governamental para melhoria da qualidade dos gastos correntes com bens e serviços utilizados no setor público deve passar pela modernização da gestão da cadeia de suprimento. Na maioria dos casos, este esforço resume-se à parte do processo, como os sistemas de compras. (...) A grande maioria de unidades de governo do Brasil não está utilizando técnicas adequadas no planejamento de necessidades de materiais e

serviços alinhados com o plano estratégico, desenvolvimento de fornecedores, processo virtual, gestão de estoques, gestão estratégica, gestão de custos relevantes e outros importantes, dentro de uma visão integradora, tanto interna como externa, para minimizar custos operacionais das transações, alcance de metas de redução dos gastos, melhoria da capacidade de investimento e maximização dos serviços essenciais para a população. (TRIDAPALLI; FERNANDES; MACHADO, 2011, p. 401-402).

A escolha de uma ferramenta dentro da área da Pesquisa Operacional se deve, conforme explanado por Hillier e Lieberman (2013), ao quanto esta aumentou a eficiência de inúmeras organizações pelo mundo. Os citados relatam que “a PO contribuiu significativamente para o aumento da produtividade de economia de diversos países”.

Outro fator resultante é que com a maleabilidade da ferramenta será possível criar cenários diferentes fazendo pequenas alterações nos parâmetros estabelecidos, dando margem a diversas estratégias de planejamento para tomada de decisão. Segundo Silva (2015, p. 93), “a GP (Goal Programming - programação por metas) procura uma melhor solução de compromisso para modelos multiobjetivos frente às metas estabelecidas para os objetivos.”

Silva (2015) cita ainda que as restrições na programação por metas são flexíveis (diferentemente da programação linear, onde se colocam restrições rígidas). o que permite trazer a programação para mais próximo da realidade das Instituições, em que muitas vezes os resultados podem ser distintos do que foi intencionado inicialmente.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Gestão de suprimentos**

Segundo Simchi-Levi, Kaminsky e Simchi-Levi (2009), a cadeia de suprimentos envolve desde a aquisição de matérias-primas, seu beneficiamento através de fábricas, seu transporte para depósitos de armazenamento temporário, até o transporte para o varejo e consumidor final. A gestão da cadeia de suprimentos tem por objetivos a redução de custos e a melhora na eficiência.

Para Magalhães (2015, não paginado), a gestão da cadeia de suprimentos envolve a percepção de “todos os processos que geram valor para o cliente final de

um produto, independentemente de onde eles estejam sendo executados”. Ainda segundo o autor, a gestão de suprimentos tem por objetivo a integração desses processos com foco em maximizar a eficiência e eficácia da gestão.

Ballou (2009) acrescenta que a gestão de suprimentos abrange a interação entre diversas áreas de uma empresa, como área de logística, marketing e produção, e ainda interações entre empresas dentro da mesma cadeia de suprimentos.

Simchi-Levi, Kaminsky e Simchi-Levi (2009, p. 33) destacam que:

O objetivo da gestão de cadeia de suprimentos é a eficiência em termos de produção e de custos para todo o sistema. Os custos globais do sistema, desde o transporte e a distribuição até os estoques de matérias-primas, estoques em processo e de produtos acabados precisam ser minimizados. Assim, a ênfase não reside em simplesmente minimizar os custos de transporte ou em reduzir estoques; ao contrário, os esforços devem concentrar-se em adotar uma *abordagem sistêmica* para a gestão da cadeia de suprimentos. (SIMCHI-LEVI; KAMINSKY; SIMCHI-LEVI, 2009, p. 33).

Em face da complexidade que foi apresentada, e da grande quantidade de informação a ser gerenciada, são bem-vindas ferramentas que auxiliem o gestor nas decisões.

## **2.2 Métodos de tomada de decisão**

O ato de tomar decisões é de inquestionável importância para todos os indivíduos. No entanto, a tomada de decisão necessita de subsídios para ser adequada. Segundo Angeloni (2003), esses subsídios são o dado, a informação e o conhecimento. Dados são elementos intangíveis, livres de significado, brutos, e não-suficientes para tomada de decisão. Quando agregados contexto, relevância e propósito, os dados se transformam em informações. Mas somente informação não é base suficiente para tomada de decisão. Ao se agregar significado, interpretação e aplicabilidade a informação se transforma em conhecimento. Angeloni (2003, p. 18) conclui que:

O conhecimento pode então ser considerado como a informação processada pelos indivíduos. O valor agregado à informação depende dos conhecimentos anteriores desses indivíduos. Assim sendo, adquirimos conhecimento por meio do uso da informação nas nossas ações. Desta forma, o conhecimento não pode ser desvinculado do indivíduo; ele está estritamente relacionado

com a percepção do mesmo, que codifica, decodifica, distorce e usa a informação de acordo com suas características pessoais, ou seja, de acordo com seus modelos mentais. (ANGELONI, 2003, p. 18).

Existem diversas ferramentas de tomada de decisão. Este estudo limita-se a uma ferramenta que está dentro da área da pesquisa operacional.

### 2.3 Pesquisa Operacional

A Pesquisa Operacional nasceu da necessidade de fazer com que as diversas unidades de uma organização complexa trabalhem em conjunto para a melhor eficiência desta como um todo. Teve seu início na Segunda Guerra Mundial, onde cientistas realizaram pesquisas sobre operações militares com o objetivo de conseguirem elaborar estratégias mais eficientes, e foram bem-sucedidos. Com o fim da guerra houve grande interesse em aplicar a metodologia desenvolvida fora do ambiente militar. (HILLIER, LIEBERMAN, 2013).

A Pesquisa Operacional segue, em grande parte, o método científico para investigar e sugerir soluções para os problemas das organizações. Hillier e Lieberman (2013, p. 2) descrevem como geralmente é sua aplicação:

O processo tem início observando-se e formulando-se cuidadosamente o problema, incluindo a coleta de dados relevantes. A próxima etapa é construir um modelo científico (tipicamente matemático) que tenta abstrair a essência do problema real. Parte-se, então, da hipótese de que esse modelo é uma representação suficientemente precisa das características essenciais da situação e de que as conclusões (soluções) obtidas do modelo também são válidas para o problema real. A seguir, são realizadas experimentações adequadas para testar essa hipótese (essa etapa é frequentemente conhecida com *validação do modelo*). Assim, até certo ponto, a pesquisa operacional envolve a pesquisa científica criativa das propriedades fundamentais das operações. Entretanto, há outros fatores além desse. Especificamente, a PO também trata da gestão prática da organização. Portanto, para ser bem-sucedida, a PO também precisa, quando necessário, fornecer conclusões positivas e inteligíveis para o(s) tomador(es) de decisão. (HILLIER, LIEBERMAN, 2013, p. 2).

Segundo Marins (2011, p. 16), “um modelo matemático de um problema real é uma representação através de expressões matemáticas que descrevem a essência do problema”. Ainda segundo o autor, não existem um “manual de instruções para a

elaboração de modelos”, pois exige-se imaginação e abstração por parte da equipe que estará analisando o problema.

## 2.4 Programação linear

Uma das técnicas da Pesquisa Operacional é a Programação Linear (PL). Esta visa a otimização na resolução de problemas, geralmente lidando com recursos limitados, buscando maximizar sua aplicação ou minimizar seu desperdício. Essa função da PL é denominada Função Objetivo. Ela é obtida a partir das diversas variáveis do problema, que são denominadas restrições do modelo e são acrescentados também os parâmetros do problema, ou seja, as regras de como o sistema deve funcionar. (MARINS, 2011, p. 23).

Salvador (2016, p. 17-18), resume de maneira precisa o conceito de PL:

Na operacionalização de um problema surgirão situações onde tem-se que tomar decisões, por existirem fatores limitadores ou recursos escassos que representam restrições ou limitações existentes. O modelo de Programação Linear consiste na descrição de um sistema organizado com o auxílio de um modelo matemático, e através da resolução deste modelo, encontrar a melhor solução. Este problema, para o qual a Programação Linear proporciona uma solução, pode ser resumido em: maximizar ou minimizar alguma variável dependente, que é função linear de diversas variáveis independentes, sujeita a muitas restrições. (SALVADOR, 2016, p.17-18)

Os problemas de programação linear são resolvidos em duas etapas: A modelagem do problema e o método de solução. Para a modelagem, deve-se identificar as variáveis de decisão do problema (quantidades, valores, tempo, etc.), os parâmetros (capacidades, limitações, restrições) e a função objetivo. Um ponto importante é que geralmente algumas variáveis de decisão não possuem valores negativos, ou tem de ser necessariamente valores inteiros (por exemplo, aquisição de unidades). (MARINS, 2011, p.24)

Marins (2011) descreve um procedimento que ajuda na elaboração de restrições:

a) Crie uma restrição com palavras inicialmente, da seguinte forma,  
(A quantidade requerida de um recurso) <Tem alguma relação com>  
(A disponibilidade do recurso),  
sendo que essas relações podem ser expressas por meio de



os coeficientes  $b_i$ , para  $i = 1, 2, \dots, m$ , são chamados de Termos Independentes das restrições e representam as limitações dos recursos associados às restrições.

Qualquer problema de otimização linear pode ser escrito na forma padrão, desenvolvendo modificações simples. Assim, um problema de minimização pode converter-se num problema de maximização, pois:

$$\text{Máximo} \sum_{j=1}^n c_j x_j = -\text{Mínimo} \sum_{j=1}^n (-c_j) x_j$$

Além disso, toda desigualdade  $a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{in}x_n \leq b_i$  pode ser transformada numa igualdade, por introdução de uma variável adicional com condição de não negatividade. Com efeito a desigualdade anterior é equivalente a:

$$a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{in}x_n + x_{n+1} = b_i,$$

com

$$x_{n+1} \geq 0$$

Do mesmo modo da desigualdade  $a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{in}x_n \geq b_i$  pode ser escrita na forma:

$$a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{in}x_n - x_{n+1} = b_i,$$

com

$$x_{n+1} \geq 0$$

As novas variáveis  $x_{n+i}$  designam-se por *Variáveis de Desvio* ou *Variáveis de Folga*.

Este problema pode ainda ser escrito de forma equivalente em notação matricial. Com efeito, considerando os vetores  $c, x \in \mathbf{R}^n$  e  $b \in \mathbf{R}^m$  e a matriz  $A \in \mathbf{R}^{m \times n}$  definidos a seguir:

$$c = \begin{bmatrix} c_1 \\ c_2 \\ \vdots \\ c_n \end{bmatrix}, x = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix}, b = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_m \end{bmatrix} e A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix},$$

então o problema de otimização linear consiste na determinação do vetor  $x \in \mathbf{R}^n$ , tal que:

$$\begin{array}{ll} \text{Minimizar} & f(x) = c^T x \\ \text{Sujeito a} & Ax = b \\ & x \geq 0 \end{array}$$

(SALVADOR, 2016, p. 19-20)

Existem vários métodos de solução de um problema de PL. Marins (2011) cita os seguintes: Resolução gráfica (para modelos com apenas duas variáveis de decisão); Forma padrão; Definições e teoremas; Forma canônica; Método Simplex. Destes, o mais comum é o Método Simplex.

Segundo Marins (2011, p. 68), “o Método Simplex é um procedimento iterativo que fornece a solução de qualquer modelo de PL em um número finito de iterações. Indica, também, se o modelo tem solução ilimitada, se não tem solução, ou se possui infinitas soluções.”

## 2.5 Programação por metas (goal programming)

A programação por metas é um modelo matemático linear, assim como a programação linear. Mas existem algumas diferenças: a programação linear trabalha com apenas uma função objetivo, geralmente de maximização ou minimização. A programação por metas possibilita que seja estabelecido uma ou várias metas principais, assim como várias submetas. (DALMACIO, 2008).

Outra diferença substancial entre os dois modelos é que na PL as restrições do modelo não podem ser violadas, entretanto na programação por metas ocorre o inverso, algumas restrições podem ser violadas para se alcance soluções possíveis. Essas restrições maleáveis assemelham-se mais a “metas”. (DALMACIO, 2008).

Dalmácio (2008, p. 141) comenta que:

Em muitos casos reais o tomador de decisão depara-se com problemas cujo modelo de decisão está mais próximo do modelo do goal programming do que da programação linear, ou seja, não se tem apenas uma função objetivo a ser maximizada ou minimizada, mas sim, um conjunto de opções resultante de diversas restrições não totalmente compatíveis entre si. Normalmente, o tomador encara várias soluções onde “se ganha de um lado e se perde de outro”. Estes problemas podem ser trabalhados com o *goal programming*. (DALMACIO, 2008, p. 141)

Referente à função objetivo da programação por metas, Dalmácio (2008, p. 144) dá a seguinte explicação:

Num problema modelado para o goal programming, o objetivo é determinar uma solução que atinja todas as metas, tão certamente quanto possível. A solução ideal, para qualquer problema de goal programming, seria aquela em que cada meta é atingida, exatamente, no ponto desejado (em tal solução ideal, todas as variáveis de desvio seriam iguais a zero). Geralmente, não é possível atingir a solução ideal, porque algumas metas são conflitantes entre si. Neste caso, procura-se uma solução que desvie o mínimo possível da solução ideal. (DALMACIO, 2008, p. 144)

Um exemplo de função objetivo elaborada por Dalmácio (2008):

$$MIN: \sum \frac{1}{m_i} (p_i^- d_i^- + p_i^+ d_i^+)$$

Onde:

$m_i$  = meta para todo  $i$ ;

$p_i^-$  = peso relativo ao desvio para baixo para todo  $i$ ;

$p_i^+$  = peso relativo ao desvio para cima para todo  $i$ ;

$d_i^-$  = desvio para baixo para todo  $i$ ;

$d_i^+$  = desvio para cima para todo  $i$ .

Conforme pode ser observado acima, é possível atribuir pesos aos desvios com o objetivo de privilegiar alguns em detrimento de outros. Isso possibilita que possam ser atribuídos pesos altos para desvios indesejáveis a fim de que haja ponderação na tomada de decisão. (DALMACIO, 2008).

## 2.6 Setor Público

O funcionamento do Setor Público é regido pela legislação. Devido à complexidade desta e sua amplitude de aplicação, aqui serão consideradas apenas as informações pertinentes para este estudo.

A Lei nº 4.320, de 17 de março de 1964 (Brasil, 1964), é uma das principais fontes de informação sobre como funciona o sistema financeiro dentro da esfera pública, destacando-se alguns artigos.

O artigo 12, classifica diversos tipos de despesa, das quais é importante destacar:

- Despesas correntes, englobando despesas de custeio, como por exemplo: material de consumo, serviços de terceiros e encargos diversos.
- Despesas de capital, englobando investimentos, como por exemplo: material permanente, equipamentos e instalações.

Os artigos 22 a 33 rege sobre a elaboração da Proposta Orçamentária, que resulta nas dotações orçamentárias (recursos) para execução pelas diversas unidades responsáveis pela execução das mesmas. Essas dotações orçamentárias estabelecem a finalidade de execução dos recursos, não podendo haver desvio dessa finalidade.

Os artigos 34 a 39 estabelecem o conceito de “exercício financeiro”, ou seja, as receitas e as despesas do exercício pertencem a ele, não podendo serem perpetuadas para exercícios posteriores. O exercício financeiro coincide com o ano civil.

A Instrução Normativa nº 1 de 10 de janeiro de 2019, do Ministério da Economia (BRASIL, 2019), impõe a necessidade de que seja realizado anualmente o planejamento para aquisição de bens e serviços para cada Unidade Gestora de Recursos no âmbito do Setor Público. Esse planejamento consiste de uma lista de itens do que se pretende adquirir/contratar no exercício subsequente a sua elaboração e estes devem ser cadastrados em sistema informatizado próprio.

### **3 MÉTODO DE PESQUISA**

O método de pesquisa constitui-se de um estudo de caso de natureza aplicada. Segundo Roberto Stefano, Zampier e Mara de Andrade (2017), este caracteriza-se pelo exame detalhado de uma situação, sujeito ou organização. O que difere essa metodologia das outras é a atenção do pesquisador na compreensão de um caso em particular e seus processos sociais, podendo analisar seu contexto e a profundidade da situação.

A forma de abordagem é quantitativa. Segundo Richardson (1985), citado por Roberto Stefano, Zampier e Mara de Andrade (2017):

Richardson (1985, p. 29), acrescenta ainda que “[...] o método quantitativo representa, em princípio, a intenção de garantir a precisão dos resultados, evitar distorções de análise e interpretação, possibilitando, conseqüentemente, uma margem de segurança quanto às inferências.” E expõe que este método é frequentemente aplicado nos estudos descritivos, aqueles que procuram descobrir e classificar a relação entre variáveis, que propõem investigar o que é, descobrir as características de um fenômeno como tal. Portanto, definir se a pesquisa será qualitativa ou quantitativa é importante, pois cada perspectiva leva a um conjunto de resultados. (ROBERTO STEFANO, ZAMPIER, MARA DE ANDRADE, 2017, p. 9)

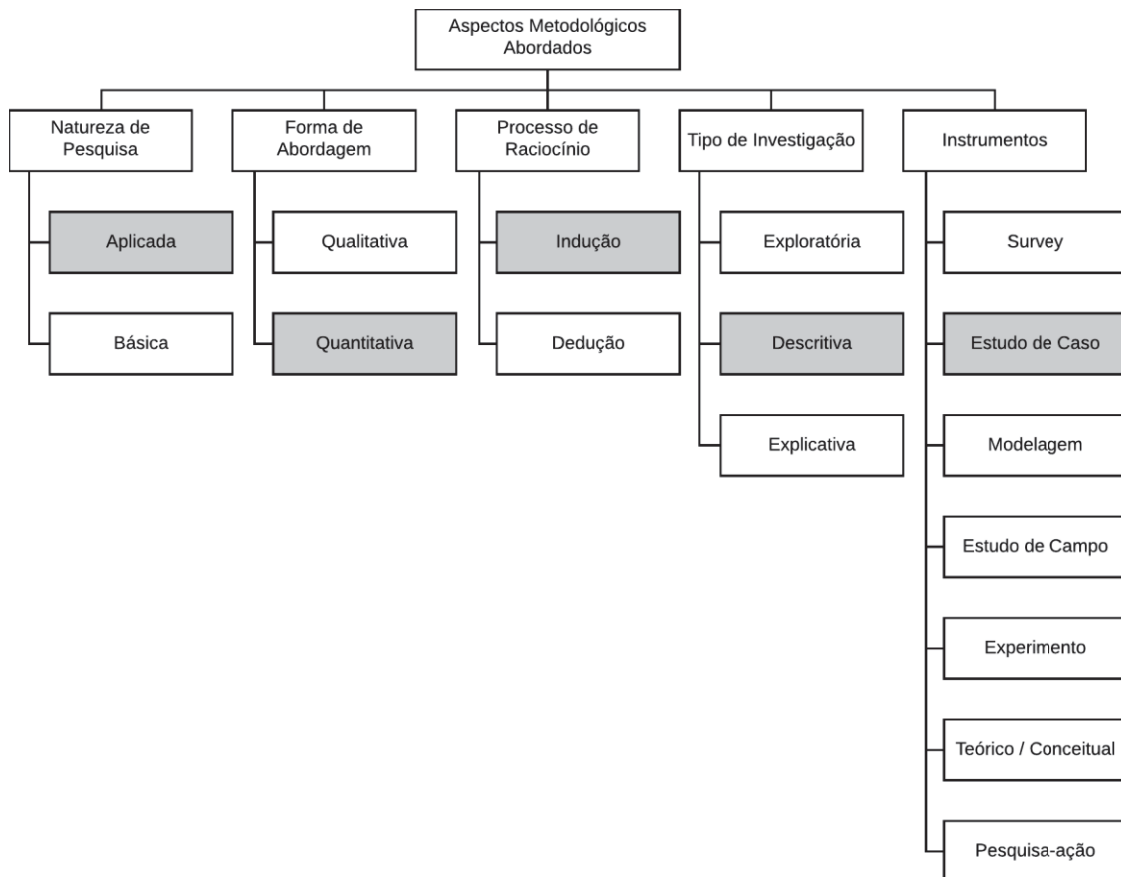
A pesquisa proposta se enquadra como descritiva. São técnicas da pesquisa descritiva: descrever as características da situação; utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados; associação entre variáveis. (GIL, 2002)

A pesquisa realizada pode ser enquadrada como bibliográfica e documental, pois foram consultados livros, artigos científicos e documentos oficiais. A pesquisa bibliográfica é necessária para que se tenha acesso a informações que seriam de outra forma inacessíveis ao pesquisador. A ampla reunião de conhecimento necessário para que se elabore o estudo proposto só é viável mediante a pesquisa bibliográfica. (GIL, 2002)

O processo de raciocínio utilizado é o indutivo. Segundo Neto (2015, não paginado), “o método indutivo estabelece proposições de caráter geral inferidas da observação e do estudo analítico dos fenômenos particulares”.

A metodologia de pesquisa pode ser resumida conforme figura:

**Figura 1** – Metodologia de pesquisa



**Fonte:** Os Autores (2020)

Essa pesquisa tem por objetivo apresentar um modelo matemático de programação por metas que auxilie a tomada de decisão no processo de planejamento dentro do Setor Público. A Unidade analisada trata-se de um Setor de

uma Instituição Federal de Ensino Superior, que possui um planejamento em andamento, com uma lista de cerca de 600 itens, e uma limitação orçamentária que a impede de que a lista seja atendida completamente.

#### **4 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA E O MODELO**

O objeto de estudo deste projeto é um Setor de uma Universidade Federal. Este Setor possui diversas Unidades Administrativas e Colegiados de Curso, aqui denominadas como Unidades Responsáveis (UR). Devido a imposições superiores, este Setor, assim como os outros, em anos recentes passou a fazer um planejamento anual de aquisições. A dificuldade na elaboração deste planejamento se deve ao fato de que o Setor possui um orçamento limitado e uma demanda de solicitações que o ultrapassa em várias vezes, sendo oportuna uma ferramenta que torne este planejamento dinâmico e versátil para a tomada de decisão da Direção Setorial.

O Setor disponibilizou todos os dados necessários para a elaboração do modelo matemático. A seguir será descrito de forma detalhada o funcionamento deste:

- O Setor é subdividido em 16 Unidades Responsáveis (UR);
- Cada uma destas URs pode fazer suas solicitações;
- O Setor recebe recursos de duas fontes diferentes, aqui denominadas como rubricas, para atender suas demandas;
- O valor anual da rubrica 1 é R\$ 210.789,00
- O valor anual da rubrica 2 é R\$ 60.814,00
- Cada uma das URs tem uma meta de gastos de R\$10.000,00 por ano (podendo esta meta ser alterada individualmente conforme decisão da Direção Setorial), exceto por uma UR que é responsável pela manutenção e administração do Setor, que fica com o restante dos recursos;
- O planejamento deste Setor é um trabalho em andamento, ou seja, a lista de demandas que não forem atendidas no ano subsequente à execução do planejamento é automaticamente incorporada no planejamento seguinte;
- A lista de solicitações disponibilizada conta com 601 demandas;
- Existem solicitações que terão de ser incluídas obrigatoriamente no planejamento, visto serem essenciais para o funcionamento do Setor;
- As solicitações são elencadas em ordem de prioridade, sendo este encargo feito em sequência numérica. Deve ser dada prioridade às solicitações de valor numérico sequencial menor;

- As solicitações podem ser atendidas parcialmente com o objetivo de atingir a meta da UR, mas as solicitações devem ser atendidas preferencialmente de forma integral;
- A lista disponibilizada conta com solicitações de 2 exercícios orçamentários diferentes, 2020 e 2021. Sendo que as solicitações de 2020 são válidas para 2021, mas o contrário não é possível.

Devido a esta série de restrições, o planejamento deste Setor é feito manualmente, de forma empírica, o que acarreta no dispêndio de muito tempo necessário para que seja gerado apenas um cenário do planejamento. Quaisquer alterações nas metas trazem a necessidade de que todo o planejamento seja revisto desde o princípio. Neste sentido, o modelo de programação por metas desenvolvido neste estudo de caso almeja automatizar todo o processo.

A seguir serão apresentados os quadros com as definições de índices, conjuntos, parâmetros e variáveis do modelo:

**Quadro 2** – Índices do modelo

SÍMBOLO	DEFINIÇÃO
$i$	solicitação orçamentária ( $i = 1, \dots,  I $ )
$r$	rubrica ( $r = 1, \dots,  R $ )
$u$	unidade responsável solicitante ( $u = 1, \dots,  U $ )
$d$	desejo em relação a solicitação $\begin{cases} d = 0 \text{ não comprar} \\ d = 1 \text{ pode ou não comprar} \\ d = 2 \text{ garantir compra} \end{cases}$

**Fonte:** Os Autores (2020)

**Quadro 3** – Conjuntos do modelo

SÍMBOLO	DEFINIÇÃO
$I$	conjunto de todas as solicitações existentes
$I_0$	subconjunto de todas as solicitações que não devem ser adquiridas no orçamento
$I_1$	subconjunto de todas as solicitações que podem ser adquiridas no orçamento
$I_2$	subconjunto de todas as solicitações que devem ser adquiridas no orçamento
$I_r$	conjunto de todas as solicitações que podem ser adquiridas pela rubrica $r$
$I_u$	conjunto de todas as solicitações da unidade responsável $u$
$I_{r0}, I_{r1}, I_{r2}, I_{u0}, I_{u1}, I_{u2}$	subconjuntos interseção dos conjuntos anteriores
$R$	conjunto de todas as rubricas existentes

$U$	conjunto de todas as unidades responsáveis
-----	--

Fonte: Os Autores (2020)

**Quadro 4** – Parâmetros do modelo

SÍMBOLO	DEFINIÇÃO
$d_{iur}$	desejo (0,1,2) de comprar a solicitação $i$ ; da UR $u$ da rubrica $r$
$ I $	número total de solicitações e seus respectivos subconjuntos
$q_{iur}$	quantidade máxima de unidades requeridas para a solicitação $i$ da UR $u$ da rubrica $r$
$p_{iur}$	preço unitário da unidade para a solicitação $i$ da UR $u$ da rubrica $r$
$t_{iur}$	peso de preferência por ordenação de posição ( $op_{iur}$ ) – do menor para o maior – para aquisição da solicitação $i$ da UR $u$ da rubrica $r$
$O$	orçamento total disponível
$O_r$	orçamento total disponível referente a rubrica $r$
$L_u$	alvo de gasto para a UR $u$
$C_m$	peso no termo $m$ da Função Objetivo, $m = 1, 2, 3$

Fonte: Os Autores (2020)

**Quadro 5** – Variáveis do modelo

SÍMBOLO	DEFINIÇÃO
$Y_{iur}$	quantidade a ser adquirida da solicitação $i$ para a unidade responsável $u$ vinculada a rubrica $r$
$O^-$	quantidade, em R\$, não gasto do orçamento total $O$
$O_r^-$	quantidade, em R\$, não gasto do orçamento da rubrica $r$
$L_u^\pm$	quantidade, em R\$, gasto a menos (-) e a mais (+) em relação ao alvo $L_u$ da UR

Fonte: Os Autores (2020)

O modelo utilizado neste projeto é descrito a seguir:

$$\text{Min } Z = C_1 \cdot \nabla UR + C_2 \cdot \nabla O + C_3 \cdot \nabla P_{ref}, \text{ onde} \quad (1)$$

$$\nabla UR = \sum_{u=1}^{|U|} (L_u^- + L_u^+) \quad (2)$$

$$\nabla O = O^- \quad (3)$$

$$P_{ref} = \sum_{r=1}^{|R|} \sum_{u=1}^{|U|} \sum_{\substack{i=1, \\ i \in I_{r1} \\ i \in I_{u1}}}^{|I|} t_{iur} \cdot Y_{iur}, \text{ onde } t_{iur} = \frac{-op_{iur}}{q_{iur}} \quad (4)$$

Ou

$$\text{Min } Z = C_1 \cdot \sum_{u=1}^{|U|} (L_u^- + L_u^+) + C_2 \cdot O^- + C_3 \cdot \left( \sum_{r=1}^{|R|} \sum_{u=1}^{|U|} \sum_{\substack{i=1, \\ i \in I_{r1} \\ i \in I_{u1}}}^{|I|} \left( \frac{-op_{iur}}{q_{iur}} \cdot Y_{iur} \right) \right) \quad (5)$$

Sujeito à

$$Y_{iur} \geq (d_{iur} - 1) \cdot q_{iur}, \forall_{i,u,r} \quad (6)$$

$$Y_{iur} \leq \left\lceil \frac{d_{iur}}{2} \right\rceil \cdot q_{iur}, \forall_{i,u,r} \quad (7)$$

$$\sum_{r=1}^{|R|} \sum_{\substack{i=1, \\ i \in I_u}}^{|I|} p_{iur} \cdot Y_{iur} = L_u - L_u^- + L_u^+, \forall_u \quad (8)$$

$$\sum_{u=1}^{|U|} \sum_{\substack{i=1, \\ i \in I_u}}^{|I|} p_{iur} \cdot Y_{iur} = O_r - O_r^-, \forall_r \quad (9)$$

$$\sum_{r=1}^{|R|} \sum_{u=1}^{|U|} \sum_{i=1}^{|I|} p_{iur} \cdot Y_{iur} = O - O^- \quad (10)$$

$$\sum_{r=1}^{|R|} O_r = O - O^- \quad (11)$$

$$Y_{iur} \geq 0 \text{ e inteiros}, \forall_{i,u,r} \quad (12)$$

$$O^-, O_r^- \geq 0, \forall_r \quad (13)$$

Este problema de programação por metas tem como Função Objetivo a expressão resumida (1) que busca:

- Minimizar os desvios das variações por UR (2), que consiste no somatório de todos os desvios para mais e para menos das metas estabelecidas para cada UR;
- Minimizar a variação do orçamento total (3), que consiste em reduzir ao mínimo o somatório do orçamento total não utilizado;
- Minimizar o somatório dos pesos atribuídos a cada solicitação (4), que consiste em se conseguir o menor valor do total de solicitações atendidas,

tendo em vista que o critério de atribuição de prioridades escolhido no planejamento do Setor está de forma crescente, ou seja, quanto menor o valor atribuído, maior a prioridade da solicitação.

A Função Objetivo está transcrita detalhadamente na expressão (5).

A restrição (6) estabelece qual vai ser a quantidade mínima para cada solicitação, vinculada ao desejo de que a solicitação entre no cálculo e limitada ao quantitativo máximo para cada solicitação.

A restrição (7) estabelece qual vai ser a quantidade máxima para cada solicitação, vinculada ao desejo de que a solicitação entre no cálculo e limitada ao quantitativo máximo para cada solicitação.

A restrição (8) estabelece o gasto de cada UR referente ao seu alvo estabelecido, utilizando a programação por metas, levando-se em conta a rubrica atribuída à solicitação, o valor unitário e o quantitativo escolhido para cada solicitação, sendo que esse somatório deve se aproximar do alvo determinado para cada UR.

A restrição (9) estabelece a limitação de gasto para cada rubrica, que limita o somatório do valor de todos os quantitativos pelos valores unitários das solicitações que estão atribuídos àquela rubrica ao valor total disponível.

A restrição (10) estabelece a limitação de gasto do orçamento total, que limita o somatório do valor de todos os quantitativos pelos valores unitários das solicitações ao valor total disponível.

A restrição (11) estabelece a composição do orçamento total, que é o somatório do orçamento disponibilizado para cada rubrica.

As restrições (12) e (13) estabelecem o domínio das variáveis.

## **5 RESULTADOS**

Para a extração dos resultados, foram considerados os seguintes fatores:

- Foi utilizada a lista fornecida pelo Setor objeto de estudo, contendo 601 solicitações com o detalhamento necessário para a resolução do problema;
- A lista fornecida serve para dois planejamentos distintos, envolvendo os anos de 2020 e 2021;
- Foi estabelecido uma meta de R\$10.000,00 para todas as Unidades Responsáveis, exceto nas seguintes situações:

- a) Se a UR contém solicitações que obrigatoriamente devem ser contempladas no planejamento, considerou-se como meta para esta UR o somatório dessas solicitações;
- b) A UR “Unidade Administrativa 1”, devido a sua particularidade, tem sob sua meta todo o saldo restante descontando-se o saldo das outras URs;
- c) Para as URs cujo somatório das solicitações é menor que a meta estabelecida, considerou-se esse somatório como meta;
- d) Para as URs que não tiveram solicitações contempláveis no planejamento, considerou-se como meta o valor simbólico de R\$ 100,00.

O modelo proposto foi resolvido a partir do software Excel 2019, utilizando-se a ferramenta OpenSolver, Engine CBC (COIN Branch and Cut solver). O computador utilizado tem as seguintes características: processador Intel Core i5 e 8Gb de RAM. O processo de cálculo foi resolvido em aproximadamente 4 segundos. Os resultados podem ser observados conforme tabelas abaixo.

Resultado do cálculo de planejamento para 2020 em quantitativos:

**Tabela 1** – Planejamento 2020 em quantitativos

<b>UNIDADE RESPONSÁVEL</b>	<b>Total de solicitações</b>	<b>Quantidade de solicitações contempladas</b>
Unidade Acadêmica 1	9	7
Unidade Acadêmica 2	1	1
Unidade Acadêmica 3	8	8
Unidade Acadêmica 4	7	4
Unidade Acadêmica 5	21	11
Unidade Acadêmica 6	2	2
Unidade Acadêmica 7	0	0
Unidade Acadêmica 8	94	23
Unidade Acadêmica 9	1	1
Unidade Acadêmica 10	3	3
Unidade Acadêmica 11	247	98
Unidade Acadêmica 12	1	1
Unidade Administrativa 1	46	26
Unidade Administrativa 2	8	8
Unidade Administrativa 3	0	0
Unidade Administrativa 4	3	3
<b>TOTAIS</b>	<b>451</b>	<b>196</b>

Fonte: Os Autores (2020)

Resultado do cálculo de planejamento para 2020 em valores totais:

**Tabela 2** – Planejamento 2020 em valores totais

<b>UNIDADE RESPONSÁVEL</b>	<b>Total de pedidos</b>	<b>Total de solicitações contempladas</b>
Unidade Acadêmica 1	R\$ 33.015,10	R\$ 10.015,10
Unidade Acadêmica 2	R\$ 100,00	R\$ 100,00
Unidade Acadêmica 3	R\$ 4.651,24	R\$ 4.651,24
Unidade Acadêmica 4	R\$ 161.450,00	R\$ 10.105,00
Unidade Acadêmica 5	R\$ 131.167,37	R\$ 10.053,73
Unidade Acadêmica 6	R\$ 300,00	R\$ 300,00
Unidade Acadêmica 7	R\$ -	R\$ -
Unidade Acadêmica 8	R\$ 317.681,59	R\$ 10.003,74
Unidade Acadêmica 9	R\$ 3.000,00	R\$ 3.000,00
Unidade Acadêmica 10	R\$ 5.725,58	R\$ 5.725,58
Unidade Acadêmica 11	R\$ 194.652,09	R\$ 10.001,46
Unidade Acadêmica 12	R\$ 2.600,00	R\$ 2.600,00
Unidade Administrativa 1	R\$ 725.366,35	R\$ 144.565,56
Unidade Administrativa 2	R\$ 56.711,45	R\$ 56.711,45
Unidade Administrativa 3	R\$ -	R\$ -
Unidade Administrativa 4	R\$ 3.770,00	R\$ 3.770,00
<b>TOTAIS</b>	<b>R\$ 1.640.190,77</b>	<b>R\$ 271.602,86</b>

Fonte: Os Autores (2020)

Resultado do cálculo de planejamento para 2021 em quantitativos:

**Tabela 3** – Planejamento 2021 em quantitativos

<b>UNIDADE RESPONSÁVEL</b>	<b>Total de solicitações</b>	<b>Quantidade de solicitações contempladas</b>
Unidade Acadêmica 1	9	6
Unidade Acadêmica 2	14	9
Unidade Acadêmica 3	17	17
Unidade Acadêmica 4	14	10
Unidade Acadêmica 5	32	14
Unidade Acadêmica 6	4	4
Unidade Acadêmica 7	7	3
Unidade Acadêmica 8	94	19
Unidade Acadêmica 9	5	5
Unidade Acadêmica 10	23	11
Unidade Acadêmica 11	293	118
Unidade Acadêmica 12	1	1
Unidade Administrativa 1	68	27
Unidade Administrativa 2	12	8
Unidade Administrativa 3	5	5
Unidade Administrativa 4	3	3
<b>TOTAIS</b>	<b>601</b>	<b>260</b>

Fonte: Os Autores (2020)

Resultado do cálculo de planejamento para 2021 em valores totais:

**Tabela 4** – Planejamento 2021 em valores totais

<b>UNIDADE RESPONSÁVEL</b>	<b>Total de pedidos</b>	<b>Total de solicitações contempladas</b>
Unidade Acadêmica 1	R\$ 33.015,10	R\$ 9.997,65
Unidade Acadêmica 2	R\$ 53.440,00	R\$ 10.000,00
Unidade Acadêmica 3	R\$ 10.591,24	R\$ 9.996,84
Unidade Acadêmica 4	R\$ 165.150,00	R\$ 10.005,00
Unidade Acadêmica 5	R\$ 217.432,37	R\$ 10.000,89
Unidade Acadêmica 6	R\$ 1.900,00	R\$ 1.900,00
Unidade Acadêmica 7	R\$ 45.448,40	R\$ 10.000,00
Unidade Acadêmica 8	R\$ 317.681,59	R\$ 9.999,94
Unidade Acadêmica 9	R\$ 4.222,00	R\$ 4.222,00
Unidade Acadêmica 10	R\$ 68.968,38	R\$ 10.000,80
Unidade Acadêmica 11	R\$ 220.999,43	R\$ 9.999,24
Unidade Acadêmica 12	R\$ 2.600,00	R\$ 2.600,00
Unidade Administrativa 1	R\$ 1.492.916,35	R\$ 105.593,95
Unidade Administrativa 2	R\$ 71.497,45	R\$ 56.711,45
Unidade Administrativa 3	R\$ 6.805,00	R\$ 6.805,00
Unidade Administrativa 4	R\$ 3.770,00	R\$ 3.770,00
<b>TOTAIS</b>	<b>R\$ 2.716.437,31</b>	<b>R\$ 271.602,76</b>

Fonte: Os Autores (2020)

Nas totalizações por rubrica, foram encontrados os seguintes resultados:

**Tabela 5** – Totalizações por rubrica

<b>Rubrica</b>	<b>Total disponível</b>	<b>Saldo restante em 2020</b>	<b>Saldo restante em 2021</b>
Rubrica 1	R\$ 210.789,00	R\$ 0,14	R\$ 0,07
Rubrica 2	R\$ 60.814,00	R\$ -	R\$ 0,17
<b>Totais</b>	<b>R\$ 271.603,00</b>	<b>R\$ 0,14</b>	<b>R\$ 0,24</b>

Fonte: Os Autores (2020)

A comparação entre os resultados é um critério importante na avaliação da viabilidade do modelo proposto. Segue a seguir um comparativo entre os resultados fornecidos pelo Setor e pelo modelo:

**Tabela 6** – Quantitativo de solicitações contempladas

<b>UNIDADE RESPONSÁVEL</b>	<b>2020 - Solicitações contempladas manualmente</b>	<b>2020 - Solicitações contempladas pelo modelo matemático</b>	<b>2021 - Solicitações contempladas manualmente</b>	<b>2021 - Solicitações contempladas pelo modelo matemático</b>
Unidade Acadêmica 1	6	7	5	6
Unidade Acadêmica 2	1	1	2	9
Unidade Acadêmica 3	8	8	13	17
Unidade Acadêmica 4	3	4	3	10
Unidade Acadêmica 5	3	11	2	14
Unidade Acadêmica 6	2	2	4	4
Unidade Acadêmica 7	0	0	2	3

Unidade Acadêmica 8	10	23	7	19
Unidade Acadêmica 9	1	1	5	5
Unidade Acadêmica 10	3	3	2	11
Unidade Acadêmica 11	17	98	14	118
Unidade Acadêmica 12	1	1	1	1
Unidade Administrativa 1	17	26	8	27
Unidade Administrativa 2	8	8	8	8
Unidade Administrativa 3	0	0	5	5
Unidade Administrativa 4	3	3	3	3
<b>TOTAIS</b>	<b>83</b>	<b>196</b>	<b>84</b>	<b>260</b>

Fonte: Os Autores (2020)

**Tabela 7** – Totalização de solicitações contempladas

<b>UNIDADE RESPONSÁVEL</b>	<b>2020 - Solicitações contempladas manualmente</b>	<b>2020 - Solicitações contempladas pelo modelo matemático</b>	<b>2021 - Solicitações contempladas manualmente</b>	<b>2021 - Solicitações contempladas pelo modelo matemático</b>
Unid. Acad. 1	R\$ 10.515,10	R\$ 10.015,10	R\$ 10.415,10	R\$ 9.997,65
Unid. Acad. 2	R\$ 100,00	R\$ 100,00	R\$ 13.000,00	R\$ 10.000,00
Unid. Acad. 3	R\$ 4.651,24	R\$ 4.651,24	R\$ 9.457,92	R\$ 9.996,84
Unid. Acad. 4	R\$ 10.415,00	R\$ 10.105,00	R\$ 10.215,00	R\$ 10.005,00
Unid. Acad. 5	R\$ 10.374,57	R\$ 10.053,73	R\$ 10.334,57	R\$ 10.000,89
Unid. Acad. 6	R\$ 300,00	R\$ 300,00	R\$ 1.900,00	R\$ 1.900,00
Unid. Acad. 7	R\$ -	R\$ -	R\$ 10.300,00	R\$ 10.000,00
Unid. Acad. 8	R\$ 9.316,64	R\$ 10.003,74	R\$ 7.345,24	R\$ 9.999,94
Unid. Acad. 9	R\$ 3.000,00	R\$ 3.000,00	R\$ 4.222,00	R\$ 4.222,00
Unid. Acad. 10	R\$ 5.725,58	R\$ 5.725,58	R\$ 11.021,00	R\$ 10.000,80
Unid. Acad. 11	R\$ 10.008,34	R\$ 10.001,46	R\$ 9.418,34	R\$ 9.999,24
Unid. Acad. 12	R\$ 2.600,00	R\$ 2.600,00	R\$ 2.600,00	R\$ 2.600,00
Unid. Adm. 1	R\$ 144.105,72	R\$ 144.565,56	R\$ 103.983,00	R\$ 105.593,95
Unid. Adm. 2	R\$ 56.711,45	R\$ 56.711,45	R\$ 56.711,45	R\$ 56.711,45
Unid. Adm. 3	R\$ -	R\$ -	R\$ 6.805,00	R\$ 6.805,00
Unid. Adm. 4	R\$ 3.770,00	R\$ 3.770,00	R\$ 3.770,00	R\$ 3.770,00
<b>TOTAIS</b>	<b>R\$ 271.593,64</b>	<b>R\$ 271.602,86</b>	<b>R\$ 271.498,62</b>	<b>R\$ 271.602,76</b>

Fonte: Os Autores (2020)

**Tabela 8** – Comparativo do somatório de desvio das metas

	<b>Feito manualmente</b>	<b>Gerado pelo modelo matemático</b>
<b>2020</b>	R\$ 2.635,38	R\$ 399,86
<b>2021</b>	R\$ 10.675,72	R\$ 13,62

Fonte: Os Autores (2020)

Conforme pode ser notado na Tabela 6, houve um aumento considerável na quantidade de solicitações contempladas na comparação entre os dados fornecidos pelo Setor e os resultados obtidos pelo modelo proposto. No entanto, a Tabela 7 apresenta os valores totais das solicitações contempladas e não há grande divergência entre os dois casos.

A Tabela 8 apresenta o somatório dos desvios das metas dos planejamentos feitos manualmente e gerados pelo modelo matemático. Pode-se notar que o modelo matemático naturalmente se aproxima muito mais do ideal, que é minimizar estes desvios.

## **6 CONCLUSÃO**

Neste estudo de caso propôs-se um modelo matemático de programação por metas que sirva como auxílio na tomada de decisão. O Setor analisado dispôs os seus resultados de planejamento, feitos de forma manual, utilizando-se dos mesmos parâmetros fornecidos a este projeto.

Os resultados obtidos demonstram que, enquanto o planejamento manual busca incluir os itens de maior prioridade, com menor preocupação sobre a meta para cada UR, o modelo matemático busca incluir os itens que melhor se adequem à meta estabelecida, também levando em conta a prioridade estabelecida, mas com menos foco nesta.

Outro fator determinante na aplicação do modelo matemático é o tempo despendido para a realização do planejamento. O Setor objeto de estudo informou que para gerar apenas um cenário deste relatório são necessárias entre duas e três horas de trabalho do Servidor responsável, sendo que qualquer alteração nos parâmetros (por exemplo: alterar a meta de R\$10.000,00 para R\$12.000,00) fazem com que todo o planejamento tenha que ser refeito praticamente do início. Em contrapartida, uma vez que o modelo matemático esteja implementado, os resultados são obtidos em poucos segundos, podendo ser gerado diversos relatórios para comparação entre os cenários gerados. Tais características demonstram que a programação por metas pode ser uma ferramenta poderosa como auxílio na tomada de decisão no processo de planejamento de compras dentro do Setor Público.

## REFERÊNCIAS

ANGELONI, M. T. **Elementos intervenientes na tomada de decisão**. Ciência da informação, v. 32, n. 1, p. 17-22, 2003.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos / Logística Empresarial**. Bookman Editora, 2009.

BRASIL. **Constituição Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF, 05 out 1988. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em 24 mar. 2020.

BRASIL, Lei nº 4.320, de 17 de março de 1964, **Estatui Normas Gerais de Direito Financeiro para elaboração e controle dos orçamentos e balanços da União, dos Estados, dos Municípios e do Distrito Federal**. Brasília, DF, 17 mar 1964. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l4320.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4320.htm). Acesso em 03 mar 2020.

BRASIL. Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993. **Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências**. Brasília, DF, 21 jun. 1993. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l8666cons.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8666cons.htm). Acesso em 24 mar. 2020.

BRASIL. Ministério da Economia. Instrução Normativa nº 1, de 10 de janeiro de 2019. **Dispõe sobre Plano Anual de Contratações de bens, serviços, obras e soluções de tecnologia da informação e comunicações no âmbito da Administração Pública federal direta, autárquica e fundacional e sobre o Sistema de Planejamento e Gerenciamento de Contratações**. Ministério da Economia. Brasília, DF, 10 jan. 2019. Disponível em: <https://www.comprasgovernamentais.gov.br/index.php/legislacao/instrucoes-normativas/1068-in-1-de-2019>>. Acesso em: 20 jan. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Universidade Federal do Paraná (UFPR). Pró-reitora de Planejamento, Orçamento e Finanças. Ato Orçamentário nº 001/2019 - PROPLAN/UFPR, de 02 de janeiro de 2019. **Universidade Federal do Paraná**, Curitiba, PR, 02 jan. 2019. Disponível em: <http://www.proplan.ufpr.br/portal/wp-content/uploads/2019/02/ATO-01-2019.pdf>>. Acesso em 20 jan. 2020.

DA SILVA, A. F.; MARINS, F. A. S. **Revisão da literatura sobre modelos de Programação por Metas determinística e sob incerteza**. Production, v. 25, n. 1, p. 92-112, 2015.

DALMÁCIO, F. Z. et al. **A utilização da Goal Programming no processo de tomada de decisão**. ABCustos, v. 3, n. 2, 2008.

GIL, A. C. **Como classificar as pesquisas. Como elaborar projetos de pesquisa**, v. 4, p. 44-45, 2002.

HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. **Introdução à pesquisa operacional**. McGraw Hill Brasil, 2013.

JÚDICE, J. et al. **Programação Linear**. Coimbra, Portugal: Departamento de Matemática-Universidade de Coimbra, 2006.

MAGALHÃES, E. **Gestão da cadeia de suprimentos**. Editora FGV, 2015.

MARINS. F. A. S. **Introdução à Pesquisa Operacional**. São Paulo: Cultura Acadêmica: Universidade Estadual Paulista, 2011.

NETO, A. C. S. **O princípio da eficiência nas licitações da modalidade pregão eletrônico da AMAN: Uma análise do emprego da eficiência**. 30f. Monografia (Bacharelado em Ciências Militares) - Academia Militar das Agulhas Negras, Resende, 2018.

NETO, M. **Pesquisa para o planejamento: métodos & técnicas**. Editora FGV, 2015.

RAVINDRAN, A.; PHILLIPS, D. T.; SOLBERG, J. J. **Operations research: principles and practice**. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1986.

ROBERTO STEFANO, S.; ZAMPIER, M.; MARA DE ANDRADE, S. **Metodologia de Pesquisa**. 2017.

SALVADOR, T. R. et al. **Um estudo do método simplex e sua aplicação na radioterapia**. 2016.

SANTOS. F. S. **Financiamento Público das Instituições Federais de Ensino Superior - IFES: Um estudo da Universidade de Brasília - UnB**. 69f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Economia) - Programa de Pós-Graduação em Economia, Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Ciência da Informação e Documentação - FACE, Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

SIMCHI-LEVI, D.; KAMINSKY, P.; SIMCHI-LEVI, E. **Cadeia de suprimentos projeto e gestão: conceitos, estratégias e estudos de caso**. Bookman Editora, 2009.

TRIDAPALLI, J. P.; FERNANDES, E.; MACHADO, W. V. **Gestão da cadeia de suprimento do setor público: uma alternativa para controle de gastos correntes no Brasil**. Revista de Administração Pública-RAP, v. 45, n. 2, p. 401-433, 2011.