

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LEANDRO BISSONI DA SILVA

**APLICAÇÃO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR PARA DESIGNAÇÃO DE  
ATIVIDADES EM EQUIPE DE COMPRAS: ANÁLISE DEMONSTRATIVA DA  
UTILIZAÇÃO DE SOLVER E MÉTODO AHP PARA OTIMIZAÇÃO**

CURITIBA

2020

LEANDRO BISSONI DA SILVA

**APLICAÇÃO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR  
PARA DESIGNAÇÃO DE ATIVIDADES EM  
EQUIPE DE COMPRAS: ANÁLISE  
DEMONSTRATIVA DA UTILIZAÇÃO DE  
SOLVER E MÉTODO AHP PARA  
OTIMIZAÇÃO**

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: Prof. Dr. Cassius Tadeu Scarpin

CURITIBA

2020

**APLICAÇÃO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR PARA DESIGNAÇÃO DE  
ATIVIDADES EM EQUIPE DE COMPRAS: ANÁLISE DEMONSTRATIVA DA  
UTILIZAÇÃO DE SOLVER E MÉTODO AHP PARA OTIMIZAÇÃO  
APPLICATION OF LINEAR PROGRAMMING FOR DESIGNATION OF  
PURCHASING TEAM ACTIVITIES: A DEMONSTRATIVE ANALYSIS OF THE USE  
OF SOLVER AND AHP METHOD FOR OPTIMIZATION**

Leandro Bissoni da Silva\* E-mail: [leandrootcp@hotmail.com](mailto:leandrootcp@hotmail.com)

Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR

Cassius Tadeu Scarpin\*\* [cassiusts@gmail.com](mailto:cassiusts@gmail.com)

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

**Resumo:** A otimização de recursos nas empresas têm se mostrado cada vez mais necessária para reduzir despesas e alavancar resultados frente aos diversos obstáculos econômicos que o Brasil enfrenta ao longo dos últimos anos. O desempenho de pessoas não foge da importância visto que as atividades executadas com maior efetividade estão diretamente relacionadas com o alcance de melhores resultados. No intuito de alcançar o nível de melhoria voltado para o desempenho de pessoas iniciou-se este estudo de caso para otimizar a designação de cada colaborador de uma equipe de compras. Através do levantamento das demandas do time de compras foi elaborado um formulário de pesquisa para que cada colaborador informasse em qual área ele se achava mais capacitado ou com maior facilidade de atuar e foi aplicado ferramentas de otimização para chegar na melhor decisão para designação. Os resultados alcançados mostram a possibilidade de remanejamento das atividades dos colaboradores em suas funções para maximizar o processo de compras além de validar as prioridades de critérios definidos para tomada de decisão nas negociações.

**Palavras-chave:** Cadeia de Suprimentos. Designação de Tarefas. Programação Linear. Analytic Hierarchy Process.

**Abstract:**

Resource optimization in companies has been increasingly necessary to reduce expenses and leverage results facing the various economic obstacles that Brazil faces over the last few years. People's performance don't escape the importance since the activities performed most proficiently are directly related to achieving better results. In order to reach the level of improvement focused on people performance, this case study was started in order to optimize the designation of each employee of a purchasing team. Through the survey of the demands of the purchasing team, a research form was elaborated so that each collaborator could inform in which area he / she was more capable or easier to act and optimization tools were applied to arrive at the best decision for designation. The results achieved show the possibility to relocate the activities of employees in their functions to maximize the purchasing process, in addition to validating the priorities of criteria defined for decision making in negotiations.

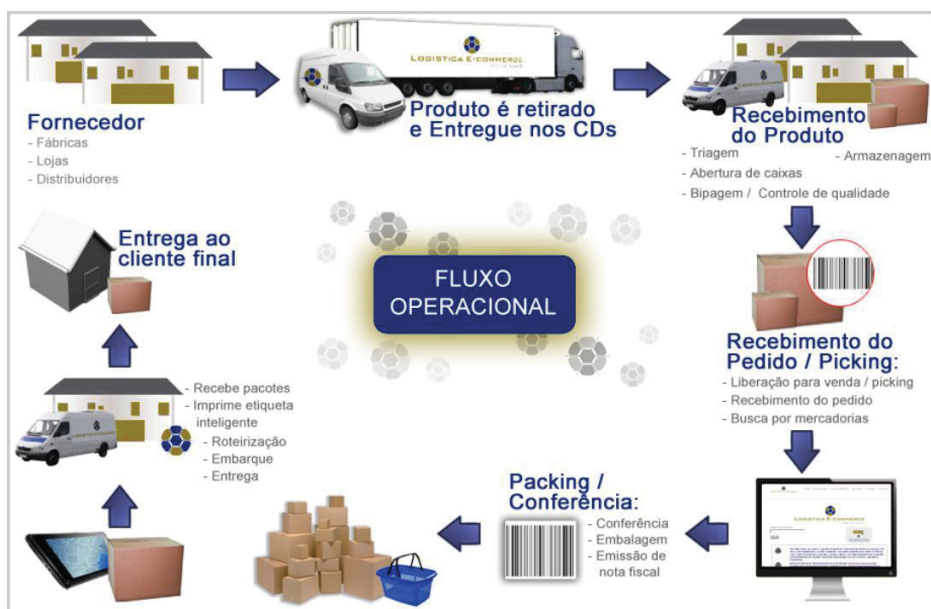
**Keywords:** Supply chain. Task Assignment. Linear Programming. Analytic Hierarchy Process.

# 1 INTRODUÇÃO

No final da década de 1980 houve no Brasil o início das primeiras atividades de operador logístico decorrentes da necessidade das grandes indústrias separarem a produção da logística. De acordo com Mira et al. (2004) o processo de terceirização na indústria europeia refletiu na necessidade do gerenciamento dos estoques e roteirização de distribuição e no final da mesma década a necessidade chegou às filiais destas mesmas indústrias no Brasil.

A funcionalidade em ter um operador logístico atuando com a armazenagem e distribuição dos produtos é que as empresas podem focar no negócio propriamente dito com melhorias e modernizações do processo fabril e não mais gastar energia com a entrega aos distribuidores ou clientes finais. O avanço da tecnologia com empresas e portais e-commerce deixa ainda mais evidente a necessidade da contratação de terceiros que disponham de tecnologia e mão de obra qualificada para executar o processo.

Figura 1 – Fluxo Operação Logística

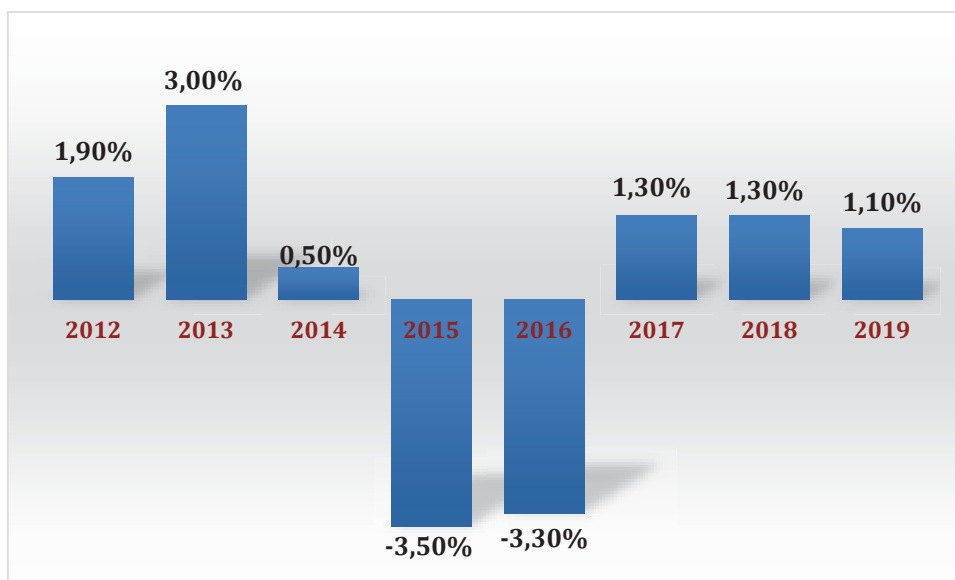


Fonte: e-commerce logística

As empresas que se especializam em armazenagem investem milhões em equipamentos de tecnologia da informação, movimentação e estrutura de armazenagem. Frente a isso e ao cenário macroeconômico atual do Brasil onde o

crescimento do PIB (Produto Interno Bruto) em 2019 foi de 1,1% (Banco Central, 2019) é necessário otimizar todo e qualquer processo que esteja ligado direta ou indiretamente na geração de gastos.

Gráfico 1 – Evolução do PIB Brasileiro



Fonte: Banco Central do Brasil (2019)

A necessidade da otimização da gestão do setor de compras não busca somente redução de custos através de negociações e contratos, mas também o aproveitamento de recursos humanos visando a execução de atividades específicas de acordo com o perfil de cada colaborador.

Uma das formas de melhorar o desempenho do setor de compras é possibilitar que o colaborador possa de alguma forma escolher com qual atividade ele mais se identifica. Isso se torna um problema do ponto de vista da liderança uma vez que na maioria das vezes a atividade que os colaboradores mais se identificam é com a mais simples e que demanda menos tempo para ser executada. Ter a possibilidade de preencher esta lacuna de otimização com modelo de Programação Linear se torna uma importante ferramenta gerencial. Com esta técnica é possível demonstrar de forma objetiva que nem sempre a atividade que demanda menos tempo para ser executada é a que melhor se enquadra para determinado colaborador.

Neste contexto, o problema de pesquisa que será investigado tem a seguinte pergunta: Como otimizar a execução das atividades de uma equipe do setor de



compras baseado em coleta e análise de informações de capacidade de cada colaborador?

Este trabalho surge com a finalidade de analisar as atividades exercidas atualmente pelos colaboradores do setor de compras de um operador logístico e avaliar se a designação das atividades executadas pode ser melhorada pela liderança.

Para tanto será utilizado o método de programação linear para designação de atividades com a ferramenta Solver do Microsoft Office Excel juntamente com a aplicação do método *Analytic Hierarchy Process* (AHP) para comparativo dos resultados e tomada de decisão no redimensionamento da equipe.

O objetivo que se pretende alcançar neste trabalho é identificar como otimizar o desempenho de um setor de compras por meio da melhor designação das atividades de acordo com o perfil de cada colaborador.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

Nesta seção capítulo será apresentado o embasamento teórico que será utilizado na construção das ferramentas de otimização no estudo de caso apresentado neste trabalho.

### **2.1 Gestão de Compras**

Para Mitsutani et al. (2014), a gestão de compras é a integração entre estratégias, processos e estrutura organizacional que definam relacionamentos com fornecedores de tal forma que gere valor à organização.

Por isso, o setor de compras tem sido cada vez mais visto como um setor estratégico dentro das companhias considerando em grande parte os retornos financeiros que este pode trazer com uma gestão ativa atuando na seleção de fornecedores mais qualificados para o negócio, firmando parcerias com contratos sólidos e garantindo a melhor qualidade com preços mais competitivos.

Braga (2009) sugere que a importância de Compras, principalmente nas indústrias, ganhou maior proporção durante o início dos anos 70 com a crise do petróleo, uma vez que a matéria-prima estava escassa o planejamento e melhor negociação tornaram-se ferramentas importantes para minimizar as adversidades da

época. Até então o Compras era considerado como um setor burocrático, meramente administrativo e que tendia a seguir as decisões tomadas por outros setores como Projetos e Produção.

O gestor de compras tem o papel de otimizar o funcionamento do setor visando tomadas de decisão que não irão aumentar o faturamento da empresa diretamente, mas irão contribuir reduzindo os custos nas mais diversas áreas de atuação, desde matéria prima relacionada diretamente com a atividade fim até estratégias para compra de uso/consumo, serviços, etc.

A falta de uma gestão de qualidade induz os colaboradores de Compras a trabalharem de maneira reativa tendo como principal atividade no dia-a-dia “apagar incêndios” dos outros setores onde sua produtividade é medida mais pela quantidade de pedidos emitidos do que pela eficácia e resultado nas negociações com tempo suficiente para gerar retornos.

Com a atenção cada vez voltada para as decisões tomadas pelo setor de Compras surge também a necessidade de sinergia com os outros setores da empresa a fim de otimizar a qualidade das negociações não levando em conta somente os elementos como preço e prazo, mas também questões técnicas validadas com sinergia entre outros setores, por exemplo Comercial, Qualidade e Engenharia.

## **2.2 Pesquisa Operacional**

Neste capítulo veremos a definição de pesquisa operacional e como ela poderá ser usada para atingirmos o objetivo do trabalho. Segundo Hillier e Lieberman (2010, p.22):

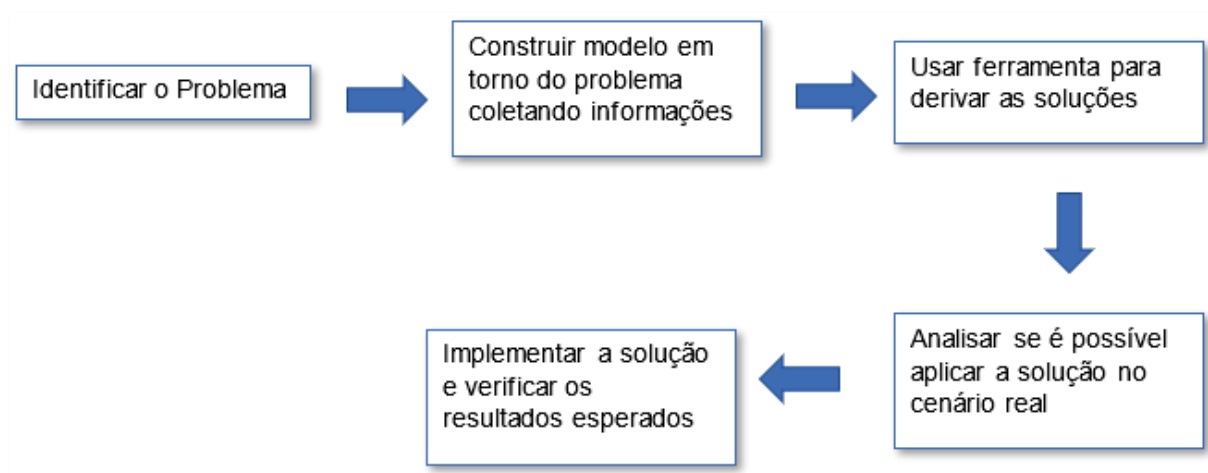
“Como o próprio nome indica, a Pesquisa Operacional (PO) envolve “pesquisa sobre operações” (isto é, as atividades) em uma organização. A natureza das organizações é essencialmente secundária e, de fato, a PO tem sido amplamente aplicada em áreas tão distintas como manufatura, transportes, construção, telecomunicações, planejamento financeiro, assistência médica, militar e serviços públicos, somente para citar algumas delas. Portanto a gama de aplicações é excepcionalmente grande”

Sendo assim a PO consiste em um processo que identifica o problema, coleta informações e através de métodos analíticos auxilia na tomada de decisão para os mais variados segmentos levando em conta a melhor opção dentro do universo analisado, o que podemos considerar como um cenário de tomada de decisão ótima.

A PO tem por objetivo principal a solução de problemas gerenciais e administrativos através da aplicação científica levando em conta o desempenho humano. Este é o ponto que a difere de outras engenharias, por exemplo de engenharia de sistemas, que leva em conta dados matemáticos e não trata a condição humana como ponto relevante para o resultado.

As etapas do processo de pesquisa operacional em sua base são:

Figura 2 – Etapas do processo de Pesquisa Operacional



Fonte: O autor (2020)

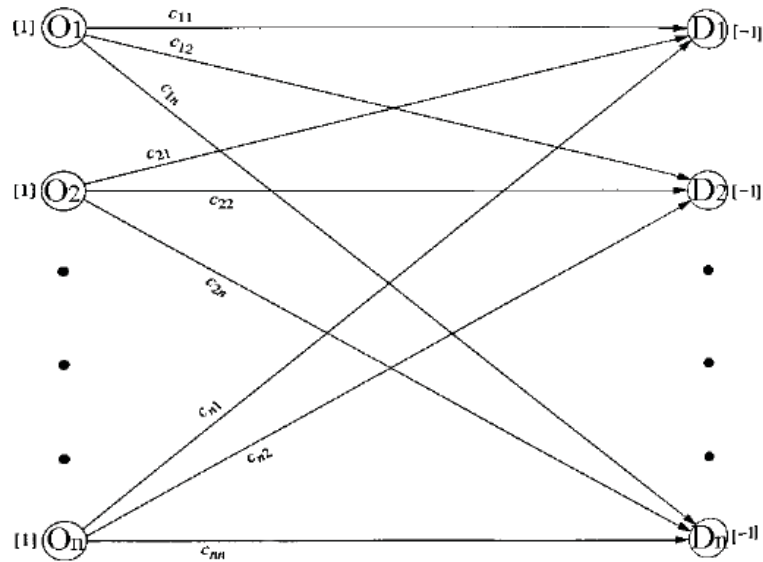
Os problemas de PO denominados “problemas de programação linear(i)” podem ser resolvidos pelo algoritmo *simplex* desenvolvido por George Dantzig em 1947. O método *simplex* é uma definição para resolver problemas de programação linear que tem a finalidade de atingir o melhor resultado considerando uma restrição pré-estabelecida.

A seguir apresenta-se um modelo de Programação Linear genérico para designação de tarefas:



Figura 3 – Esquema de um problema de designação de tarefas

A representação esquemática abaixo ilustra o problema



Fonte: Nogueira (2010)

Considerando que os nós “O” (índices  $i$ ) são as origens ou pessoas a serem designadas e os nós “D” (índices  $j$ ) sejam os destinos ou tarefas a serem realizadas e que a quantidade de origens e destinos sejam as mesmas. A ligação (arco) entre uma origem “O” e um destino “D” é o custo (parâmetro  $c_{ij}$ ) de designação de uma pessoa a uma tarefa (variável de decisão  $x_{ij}$ ), assim o modelo matemático fica representado como:

Figura 4 – Modelo de Programação Linear para designação de tarefas

$$\min Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$$

sujeito a:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad \text{para } i = 1, 2, \dots, n$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \quad \text{para } j = 1, 2, \dots, n$$

e:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{se } i \text{ designado para } j \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases}$$

Fonte: Nogueira (2010)

Um problema de Programação Linear é aquele que busca pela melhor dentre todas as possíveis situações para encontrar a melhor solução (solução ótima). Baseia-se em um critério pré-estabelecido de otimização, para isso utiliza-se de uma função no modelo chamada de função objetivo, ou seja, é o critério que pretende-se alcançar maximizando ou minimizando lucro, ou prejuízo, ou rendimento, ou outro, expressa pelas variáveis de decisão.

A seguir apresenta-se duas ferramentas de otimização que serão utilizadas neste trabalho para analisar os dados coletados e seus respectivos resultados.

### **2.3 Softwares de Otimização e Decisão**

A primeira ferramenta de otimização é o Solver, que faz parte de conjunto de programas disponível aos usuários do Microsoft Office Excel. Permite a resolução de problemas de programação linear para análise e tomada de decisão. Esta ferramenta trabalha com um intervalo de células relacionadas diretamente com a célula de destino e ajusta os valores para produzir o melhor resultado dentre as opções.

A segunda ferramenta apresentada é de decisão multicritério porque além de identificar a melhor decisão também justifica a escolha. É o *Analytic Hierarchy Process (AHP)* ou simplesmente método AHP. Este modelo considera os critérios e seus pesos a partir das preferências dos decisores. Sendo assim este é um modelo que considera as preferências colocando pesos em cada critério analisado. Os resultados podem divergir dos dados coletados dos indivíduos inicialmente.

Uma vez que o tomador de decisão estabeleça de forma organizada e hierárquica dos pesos de cada critério é possível por meio do método AHP obter o resultado baseado em multicritérios.

## **3 METODOLOGIA**

O método de pesquisa escolhido foi um estudo de caso aplicado no setor de compras de um operador logístico para tomada de decisão quanto a melhor forma de distribuir as atividades da equipe.

A natureza da pesquisa é Aplicada, ou seja visa analisar um problema específico e aplicar na prática o resultado para obter as melhorias propostas. A forma

de abordagem é Quantitativa com o levantamento de dados por desempenho de cada colaborador sendo aplicado questionário de pesquisa para compilar as informações e aplicar as ferramentas de otimização Solver e AHP.

Para o processo de raciocínio a forma será por Indução através da coleta de um grande número de informações de ações já executadas e analisadas com o intuito de investigar de forma Exploratória e Descritiva, fazendo o levantamento de dados com pesquisa entre as pessoas envolvidas e relacionando as variáveis dentre as possibilidades que podem gerar as melhorias esperadas.

A Unidade de Análise será um dos maiores Operadores Logísticos do Brasil e o público alvo será uma equipe de compras composta por sete colaboradores que atendem diversas demandas dentro do sistema de abastecimento da empresa. O critério para a escolha da Unidade de Análise foi o interesse pela gerência da área em conhecer a ferramenta de otimização sendo aplicada na designação das atividades do setor, proporcionando um ganho de produtividade e redução na jornada de trabalho evitando pagamento de horas extras ou banco de horas.

### **3.1 Estudo de Caso**

A empresa analisada utilizada como base neste trabalho atua no setor de Operação Logística sendo especializada em armazenagem de produtos congelados e refrigerados atualmente com 32 filiais no Brasil. A política para o setor de compras da empresa determinava que cada filial poderia fazer as suas aquisições, posteriormente prestando contas à Matriz com a validação da diretoria e a partir de 2015 foi definida uma outra estratégia, ficando a matriz situada em Pinhais/PR com o departamento de compras centralizado para atendimento corporativo.

A iniciativa da empresa foi no sentido de contratar e qualificar colaboradores em suas respectivas funções de compras através de treinamentos, visitas aos principais fornecedores e interação com as filiais e solicitantes.

Inicialmente houve resultados positivos nas negociações corporativas frente ao grande volume de compras negociadas com possibilidade de atendimento em todas as regiões do país. Porém com o passar do tempo foi possível verificar uma estagnação e em alguns casos até mesmo baixa no rendimento devido principalmente à rotatividade de colaboradores do setor de compras e com isso a necessidade de adaptação e treinamento das novas contratações.

Considerando as principais carteiras de atuação e a designação de responsabilidade dos Analistas de Compras temos o cenário que segue:

Quadro 1 – Carteiras de atuação de compradores

Carteira de atuação	Colaborador
1 - Refrigeração	C1
2 - Equip. Movimentação	C2
3 - Manut. Predial	C3
4 - EPI's	C4
5 - TI	C5
6 - Embalagens	C6
7 - Capex Expansão	C7

Fonte: O autor (2020)

A oportunidade identificada como possível melhoria do desempenho de cada um e conseqüentemente do setor de compras foi a rotatividade das carteiras através de uma pesquisa de familiaridade de cada colaborador de acordo com a experiência adquirida ao longo dos anos.

Para a pesquisa foi elaborado um formulário e distribuído para cada colaborador preencher com o ranking de preferência (quanto maior o índice maior a preferência) de 0 a 10 as atividades que fica mais confortável em trabalhar no dia-a-dia de acordo com o grau de familiaridade:

Figura 5 – Formulário para escolha de atividades

Nome \_\_\_\_\_  
 Matrícula \_\_\_\_\_  
 Data \_\_\_\_\_

Marque "X" de acordo com o grau de familiaridade de cada atividade das Carteiras abaixo:

Carteira	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 - Refrigeração										
2 - Equip. Movimentação										
3 - Manut. Predial										
4 - EPI's										
5 - TI										
6 - Embalagens										
7 - Capex Expansão										

Fonte: O autor (2020)

O resultado desta pesquisa será utilizado para duas finalidades: otimizar a

designação da atividade do colaborador e minimizar a chance de estar executando alguma atividade que não condiz com sua capacidade de tomada de decisão. Após compilar as respostas dos colaboradores aqui denominados de “C” foi compilado o seguinte cenário:

Tabela 1 – Formulário para escolha de atividades compilado

Carteira/Pessoas	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
1 - Refrigeração	5	5	4	1	3	3	8
2 - Equip. Movimentação	4	1	3	2	9	2	3
3 - Manut. Predial	9	8	2	3	5	9	1
4 - EPI's	8	8	5	8	3	8	4
5 - TI	6	3	8	2	7	3	6
6 - Embalagens	7	3	9	9	8	2	2
7 - Capex Expansão	1	1	7	1	1	1	10

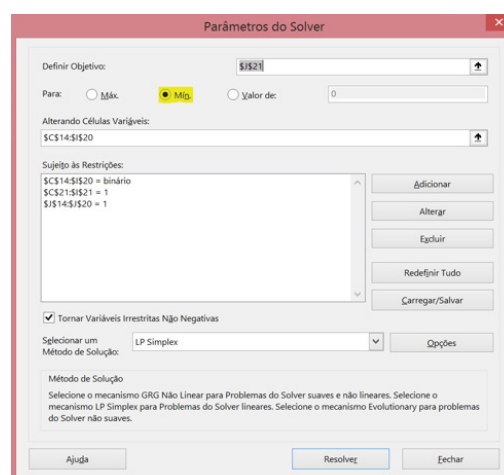
Fonte: O autor (2020)

### 3.2 Aplicação Ferramenta Excel Solver

Com os dados do formulário de pesquisa aplicado foi utilizado a ferramenta Solver do Excel para definir inicialmente quais as combinações de atividades que menos geram aproveitamento por colaborador:

Figura 6 – Aplicação Solver para minimizar

Carteira/Pessoas	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	
1 - Refrigeração	5	5	4	1	3	3	8	
2 - Equip. Movimentação	4	1	3	2	9	2	3	
3 - Manut. Predial	9	8	2	3	5	9	1	
4 - EPI's	8	8	5	8	3	8	4	
5 - TI	6	3	8	2	7	3	6	
6 - Embalagens	7	3	9	9	8	2	2	
7 - Capex Expansão	1	1	7	1	1	1	10	
Carteira/Pessoas	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	
1 - Refrigeração	0	0	0	1	0	0	0	1
2 - Equip. Movimentação	0	1	0	0	0	0	0	1
3 - Manut. Predial	0	0	1	0	0	0	0	1
4 - EPI's	0	0	0	0	1	0	0	1
5 - TI	0	0	0	0	0	1	0	1
6 - Embalagens	0	0	0	0	0	0	1	1
7 - Capex Expansão	1	0	0	0	0	0	0	1
	1	1	1	1	1	1	1	13



Fonte: O autor (2020)

O resultado obtido com a minimização dos parâmetros de afinidade das atividades foi que dois colaboradores demonstraram que estão trabalhando com as atividades que menos tem familiaridade (colaboradores C2 e C3) e a possibilidade de rodízio deve ser considerada uma vez que isso impacta em todo o resultado do setor,

sendo:

Figura 7 – Identificação desvio de atividades

Carteira/Pessoas	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	
1 - Refrigeração	0	0	0	1	0	0	0	1
2 - Equip. Movimentação	0	1	0	0	0	0	0	1
3 - Manut. Predial	0	0	1	0	0	0	0	1
4 - EPI's	0	0	0	0	1	0	0	1
5 - TI	0	0	0	0	0	1	0	1
6 - Embalagens	0	0	0	0	0	0	1	1
7 - Capex Expansão	1	0	0	0	0	0	0	1
	1	1	1	1	1	1	1	13

Fonte: O autor (2020)

Também foi utilizado a ferramenta solver para identificar a composição que otimiza o aproveitamento dos colaboradores, o resultado foi:

Figura 8 – Identificação desvio de atividades

Carteira/Pessoas	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	
1 - Refrigeração	5	5	4	1	3	3	8	
2 - Equip. Movimentação	4	1	3	2	9	2	3	
3 - Manut. Predial	9	8	2	3	5	9	1	
4 - EPI's	8	8	5	8	3	8	4	
5 - TI	6	3	8	2	7	3	6	
6 - Embalagens	7	3	9	9	8	2	2	
7 - Capex Expansão	1	1	7	1	1	1	10	

Carteira/Pessoas	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	
1 - Refrigeração	0	1	0	0	0	0	0	1
2 - Equip. Movimentação	0	0	0	0	1	0	0	1
3 - Manut. Predial	1	0	0	0	0	0	0	1
4 - EPI's	0	0	0	0	0	1	0	1
5 - TI	0	0	1	0	0	0	0	1
6 - Embalagens	0	0	0	1	0	0	0	1
7 - Capex Expansão	0	0	0	0	0	0	1	1
	1	1	1	1	1	1	1	58

Fonte: O autor (2020)

Após a aplicação do formulário de pesquisa com as atividades mais familiares de cada comprador e compilando os dois resultados após utilizar a ferramenta foi identificada uma nova composição das atividades que poderá ser implantada com o intuito de otimizar o desempenho do setor conforme abaixo:

Quadro 2 – Definição de novas atividades aos colaboradores

Carteira	Antes Colaborador	Depois Colaborador
1 - Refrigeração	C1	C2
2 - Equip. Movimentação	C2	C5
3 - Manut. Predial	C3	C1



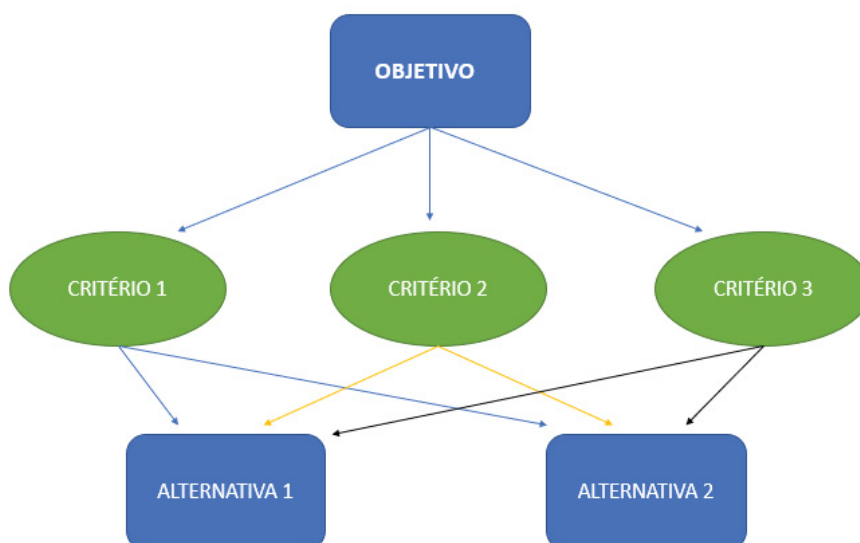
4 - EPI's	C4	C6
5 - TI	C5	C3
6 - Embalagens	C6	C4
7 - Capex Expansão	C7	C7

Fonte: O autor (2020)

### 3.3 Aplicação Método AHP

No método AHP o problema é estruturado de acordo com uma hierarquia já pré-definida sendo que o primeiro nível é composto pelo objetivo chave, em seguida, no segundo nível temos os critérios a serem avaliados e no terceiro nível estão as alternativas de escolha sendo exemplificado na imagem a seguir:

Figura 9 – Exemplo de esquema de hierarquia AHP



Fonte: O autor (2020)

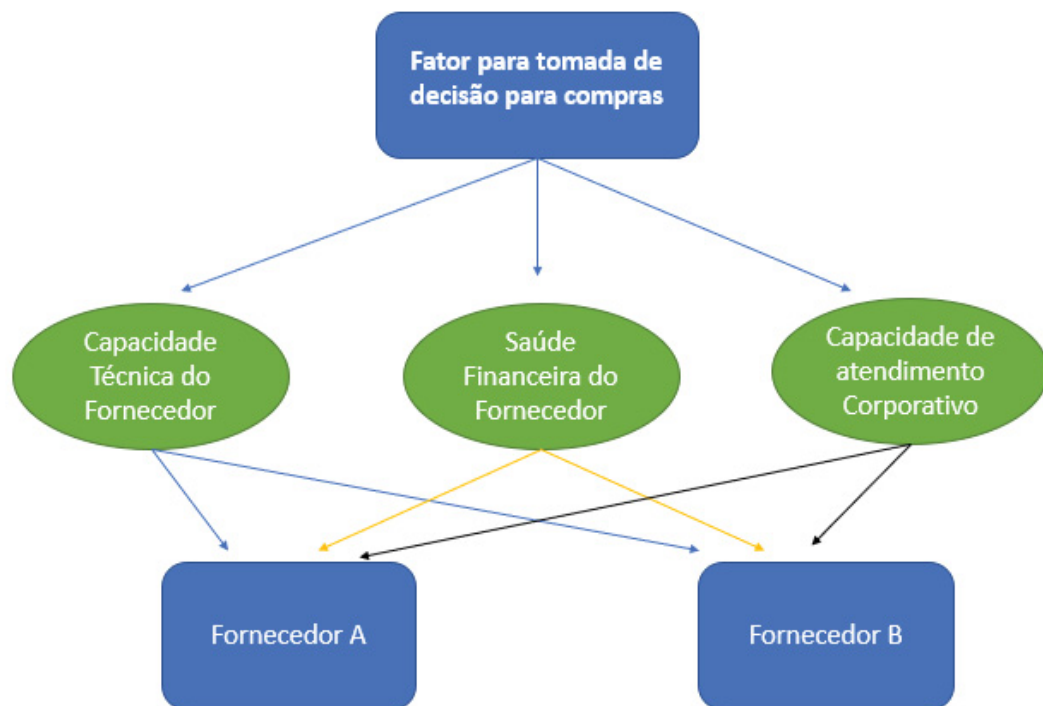
Para o estudo de caso apresentado foram definidos três critérios para tomada de decisão da equipe no dia-a-dia para auxiliar na estratégia de compra mais efetiva. Os critérios foram definidos com o auxílio dos colaboradores do setor de compras baseados na experiência com os fornecedores já homologados e nas dificuldades encontradas para abastecimento das Unidades.

Também foi discutido com a gerência a ordem dos critérios de acordo com a

estratégia da empresa. Foi elaborada uma pesquisa com os compradores para que dessem pesos aos três critérios sendo de 01 a 09 utilizando apenas os números ímpares sendo que 01 representa critérios com o mesmo nível de importância dentro da tomada de decisão partindo para uma escala crescente até o critério com nível 09 sendo considerado extremamente importante.

Desta maneira o modelo da estrutura AHP ficou da seguinte forma:

Figura 10 – Hierarquia AHP aplicada ao estudo de caso



Fonte: O autor (2020)

Será utilizado a primeira parte do método AHP onde é definido o peso dos critérios para tomada de decisão. O objetivo não é escolher quais são os mais importantes para o exemplo do fornecedor “A” ou “B”, mas sim definir um padrão a ser seguido nas tomadas de decisões de compras futuras. O resultado após a pesquisa para definir os pesos para cada critério a matriz comparativo ficou como a tabela abaixo:

Tabela 2 – Pesos definidos para critérios de tomada de decisão

<i>Fator para tomada de decisão</i>	Capacidade Técnica	Saúde Financeira	Atendimento Corporativo
Capacidade Técnica	1	5	3
Saúde Financeira	1/5	1	1/3

<b>Atendimento Corporativo</b>	<b>1/3</b>	<b>3</b>	<b>1</b>
--------------------------------	------------	----------	----------

Fonte: O autor (2020)

Com o resultado ficou evidenciado que o critério com maior importância para a empresa na tomada de decisão de uma negociação é a capacidade técnica do fornecedor para atender a demanda do escopo apresentado e cumprir em sua totalidade o Projeto, possui 5 vezes o grau de importância quando comparado com saúde financeira e 3 vezes quando comparado com a possibilidade de prestar atendimento corporativo. O próximo passo será calcular os índices de consistência (CI) e a razão de consistência (CR) para verificar se o entendimento dos níveis de importância estimados pela equipe de compras fazem sentido.

Primeiramente é necessário transformar a representatividade dos pesos em números, ficando:

Tabela 3 – Pesos definidos para critérios de tomada de decisão

<i>Fator para tomada de decisão</i>	Capacidade Técnica	Saúde Financeira	Atendimento Corporativo
Capacidade Técnica	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>3</b>
Saúde Financeira	<b>0,20</b>	<b>1</b>	<b>0,33</b>
Atendimento Corporativo	<b>0,33</b>	<b>3</b>	<b>1</b>

Fonte: O autor (2020)

Adicionamos uma linha na tabela efetuando a soma dos valores das colunas e depois normalizamos a tabela dividindo o valor de cada célula pela soma das colunas correspondentes:

Tabela 4 – Pesos definidos para critérios de tomada de decisão

<i>Fator para tomada de decisão</i>	Capacidade Técnica	Saúde Financeira	Atendimento Corporativo
Capacidade Técnica	<b>1,00</b>	<b>5,00</b>	<b>3,00</b>
Saúde Financeira	<b>0,20</b>	<b>1,00</b>	<b>0,33</b>
Atendimento Corporativo	<b>0,33</b>	<b>3,00</b>	<b>1,00</b>

<b>Soma</b>	<b>1,53</b>	<b>9,00</b>	<b>4,33</b>
-------------	-------------	-------------	-------------

<b>Normalizado</b>			
--------------------	--	--	--

<b>Capacidade Técnica</b>	<b>0,65</b>	<b>0,56</b>	<b>0,69</b>
<b>Saúde Financeira</b>	<b>0,13</b>	<b>0,11</b>	<b>0,08</b>
<b>Atendimento Corporativo</b>	<b>0,22</b>	<b>0,33</b>	<b>0,23</b>

Fonte: O autor (2020)

Com a matriz normalizada a sequência do processo é calcular o vetor de prioridade de cada critério através do cálculo da média dos valores. Exemplo, para o critério Capacidade Técnica  $(0,65 + 0,56 + 0,69)/3 = 0,63$ .

Tabela 5 – Pesos definidos para critérios de tomada de decisão

<b>Fator para tomada de decisão</b>	<b>Capacidade Técnica</b>	<b>Saúde Financeira</b>	<b>Atendimento Corporativo</b>	<b>Prioridade</b>
<b>Capacidade Técnica</b>	<b>0,65</b>	<b>0,56</b>	<b>0,69</b>	<b>0,63</b>
<b>Saúde Financeira</b>	<b>0,13</b>	<b>0,11</b>	<b>0,08</b>	<b>0,11</b>
<b>Atendimento Corporativo</b>	<b>0,22</b>	<b>0,33</b>	<b>0,23</b>	<b>0,26</b>

Fonte: O autor (2020)

Após o cálculo do vetor de prioridade temos a representatividade de cada critério dentro do pacote de opções. Capacidade técnica como era sabido é o critério mais importante ou 63% sendo seguido por Atendimento corporativo com 26% e Saúde Financeira com 11%.

Este resultado auxilia na tomada de decisão de uma forma geral, uma vez que limita o tempo gasto dos compradores com os itens menos importantes. A visão de prioridades em primeiro, segundo e terceiro lugar otimiza qual a sequência de critério para atacar primeiro eliminando o risco de atender por exemplo atendimento corporativo e barrar na capacidade técnica.

Para finalizar a análise AHP precisamos verificar se os julgamentos considerados são consistentes. O método AHP calcula uma razão de consistência (RC) comparando os índices obtidos de acordo com os nossos critérios com o índice de uma matriz aleatória. Os próximos passos serão expostos a seguir.

Utilizando a matriz com os valores decimais e os níveis de prioridades vamos transpor a coluna de prioridades para uma nova linha abaixo dos critérios:

Figura 11 – Etapa para cálculo da razão de consistência

<i>Fator para tomada de decisão</i>	Capacidade Técnica	Saúde Financeira	Atendimento Corporativo	Prioridade
Capacidade Técnica	1,00	5,00	3,00	0,63
Saúde Financeira	0,20	1,00	0,33	0,11
Atendimento Corporativo	0,33	3,00	1,00	0,26

↓

<i>Fator para tomada de decisão</i>	Capacidade Técnica	Saúde Financeira	Atendimento Corporativo	Prioridade
Capacidade Técnica	1,00	5,00	3,00	
Saúde Financeira	0,20	1,00	0,33	
Atendimento Corporativo	0,33	3,00	1,00	
Prioridade	0,63	0,11	0,26	

Fonte: O autor (2020)

Após isso é feita a multiplicação entre os pesos dos critérios e o índice de prioridade de acordo com cada coluna:

Tabela 6 – Etapa de multiplicação de pesos x grau de prioridade

<i>Fator para tomada de decisão</i>	Capacidade Técnica	Saúde Financeira	Atendimento Corporativo
Capacidade Técnica	0,63*1	0,11*5	0,26*3
Saúde Financeira	0,63*0,2	0,11*1	0,26*0,33
Atendimento Corporativo	0,63*0,33	0,11*3	0,26*1

Fonte: O autor (2020)

O resultado para esta multiplicação é de:

Tabela 7 – Pesos de critérios ponderados

<i>Fator para tomada de decisão</i>	Capacidade Técnica	Saúde Financeira	Atendimento Corporativo
Capacidade Técnica	0,63	0,55	0,78
Saúde Financeira	0,13	0,11	0,09
Atendimento Corporativo	0,21	0,33	0,26

Fonte: O autor (2020)

Para finalizar o cálculo da razão da consistência é necessário fazer a soma dos pesos e dividir pela representatividade das prioridades. O resultado é dividido pela ordem da matriz AFP, neste caso é uma matriz de ordem 3, sendo:

Figura 12 – Etapa para cálculo do  $\lambda_{max}$

<i>Fator para tomada de decisão</i>	Capacidade Técnica	Saúde Financeira	Atendimento Corporativo	Soma dos Pesos
Capacidade Técnica	0,63	0,55	0,78	1,96
Saúde Financeira	0,13	0,11	0,09	0,32
Atendimento Corporativo	0,21	0,33	0,26	0,80

↓

Soma dos pesos	Prioridades	Peso / Prioridade	Resultado
1,96	0,63	1,96/0,63	3,11
0,32	0,11	0,32/0,11	2,93
0,80	0,26	0,8/0,26	3,13

<b>Total</b>	<b>9,17</b>
<i>Dividindo o Total pela ordem da matriz (3)</i>	<b>3,06</b>

Fonte: O autor (2020)

É aplicada a fórmula do índice de consistência:

$$CI = (\lambda_{max} - n) / (n-1)$$

$$CI = (3,06-3) / (3-1)$$

$$CI = 0,03$$

E por fim é aplicada a fórmula para se obter a Razão de Consistência da matriz. O índice de consistência RI é fornecido pela tabela de Saaty já com valores pré-definidos de acordo com a ordem da matriz:

$$CR = CI / RI \rightarrow CR = 0,03/0,58 = 0,051$$

O índice de consistência RI é fornecido pela tabela de Saaty já com valores pré-definidos de acordo com a ordem da matriz, sendo:

Tabela 7 – Índice de consistência modelo AHP - Saaty

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

Fonte: O autor (2020)

Saaty (1991) considera que taxas de consistência menores que 10% indicam que os coeficientes para os critérios avaliados são relevantes e não precisam ser refeitos. Valores entre 10% e 15% indicam uma leve inconsistência e acima de 15% altamente inconsistente.

O resultado para o nosso estudo de caso foi de 5%, sendo assim podemos



considerar que os pesos dados inicialmente para os critérios para tomada de decisão em uma negociação da empresa são relevantes e devem ser considerados no processo.

#### **4 CONCLUSÃO**

Os softwares de otimização aplicados no estudo de caso se mostraram eficazes quanto ao processo de redimensionamento das atividades da equipe para otimizar o desempenho e definição dos pesos de importância dos critérios analisados.

Através da aplicação de formulário de pesquisa foi possível identificar em quais segmentos os compradores tinham mais tranquilidade para atuar e quais deles maior dificuldade.

Com a aplicação do software Excel Solver foi possível definir a nova configuração das atividades do setor para aumentar o rendimento e resultados. Foi identificada a possibilidade de mudança nas atividades em 85% carteiras analisadas, ficando apenas uma delas sem alteração do comprador atuante.

Para a ferramenta de análise do método AHP foram estipulados pesos aos critérios definidos como mais importantes entre os compradores para tomada de decisão no processo de negociação. Com o resultado foi possível identificar entre os critérios sugeridos a ordem de prioridade, sendo no caso apresentado o critério Capacidade Técnica como primeiro ponto a ser analisado na negociação obtendo 63% do total, seguido por Atendimento Corporativo com 26% e Saúde Financeira com 11%.

Com os dois resultados obtidos os treinamentos de cada comprador serão direcionados de acordo com a carteira de atuação e a ordem dos critérios para tomada de decisão nas negociações.

## REFERÊNCIAS

- Almeida, Martinho Isnard Ribeiro de; Murakami, Milton. **Abordagem Estratégica de Tomada de Decisão Baseada no Método AHP (Analytic Hierarchy Process)**. In: XVIII Congresso Latino Americano de Estratégia, 2005, Santa Cruz de la Sierra. SLADE, 2005.
- Andrade, Eduardo Leopoldino de. **Introdução à pesquisa operacional – Método e Modelos para Análise de Decisões**. São Paulo. LTC. 2002.
- ARKADER, Rebecca (org). **Compras e gerência de fornecimento no Brasil: estudos e casos**. Rio de Janeiro: 2004.
- LACHTERMACHER, G. **Pesquisa operacional na tomada de decisões**. Editora Campos (Elsevier), São Paulo, 2004.
- Mira, Carlos Alberto. **Logística: O último rincão do marketing**. São Paulo. Letteradoc. 2004.
- Pinheiro, Manuel Duarte. **Uma aplicação da programação linear para designação de acadêmicos em equipes de apoio a organização de eventos acadêmicos: o caso EEPA-Enpeptro**. Revista Latino- América de Inovação e Engenharia de Produção, Curitiba, PR, Brasil, v. 3, n. 4, p. 189-201, 2015.
- Relatório trimestral de inflação Banco Central**. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/publicacoes/ri/201909>. Acessado em 07 dez. 2019.
- SAATY, T. L. **Método de Análise Hierárquica**. Rio de Janeiro: Makron Books, 1991.
- Sousa, Roberta Marrie Araujo de. **Designação de recursos humanos de uma empresa junior usando Programação Linear Inteira**. Disponível em: <http://repositorio.ifpb.edu.br/handle/177683/782>.