

# OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS POR MEIO DE MODELOS MATEMÁTICOS E ESTRATÉGICOS

Adriano Marinheiro Pompeu<sup>1</sup>

Andre Henrique Lagrotta Tenório<sup>2</sup>

Felipe Lucero Esteves<sup>3</sup>

Flaviele da Costa Cassiano<sup>4</sup>

Matheus Keichi Cartaxo Mishina<sup>5</sup>

Engenharia de Produção



ISSN IMPRESSO 1980-1777

ISSN ELETRÔNICO 2316-3135

## RESUMO

Atualmente a capacidade de solucionar problemas de maneira assertiva, tem sido um dos grandes desafios de gestores de diversas áreas. Para competir num mercado tão acirrado, as empresas necessitam aplicar técnicas que as auxiliem em sua organização interna, a fim de crescer e prosperar no mercado em que atuam. Com base nestas constatações, a Pesquisa Operacional, apresenta-se como grande aliada na tomada de decisões, uma vez que preza por uma sistemática busca para resolução de problemas, assim como, fornecer aos gestores métodos de tratamento de dados através de sistemas lineares. Neste sentido, o conhecimento de métodos matemáticos pode tornar-se uma importante ferramenta na solução de problemas, entretanto para aplicá-los, é preciso interpretá-los e compreendê-los de forma eficiente, e, conhecimentos relacionados à análise de custo facilitam o entendimento de problemas econômicos. Na cidade de Maceió/AL, uma empresa do ramo de eventos, responsável pela montagem de equipamentos tecnológicos e organização de eventos de diversos portes, carecia de técnicas que à auxiliasse na tomada de decisão. Devido a determinados fatores terem certa aleatoriedade, a empresa sofre dificuldades para efetuar uma gestão com o objetivo de maximizar lucros e reduzir os custos, foram analisados alguns dados da organização com o intuito de descrever padrões nos processos. Neste sentido, foi realizado um estudo de caso com base em suas limitações e problemas, a fim de propor soluções ótimas de gestão e organização. Este trabalho tem como objetivo aplicar métodos de modelagem matemática, a exemplo do método simplex, para a proposição de melhorias na empresa analisada.

## **PALAVRAS-CHAVE**

Pesquisa Operacional. Método Simplex. Resolução de Problemas.

## **ABSTRACT**

Nowadays, the ability to solve problems in an assertive way has been one of the great challenges of managers in several areas. To compete in such a harsh market, companies need to apply techniques that help them in their internal organization to grow and thrive in the market in which they operate. Based on these findings, Operational Research is a great ally in decision making, since it values a systematic search for problem solving, as well as providing managers with data treatment methods through linear systems. In this sense, the knowledge of mathematical methods can become an important tool in the solution of problems, however to apply them, they must be interpreted and understood efficiently, and knowledge related to cost analysis facilitates the understanding of economic problems. In the city of Maceió/AL, a company in the field of events, responsible for the assembly of technological equipment and organization of events of various sizes, lacked techniques that aided in decision making. Due to certain factors having a certain randomness, the company suffers difficulties to perform a management with the objective of maximizing profits and reducing costs, some data of the organization were analyzed to describe patterns in the processes. In this sense, a case study was carried out based on its limitations and problems, to propose optimal solutions of management and organization. This work aims to apply mathematical modeling methods, such as the simplex method, for the proposition of improvements in the analyzed company.

## **KEYWORDS**

Operational Research. Simplex Method. Troubleshooting.

## **INTRODUÇÃO**

Considerando o atual cenário mercadológico brasileiro, em que a competitividade não deixa espaço para erros, a capacidade de solucionar problemas e buscar a redução de falhas, mostra-se de fundamental importância para as empresas. Atualmente, as empresas têm, devido ao mercado cada vez mais acirrado, o objetivo de eficácia e eficácia em seus serviços e produtos. O trabalho propõe uma solução de otimização de processos com o intuito de manter os valores acima citados e minimizar os custos.

Espera-se construir uma proposta que atenda de maneira prática, a adequação de um modelo de produção, para que haja resultado satisfatório no que se refere tem-

po, qualidade, flexibilidade e menores custos. Porém um dos maiores desafios com relação à otimização dos processos empresariais é a dificuldade de integrar áreas de conhecimento que são totalmente diferentes, principalmente quando o principal foco é minimizar custos e trazer a melhoria para empresa e o público, afinal a visão do futuro de uma empresa é a representação de seus custos.

Mesmo sabendo que essa execução será bastante complexa, haverá envolvimento de materiais para integrar a modelagem matemática que acredita-se ser mais completa, e assim conseguiremos aproximar ao máximo da realidade. Em primeiro momento, as áreas matemáticas das disciplinas de pesquisa operacional e análise de custos serão os norteadores do trabalho, visando um melhor aproveitamento de recursos tanto materiais quanto humanos, por meio de ferramentas ministradas por professores destas disciplinas, que terão por finalidade a análise dos melhores métodos e técnicas que se adequem as necessidades mercadológicas da empresa.

Com a utilização de algumas disciplinas, pode-se propor melhorias em determinados processos, uma vez que ao compreender as limitações empresariais para ser otimizada. É uma forma de apresentar modelos matemáticos que poderemos utilizar dentro da empresa, onde nos vai permitir mostrar dados estáticos do antes do processo e após o processo de otimização.

A implementação será efetuada por meio de um estudo de caso dentro de uma determinada empresa, através da otimização de processos por meio de modelos matemáticos, o que permite fazer um plano estratégico para tomada de melhores decisões. De uma forma mais ampla pretende-se atuar na empresa com a solução de gargalos e redução de custos.

A respectiva matéria de pesquisa operacional vai nos permitir planejar, operar e projetar como será desenvolvido toda a execução do processo, assim conseguiremos achar uma solução melhor para o problema.

Tendo em vista que o principal foco é unir modelagem matemática com um problema de uma empresa que está sendo impedida de evoluir, e mostrar a importância que uma aplicação de modelo matemático também pode ser um avanço para torná-la mais evoluída.

Sendo assim o objetivo é apresentar e aplicar os conhecimentos adquiridos das disciplinas e aplicações dos modelos matemáticos pelo método simplex, colocando em prática no estudo de caso da empresa Tech, apresentando problemas e demonstrando as questões da aplicabilidade dos métodos escolhidos.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1. PESQUISA OPERACIONAL**

Pesquisa operacional foi um termo que teve sua primeira utilização no período da segunda guerra mundial (1938-1945) e designou o estudo sistemático de pro-

blemas de tática e estratégia ocorridos durante as operações militares nesta guerra (MARANHÃO, 2016).

Um grupo de especialistas (entre eles: Patrick Blackett, Cecil Gordon, C. H. Waddington, Owen Wansbrough Jones and Frank Yates) foi designado para avaliar e posicionar adequadamente os radares do sistema de defesa aérea da Grã Bretanha antes e durante a Segunda Guerra Mundial. Outras aplicações militares incluíram o planejamento de operações de comboios, bombardeios e de guerra anti submarina. (SANTOS, 2009, pg 1)

A pesquisa operacional teve dois acontecimentos que fizeram com que seu desenvolvimento se desse de uma forma rápida. O primeiro, denominado simplex, foi proposto por George Dantzig em 1947 e consiste no desenvolvimento de um algoritmo simples, para soluções de problemas lineares, permitindo que fossem resolvidos a mão diversos problemas de pesquisa operacional, principalmente os de complexidade baixa. O segundo foi a proliferação e rápida capacidade evolutiva dos microcomputadores em processar informações. (BONINI et' al, 2016).

Depois de 1950, a PO invadiu a área industrial e encontrou seu aliado natural: o computador. Logo após, se expandiu rapidamente e problemas cada vez mais complexos e com grande número de variáveis e equações puderam ser solucionados. (PRAIA, GOMES, 2013, p3).

No Brasil, a pesquisa operacional chegou, basicamente, na década de 60 através do primeiro Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional realizado no ITA em 1968. Em seguida foi criada a Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional (SOBRA-PO) (SANTOS, 2009).

## 2.2 MÉTODOS SIMPLEX

O método Simplex demonstrou-se de significativa relevância no cenário da pesquisa operacional, pois através dele, se propagou a resolução de problemas lineares, primeiramente de menor complexidade. Com o passar do tempo, os avanços tecnológicos permitiram resoluções mais complexas e com maior número de variáveis, contribuindo para a globalização da pesquisa operacional.

Os modelos de pesquisa operacional são elaborados na forma de uma função objetivo, contendo diversas restrições. O método simplex busca soluções viáveis, quando o resultado apenas atende às restrições, ou ótimas, quando o resultado além de ser viável torna-se o melhor possível dentro do problema apresentado. (PRAIA e GOMES, 2013).

No método simplex, quaisquer dois pontos selecionados na área de contorno do simplex, se unidos por uma linha, formam uma linha completamente dentro do simplex e a partir disto, a solução ótima do problema passou a ser limitada aos pontos extremos dessa linha dentro da área simplex. (PRAIA e GOMES, 2013).

Lira e Santos (2008), para iniciar a implementação do sistema simplex, é necessário termos uma solução factível no sistema, denominada solução inicial do proble-

ma. Partindo desta premissa, o sistema verifica se essa solução é ótima, ou seja, se produz o maior valor para a função objetivo determinada para o problema. Caso sim, essa será a solução ótima e o problema está resolvido. No caso de não ser, o sistema irá verificar e apontar outros valores maiores para a função objetivo, sempre respeitando as restrições impostas para que isso aconteça.

A aplicação do método é finalizada quando todos os demais pontos possíveis são menores ao encontrado, desta forma, garantindo a solução ótima para o problema. Desta forma, revisemos os passos compreendidos para aplicação do método simplex:

- 1 - Encontrar uma solução viável ao iniciar
- 2 - Verificar se a solução inicial é a melhor, ou seja, a solução ótima. Caso não seja, ir ao passo 3.
- 3 - Determinar um ponto viável do sistema e verificar se ele é ótimo. Caso não, repita a operação até encontrar a solução ótima.

Algumas das vantagens são como exemplo, o desenvolvimento de soluções por meio de gráficos, no qual tem o intuito de facilitar a visualização de variáveis, sem alterar o problema. Esta metodologia pode auxiliar os administradores a coordenarem melhor as suas produções, investimentos, logística empresarial entre outros. Podendo tornar-se uma ferramenta muito importante para as empresas, pois com um só método pode-se solucionar vários problemas.

Herbert Simon em 1960 demonstra que como os administradores da atualidade tem um suporte muito desenvolvido devido à tecnologia avançada, faz com que seja mais fácil se realizar a tarefa mais difícil de um administrador, que é a tomada de decisão, suas ideias na Teoria das Decisões, a qual utilizou para explicar o comportamento humano nas organizações. Para ele a organização é um corpo de decisões onde cada indivíduo participa decidindo conscientemente e racionalmente o funcionamento da organização, assim, é constituído de decisões e ações.

De acordo com a pesquisa, muitas empresas utilizam-se de mais de uma técnica ao mesmo tempo. O uso de múltiplas técnicas de análise também foi confirmado no mercado americano por Brealey, Myers e Allen (2008). Há várias formas de classificação dos projetos de investimento, mas uma forma usual divide-os em: (i) independentes, quando a decisão de investir em um não impede a seleção de outros; (ii) dependentes (contingentes), quando a escolha de um projeto está condicionada a seleção de um ou de outros projetos; e (iii) mutuamente excludentes, quando a seleção de um projeto impede a escolha de outros.

Os projetos podem estar inseridos num contexto de restrição de capital, quando há um limite de investimento para os projetos, ou sem restrição de capital. É comum que este gerenciamento venha a existir na combinação das três primeiras alternativas para a avaliações das propostas, ou seja, projetos independentes, dependentes e/ou mutuamente excludentes com restrição de capital. Vale ressaltar que a restrição de capital, por si só, já representa um tipo de dependência entre todos os projetos avaliados.

O entendimento das técnicas é importante para sua aplicação, pois sua interpretação torna-se necessária para a modelagem do problema. Nessa interpretação pode-se detectar uma nova necessidade que a pesquisa operacional não atende, podendo-se atuar de outra forma no problema com a aplicação de análise de custos dependendo da situação.

O conhecimento de métodos matemáticos pode tornar-se uma importante ferramenta na solução de problemas nas empresas. Para podermos aplicá-los, é preciso interpretá-los e conhecê-los matematicamente. Os conhecimentos adquiridos em análise de custo facilitam o entendimento do problema, podendo modelá-lo, facilitando a solução do problema.

### 2.3 ANÁLISES DE CUSTO

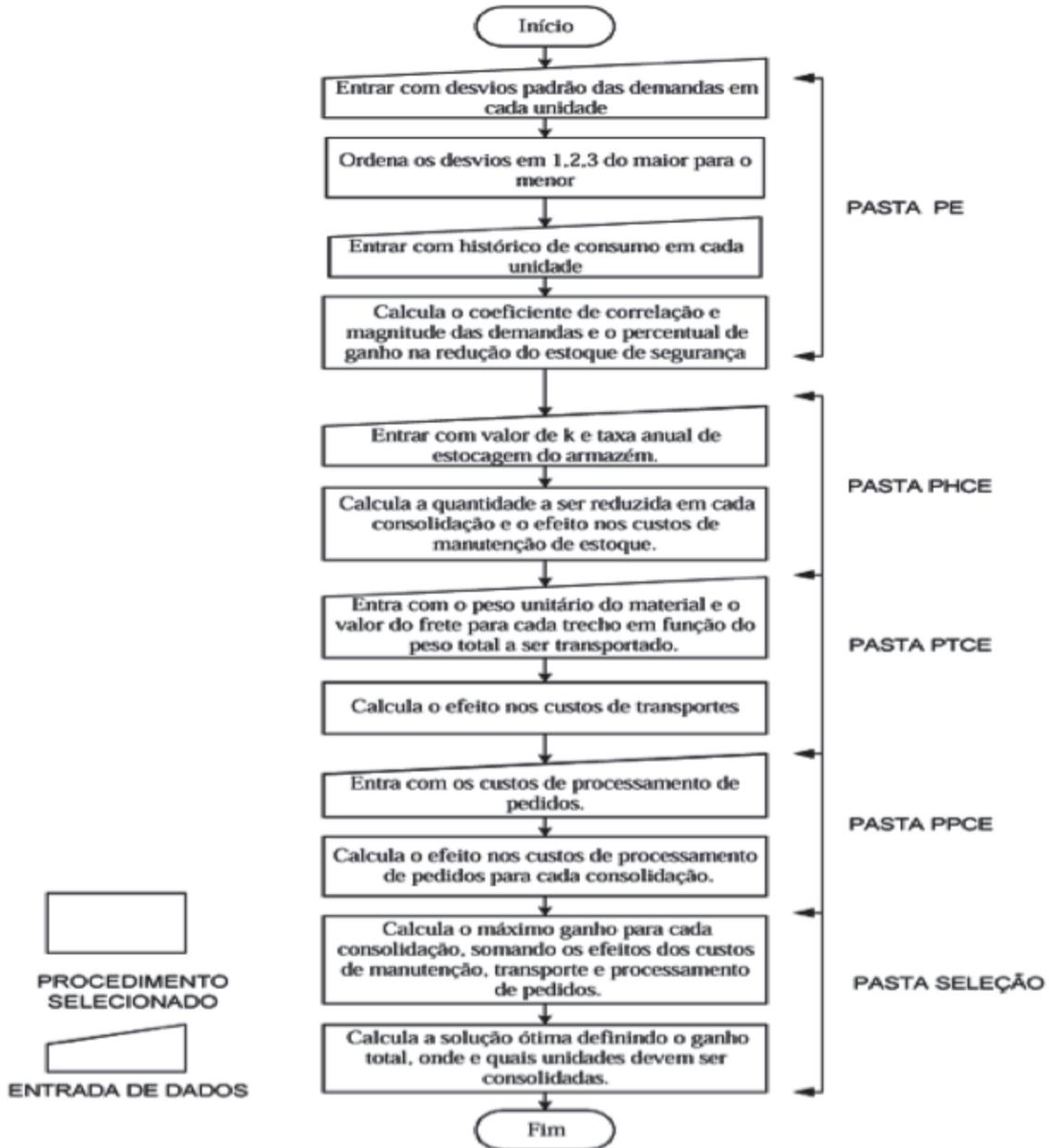
Segundo Evangelista, Braga, Junior e Ramos (2010), com um mundo altamente competitivo, muitas empresas possui o foco de produzir produtos e serviços que agradam ao consumidor. Mais o que pode não ser levado em conta, é que grandes partes das empresas tem que produzir produtos e serviços com baixo custo, tanto para eles, como para quem vai consumir, sempre levando em conta que tem que ser eficientes e eficazes nos negócios.

Segundo Pereira, et. al. (2011), todas as atividades que estão envolvidas para uma melhor gestão na empresa são fundamentais para se assegurar e sempre melhorar as margens de lucro, principalmente no quesito de competitividade.

Como em toda empresa, é possível observar que os custos são de extrema importância, principalmente quando a intenção é minimizá-los. segundo Silva e Graciliano (2010) fala que "Os custos estão entre os principais indicadores de desempenho das organizações. Assim, os sistemas de custos desempenham um papel chave nos processos decisórios e na avaliação do desempenho institucional."(ALONSO,1999).

Um bom exemplo para realizar a análise de custos, é em um setor que possui suma importância nas empresas em geral. Este setor é o de estoque no qual é responsável por fazer todo o controle de manuseamento dos produtos, estocagem e logística. Essa área da empresa impacta muito nos custos devido ao custo de manutenção do setor como também por uma má aplicação da logística. Para demonstrar observe a Figura 1.

Figura 1: Esquema Básico para Solução de Problemas



FONTE: Figueiredo (1999)

Logística é importante porque é capaz de auxiliar empresas e organizações na agregação e criação de valor ao cliente. Ela pode ser a chave para uma estratégia empresarial de sucesso, provendo uma multiplicidade de maneiras para diferenciar a empresa da concorrência através de um serviço superior, ou, ainda por meios interessantes de reduções de custos. (ARBACHE, et. al. 2011, pg 1)

Figueiredo (1999) demonstrou que o fluxo de um estoque com o objetivo de demonstrar como deve ser organizado. Sendo o seu foco principal em uma unidade centralizada para facilitar este processo de estoque, pois com esta medida se evita desperdícios extras. Uma boa maneira de coletar dados para a determinação do fluxo do estoque é a demanda dos clientes sobre os produtos que são utilizados do estoque.

Esta coleta dos dados vem por meio da demanda dos equipamentos em um intervalo de um ano, outra coleta que tem que ser levada em consideração é o custo para se manter esta unidade de armazenamento. Após possuir estes dados a organização consegue determinar se os lucros se sobressaem dos custos. (Figueiredo, 2001)

Bertó e Beulke (2013) retrata como é possível observar que os custos de uma empresa diz tudo, principalmente se torna uma visão para o futuro, de uma forma mais ampla e limpa, mais é claro que para reduzir é necessário ter a utilização de vários elementos, principalmente de uma formulação matemática, que nos dá uma visão para um orçamento operacional.

### 3 METODOLOGIA

Os primeiros passos para que o pesquisador dê início a sua pesquisa é entender quais métodos serão utilizados para chegar no seu objetivo e abordagem. O estudo de caso é um procedimento no qual tem a possibilidade de ter a integração de diferentes técnicas e campos do conhecimento. "O estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real." (YIN, 2005) .

Dito isso, ao saber que nosso trabalho é analisar a empresa Tech Soluções e Organização de Feiras Eireli (TECH), onde ela trabalha com aluguel de equipamentos tecnológico, percebemos que os serviços não seguem um padrão específico pois são bastante variáveis.

As aplicações dos métodos na empresa se tornam muito complexos, devido a necessidade de coletar informações de várias áreas diferentes com o intuito de chegar o mais próximo possível da prática.

De acordo com o autor, DIEHL (2004) para usar adequadamente a abordagem qualitativa, o pesquisador precisa aprender a observar, analisar e registrar as interações entre as pessoas e o sistema. É por meio dessa afirmação que a abordagem qualitativa se encaixa no nosso estudo de caso devido a complexidade de se mensurar os processos. A abordagem qualitativa pode se apropriar de instrumentos, métodos e técnicas, que sejam convincentes e auxiliem na coleta e análise de dados com confiança e validade.

Por isso, existem vários métodos que podem ser usados no estudo de caso no qual os autores Boente; Braga (2004) caracterizam: podem ser exploratórios, um estudo profundo, com temas menos explorados; descritivos que é observar, registrar e analisar os fenômenos ou sistemas técnicos e por fim, explicativos, registra fatos, analisa-os, informa e explica a ocorrência de algum fenômeno.

## 4 COLETA DE DADOS

A Tech Soluções e Organização de Feiras Eireli são uma empresa que tem como ramo, o aluguel de equipamentos tecnológicos para a realização de eventos de todo porte. Na Figura 2 mostra a montagem do transporte indo fazer a entrega de equipamentos.

Figura 2: trabalhadores fazendo o carregamento dos equipamentos



Fonte: Dos próprios autores 2018

Com base nas observações efetuadas na empresa TECH, foram detectados alguns problemas em seus processos produtivos, tais fatores podem influenciar no faturamento desta empresa. Os problemas de alocação de veículo e gestão de estoques, ocasionam problemas em diversas tarefas diárias, impedindo a conformidade e agilidade na entrega de seus serviços.

Devido a determinados fatores terem certa aleatoriedade, a empresa sofre dificuldades para realizar uma modelagem com o objetivo de maximizar os lucros e reduzir os custos, foi-se analisado alguns dados da corporação com o intuito de descobrir padrões nos processos.

Por meio de todo o crescimento que a TECH vem passando, mais um setor vem apresentando problemas, que é o estoque de equipamentos. Pois os equipamentos foram aumentando para suprir a demanda do mercado, e não foi feita uma organização para que os equipamentos sejam distribuídos de maneira que seja aproveitado todo o espaço do estoque. Pode-se observar isso nas Figuras 2, 3 e 4 os caminhões na parte de dentro com alguns equipamentos.

Figura 3: a parte de dentro do caminhão.



Fonte: dos próprios autores 2018

Figura 4: caminhão com suporte de equipamento para três eventos



Fonte: Próprios autores 2018

O problema relacionado ao estoque encontrado foi que não se tinha um controle de saída de equipamentos tal como a entrada dos mesmos após o término do evento. Isso dava muitos problemas, pois muitas vezes acontecia de esquecerem algum material no local do evento e só fosse percebido depois de alguns dias.

Para melhor entendimento das questões de logística, listamos os clientes mais assíduos da empresa, que servirão de modelo para a implementação dos modelos matemáticos e melhorias nas atividades da empresa. De acordo com a marca e modelo dos caminhões, temos um consumo médio de 8 km/L de diesel. Desta forma teremos, em eventos padrões, o seguinte consumo de combustível por cliente. Esses valores têm como base o valor do Diesel na cidade de Maceió que é de R\$ 3,60 de acordo com o site.

- Os clientes mais assíduos são os seguintes:
- Best Western: Distante 2,7 km da empresa
- Ritz lagoa da Anta: Distante 2,6 km da empresa
- Hotel Jatiúca: Distante 2,2 km da empresa.
- Karlota's: Distante 7,2 km da empresa
- Anima Kids: Distante 12,3 km da empresa
- CESMAC: Distante 6 km da empresa
- Centro de Convenções: Distante 4 km da empresa
- Planeta Mágico: Distante 6,9 km da empresa
- Best Western: R\$ 2,43
- Ritz lagoa da Anta: R\$ 2,34
- Hotel Jatiúca: R\$ 1,98
- Karlota's: R\$ 6,48
- Anima Kids: R\$ 11,07
- CESMAC: R\$ 5,4
- Centro de Convenções: R\$ 3,6
- Planeta Mágico: R\$ 6,21
- Considerando 20 eventos no mês, divididos da seguinte forma:
- Best Western:  $R\$ 2,43 * 20 = R\$ 48,6$
- Ritz lagoa da Anta:  $R\$ 1,98 * 20 = R\$ 39,6$
- Hotel Jatiúca:  $R\$ 1,44 * 20 = R\$ 28,8$

Somando os custos de combustível por cliente no mês, teremos um custo de R\$ 117 de combustível por mês para a empresa. Considerando que o caminhão tem capacidade para levar equipamentos equivalentes a 3 eventos poderiam ser atendidos

## 5 RESULTADO E DISCUSSÕES

De acordo com a coleta de dados foi elaborado uma metrificação das variáveis de custo de transporte da empresa em questão, por meio disso foi elaborado variáveis para cada local de evento com o objetivo de implementar o simplex com uma característica de números binários no qual irá gerar resultados de otimização com resultados inteiros.

Esta medida de tratamento de dados que ocorreu devido ao desperdício que está ocorrendo na empresa, pois o caminhão está deixando de ser usado de forma eficiente.

Esta aplicação do método simplex se deu com o intuito de minimizar os custos de logística do caminhão da empresa ao fazer transporte para os eventos. A aplicação do método simplex no software teve por objetivo traçar uma melhor rota entre a empresa Tech e seus clientes. A aplicação se deu por meio de tabela de números com variáveis binárias conforme modelo abaixo:

Tabela 1 – Demonstração da tabela em forma de matriz binária com variáveis utilizadas

	<b>Cliente 1</b>	<b>Cliente 2</b>	<b>Cliente 3</b>
<b>Tech</b>	x11	x12	x13
<b>Cliente 1</b>	x21	x22	x23
<b>Cliente 2</b>	x31	x32	x33
<b>Cliente 3</b>	x41	x42	x43

O cálculo do método simplex foi efetuado da seguinte forma:

Colocou-se 3 clientes para verificar a aplicabilidade da modelagem no software. Para estes clientes foram calculados seus custos de logística tanto com origem na empresa tech, como em qualquer cliente. Ex: sai da empresa tech para empresa 1 e depois empresa 3, ou da empresa 2 para empresa 1, etc.

As restrições foram as seguintes:

O caminhão da empresa Tech consegue carregar o suficiente para atender 3 eventos.

Cada empresa teve como restrição 1 evento, pois cada cliente recebe apenas 1 evento, colocando-se esta restrição para evitar que na execução se o resultado impeça que indique-se como solução a aplicação destes 3 eventos em apenas 1 cliente.

Desta forma, a modelagem foi realizada considerando que, obrigatoriamente a origem seria a empresa Tech com carga para 3 eventos, e entregar apenas 1 evento em cada cliente, devendo a aplicabilidade da modelagem mostrar soluções de melhoria nas rotas para minimizar os custos de logística.

Segue abaixo Tabela matriz binária de cálculos de logística, da Origem, sendo empresa Tech, para seus clientes e, após a primeira entrega custos entre um cliente e outro. A disponibilidade foi de quantos eventos poderiam chegar no cliente ou sair da origem:

Tabela 2 – Demonstração de custos logísticos na matriz.

	<b>Cliente 1</b>	<b>Cliente 2</b>	<b>Cliente 3</b>	<b>Disponibilidade</b>	<b>Legenda:</b>
<b>Tech</b>	2,43	1,98	1,44	3	custos de logística em R\$
<b>Cliente 1</b>	-	2,25	1,8	1	
<b>Cliente 2</b>	1,8	0,9	-	1	
<b>Cliente 3</b>	2,25	-	0,9	1	
<b>Demanda</b>	1	1	1		

Fonte: Desenvolvido pelos autores, 2018.

Tabela 3 – Demonstração do cálculo utilizado para otimização dos custos logísticos.

<b>Cálculo:</b>	$Z=2,43x_{11}+0x_{21}+1,80x_{31}+2,25x_{41}+1,98x_{12}+2,25x_{22}+0,90x_{32}+0x_{42}+1,44x_{13}+1,80x_{23}+0x_{33}+0,90x_{43}$
-----------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fonte: Desenvolvido pelos autores, 2018.

Tabela 4 – Demonstração das restrições do problema.

<b>Restrições:</b>	
$x_{11}+x_{12}+x_{13}=3$	$x_{11}+x_{21}+x_{31}+x_{41}=1$
$x_{21}+x_{22}+x_{23}=1$	$x_{12}+x_{22}+x_{32}+x_{42}=1$
$x_{31}+x_{32}+x_{33}=1$	$x_{13}+x_{23}+x_{33}+x_{43}=1$
$x_{41}+x_{42}+x_{43}=1$	

Fonte: Desenvolvido pelos autores, 2018.

Porém ao realizar a modelagem do problema o grupo enfrentou uma dificuldade neste processo, e devido a esse empecilho foi constatado a impossibilidade desta aplicação.

Isto ocorreu pois ao ser aplicado um software de programação na modelagem no qual foi criado, foi demonstrado que o problema não apresentava uma solução viável, ocasionando uma impossibilidade de achar a solução do deslocamento do caminhão. Essa impossibilidade de encontrar uma solução viável de melhor rota fica demonstrada na tabela 6 abaixo, que demonstra em um de seus resultados da variável  $x_4$  o resultado zero, que impossibilita uma solução para o problema, sendo o resultado esperado o número 1.

TABELA 4: Primeiro passo de modelagem de fenômeno de transporte

	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	<, >, or =	R.H.S.
Nome da VAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Minimização	2	1,98	1,44	0	2,25	1,8	1,8	0,9	0	2,25	0	0,9		9
Restrição 1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	=	3
Restrição 2	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	=	1
Restrição 3	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	=	1
Restrição 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	=	1
Restrição 5	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	=	1
Restrição 6	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	=	1
Restrição 7	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	=	1

Fonte: Desenvolvido pelos autores, 2018

TABELA 5: Segundo passo de modelagem de fenômeno de transporte

	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	<, >, or =	R.H.S.
Nome da VAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Minimização	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2		5
Restrição 1	0	0	1	-1	-1	0	-1	-1	0	-1	-1	0	=	1
Restrição 2	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	=	1
Restrição 3	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	=	1
Restrição 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	=	1
x1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	=	1
x2	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	=	1
Restrição 7	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	=	1

Fonte: Desenvolvido pelos autores, 2018

TABELA 6: Último passo de modelagem de fenômeno de transporte

	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	<, >, or =	R.H.S.
Nome da VAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Minimização	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		3
x3	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	=	1
Restrição 2	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	=	1
Restrição 3	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	=	1
Restrição 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	=	1
x1	1	0	0	0	-1	-1	0	-1	-1	0	-1	-1	=	1
x2	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	=	1
x4	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	=	0

Fonte: Desenvolvido pelos autores, 2018

As tabelas 4, 5 e 6 são os resultados da modelagem matemática feita pelo método simplex. Conforme sinalizado anteriormente, as restrições aplicadas são que, o caminhão da empresa é capaz de levar equipamentos para 3 eventos e através da aplicação do método citado anteriormente, o objetivo é cálculo da melhor rota para entrega nos 3 clientes, não podendo voltar a empresa antes de entregar todos os equipamentos. Os custos de cada trecho estão colocados na tabela para que se possa ter uma solução diretamente financeira.

Com a aplicação do método no software, demonstrou-se que a execução da modelagem matemática, apesar de o cálculo e suas restrições estarem corretas, não foi possível obter-se uma solução, desta forma não foi possível encontrar a melhor rota para entrega dos equipamentos nos eventos. O elevado número de variáveis e as suas restrições impediram a solução ótima, sendo necessário um maior conhecimento na área para aplicação da modelagem em um melhor software que permitiria ter uma exitosa resposta e solução.

A não resolução de uma solução par o problema pode-se observar na tabela 6, onde na linha R.H.S, o resultado da variável x4 dá zero, onde demonstrou uma incapacidade do software em achar uma solução no último passo da execução.

Ao analisarmos o problema do estoque, foi dada a sugestão de contratar mais um funcionário para que o mesmo fique responsável pelo controle de entrada e saída dos equipamentos. Pois com isso toda a parte de logística relacionada ao estoque ficará responsável a este funcionário. Melhorando com isso a eficiência dos equipamentos que ficam no estoque. E aproveitar o mesmo para organizar o estoque de maneira que seja aproveitado todo o local de forma que tenha mais espaço e um melhor acesso aos equipamentos.

Onde vai facilitar a estocagem de produtos e a retirada dos mesmos, isso agiliza a retirada e estocagem dos itens e também o controle de qualidade aparente, onde o funcionário pode cobrar dos demais cuidados no manuseio e uso dos equipamentos, sendo estes equipamentos revisados ao retornar dos eventos para garantir a longa vida útil, minimizando também os custos com manutenção e troca de equipamentos.

## 6 CONCLUSÃO

Demonstra-se que os problemas apresentados na empresa Tech de logística de equipamentos e estocagem destes equipamentos, tiveram uma análise matemática através da modelagem de pesquisa operacional e análise de custos, de acordo com a metodologia. As metodologias tiveram o objetivo de aplicar as modelagens matemáticas nas áreas de logística e organização de estoque, onde se visou à melhoria de custos e desenvolvimento na empresa.

As modelagens matemáticas de logística foram feitas de forma correta de acordo com o método simplex, onde foi aplicada a ferramenta, nos principais clientes da empresa, com o intuito de minimizar custos de transporte, porém o êxito da efetividade de rotas ficou restrita devido à complexidade do problema matemático, onde aplicou-se a equação matemática e após execução da modelagem, ficou constatado que a resolução não foi possível pelo método empregado devido ao número de variáveis e a complexidade da questão.

É devido a isso que na modelagem ocorreu um problema das variáveis que foram extraídas da empresa tech, fazendo com que no uso do programa que foi utilizado para calcular toda a modelagem, não achou a solução ótima, e assim não obtivéssemos o êxito nos cálculos da modelagem.

A resolução exigiria um software mais desenvolvido, o que ocasionaria um custo para a empresa, ao qual não foi simulado. O elevado grau de conhecimento necessário na área para resolução deste problema e aplicação deste software restringiu que se chegasse a uma opção ótima.

É uma boa resolução achar uma solução viável para estes problemas dos caminhões, porém precisaria de mais estudos e mais software avançado para o próprio caso da empresa, a solução ótima que seria o ponto principal não foi achado e assim é considerada uma falha, por não ter uma utilização de um outro software melhor, mais na hora da coleta e das restrições dos dados da empresa está totalmente correta toda a aplicação da modelagem

O estoque teve sua questão resolvida para o momento onde o funcionário otimiza o espaço de forma que os equipamentos sejam organizados de forma agrupada, auxiliando tanto na estocagem quanto na retirada destes equipamentos e controla entrada e saída de equipamentos, registrando para quem foi cedido o equipamento, o momento que isso foi feito e para qual evento, desta forma tendo um responsável direto por este equipamento, aumentando o comprometimento dos funcionários, tanto em possíveis desvios quanto no correto manuseio dos equipamentos, prolongando sua vida útil e também evitando possíveis retrabalhos de organização, perdas de equipamentos por armazenamento inadequado e possíveis desvios por funcionários.

O problema abordado demonstrou a complexidade da aplicação de métodos de estudo ser efetivo em problemas reais, trazendo riqueza conhecimento e deu uma mostra na prática dos desafios da profissão trazendo uma realidade de complexidade que traz a necessidade da busca de conhecimento constante.

## REFERÊNCIAS

- ARBACHE, S. F; et. al. **Gestão de logística, distribuição e trade marketing**. 4° edição. FGV. 2011. Disponível em <[https://books.google.com.br/books?hl=pt-PT&lr=&id=1RyHCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT5&dq=redu %C3%A7 %C3%A3o+de+custos+na+logistica&ots=lFeo6bVMpt&sig= DUNlfh4UIDJFvB-lyNNjyyRVFHY#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-PT&lr=&id=1RyHCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT5&dq=redu+%C3%A7+%C3%A3o+de+custos+na+logistica&ots=lFeo6bVMpt&sig=DUNlfh4UIDJFvB-lyNNjyyRVFHY#v=onepage&q&f=false)> acessado em 02 de novembro de 2018.
- BERTÓ, J.D; BEULKE, R. **Gestão de custos**. 3°edição.FGV. saraiva.2013. disponível em< [https://books.google.com.br/books?hl=pt-PT&lr=&id=cjlnDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT2 &dq=red u%C3%A7%C3%A3o+de+custos+e+competitividade&ots=58Dw5RIuPo&sig=orGtJvhFH9dCpxX06iULo9WPfMM#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-PT&lr=&id=cjlnDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT2&dq=red+u%C3%A7%C3%A3o+de+custos+e+competitividade&ots=58Dw5RIuPo&sig=orGtJvhFH9dCpxX06iULo9WPfMM#v=onepage&q&f=false)> Acessado em 03 de novembro de 2018
- BONINI, A. C; et. al. Um estudo teórico sobre a história de pesquisa operacional. **Anais EVINCI – UniBrasil**. v. 1, n. 4. 2015.
- BOENTE.A; BRAGA. G. **Metodologia científica contemporânea**. Rio de Janeiro: Brasport, 2004.
- DIEHL.A. A. **Pesquisa em ciências sociais aplicadas: métodos e técnicas**. São Paulo: Prentice Hall, 2004.
- EVANGELISTA, A.A; JUNIOR, A.N; JUNIOR, B.S; RAMOS, L.A. O impacto do planejamento e controle de produção (pcp) como um fator de competitividade: um estudo de caso de médio porte. **INEGEPRO- inovação, gestão e produção**. vol 3. Jul 2011.
- FIGUEIREDO. N. **Logística do estoque**. Rio de Janeiro – RJ.1999.

MARANHÃO. A. **Pesquisa operacional - definição e origem.** Disponível em <http://resenhadevalor.com.br/resenha/2016/02/pesquisa-operacional-definicao-origem/>

PRAIA. C; GOMES.C. **Simulação Computacional Aplicada à Modelagem do Processo de Recebimento de Uniformes na Marinha do Brasil.** Segep, 2013.

SANTOS, Ricardo. **Pesquisa operacional, introdução, histórico e conceitos básicos.** Disponível em: <http://www.facom.ufms.br/~ricardo/Courses/OP-2008/Lectures/Lec01.pdf> Acesso em: 17 setembro de 2018.

SILVA, S.A; GRACILIANO, A.E. Contabilidade de custos na administração pública: o caso das organizações militares prestadoras de serviços. **XVII Congresso brasileiro de custos.** Belo Horizonte, MG. 2010.

YIN. R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

---

**Data do recebimento:** 29 de julho de 2018

**Data da avaliação:** 1 de dezembro de 2018

**Data de aceite:** 11 de dezembro de 2018

---

---

1 Engenheiro de Produção, Especialista em Segurança do Trabalho, Mestre em Eficiência Energética e Sustentabilidade, Mestre em Desenvolvimento Local e Docente do curso de Engenharia de Produção, Centro Universitário Tiradentes – UNIT/AL. E-mail: [eng.adrianomarinheiro@gmail.com](mailto:eng.adrianomarinheiro@gmail.com)

2 Graduando em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário Tiradentes UNIT/AL.  
E-mail: [andre.lagrotta@souunit.com.br](mailto:andre.lagrotta@souunit.com.br)

3 Graduando em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário Tiradentes UNIT/AL.  
E-mail: [felipe.lucero@souunit.com.br](mailto:felipe.lucero@souunit.com.br)

4 Graduanda em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário Tiradentes UNIT/AL.  
E-mail: [flaviele.costa@souunit.com.br](mailto:flaviele.costa@souunit.com.br)

5 Graduando em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário Tiradentes UNIT/AL.  
E-mail: [matheus.keichi@souunit.com.br](mailto:matheus.keichi@souunit.com.br)

