

FACULDADE GALILEU

ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Matheus da Silva Martins

**ANÁLISE DA ESCASSEZ DE APLICABILIDADE DA PESQUISA OPERACIONAL
NO CENÁRIO ATUAL DAS EMPRESAS NACIONAIS**

Botucatu – SP

2020

FACULDADE GALILEU

ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Matheus da Silva Martins

**ANÁLISE DA ESCASSEZ DE APLICABILIDADE DA PESQUISA OPERACIONAL
NO CENÁRIO ATUAL DAS EMPRESAS NACIONAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade Galileu, como
parte dos requisitos necessários à
obtenção do título de Bacharel no Curso de
Engenharia de Produção.

Orientador(a): M.e. Douglas Ricardo
Fumes

Botucatu – SP

2020

BANCA EXAMINADORA

Data da Aprovação: _____

Avaliador 1

Nome: _____

Assinatura: _____

Avaliador 2

Nome: _____

Assinatura: _____

Avaliador 3

Nome: _____

Assinatura: _____

RESUMO

O presente trabalho adotou como linha de pesquisa, o tema relacionado a Pesquisa Operacional, buscando em referências de literatura, definições explicativas para a mesma, buscando estudos de caso onde a ferramenta foi aplicada de forma prática, e encontrando estudos aplicados, focando em estudos onde a conclusão firmava ou não se a ferramenta seria aplicada de forma prática, onde foram encontrados casos em que mesmo comprovados os resultados positivos, os diretores preferem por não adotar a aplicação da ferramenta. A seguir, foi realizado uma pesquisa descritiva em um ambiente virtual, onde pode-se entender perfil dos profissionais e seu conhecimento a respeito da Pesquisa Operacional, analisando seus cargos e funções, comprovando se os mesmos a utilizam em sua rotina, em empresas brasileiras.

Palavras-chave: Decisão, Aplicação, Prática, *LinkedIn*.

ABSTRACT

The present work adopted as a line of research, the theme related to Operational Research, searching in bibliographic references, explanatory definitions for that, searching for real studies where the tool was applied in a practical, and finding specialized studies, focusing on studies where the conclusion confirmed whether the tool would be applied in a practical way or not, finding cases in which, even if the positive results were proven, the managers prefer don't adopt the application of the tool. Then, a descriptive research was carried out in a virtual environment, where it is possible to understand the profile of professionals and their knowledge about the Operational Research, analyzing their works and functions, verifying whether they use in their routine, in the Brazilian companies.

Keywords: Decision, Application, Practical, *LinkedIn*.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
1.1 Justificativa.....	8
1.2 Objetivo	8
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	8
2.1 Pesquisa Operacional	10
2.1.1 Métodos aplicáveis da Pesquisa Operacional	12
2.1.1.1 Programação Linear.....	12
2.1.1.1.1 Método Simplex.....	12
2.1.2 O Surgimento da Pesquisa Operacional	14
2.1.2.1 Inventor da Pesquisa Operacional.....	14
2.1.3 Benefícios da Aplicação da Pesquisa Operacional.....	15
2.1.3.1 Principais Resultados em Empresas Praticantes da Pesquisa Operacional.....	16
2.1.4 Dificuldades de Aplicação da Pesquisa Operacional.....	18
2.1.5 Pesquisa Operacional Integrada a Gestão	19
2.1.6 Instituições Desenvolvedoras e Aplicadoras da Pesquisa Operacional ...	20
2.1.6.1 International Federation of Operational Research	20
2.1.6.2 Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional.....	21
2.1.6.2.1 Surgimento da Pesquisa Operacional no Brasil.....	22
2.1.6.3 Outras entidades e revistas.....	22
2.1.7 Aplicação da Pesquisa Operacional no cenário nacional	23
2.1.7.1 A aplicação da Pesquisa Operacional nas empresas brasileiras	23
2.1.7.2 A aplicação da Pesquisa Operacional na Marinha Brasileira	23
2.1.8 Principais razões para a baixa aplicação	24
2.1.8.1 Perfil do profissional adequado para a devida aplicação da Pesquisa Operacional.....	25
2.1.9 Análises estatística para dados coletados.	25
2.1.9.1 Curva de Gauss	25
2.1.9.2 Equação da Probabilidade Binomial de Bernoulli	26
2.1.9.3 Intervalo de Confiança	27
3 METODOLOGIA CIENTÍFICA	28
3.1 LinkedIn.....	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	32

4.1 Validação estatística dos dados coletados.....	32
4.1.1 Curva de Gauss	33
4.1.2 Regra da Probabilidade Binominal de Bernoulli	34
4.1.3 Intervalo de confiança.....	35
4.2 Resultados obtidos ao fim da votação	35
4.2.1 Perfil dos participantes que votaram na opção “não”	36
4.2.2 Perfil dos participantes que votaram na opção “sim”	37
4.2.2.1 Segunda etapa da pesquisa: Questionamento aos participantes que votaram na opção “sim”	38
4.2.2.1.1 Padrão de resposta: “não responderam”	40
4.2.2.1.2 Padrão de resposta: “votaram errado”	41
4.2.2.1.3 Padrão de resposta: “entenderam outra coisa”	42
4.2.2.1.4 Padrão de resposta: “não souberam responder”	43
4.3 Análise dos resultados	44
5 CONCLUSÕES E EXTENSÕES FUTURAS.....	46
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47

1 INTRODUÇÃO

De acordo Longaray (2013), não é nada fácil tomar decisões gerenciais de forma correta, devido as inúmeras variáveis e a velocidade na qual a transformação acontece, para poder auxiliar da melhor forma a tomada de decisão, existe a utilização de ferramentas onde aplicam métodos e modelagens matemáticas.

Segundo Hillier e Lieberman (2012), os avanços nessa categoria de estudo denominada “Pesquisa Operacional” ganharam e ainda ganham muito destaque diante dos campos de pesquisa e quando utilizados de forma correta, podem acarretar economias financeiras, ganhos de tempo, e melhoria de qualidade em processos.

Segundo Mesquita e Santoro (2001), diversas sociedades e instituições de pesquisa e tecnologia trabalhavam dedicadas ao estudo referente a Pesquisa Operacional e a matemática analítica como frentes utilizadas na resolução de problemas, frequentemente publicam estudos de casos com aplicações reais. Entre elas se destacam a *The International Federation of Operational Research* (IFORS) e também a Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional (SOBRAPO).

Desde 1957, a IFORS realiza trienalmente o evento mundial “IFORS, *the triennial Conference*, onde trata de diversos assuntos recorrentes a atualidade e avanços tecnológicos a respeito do estudo da pesquisa operacional e suas diversas aplicações. No próximo evento (2021), que será realizado em Seoul, na Coreia do Sul, o tema da pesquisa será tratado como foco de pesquisa a área da saúde, como a pesquisa operacional é capaz de auxiliar quanto ao tratamento e procedimento dos pacientes (IFORS, 2020).

De acordo com Bodanese et. al (2005), uma coleta de dados ineficiente ou uma má formulação matemática podem comprometer todo o sistema criado, gerando resultados falsos e uma tomada de decisão ineficiente.

Esse fato ainda é estudado, por pesquisadores e instituições de ensino e tecnologia até o momento atual, porém, ainda há muita dificuldade e resistência para uma real aplicação dentro das empresas, para poder sair dos resultados até então teóricos e poder proporcionar ganhos com a proposta trabalhando de forma real, como por exemplo o estudo de Raymundo, Gonçalves e Ribeiro (2015).

Raymundo, Gonçalves e Ribeiro (2015) demonstraram com uma aplicação prática das ferramentas da Pesquisa Operacional podem vir a otimizar a gestão de recursos disponíveis para a manufatura e por consequência maximizar os lucros,

porém mesmo depois de uma demonstração realizada por meio de cálculos matemáticos adotando as variáveis de forma correta, a empresa ainda optou por não adotar a ferramenta em sua rotina gerencial.

1.1 Justificativa

Este estudo justifica-se pela razão de que mesmo com todo o ganho já demonstrado e comprovado, economia e otimização de recursos em estudos aplicados em mercados, hospitais e até mesmo na Marinha do Brasil, a maioria das indústrias nacionais deixam de adotar a Pesquisa Operacional como uma ferramenta de gestão, mesmo sendo-a livre de obstáculos empíricos e decisões de caráter emocional, que por muitas vezes são imprecisos.

1.2 Objetivo

O estudo realizado tem como objetivo entender a real razão da falta de aplicabilidade da Pesquisa Operacional nas empresas brasileiras no cenário atual, tendo por norte a adoção da Pesquisa Bibliográfica, considerando que os méritos já foram diversamente comprovados. Em complemento, realizar uma pesquisa aplicada, utilizando uma ferramenta virtual, aplicada para *networking* em mercado de trabalho, verificar seus resultados obtidos, e desse modo, entender a real situação no cenário nacional.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Ainda segundo Hillier e Lieberman (2012), o crescimento industrial pós Segunda Guerra Mundial foi potencializado, pois muitas indústrias acompanharam os trabalhos realizados nos campos de batalhas e seu sucesso alcançado, diante disso, diversos gestores decidiram adotar uma política semelhante, contratando muitos integrantes das equipes que atuaram diretamente na guerra, para virem a aplicar as mesmas ferramentas para resolver problemas relacionados a gestão em suas empresas.

A utilização da ferramenta se desenvolveu mais na década de 80, devido ao avanço da “era computacional”, o que facilitou os procedimentos para os cálculos

realizados, onde passaram a ser realizados por softwares, facilitando muito a aplicação da metodologia (HILLER; LIEBERMAN, 2012).

De acordo com Marins (2011), com a utilização das ferramentas da Pesquisa Operacional, é possível entender e descrever a verdadeira essência do problema em questão, desse modo, é possível estudar as variáveis e suas relações, para sim poder realizar a aplicação corretamente do modelo matemático.

Segundo Longaray (2013), a verdadeira essência da pesquisa operacional é a apresentação de técnicas potenciais a fim de auxiliar na tomada de decisão, fazendo o utilizador da ferramenta trabalhar com a matemática em seu dia a dia gerencial.

De acordo Dias (1996), com uma definição semelhante a Raymundo Gonçalves e Ribeiro (2015), é de extrema importância o conhecimento e a otimização dos processos produtivos para realmente aumentar sua produtividade e competitividade, mantendo a empresa forte no mercado. Ainda de acordo com Dias (1996), onde os modelos matemáticos são utilizados, é possível dissolver a tomada de decisão entre todos os níveis hierárquicos da empresa, com isso, basta escolher uma das alternativas para encontrar a solução ideal para a situação.

Segundo a SOBRAPO (2020), a Pesquisa Operacional trata-se de um método de estudo para desenvolver e aplicar métodos matemáticos e analíticos, afim de auxiliar o tomador de decisão encontrar o caminho ótimo, podendo ser aplicada em diferentes áreas de atuação humana.

De acordo com Mesquita e Santoro (2001), em 1996, a conferência realizada pela IFORS durante a 14ª edição do evento realizado no Canadá, entidade promoveu sua da conferência internacional priorizando o tema “*Operations Research, Bridging the Theory and Practice of Decision Making*”. O assunto tratado na conferência foi a incerteza e também as dúvidas encontradas na época quanto a aplicação da Pesquisa Operacional dentro das empresas (MESQUITA; SANTORO, 2001).

Ainda segundo Mesquita e Santoro (2001), a razão para a escolha desse tema do evento, foi justamente para que todos pudessem enxergar os resultados positivos fornecidos após uma aplicação prática da Pesquisa Operacional, demonstrando que se trata de uma estratégia eficiente para a gestão de recursos, e que seus resultados são positivos quando aplicados de forma correta, o que coincidiu com o estudo de Reisman e Kirschnick (1994) e Meredith (2001), onde tratavam o mesmo assunto.

Segundo Boehmke et. al (2016), a Pesquisa Operacional é uma excelente escolha para uma gestão ideal de recursos, inclusive para a gestão de pessoas, e também para uma redução de custos indiretos.

Conforme o trabalho realizado, utilizando a pesquisa operacional, para melhor a gestão de pessoal e redução de custos indiretos no Departamento de Defesa das Forças Aéreas Americanas, os mesmos utilizavam o apoio de cientistas para a gestão dos materiais e estratégias de reabastecimento, utilizando métodos matemáticos para um melhor abastecimento e organização (BOEHMKE et. al, 2016)

2.1 Pesquisa Operacional

De acordo com Horgren (1978), a Pesquisa Operacional trata-se da aplicação de métodos científicos e modelos matemáticos como auxílio na tomada de decisão, com a utilização adequada de suas ferramentas, é possível realizar uma alocação eficiente de recursos escassos, e é capaz de representar uma situação real utilizando modelos matemáticos.

Segundo Bassanezi (2002), a utilização da modelagem matemática para a resolução de problemas consiste na arte de se transformar problemas encontrados no dia a dia em problemas matemáticos, e para resolve-los, é necessário interpretar seus resultados no mundo real.

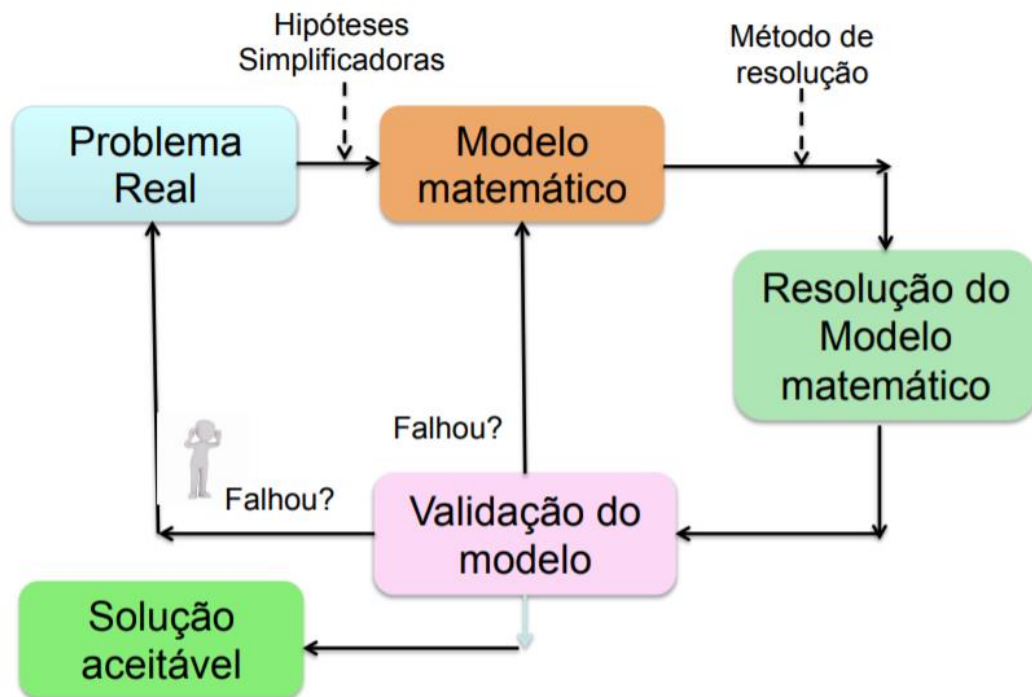
De acordo com a Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, (EESC-USP, 2007), a Pesquisa operacional é descrita como uma área do saber, que envolve a aplicação de modelos matemáticos, afim de encontrar a solução ideal para problemas sistêmicos. As principais características para a aplicação da Pesquisa operacional são:

- Programação Matemática;
- Decisão Multicriterial;
- Processos Estocásticos;
- Simulação;
- Teoria da Decisão e Teoria dos Jogos;
- Análise de Demandas por Produtos.

De acordo com a SOBRAPO (2020), a aplicação prática da Pesquisa Operacional, quando realizada de forma correta, vem a acarretar em decisões mais assertivas, e melhores resultados.

Segundo Santos (2010), a aplicação da Pesquisa Operacional ocorre segundo um cronograma, onde cada etapa é descrita conforme a demonstração na Figura 1 a seguir.

Figura 1: Fluxograma "Aplicação da Pesquisa Operacional", onde é possível verificar a interação entre as etapas e procedimentos para poder aplicar de forma correta e produtiva da Pesquisa Operacional, para a resolução de algum problema.



Fonte: SANTOS, M. (2010).

Segundo Perin (2001), Arenales et al. (2007), Goldbarg e Luna (2000), as etapas do Fluxograma são descritas do seguinte modo:

Problema real: Consiste em entender, identificar e coletar dados reais, afim de construir os modelos matemáticos.

Hipóteses simplificadoras: Trata-se de interpretar os dados coletados, afim de transformá-los em variáveis, para poder se aplicar nos modelos matemáticos.

Método de Resolução: Trata-se de melhor adaptar as variáveis em algum modelo oferecido pela pesquisa operacional, onde as variáveis possam vir a ser melhores exploradas e trabalhadas.

Resolução do Modelo matemático: Após os dados já trabalhados, é necessário aplicar a metodologia, simulando-a em softwares especializados para esse trabalho.

Validação do Modelo: Se trata da mensuração dos resultados obtidos, onde será avaliado se a proposta de solução atende os requisitos propostos, ou se houve algum detalhe esquecido.

Solução aceitável: Onde a proposta é avaliada, após uma avaliação positiva da etapa anterior, a solução poderá ser aplicada, caso contrário, deverá ser realizado novamente um estudo das variáveis, desde a primeira etapa descrita.

2.1.1 Métodos aplicáveis da Pesquisa Operacional

2.1.1.1 Programação Linear

Segundo Lisboa (2002) a Programação Linear é um procedimento matemático, que quando utilizado, é capaz de resolver situações e problemas voltados a otimização, podendo ser ela de maximização, como um exemplo de “maximizar lucro”, ou também de minimizar, em um exemplo de minimizar percas ou desperdícios.

Lisboa (2002) ainda afirma que, para se obter a real solução do problema, é necessário haver uma característica linear nos dados formulados, para fim de simplificação da estrutura matemática a ser aplicada, caso as características não sejam lineares, torna-se mais complexa a aplicação da ferramenta.

De acordo com Moore e Weatherford (2005), Programação Linear é utilizada pelos militares desde a década de 40, e é uma ferramenta aplicada até os dias de hoje. George B. Dantzig inventou o algoritmo Simplex, o método para resolução do Simplex.

2.1.1.1.1 Método Simplex

Segundo Wright (2004), o Método Simplex foi inventado 1947, por George B. Dantzig. O Método Simplex trata-se de uma ferramenta matemática analítica utilizada

para afim de se determinar numericamente, uma solução ideal (ótima) para um modelo de Programação Linear, o modelo funciona através de cálculos que podem ser realizados por ferramentas eletrônicas ou até mesmo com o método tradicional, manuscrito, porém com um maior esforço e trabalho (KARSU; MORTON, 2015).

Ainda de acordo com Karsu e Morton 2015, o Método Simplex consiste em “caminhar pelos vértices” em busca de uma solução ideal, não se filiando a soluções que não aproveitam de forma completa os dados fornecidos pelas variáveis na aplicação prática, são os recursos.

Adotando com exemplo, o estudo de Mansilha, Farret e Kullmann (2017), na utilização prática do Método Simplex, trabalhada em um Software especializado pode ser observada na Figura 2.

Figura 2: Exemplo de aplicação Método Simplex em um *software* especializado, onde é possível entender a dinâmica entre as variáveis inseridas no programa, sendo que o mesmo é capaz de oferecer uma solução otimizada para o problema em questão, desde que o mesmo seja formulado de forma correta, os valores de solução ótima são demonstrados na coluna “b”.

Tabela 1. *Tableau* inicial

		z	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	b
Objetivo		1	-90	-120	0	0	0	0
Restrição 1	x ₃	0	1	0	1	0	0	5000
Restrição 2	x ₄	0	0	1	0	1	0	7000
Restrição 3	x ₅	0	50	100	0	0	1	800000

Tabela 2. *Tableau* inicial.

		z	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	b
Objetivo		1	-90	-120	0	0	0	0
Restrição 1	x ₃	0	1	0	1	0	0	5000
Restrição 2	x ₄	0	0	1	0	1	0	7000
Restrição 3	x ₅	0	50	100	0	0	1	800000

Portanto, x_2 entra na base.

A linha com a mínima razão entre (b_i/a_{i2}) , com $a_{i2} > 0$, é a linha que corresponde a restrição 2.

Tabela 3. *Tableau* inicial.

		z	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	b
Objetivo		1	-90	-120	0	0	0	0
Restrição 1	x ₃	0	1	0	1	0	0	5000
Restrição 2	x ₄	0	0	1	0	1	0	7000
Restrição 3	x ₅	0	50	100	0	0	1	800000

Fonte: MANSILHA; FARRET; KULLMANN (2017)

2.1.2 O Surgimento da Pesquisa Operacional

Segundo Hillier e Lieberman (2012), o estudo da pesquisa operacional surgiu de forma “não denominada” nas primícias da Segunda Guerra Mundial, quando a Inglaterra tomou por iniciativa incorporar como auxiliares em sua estratégia, uma equipe de cientistas afim de estudar os possíveis erros e ineficiências táticas e estratégicas, que poderiam prejudicar os militares nos campos de batalha. Pois durante esse período, a escassez de recursos atingia fortemente os campos de batalha e durante essa situação, a equipe que melhor conseguisse gerir seus recursos sairia vencedora.

A convocação inglesa da equipe científica para a guerra, foi considerada a primeira atividade formal de trabalho com a utilização de métodos matemáticos e analíticos da Pesquisa Operacional, e de acordo com os resultados positivos obtidos pelo exército Britânico, motivou o exército Americano a adotar a mesma estratégia o que foi comprovado com a vitória do exército norte americano e britânico (HILLER; LIEBERMAN, 2012).

Segundo Loesch e Hein (2012), a verdadeira propagação da Pesquisa Operacional se deve principalmente a George B. Dantzig, que foi um dos principais membros da equipe denominada “SCOOP” (*Scientific Computation of Optimum Program*), equipe formada por cientistas para o auxílio ao exército norte americano durante a Segunda Guerra Mundial. Os resultados obtidos durante pesquisa foram concluídos em 1947, dando origem ao famoso denominado Método Simplex (LISBOA, 2002).

O departamento do serviço Militar dos Estados Unidos continuou a adotar as ferramentas relacionadas a Pesquisa Operacional e matemática analítica no período da Guerra Fria, onde expandiram as forças de atuação com a integração na equipe formada por integrantes de diferentes áreas de estudo (Cientistas, Geólogos e Matemáticos), interagindo por meio dos modelos matemáticos, controlando o perigo para possíveis ataques nucleares (BARNES, 2007).

2.1.2.1 Inventor da Pesquisa Operacional

Segundo Writght (2004), o inventor da Pesquisa Operacional foi George B. Dantzig (1914 – 2005), nascido em Portland, Oregon, o físico, matemático e

especialista em estatística laboratorial foi o principal atuador na utilização dos modelos matemáticos durante a Segunda Guerra, atuando no exército dos Estados Unidos e em diversas indústrias, considerado o “pai da programação Linear”, e inventor do Método Simplex (COTTLE; JOHNSON; WETS, 200).

2.1.3 Benefícios da Aplicação da Pesquisa Operacional

Diversas pesquisas realizadas em empresas brasileiras já comprovaram que a aplicação da Pesquisa Operacional na rotina gerencial proporcionado muitos ganhos, como por exemplo, o estudo de Mesquita e Santoro (2001), onde analisaram estoques de indústrias farmacêuticas, já Steiner et. al (2006), pesquisou a companhia de rede elétrica do Paraná, Santos et al (2016), verificou a aplicabilidade em uma indústria têxtil, aplicação semelhante a Raymundo, Gonçalves e Ribeiro (2015).

O trabalho de Mesquita e Santoro (2001), tomou por análise, a baixa utilização de modelos matemáticos no processo de gestão relacionado ao estoque das empresas, onde as mesmas optam por utilizar apenas softwares de gestão e controle de materiais, apenas para fins de inventário, onde quando aplicadas de forma prática a Pesquisa Operacional, as informações poderiam ser utilizadas a fim de tomar decisões, e não apenas para verificar quantidades disponíveis.

Steiner et. al. (2006), realizaram um estudo na companhia de rede elétrica, do estado do Paraná, a denominada COPEL (Companhia Paranaense de Energia Elétrica, onde o objetivo se tratava da otimização de pessoal, buscando uma localização geográfica e a quantidade de operadores em pontos estratégicos.

Raymundo, Gonçalves e Ribeiro (2015), realizaram uma pesquisa aplicando as ferramentas da Pesquisa Operacional em uma Indústria Têxtil, produtora de uniformes, localizada em Guaratinguetá – SP, seguindo a mesma linha dos demais citados, os lucros e otimização foram comprovados utilizando ferramentas e softwares especializados.

Santos et. al (2016), em uma semelhança com o trabalho de Raymundo, Gonçalves e Ribeiro (2015), fizeram seu estudo de aplicação da pesquisa operacional em uma indústria têxtil, situada na região Serrada do Rio de Janeiro, estudo realizado em uma empresa produtora peças de roupas íntimas. Em sua pesquisa, demonstrou como objetivo a função ZMax (Maximizar lucro), desse modo, fez um estudo avaliando e mensurando as variáveis, mix de produção, carteiras e lotes, por fim, os cálculos

obtidos mostraram que haveria uma melhoria no lucro da empresa de 9,3%, onde o faturamento aumentaria de R\$161.223,53 para R\$176.219,31, isso mantendo a mesma proporção de matéria prima e recursos originais.

2.1.3.1 Principais Resultados em Empresas Praticantes da Pesquisa Operacional

Segundo Hillier e Lieberman (2012), a aplicação da PO causou um impacto positivo extremamente relevante, as empresas que aderiram a metodologia em todo o mundo, países membros da IFORS, em diferentes continentes demonstraram ganhos significativos expresso em lucros e procedimentos melhorados. De acordo com Hillier e Lieberman (2012), diversas organizações adotaram aplicações da Pesquisa Operacional em situações reais, onde foram realizadas em empresas de diferentes segmentos, demonstrando também a economia proporcionada pela aplicação real da ferramenta, conforme citada, a situação é demonstrada na Tabela 1 a seguir:

Tabela 1: Algumas aplicações da Pesquisa Operacional em situações reais.

Algumas Aplicações da Pesquisa Operacional				
Organização	Natureza da Aplicação	Ano da Publicação*	Capítulos Relacionados*	Economia Anual (US\$)
The Netherlands Rijkswaterstaat	Desenvolver a política nacional de gestão de recursos hídricos, inclusive combinação de novas instalações, procedimentos operacionais e tarifas.	1985	2-8, 12, 20	15 Milhões
Monsato Corp.	Organizar operações de produção nas fábricas químicas para atender a objetivos de produção a um custo mínimo.	1985	2, 11	2 Milhões
United Airlines	Programar turnos de trabalho nos balcões de reserva para atender as necessidades dos clientes a um custo mínimo.	1986	2-9, 11, 17, 26, 27.	6 milhões
Citgo Petroleum Corp.	Otimizar operações de refinarias e o abastecimento, a distribuição e o marketing de produtos.	1987	2-9, 27	70 milhões
San Francisco Police Department	Programar e otimizar de forma otimizada os patrulheiros por meio de um sistema computadorizado.	1989	2-4, 11, 27	11 milhões
Texaco, Inc.	Misturar, de forma otimizada, a produtos da gasolina, componentes disponíveis, visando atender as exigências de qualidade e de comercialização.	1989	2, 12	30 milhões
IBM	Integrar uma rede nacional de inventários de peças de reposição para melhorar os serviços de suporte.	1990	2, 18, 20	20 milhões + 250 milhões em decorrência de Inventários menores
Yellow Freight System, Inc.	Otimizar o desenho de uma rede nacional de transporte rodoviário e suas rotas.	1992	2, 9, 12, 20, 27	17,3 milhões
Departamento de Saúde de New Haven	Desenvolvimento de um programa de troca de agulhas eficiente para combater o alastramento da Aids/ HIV.	1993	2	33% de redução de casos de HIV/Aids
AT&T	Desenvolver um sistema baseado em PCs para orientar clientes comerciais no projeto de Call Centers.	1993	17, 20, 26.	750 milhões
Delta Airlines	Maximizar o lucro na alocação de tipos de aeronaves em mais de 2500 vôos domésticos.	1994	11	100 milhões
Digital Equipment Corp.	Reestruturar a cadeia global de abastecimento de fornecedores, fábricas industriais, centros de distribuição, localizações potenciais e áreas de mercado.	1995	11	800 milhões
China	Selecionar e programar, de forma otimizada, projetos em grande escala para atender as necessidades futuras de energia do país.	1995	11	425 milhões
Força de defesa da África do Sul	Redesenhar, de forma otimizada, o tamanho e o formato das forças de defesa e seus sistemas de armamentos.	1997	11	1,1 bilhão
Proctor and Gamble	Redesenhar o sistema de distribuição e de produção nos Estados Unidos para reduzir custos e aumentar a velocidade de chegada ao mercado.	1997	8	200 milhões
Taco Bell	Programar, de forma otimizada, a escala de funcionários para fornecer o nível de atendimento ao cliente adequado a um custo mínimo.	1998	11, 20, 27	13 milhões
Hewlett - Packard	Redesenhar os tamanhos e as localizações de <i>buffers</i> em uma linha de produção de impressoras para atender aos objetivos de produção.	1998	17, 26	280 milhões a mais em receita
Sears, Roebuck	Desenvolver um sistema de programação e rotas de veículos para as frotas de entrega e de atendimento domiciliar.	1999	11	42 milhões
IBM	Fazer a reengenharia de sua cadeia global de abastecimento para responder mais rapidamente aos clientes, mantendo ao mesmo tempo o menor estoque possível.	2000	18	750 milhões no primeiro ano
Merril Lynch	Desenvolver opções de cotações on-line diretas e baseadas em ativos para fornecimento de serviços na área financeira	2002	2, 20	80 milhões a mais em receita
Samsung Electronics	Desenvolver métodos de redução de tempos de fabricação e níveis de estoque.	2002	2-7	200 milhões a mais em receitas
Continental Airlines	Otimizar a realocação de tripulações quando da ocorrência de desajustes nos horários de vôos.	2003	2, 11	40 milhões

Fonte: Adaptado de HILLIER; LIEBERMAN (2012).

2.1.4 Dificuldades de Aplicação da Pesquisa Operacional

Segundo o Bodanese et. al (2005), a aplicação correta da pesquisa operacional em uma situação prática requer traduzir os dados coletados em informações úteis para a tomada de decisão, pois quando o administrador obtém dados confiáveis, a ferramenta aplicada oferece opções interessantes de se maximizar lucros e obter melhores resultados para a utilização de matéria prima entre outras características. Assim como Bodanese et. al (2005) descreveu em seu estudo de caso, se há uma coleta de dados e uma formulação ineficiente, toda a programação estará comprometida e os resultados podem não vir a ser lucrativos.

Segundo Mesquita e Santoro (2001), a elevada complexidade da aplicação matemática, em conjunto com a falta de experiência das equipes profissionais responsáveis no mercado, fazia com que existisse uma baixa e também difícil aplicabilidade da ferramenta na rotina empresarial.

De acordo com Santos et. al (2016), após realizar seu estudo de caso prático em uma indústria têxtil, chegou à conclusão que, pequenas e médias empresas, obtém um mix de pedidos incertos e volumes de venda vulneráveis a variações de mercado podem vir a fazer que os administradores optem por não considerar as possibilidades de trabalho.

Steiner et. al (2006) comprovaram que a aplicação da Pesquisa Operacional era viável e lucrativa, entretanto, não há explicações referentes se a companhia adotou realmente a utilização da ferramenta para melhor gerir suas equipes.

Raymundo, Gonçalves e Ribeiro (2015), observaram que a alta gestão da empresa estudada invalidou a proposta de melhoria, alegando haver uma necessidade em continuar com todo seu portfólio de produtos e que a aleatoriedade em que seus pedidos são recebidos deveria se manter intacta.

Mesmo com o ganho demonstrado por Santos et al., (2016), há uma exclamação do autor citando que existe uma certa “resistência” quanto a aplicação no setor manufatureiro do Brasil e nenhuma conclusão de que a solução calculada foi aplicada no gerenciamento da planta fabril.

2.1.5 Pesquisa Operacional Integrada a Gestão

Korkmaz e Meral (2001) definem que, dentre as áreas da produção que necessitam de uma gestão eficiente, destaca-se a área produtiva, pois devido a períodos investimentos e ajustes é necessário idealizar e balancear corretamente os trabalhos produtivos, principalmente onde existe escassez de recursos.

Segundo Marins (2011), todo profissional que venha a assumir uma posição tática ou estratégica em alguma organização deverá em algum momento tomar algum tipo de decisão, desse modo o que cresce conforma a responsabilidade existente no cargo ocupado pelo mesmo. Sendo que tomar decisões é algo básico para o papel da gestão, cada gestor pode possuir sua própria metodologia ou nomenclatura para denominar as fases da respectiva tomada de decisão. Em geral, Marins (2011) explicou que entre essas fases, se destacam:

Identificação do problema: se trata da etapa mais difícil, pois ao contrário dos problemas didáticos resolvidos em sala de aula, muitas vezes as variáveis não são simples e objetivas, desse modo, é necessário conhecer o sistema de fabricação e os dados de maneira clara e direta, para não haver uma interpretação incorreta de algum dado importante, o que prejudicaria a aplicação da ferramenta e comprometeria seus resultados.

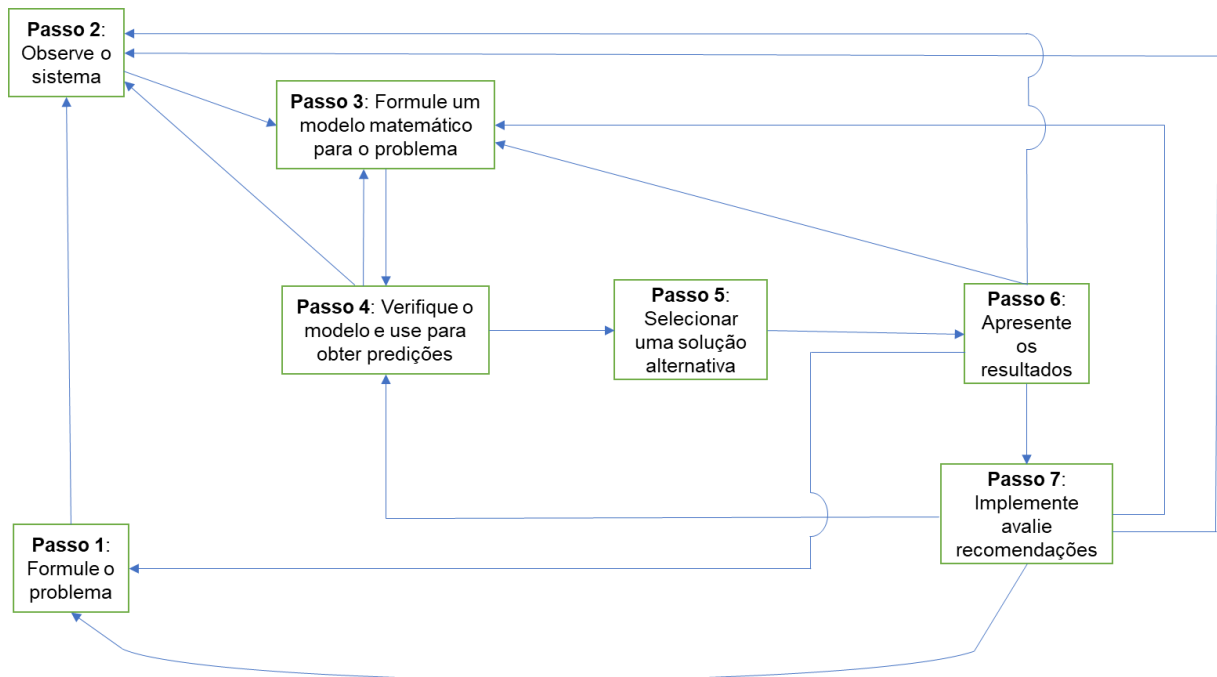
Formulação do objetivo: Após identificados os dados do problema, é necessário formular o objetivo no qual será o foco do estudo, dentre esses objetivos, existem vários, desde qualitativos, quantitativos, controle de filas, entre outros.

Análise de limitações: Em seguida, deve-se entender quais são as restrições que vão limitar as soluções idealizadas anteriormente. Normalmente, adotam critérios como prazos, orçamentos, matérias primas e capacidades produtivas.

Avaliar as alternativas: Nessa etapa, o decisor poderá decidir quais são suas alternativas, e deverá escolher a “melhor solução disponível”, afim de otimizar o objetivo proposto, seja ele qual for.

Segundo Winston (1994), a aplicação prática da Pesquisa Operacional pode ser aplicada de forma mais dinâmica e mais detalhada, para poder encontrar de forma efetiva a origem do problema, e seguindo os procedimentos para a solução otimizada do problema em questão, conforme demonstrado na Figura 3.

Figura 3: Cronograma para a aplicação efetiva da Pesquisa Operacional.



Fonte: Adaptado de WINSTON, W. L. (1994).

2.1.6 Instituições Desenvolvedoras e Aplicadoras da Pesquisa Operacional

2.1.6.1 International Federation of Operational Research

O *International Federation of Operational Research* (IFORS) é a Organização Mundial de Pesquisa Operacional, fundada em 1955, quando o Vice-Presidente da Sociedade Americana de Pesquisa Operacional (ORSA) idealizou uma proposta para uma conferência internacional, em parceria com a Sociedade de Pesquisa Operacional do Reino Unido (ORS) e com a Sociedade Francesa de Pesquisa Operacional (SOFRO) para a realização de eventos trianuais, onde são debatidos assuntos sobre novas tecnologias, aplicações da Pesquisa Operacional em diferentes áreas, para a resolução de diferentes problemas. Neste evento, pesquisadores do mundo todo podem expor ideias, demonstrar aplicações e resultados positivos do uso da Pesquisa Operacional, sendo realizado até os dias de hoje (IFORS, 2020).

De acordo com a IFORS (2020), seus principais objetivos delegados são:

- Patrocínios em eventos e reuniões internacionais;
- Desenvolver outros meios para o intercâmbio de informações a respeito da Pesquisa Operacional;
- Encorajar a prática nacional da Pesquisa Operacional;
- Manter os padrões de competência sobre a Pesquisa Operacional;
- Estimular o ensino da Pesquisa Operacional;
- Promover práticas de ensino que venham a unir a Pesquisa Operacional junto a ciência e outros campos de pesquisa.

Segundo a IFORS, a presidência da instituição é alterada trienalmente do mesmo modo que os eventos internacionais. O que chama a atenção é o fato de que a presidência da instituição foi delegada a um brasileiro, o professor emérito da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Nelson Maculan, durante o período de 2013 a 2015 (IFORS, 2020).

2.1.6.2 Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional

A Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional (SOBRAPO) é a instituição brasileira de pesquisa e desenvolvimento de conteúdo na área da Pesquisa Operacional, formada por professores e pesquisadores afim de contribuir com divulgação de conhecimento, aplicação da Pesquisa Operacional como metodologia de ensino em instituições, atuação com parcerias em instituições de pesquisa e desenvolvimento de projetos em conjunto a empresas e instituições (SOBRAPO, 2020).

De acordo com a SOBRAPO (2020), em 1968 foi realizado em São José dos Campos - SP, na sede do Instituto de Tecnologia Aeronáutica (ITA), o primeiro Simpósio de Pesquisa Operacional, e por sequência, no ano seguinte por iniciativa dos realizadores foi desenvolvida a Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional.

A SOBRAPO atualmente mantém duas revistas eletrônicas, sendo elas a revista “Pesquisa Operacional”, que entra em seu 40º ano de publicação, e que é indexada no “*International Abstracts in Operations Research*” da IFORS e desde 2002

ao SciELO (SOBRAPO, 2020). E também a revista “Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento”, teve seu início em 2009 e foi desenvolvida com o objetivo de promover publicações de artigos buscando a solução de problemas, em países vizinhos e também em âmbito nacional (SOBRAPO, 2020).

A SOBRAPO realiza Simpósios anuais, que contam com uma média de 500 pessoas entre estudantes, pesquisadores e professores. Esse ano foi realizado o evento número 52º, na cidade de João Pessoa - PB.

2.1.6.2.1 Surgimento da Pesquisa Operacional no Brasil

De acordo com Lóss (1981), o surgimento da PO no Brasil se deu por conta em 1957, na EPUSP (Escola Politécnica da Universidade de São Paulo), onde foi iniciado o curso de graduação em Engenharia de Produção, tendo como modelo o curso Americano de Engenharia Industrial. Logo em seguida, O ITA (Instituto de Tecnologia Aeronáutica) em 1959 teve também seu início oferecendo o mesmo, onde na grade curricular surgiram matérias como: Programação Linear, Teoria dos Jogos, Simulação, Teoria das Filas e Estatística.

2.1.6.3 Outras entidades e revistas

De acordo com Santos (2010), pesquisa operacional é um tema discutido por instituições de ensino e pesquisa de todo o mundo, auxiliando empresas de diversos segmentos para a resolução de problemas em sua rotina gerencial, entre elas destacam-se:

- IFORS - *International Federation of Operational Research Societies*;
- EURO - *The Association of European Operational Research Societies*;
- APDIO - Associação Portuguesa de Investigação Operacional;
- SOBRAPO - Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional.

2.1.7 Aplicação da Pesquisa Operacional no cenário nacional

2.1.7.1 A aplicação da Pesquisa Operacional nas empresas brasileiras

De acordo com diversos estudos realizados em aplicações práticas, destacando-se entre eles Santos et. al (2016) e Raymundo, Gonçalves e Ribeiro (2015), mesmo após a demonstração prática da aplicabilidade da ferramenta e a comprovação dos melhores resultados e faturamentos, existem muita resistência por parte dos gerentes e diretores pela falta de crença no potencial de uso da ferramenta.

Uma das razões por tanta resistência é a dificuldade de aplicação em um portfólio de produtos mais diversificado, o que torna a modelação mais complexa, desse modo, a aprovação da ferramenta venha a cair, mesmo que a comprovação em resultados demonstrados com as ferramentas venha sido comprovados desde 1954, quando houve a publicação do primeiro artigo científico a respeito do assunto (SANTOS, et. al, 2016).

2.1.7.2 A aplicação da Pesquisa Operacional na Marinha Brasileira

Kinland e Kotchka (1967) se destacam como um exemplo prático e de bons resultados obtidos na área militar, estudaram o tratamento de alocação de forças, trabalhando em comboios oceânicos, obtendo um resultado satisfatório de otimização de equipes e melhor dimensionar os campos e estratégias de defesa.

Pessoa et. al. (2016), descrevem que a Pesquisa Operacional na Marinha Brasileira teve origem com a criação do Centro de Análises de Sistemas Navais (CASNAV), na década de 1970, um período em que a Marinha Brasileira necessitava aprimorar seus conhecimentos e empregar de melhor forma seus recursos. Segundo Brasil (2013), no ano de 2008, o CASNAV passou a ser subordinado à Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha (SECCTM).

A Pesquisa Operacional com essa utilização na Marinha Brasileira, retornou ao seu surgimento histórico no departamento militar, porém mesmo após a parceria da Marinha Brasileira com diversas universidades, a produção acadêmica nacional não tinha como objeto de estudo a solução de problemas militares (PESSOA, et. al 2016).

Segundo Pessoa et. al. (2016) dentre as universidades parceiras do CASNAV, se destacam PUC-RIO (Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro), Unisanta

(Universidade de Santa Cecília), entre outras no cenário nacional (PESSOA, et. al, 2016).

O mais interessante na situação descrita nesse estudo, é que o baixo volume de conteúdo relacionado a área militar não é reflexo de falta de estudo nessa área, porém, eles ainda relatam que os conteúdos desenvolvidos na área de pesquisa militar na maioria dos casos já são aplicados de forma direta em situações práticas, onde aplicadas com o único objetivo de resolver problemas (PESSOA, et. al 2016)

2.1.8 Principais razões para a baixa aplicação

Segundo a pesquisa de Filho, Alves e Filho (2006), os trabalhos realizados até a época levavam em consideração modelos matemáticos mais simples, onde a otimização seria aplicada a problemas de menor porte, o que diz os casos das pesquisas de Magatão, Arruda e Neves Júnior (2004), Rejowski e Pinto (2004) e Cafaro e Cerdá (2004), quando realizaram seus estudos de uma aplicação prática em uma rede de sistemas dutoviário, e todos os casos, demonstravam grandes tempos de formulação dos problemas e também, uma necessidade grande do uso de tempos computacionais, onde seus respectivos estudos, levavam horas até que fosse obtido uma solução viável.

Entretanto, mesmo com o avanço computacional e a evolução da ferramenta para diferentes setores de atuação, a solução calculada e otimizada mesmo nos períodos atuais, ainda é um objeto negligenciado pela a maioria dos gerentes e diretores das empresas brasileiras (SANTOS, et. al, 2016; RAYMUNDO; GONÇALVES; RIBEIRO, 2015).

Tendo como exemplo o estudo de Santos et. al (2016), em seu exemplo prático de aplicação, aplicou a ferramenta em uma indústria têxtil, foi comprovado uma melhora no balanço da empresa em torno de 9,3%, a alta gestão simplesmente escolhe não acreditar nos ganhos calculados. A argumentação utilizada pelos responsáveis é a aleatoriedade na qual os pedidos são inseridos no sistema e a sazonalidade existente, com essa situação eminente, alegam que apostar em uma carteira específica pode vir a ser perigoso, mesmo sendo uma alternativa que pode ser resolvida com termos contratuais.

Um fato semelhante ocorreu de acordo com Raymundo, Gonçalves e Ribeiro (2015), onde após toda a aplicação da ferramenta, ficou-se inviável a validação, pois

a empresa adota um portfólio de produtos diversificados e que seus pedidos entram de forma aleatória, desse modo, a alta gestão optou por inviabilizar o projeto.

2.1.8.1 Perfil do profissional adequado para a devida aplicação da Pesquisa Operacional

O Engenheiro de Produção desenvolve e aplica estes conhecimentos em todas as áreas em que atua, mas pode também dedicar-se a estas técnicas em si, atuando como consultor ou especialista na sua aplicação aos mais diversos problemas (EESC-USP, 2007).

Para uma total aplicação e melhoria dos frutos positivos oferecidos pela ferramenta é necessário haver uma equipe multidisciplinar e uma total inteiração entre elas, desde áreas administrativas, engenharias, computação e também a matemática e ciências, onde todos os profissionais são cooperados e auxiliados por toda a liderança (SOBRAPO, 2020).

Segundo a Sobrapo (2020), a flexibilidade de aplicações e a interação multidisciplinar oferecida pela ferramenta, faz com que o profissional venha a ter uma vasta oportunidade de carreira, sendo que o mesmo é preparado para resolver problemas utilizando métodos analíticos e dados reais, tendo como espaço de atuação em parceria com a gestão empresarial, com a participação de cientistas e matemáticos.

2.1.9 Análises estatística para dados coletados.

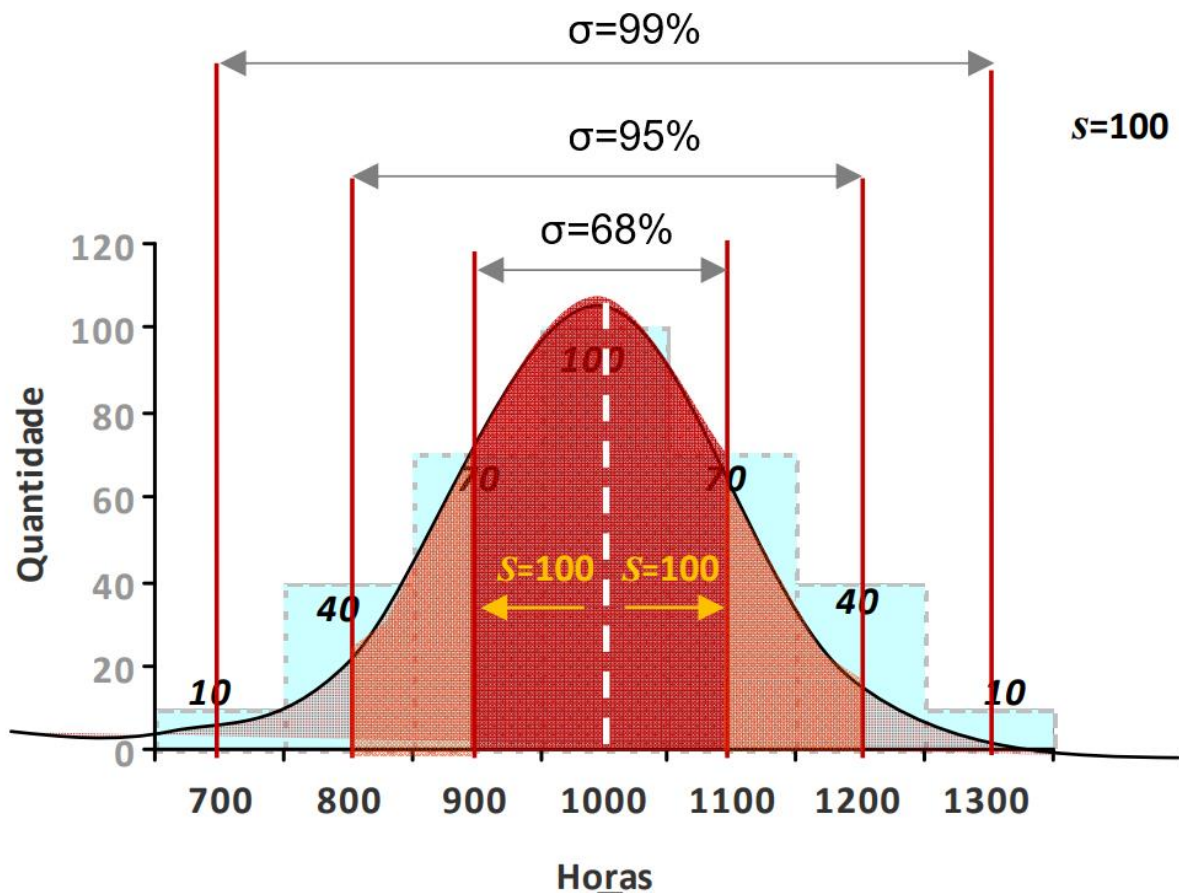
2.1.9.1 Curva de Gauss

Segundo Perez-Winston (1999) a Curva de Gauss, ou Curva Normal é uma ferramenta gráfica capaz de representar de maneira satisfatória o comportamento de diversos fenômenos. Dentre eles podemos citar materiais fabricados (como exemplo indústrias) desempenhos de trabalho e também variáveis biométricas (PEREZ-WINSTON, 1999).

Segundo Oliveira (2017), a regra mais aplicada para a utilização da Curva de Gauss, diz que os valores para o Desvio Padrão (σ) serão obtidos em possíveis 3

parâmetros, onde os valores obtêm sua variação, e o centro de todo o levantamento corresponde à localização da média, nesse caso, o primeiro valor é de $\sigma_1 = 68\%$, em $\sigma_2 = 95\%$, e em $\sigma_3 = 99\%$, conforme pode ser demonstrado na Figura 4.

Figura 4: Curva de Gauss aplicada em um estudo sobre durabilidade de lâmpadas.



Fonte: Adaptado de OLIVEIRA, U. R. 2017.

2.1.9.2 Equação da Probabilidade Binomial de Bernoulli

Segundo Spiegel, Schiller e Srivivasan (2013), quando analisamos algum experimento, dentre os exemplos clássicos mais comuns, podemos destacar o lançamento de uma moeda, cada lançamento é denominado como sendo uma “tentativa”, onde existe uma probabilidade associada ao evento citado, como por exemplo, se analisarmos a probabilidade de sair a opção “coroa” ao lançar a moeda, e essa probabilidade se alterará quando lançarmos mais de uma vez, ou seja, quando há mais tentativas.

Desse modo, para poder calcular a probabilidade de ocorrência de determinados eventos de categoria independente (onde o resultado de um não influencia o resultado do outro), podemos utilizar as chamadas “tentativas de Bernoulli” (SPIEGEL; SCHILLER; SRIVIVASAN, 2013).

De acordo com Oliveira (2017), Bernoulli adotou como referência, a probabilidade de 50% para cada evento onde havia duas possibilidades de ocorrência, como por exemplo, o experimento de lançar a moeda, porém, como haveriam mais tentativas, Bernoulli desenvolveu a “Equação da Probabilidade Binomial de Bernoulli”, conforme pode ser observada a seguir na Fórmula 1.

$$p_{(x)} = \frac{n!}{x! (n-x)!} \cdot p^x \cdot q^{n-x} \quad (1)$$

Onde a Probabilidade “ $p_{(x)}$ ” é encontrada considerando “ p ” a probabilidade de se obter sucesso, e “ q ” a probabilidade de se obter fracasso, “ n ” é o tamanho da amostra, “ x ” o número de sucesso na amostra.

2.1.9.3 Intervalo de Confiança

Segundo Rumsey (2018), o intervalo de confiança pode ser descrito como um conjunto de valores possíveis atribuídos a um parâmetro amostral, tendo como base que é necessário obter vários dados, sendo que a principal razão para não obter apenas um dado como base é que existem variações referentes a um conjunto de amostras.

De acordo com Oliveira (2017), ao coletar uma sequência de dados, os resultados mesmo assim podem variar de amostra para amostra, e diante dessa situação, é necessário haver uma medida para quanto esse resultado poderia variar, caso optasse por repetir o mesmo estudo.

Rumsey (2018) ainda menciona que, a quantidade de desvios padrões colocados, e as variedades existentes de amostras para amostras resultam também na margem de erro.

Segundo Paes (1998), intervalos de confiança são capazes de fornecer a significância estatística e também, a precisão dos resultados obtidos.

3 METODOLOGIA CIENTÍFICA

A primeira etapa da pesquisa, constituiu em uma pesquisa bibliográfica, onde os artigos científicos e livros utilizados foram pesquisados em plataformas como google acadêmico, Scielo, Sciencedirect, entre outros. A pesquisa foi realizada buscando por estudos de caso, onde a Pesquisa Operacional foi aplicada de maneira prática, afim de solucionar problemas ou otimizar ganhos e processo, com o foco maior em seus resultados e conclusões, onde o autor do artigo menciona se a ferramenta foi adotada pela empresa em sua rotina.

As palavras-chave para localizar os artigos de maneira correta foram “Pesquisa Operacional integrada a gestão”, “Pesquisa Operacional estudo de caso”, “Pesquisa Operacional aplicação prática”, “Operational Research”, “Operational Research in management problems”, entre outras palavras relacionadas o tema com resolução de problemas práticos.

Os resultados que aparecerem dentre os resultados, alguns deles se tratavam de livros, muitas vezes, se tratava de materiais que compõem a base acadêmica e planos de ensino de diversas universidades e professores, e também foram encontrados, diversos estudos de caso onde a Pesquisa Operacional foi aplicada de maneira prática, porém, havendo estudos onde haviam informações sobre a real implantação da ferramenta, alegando não ser aplicada, ou apenas concluindo que a ferramenta pode ser benéfica, dentre os resultados existentes nos estudos de caso, obteve-se maior foco nos estudos onde concluíram que a ferramenta não foi adotada pela empresa, sendo que os outros não havia nenhum tipo de confirmação positiva.

A segunda etapa do estudo, foi realizada por meio de uma pesquisa descritiva, executada no período de 01 de setembro a 09 de setembro de 2020. Utilizando como ferramenta, uma plataforma virtual, destinada a interação entre profissionais por meio de uma rede social, a plataforma se trata do LinkedIn.

A ferramenta LinkedIn foi escolhida para a realização da pesquisa por proporcionar a conexão entre diversos profissionais em diferentes áreas de atuação.

A pesquisa obteve uma aplicação dividida em duas etapas:

A primeira etapa foi realizada no período entre 01 de setembro a 03 de setembro de 2020, foi realizada em formato de uma enquete, aberta a todos os integrantes da rede, para que os participantes pudessem demonstrar sua familiaridade

com a Pesquisa Operacional, desse modo, as pessoas que a conhecem e já trabalham com a mesma, puderam demonstrar que realmente já utilizam por meio do voto.

Para facilitar a opção de voto para os participantes, a enquete foi montada seguindo de uma breve descrição do que se trata a Pesquisa Operacional, conforme descrito a seguir:

“A Pesquisa Operacional é uma ferramenta extremamente importante, e quando aplicada de forma correta, leva a um maior lucro e otimização de recursos. Gostaria de entender, o quão a Pesquisa Operacional é aplicada na rotina das empresas.”

E em seguida, foi colocado na enquete uma pergunta base de caráter fechado, seguinte modo:

“A empresa na qual você atua, utiliza a aplicação prática da Pesquisa Operacional para uma melhor gestão de recursos?”

A enquete contou com duas opções de voto, sendo “sim” para uma real utilização, e “não” para aqueles que não utilizam a ferramenta.

Após o fim da enquete, os dados foram coletados, os dados foram trabalhados com três diferentes ferramentas estatísticas, onde foi possível analisar o Desvio Padrão (σ), aplicar a Equação da Probabilidade de Bernoulli, e por fim, verificar o intervalo de confiança, aplicado nas duas margens do Desvio Padrão (σ), para garantir de forma estatística a assertividade da pesquisa.

Logo em seguida, foi analisado o perfil de cada um dos participantes da votação, separando os dados entre os participantes que votaram na opção “não”, a seguir, analisando os participantes que votaram na opção “sim”, os profissionais de áreas semelhantes foram distribuídos em grupos, seguindo características de suas profissões, em seguida, os dados já trabalhados, foram demonstrados em gráficos.

Após trabalhados os dados, foi realizado a segunda etapa da pesquisa, onde apenas os participantes que votaram na opção “sim” foram selecionados a participar.

A segunda parte foi realizada entre 4 de setembro a 9 de setembro de 2020, essa etapa foi desenvolvida a fim de comprovar de forma mais assertiva os resultados obtidos na etapa anterior, onde os entrevistados puderam explicar como realmente aplicam a ferramenta em seu ambiente de trabalho.

Essa segunda etapa foi realizada por meio de mensagem, utilizando o chat disponível na própria plataforma.

Os participantes que votaram na opção “sim” foram questionados, sendo que cada um recebeu uma mensagem padrão, onde o objetivo foi obter respostas com suas próprias palavras, essa mensagem foi elaborada do seguinte modo:

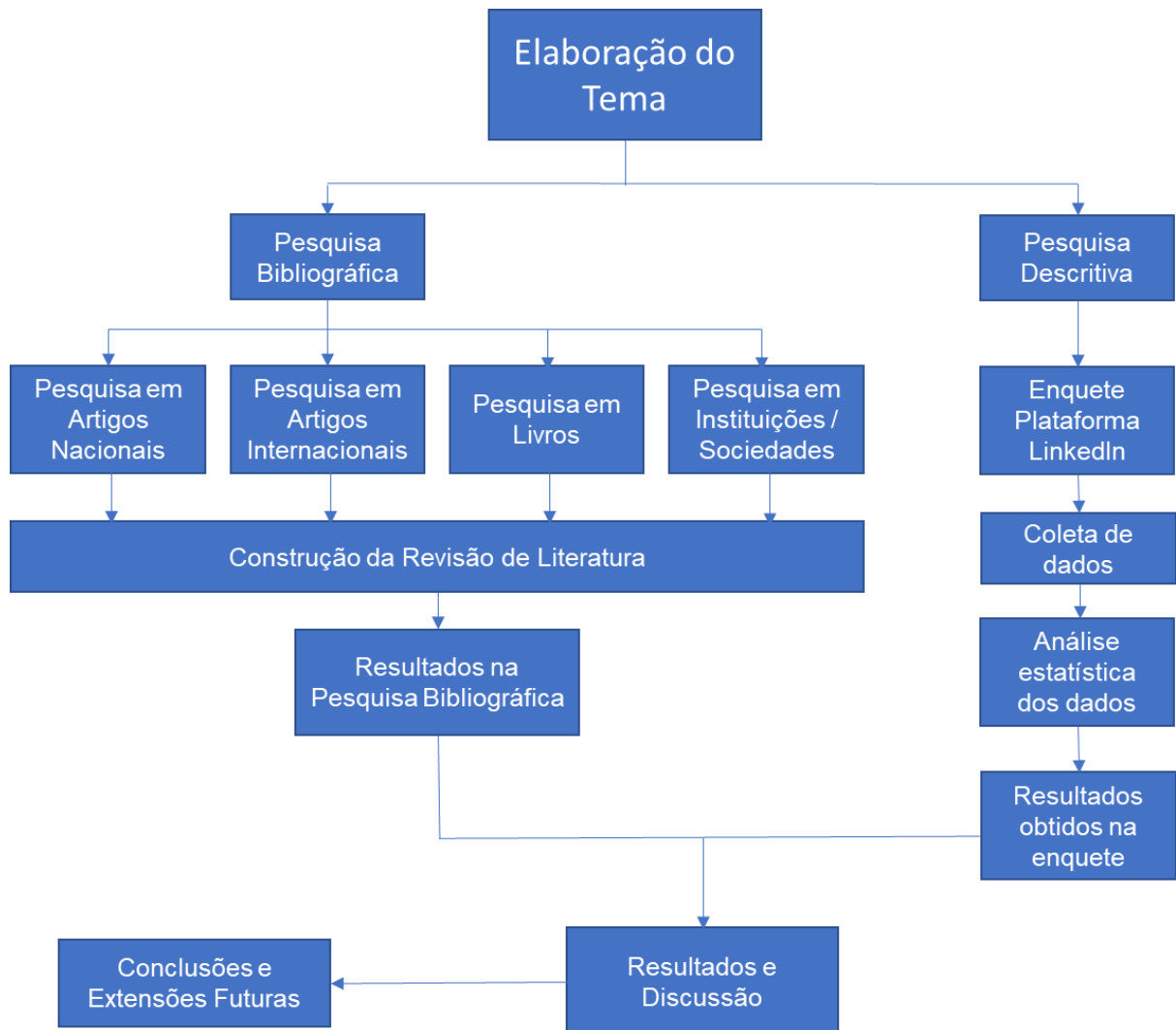
“Gostaria de saber, se puder me ajudar, como é a aplicação real da Pesquisa Operacional na empresa que você atua?”.

Em seguida, os dados obtidos durante a primeira etapa na categoria de resposta “sim”, foram organizados com base no que foi respondido, onde respostas semelhantes foram segmentadas em um mesmo grupo formando padrões, e logo depois, foram organizadas em gráficos.

Logo após os dados já organizados de acordo com cada padrão de resposta, cada uma das categorias foi analisada, e pode-se identificar o perfil de cada profissional, observando cargo, função e formação acadêmica de cada um que adotou como resposta uma das categorias obtidas, para fim de entender se o mesmo possui uma profissão ou estudo apto a conhecer ou aplicar a Pesquisa Operacional.

A cronologia conforme as duas etapas da pesquisa foram realizadas podem ser observadas no fluxograma demonstrado na Figura 5, a seguir:

Figura 5: Fluxograma demonstrativo dos procedimentos adotados para a construção da pesquisa.



Fonte: Próprio autor, 2020.

3.1 LinkedIn

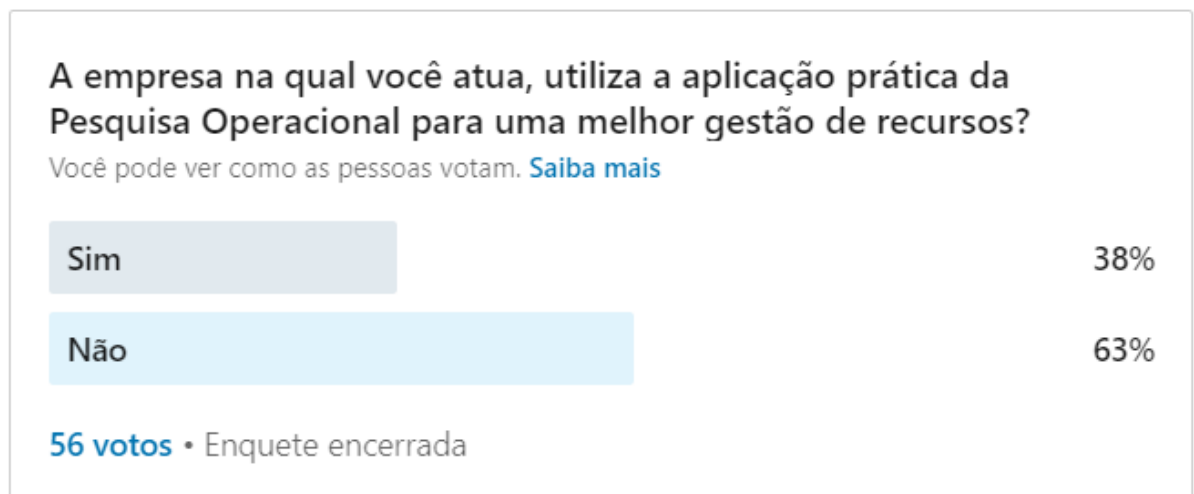
De acordo com McCorkle e McCorkle (2012), a plataforma LinkedIn é uma rede social construída para fins de Networking na área profissional, onde toda a rede possui como um foco principal, a possibilidade de criar conexões entre diversos profissionais, de diversas áreas, afim de propor inteiração e crescimento profissional.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após realizada a primeira etapa da pesquisa, os resultados obtidos ao fim da votação, puderam ser visualizados com o auxílio disponibilizado pela plataforma, conforme demonstrado na Figura 6 a seguir.

Figura 6: Resultados obtidos na enquete, analisando os resultados votados nas opções de participantes da enquete que votaram na opção “sim”, ou seja, dizendo que realmente utilizam a Pesquisa Operacional para resolver problemas em sua rotina, e também os participantes que votaram na opção “não”, demonstrando que não utilizam a Pesquisa Operacional.

A Pesquisa Operacional é uma ferramenta extremamente importante, e quando aplicada de forma correta, leva a um maior lucro e otimização de recursos. Gostaria de entender, o quão a Pesquisa Operacional é aplicada na rotina das empresas.



Fonte: LINKEDIN (2020).

4.1 Validação estatística dos dados coletados

Ao analisar os procedimentos e opções de votação, foram adotadas as seguintes observações referentes a análise estatística dos dados.

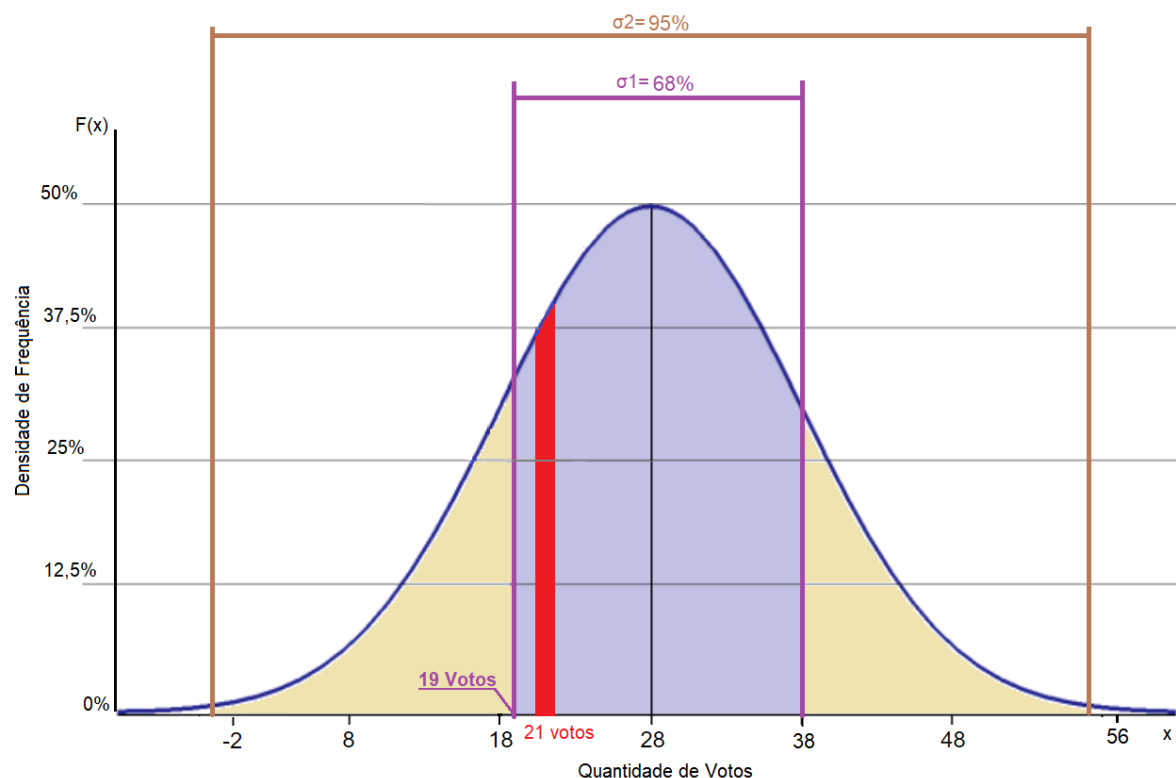
O Desvio Padrão (σ) a ser adotado, seguirá o seguinte critério:

Para comprovação dos resultados obtidos dentro do intervalo de confiança, adotando o Desvio Padrão sendo a margem de 68% (19% antes da média e 19% após a média), foi verificado que a porcentagem de votos obtida foi o total de 21 votos, o que corresponde entre 37% e 39% dos dados obtidos (devido a arredondamentos), onde segue a “margem de erro” de $38\% \pm 1$, desse modo, coincide com as descrições realizadas por Paes (1998).

4.1.1 Curva de Gauss

Adequando-se a quantidade amostral coletada, imersa ao intervalo existente no primeiro Desvio Padrão proposto ($\sigma_1=68\%$), e ilustrando também o segundo Desvio Padrão ($\sigma_2=95\%$), pode ser observado no Gráfico 1, onde pode-se observar a localização dos dados coletados, onde os dados se enquadram na restrição σ_1 , quando analisados conforme Densidade de Frequência x Quantidade de votos.

Gráfico 1: Curva de Gauss demonstrativa da Densidade de Frequência x Quantidade de votos.



Fonte: Adaptado de BERTOLO, L. A. 2014.

Após a análise obtida pela curva de Gauss, onde o índice de assertividade correspondeu a aproximadamente 37 a 39% dos votos (referentes a arredondamento), em seguida, foi realizado uma segunda análise, utilizando uma das regras propostas por Bernoulli.

4.1.2 Regra da Probabilidade Binominal de Bernoulli

Primeiramente, a enquete havendo apenas duas opções de voto, o participante poderia obter por escolha de voto apenas uma opção, ou seja, poderia ter votado apenas na opção “sim”, ou na opção “não”, desse modo, a probabilidade de que, o participante votasse na opção “sim”, é de 50%, ($P=50\%$), conforme pode ser observado na Fórmula 2, desde que ele se identificasse com o tema, para assim, comprovar a real utilização.

$$P = 1/2 \quad P = 50\% \quad (2)$$

Neste caso, a enquete obteve 56 votos, ou seja, temos 56 vezes o espaço amostral de um, onde cada um obtém uma probabilidade de 50%. Porém, ao avaliar o perfil dos candidatos que participaram da enquete, foram analisadas as seguintes informações.

Como o total de votos foi 56, a probabilidade de se obter um voto em “sim” foi de 56 vezes, para demonstrar essa situação, escolhida a regra da Probabilidade Binomial de Bernoulli, citadas por Oliveira (2017), onde seguindo os critérios de avaliação, o mesmo adota um critério de avaliação, onde utiliza o termo “0” para negativo, nesse caso, podemos dizer que 0 = não, e por fim o número “1” é adotado para demonstrar a afirmação verdadeira, no nosso estudo, o número 1 = sim, desse modo, as probabilidades possíveis de ocorrer o evento serão incorporadas seguindo uma escala de 0 a 1, diante dessa situação, como a probabilidade é de 50%, serão adotados três cálculos para melhor entendimento.

Utilizando a Equação da Probabilidade Binominal de Bernoulli, foi realizado uma análise, obtendo como 50% dos votos como a variável a ser adotada na equação, ou seja, utilizando o número 28, que é correspondente a porcentagem solicitada de 50%, correspondente a média.

4.1.3 Intervalo de confiança

E para finalizar, foi analisado também o intervalo de confiança, estabelecido nos dados que foram coletados, para verificação de que se enquadram dentro dos limites estabelecidos, havendo um intervalo de confiança para cada um dos limites inferior e superior, a margem adotada para fazer o intervalo de confiança é de 95% de assertividade.

O limite inferior proposto no gráfico, seguindo o critério de 68% dos dados, compõem um total de 18 votos, utilizado como margem para o primeiro cálculo, conforme pode ser observado na Fórmula 3.

$$IC\mu = \bar{x} \pm z \left(\frac{S}{\sqrt{n}} \right) \quad (3)$$

O Intervalo de Confiança " $IC\mu$ " é encontrado adotando " $\bar{x}$ " sendo a média encontrada, " z " o valor encontrado em tabela por " σ ", " S " é o desvio padrão, e " n " sendo o número de amostras.

Com as três avaliações realizadas, os dados coletados na enquete são considerados estatisticamente válidos, desse modo, podemos prosseguir para a próxima etapa.

4.2 Resultados obtidos ao fim da votação

Os resultados obtidos foram surpreendentes, principalmente pela colaboração de 56 pessoas participantes da votação, diante desse número, 21 pessoas votaram na opção "sim", e 35 pessoas votaram "não".

Outro fator interessante, foi a quantidades de votos obtidos na resposta "sim", conforme demonstrado na Figura 6, 38% dos participantes responderam que utilizam a Pesquisa Operacional no dia a dia de suas empresas para a resolução de problemas, e também conforme demonstrado na Figura 6, os participantes da enquete que votaram na opção "não", contaram com 63% dos votos.

Porém ao interpretar os dados, foi necessário entender o perfil dos participantes da enquete, separando os dados por participantes que votaram na opção "não", e em seguida os que votaram na opção "sim", verificar em que categoria cada participante

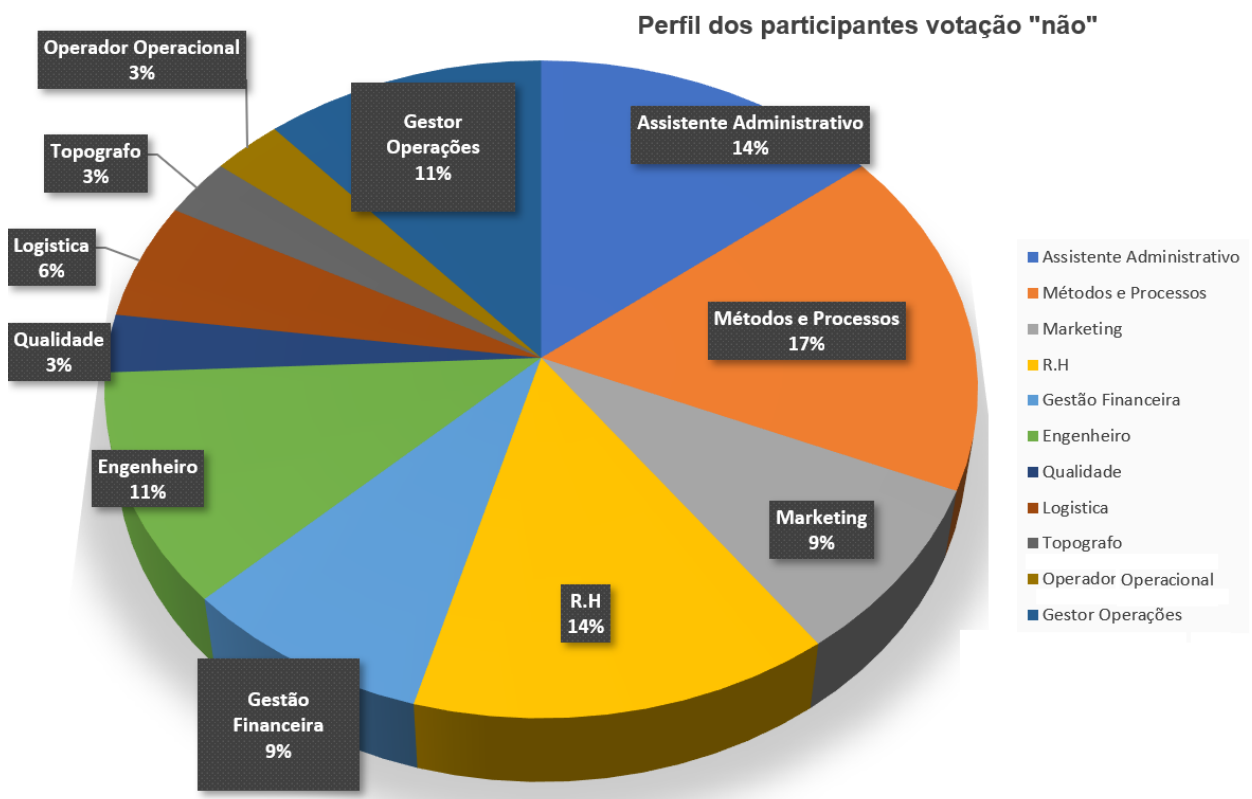
da pesquisa viria a se enquadrar, e por fim, questiona-los a respeito de como os mesmos utilizam a aplicação da PO.

4.2.1 Perfil dos participantes que votaram na opção “não”

A primeira situação a ser analisada, foi a análise entre os participantes que votaram na opção “não”, ou seja, alegando que não utilizam a aplicação das ferramentas da pesquisa operacional em seu dia a dia.

O número de participantes que votaram “não” na enquete formou um total de 35 votos, totalizando 63% dos votos. Os resultados desse levantamento podem ser observados no Gráfico 2, em conjunto com os dados a respeito do perfil de cada grupo de participantes.

Gráfico 2: Análise geral do perfil dos participantes da pesquisa que votaram na opção “não”, alegando que não utilizam a pesquisa operacional em sua rotina, os perfis foram segmentados em categorias, e também divididas em percentual, tendo por base de cálculo, o número total de participantes.



Fonte: Próprio autor, 2020.

Considerando os resultados apontados, os perfis relacionados a segmentação que votaram na opção “não”, os dados apresentados são de caráter aceitável, considerando que os mesmos não aplicam a ferramenta em sua rotina.

Visto que os votos contabilizados demonstram que não há aplicação prática da Pesquisa Operacional, os dados não necessitam de maiores detalhes, pois já demonstram a realidade encontrada em cada situação.

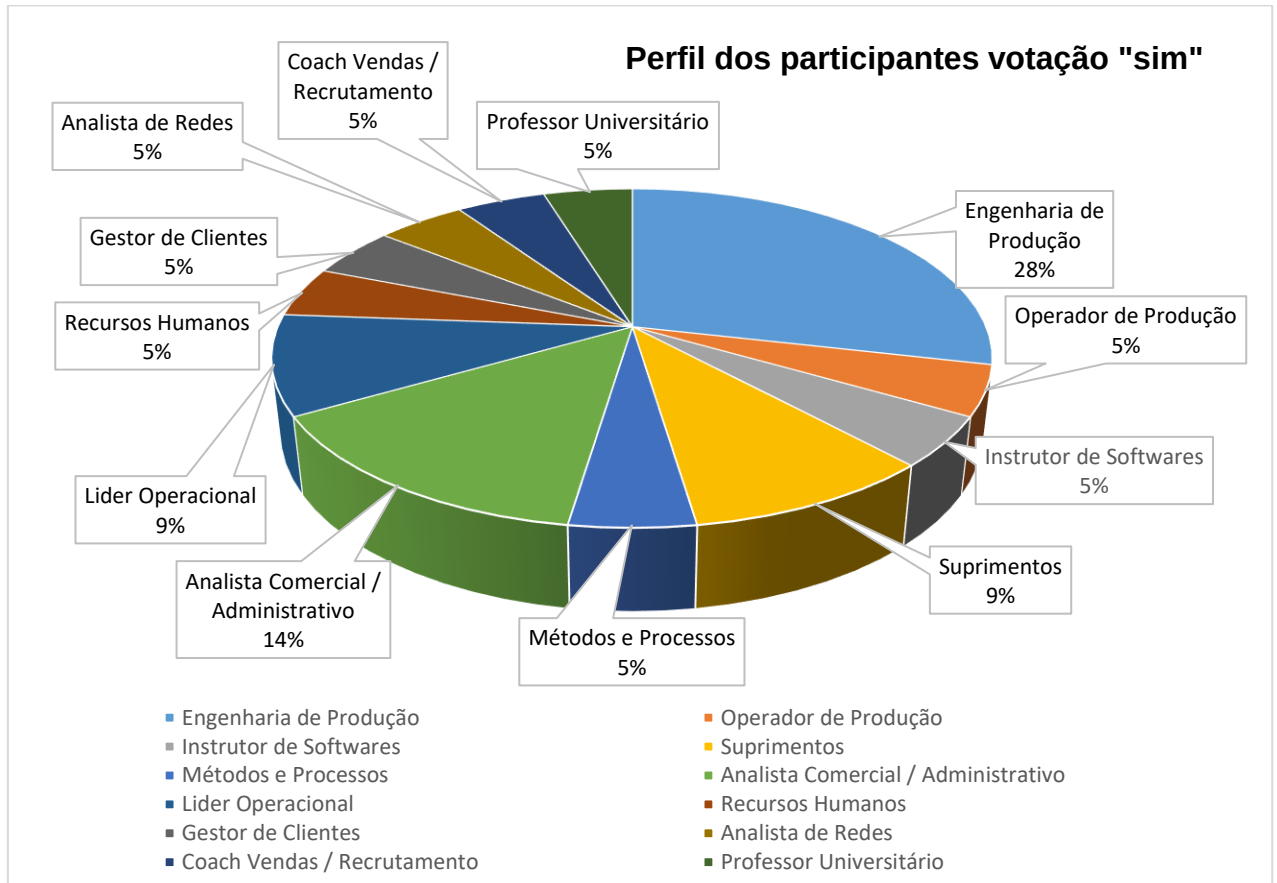
4.2.2 Perfil dos participantes que votaram na opção “sim”

A segunda análise foi realizada identificando os perfis dos participantes que votaram em “sim”, onde alegaram utilizar as ferramentas da Pesquisa Operacional em sua rotina.

Os votos contabilizados na opção “sim” formaram um total de 21 votos, totalizando 38% dos votos obtidos na enquete.

A seguir, trabalhando com os votos obtida na opção “sim” (38%), foi realizado uma análise ao perfil de cada profissional que adotou a opção positiva de voto, onde grupos que compõem profissões semelhantes foram segmentados em uma única categoria, conforme descrito no Gráfico 3.

Gráfico 3: Análise do perfil dos participantes que votaram em “sim”, alegando que utilizam a Pesquisa Operacional em sua rotina, tendo como base de segmentação de perfis, distribuídos em grupos de profissões semelhantes, seguindo o mesmo procedimento realizado anteriormente.



Fonte: Próprio autor, 2020.

O resultado obtido inicialmente aparentou uma análise positiva, e que as empresas estão buscando resolver seus problemas utilizando uma análise matemática e com fatos concretos para otimizar sua gestão.

4.2.2.1 Segunda etapa da pesquisa: Questionamento aos participantes que votaram na opção “sim”

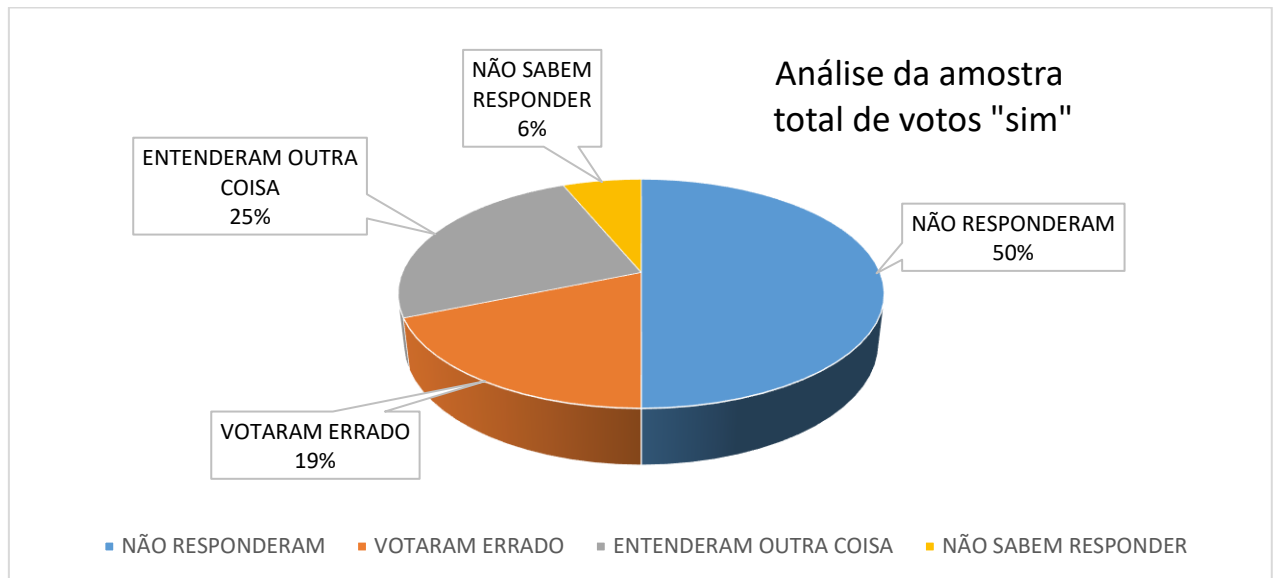
Para realizar a segunda etapa da pesquisa, os participantes que votaram na opção “sim” foram questionados em uma segunda etapa, onde receberam uma pergunta padrão, enviada aos mesmos pelo chat disponível na própria plataforma.

A pergunta foi elaborada de caráter aberto, de maneira simples e objetiva, onde após uma breve apresentação, o participante foi questionado da seguinte maneira:

“Gostaria de saber, se puder me ajudar, como é a aplicação real da Pesquisa Operacional na empresa que você atua?”.

O resultado mais surpreendente, foi que dentro desse 38% de respostas positivas demonstrados no Gráfico 3, após os participantes serem questionados sobre as suas razões a respeito do voto, conforme ilustrado no Gráfico 4, amostra se comportou do seguinte modo:

Gráfico 4: Análise da amostra total de votos “sim”, quando questionados os participantes a respeito de como realmente utilizam a Pesquisa Operacional em sua rotina diária para a resolução de problemas.



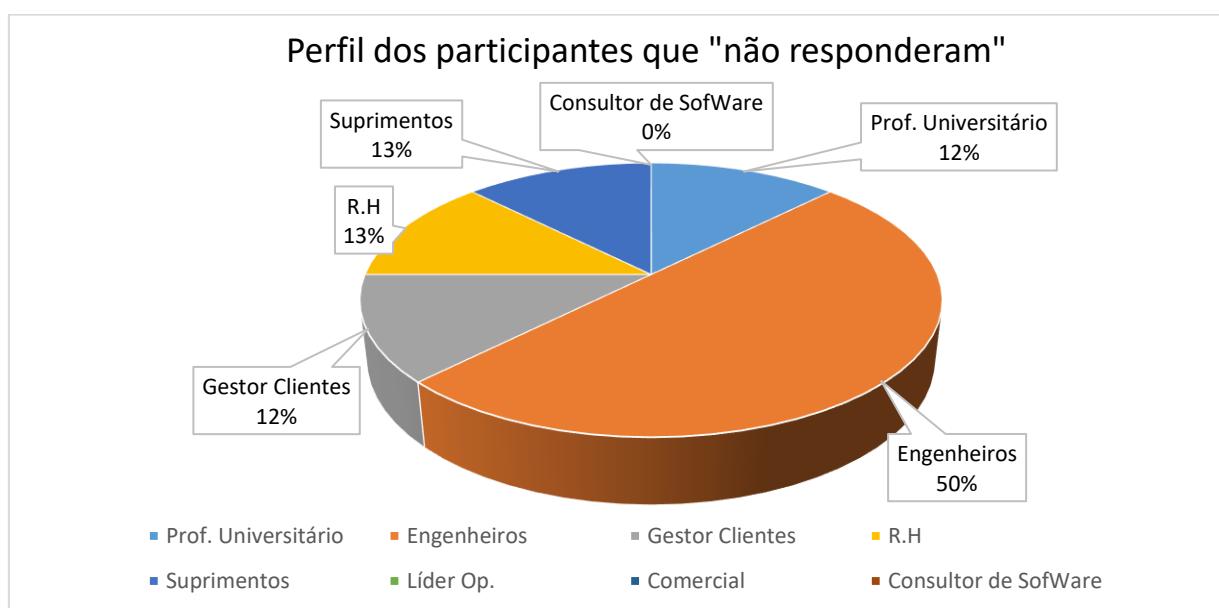
Fonte: Próprio autor, 2020.

Após a amostra ser interrogada a respeito da segunda parte da pesquisa, ao se depararem com uma pergunta simples e direta, a respeito de como é de fato o uso da Pesquisa Operacional em suas áreas de atuação, conforme os resultados demonstrados no Gráfico 4, a amostra pôde ser segmentada em 4 grupos distintos de respostas, sendo eles os grupos de “não responderam”, “não sabem responder”, “entenderam outra coisa” e “votaram errado”.

4.2.2.1.1 Padrão de resposta: “não responderam”

Analisando o total dos participantes que compõem a categoria “não responderam”, um total de 10 pessoas, foi identificado o perfil de cada um dos profissionais, e um fato que chamou a atenção é que 50% desse montante foi composto por Engenheiros, todos voltados ao segmento industrial, formando um total de 5 pessoas, e quando questionados sobre a aplicação da Pesquisa Operacional, não explicaram ou não demonstraram qualquer tipo de parecer sobre a aplicação prática da Pesquisa Operacional, conforme demonstrado no Gráfico 5.

Gráfico 5: Análise dos perfis dos participantes que compõem o grupo de "não responderam" quando questionados na segunda parte da pesquisa, simplesmente verificaram a pergunta, e optaram por não dar nenhum tipo de parecer a respeito da real utilização.



Fonte: Próprio autor, 2020.

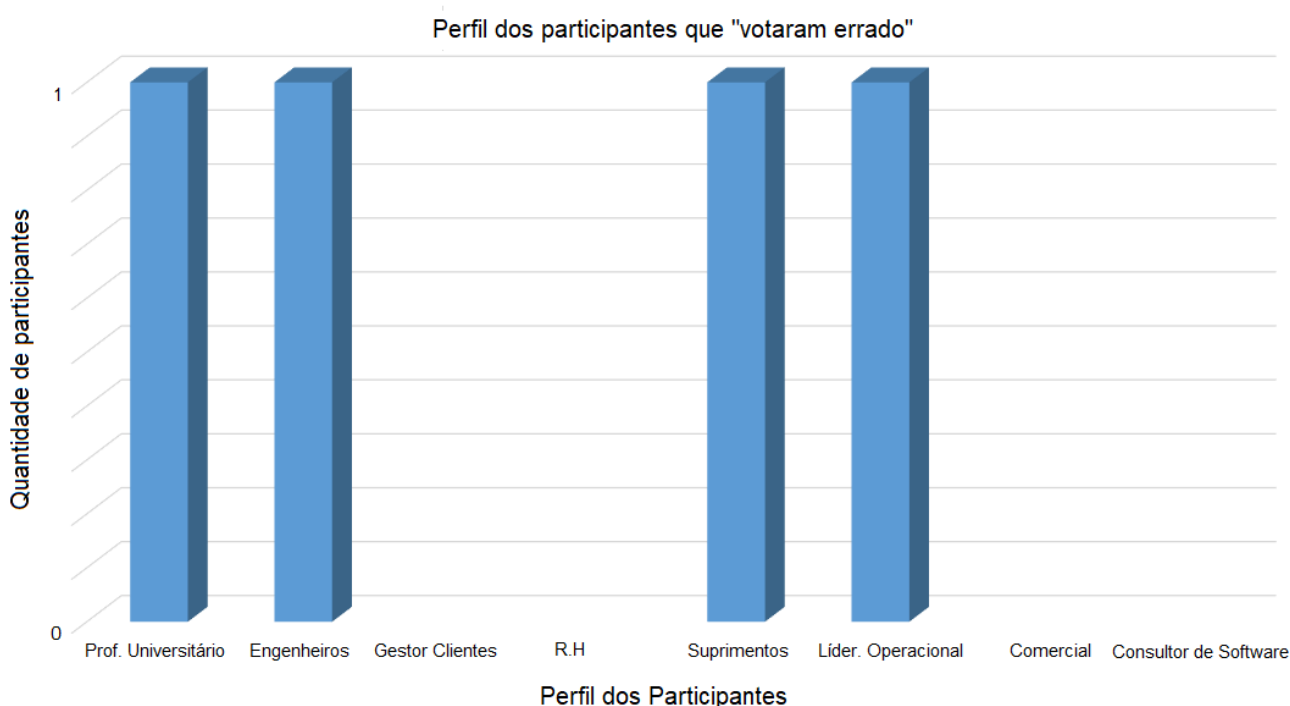
Diante desse resultado, o que requer maior atenção nesse cenário é que muitos dos cargos dos participantes deveriam ter contato com as ferramentas da Pesquisa Operacional, principalmente se tratando das áreas de Suprimentos, Professores Universitários e Líderes Operacionais, porém quando questionados a respeito, não

demonstraram nenhuma aplicação real ou se quer responderam à segunda etapa da pesquisa.

4.2.2.1.2 Padrão de resposta: “votaram errado”

A categoria a seguir trabalhada foi a respeito das respostas “votaram errado”, avaliado, conforme demonstrado no Gráfico 6, o grupo “Votaram errado” totalizou 19% da amostra, sendo uma quantia com 4 pessoas.

Gráfico 6: Análise dos perfis dos participantes que votaram “sim” na pesquisa inicial, e quando questionados a respeito, responderam que cometeram um equívoco ao votar na enquete, e por essa razão correspondem a categoria "Votaram errado".



Fonte: Próprio autor, 2020.

Esse grupo em particular, quando questionados a respeito da forma de trabalho e métodos aplicados em suas respectivas empresas, os mesmos argumentaram um equívoco na hora de responder, se desculpando, e que a resposta ideal seria o “não”.

Essa atitude referente a resposta dos entrevistados pode nos oferecer duas informações importantes, a primeira, é que realmente houve um equívoco por parte dos participantes, e acabaram por responder de forma incorreta por não atentarem-se

corretamente a questão, ou simplesmente por darem a entender que utilizam sim as ferramentas, mas que na realidade as ferramentas não são aplicadas em suas funções.

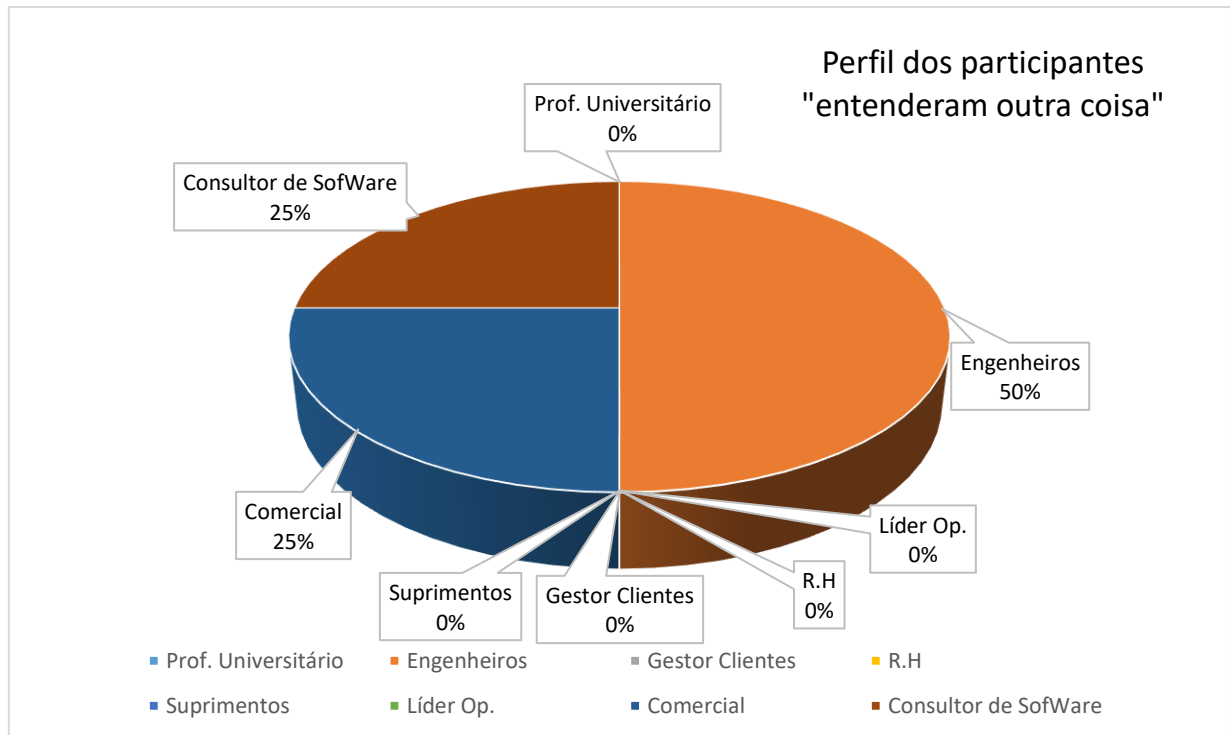
4.2.2.1.3 Padrão de resposta: “entenderam outra coisa”

A terceira categoria avaliada, trata-se do grupo “entenderam outra coisa”, que dentro da amostragem dos votos positivos, totalizou 25%, composto por 6 pessoas.

A categoria “entenderam outra coisa” trata-se de um grupo da amostra que respondeu com a opção “sim”, de forma concisa, acreditando que estavam respondendo de forma honesta e coerente, entretanto, todos os questionados que se enquadraram nessa gama, não conhecem a Pesquisa Operacional, e o assunto foi confundido com pesquisas de clima, e pesquisas realizadas através ferramentas de internet internas e particulares da própria empresa com os colaboradores.

Um resultado interessante diante desse segmento de avaliação, é que 50% dos participantes dessa categoria é constituída por Engenheiros, também com áreas de atuação em indústria, conforme pode ser observado no Gráfico 7.

Gráfico 7: Análise dos perfis dos participantes que participaram da enquete na categoria "entenderam outra coisa" quando questionados a respeito da aplicação prática da Pesquisa Operacional, nessa categoria, encontram-se profissionais que adotam outros segmentos de pesquisa, sejam elas pesquisas de clima, pesquisas de vendas, porém todas divergentes da Pesquisa Operacional.



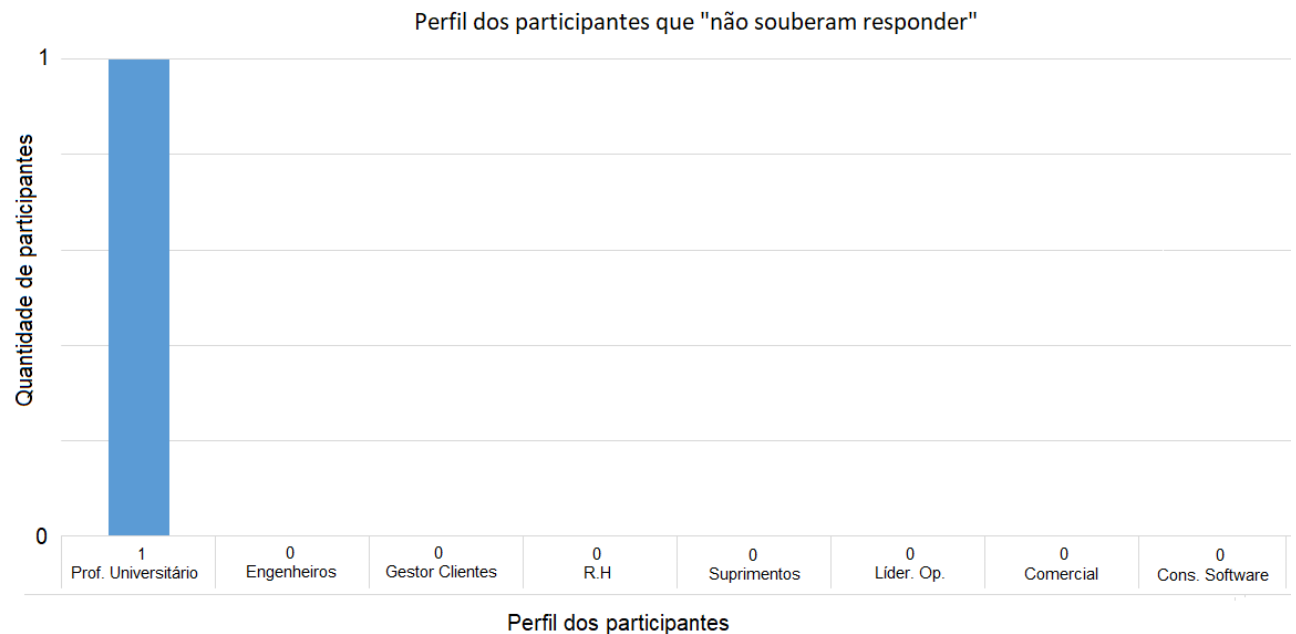
Fonte: Próprio autor, 2020.

4.2.2.1.4 Padrão de resposta: “não souberam responder”

A categoria “não souberam responder” trata-se de um grupo, onde quando questionado a respeito da aplicação da ferramenta, não soube do que se tratava, por não conhecer o tema. A categoria totalizou 1 voto, ou seja 6% dos entrevistados.

Essa categoria resultante da pesquisa mostrou um fato atípico, pois como se tratou de um voto vindo de um professor universitário, era de se supor que o mesmo houvesse escolhido a opção “sim” na primeira parte da pesquisa, por aplicar as ferramentas da Pesquisa Operacional em sala de aula, e a ensinar para seus alunos, porém o resultado da segunda parte da pesquisa mostrou que essa não era a situação. O resultado da categoria “não souberam responder” pode ser observado no Gráfico 8, a seguir.

Gráfico 8: Análise dos participantes que participaram da enquete na categoria "não souberam responder" quando questionados a respeito da aplicação prática da Pesquisa Operacional, trata-se de quando questionado a respeito, o entrevistado não conhecia a ferramenta



Fonte: Próprio autor, 2020

4.3 Análise dos resultados

Ao analisar os dados obtidos na pesquisa, pode-se entender que mesmo os participantes que votaram na opção “sim” (utilizam a Pesquisa Operacional em sua rotina), não a utilizam, seja por falta de conhecimento ou por falta de oportunidades, porém mesmo com o resultado da pesquisa sendo de 38% dos votos sendo de caráter positivo, esse público também não utiliza a ferramenta.

Um dos fatos que chamou a atenção, foram diversas linhas de pesquisa e estudos realizados por diversas sociedades e instituições de ensino, onde priorizam pesquisas de PO aplicadas na área prática. Inclusive, um dos recentes presidentes do IFORS, representante da América do Sul se tratou de um professor brasileiro, mostra que a falta de aplicabilidade nas empresas não é fruto de uma falta de estudos ou linhas de pesquisa, um exemplo prático desta situação trata-se da Marinha Brasileira, que adotou parcerias com universidades, e utiliza essa parceria para

realizar estudos juntos aos professores, estudantes, e militares, com propósito de otimizar recursos, formando e uma equipe de estudantes de diversas universidades, matemáticos e cientistas

Outro fato encontrado na pesquisa, e também mencionado por Hillier e Lieberman (2012), foi a falta de conhecimento dos profissionais em cargos de engenharia e suprimentos, sendo que ambas as áreas são bons exemplos de aplicação prática em empresas estrangeiras, conforme demonstrado na Tabela 1.

Essa situação nos leva a considerar que muitos deles não conhecem tal ferramenta ou não possuem experiência hábil para uma aplicação prática, entretanto, devido a estudos citados deste documento, encontramos relatos em que a alta gestão opta por não adotar as estratégias, conforme mencionado por Santos et. al (2016), e também por Raymundo, Gonçalves e Ribeiro (2015), onde seus respectivos estudos de aplicação prática encontrou essa situação, mesmo vendo os dados comprovados, por alguma outra razão, seja ela ligada ao medo do que é novo, não crer nos dados fornecidos diante aplicação real, ou também, optar por permanecer com uma linha vasta de produtos disponíveis, porém com pouco controle de pedidos e baixo aproveitamento de insumos, o que pode vir a fornecer um “pseudo lucro”, por não aproveitar os insumos e recursos de forma eficiente.

A pesquisa prática realizada mostrou que, diversos profissionais alegaram sim adotar os procedimentos Pesquisa Operacional, e quando questionados, não houve um participante que conseguiu comprovar uma real utilização da ferramenta em sua rotina. Essa situação é preocupante, pois Magatão, Arruda e Neves Júnior (2004), Rejowski e Pinto (2004) e Cafaro e Cerdá (2004), realizaram seus respectivos estudos, e na época mencionada, problemas de processamento das informações dos computadores eram citados como uma das principais causas para a não aplicação, entretanto, atualmente com todo o avanço computacional existente, comprovamos que a real causa da baixa aplicação não era aquela mencionada pelos autores, e sim, uma falta de conhecimento, medo da mudança, e também questões relacionadas a investimentos e mudanças necessárias por parte de diretores e donos de empresas.

A Pesquisa Operacional não ocorre nas empresas Brasileiras por diversos fatores, entre eles, a falta de conhecimento, o medo por adotar uma nova solução que foge dos ideais empíricos e emocionais, e também por alegações de diversos profissionais de que adotam uma imagem política tecnológicas e revolucionárias em

suas empresas ou cargos, quando na verdade, não é essa a realidade, seja por falta de conhecimento ou dúvidas quanto a real eficiência da ferramenta.

5 CONCLUSÕES E EXTENSÕES FUTURAS

Ao realizar o presente trabalho, pode se observar que diversos exemplos encontrados na literatura, onde a aplicação prática da Pesquisa Operacional encontra-se inutilizada nas empresas brasileiras, de todos os seguimentos.

A Pesquisa Operacional não se trata de um tema novo, porém para que tudo isso seja aplicado de forma correta, os diretores e empresários necessitam realizar investimentos em áreas específicas, contratando membros qualificados para que apliquem os métodos de forma efetiva, ou dando a oportunidade a estudantes e pesquisadores que trabalham com a ferramenta, porém tudo que possa envolver reduzir pedidos avulsos, ou cortar itens de pouca vazão são interpretados de maneira prejudicial na saúde financeira da empresa, e por fim, preferem adotar a ideia de que é impossível utilizar tal ferramenta dentro de suas organizações.

Após os resultados obtidos na pesquisa realizada na plataforma virtual LinkedIn, não foi identificado nenhuma empresa nacional que utiliza a aplicação prática da Pesquisa Operacional em sua rotina gerencial.

Mesmo com seus resultados positivos já demonstrados em diversos lugares, ainda é tratada como duvidável por parte das organizações, desse modo, a Pesquisa Operacional acaba por ser aplicada em sua maioria apenas em áreas de pesquisa, filiada às estratégias acadêmicas, deixando de proporcionar ganhos e benefícios a muitos empresários.

Fica um caminho em aberto, para aprofundamento em futuras pesquisas, a respeito do comportamento existente na cultura organizacional em organizações fora do país, entendendo detalhes como filosofia organizacional, e também o perfil profissional dos gestores, comparando com os perfis e filosofias existentes no cenário nacional, e desse modo, compreender as reais diferenças existentes entre empresas brasileiras e internacionais, a respeito de da razão na qual a Pesquisa Operacional não consegue ser adaptada na cultura organizacional brasileira.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARENALES, M. et. al. **Pesquisa operacional: Para Cursos de Engenharia**. ed. 1. Rio de Janeiro, 2007. Campus Abepro, 2007.

BARNES, T. J. Geography's underworld. The military industrial complex, mathematical modelling and the quantitative Revolution". **Geoforum**, Vancouver, Canada. V. 39, n. 1. p. 3-16. 5 de nov. 2007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0016718507001352?via%3Diuhub#!>. Acesso em: 2 de set. 2020.

BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática**: uma nova estratégia. ed. 3. São Paulo: Contexto, 2002.

BERTOLO, L. A. **Estatística e Distribuição de Probabilidades**. Departamento de Ciências Contábeis. Instituto Municipal de Ensino Superior de Catanduva. Catanduva – SP. 2014. Disponível em: <http://www.bertolo.pro.br/FinEst/Estatistica/DistribuicaoProbabilidades2/normal/index.html>. Acesso em: 27 Dez. 2020.

BODANESE, R, E et. al. Teoria das restrições, pesquisa operacional e programação linear estudo de caso com utilização do solver. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DE CUSTOS, 9., 2005, Florianópolis. **Anais [...]** Erechim. Associação Brasileira de Custos, 2005. ISSN 2358-856X. Disponível em: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/2170>. Acesso em: 8 de out. 2020.

BOEHMKE, B, C. et al. The influence of operational resources and activities on indirect personnel costs: A multilevel modeling approach. **The Engineering Economist**. Washington, v. 61, n. 4, p. 289-312. Abr. 2016. DOI 10.1080/0013791X.2016.1155247. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/0013791X.2016.1155247>. Acesso em: 10 de set. 2020.

BRASIL. [Constituição (2013)]. **Estratégia Nacional de Defesa**. Brasília, DF: Ministério da Defesa, 2013. 81 p. Disponível em: <https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/2012/mes07/end.pdf> Acesso em: 19 Set. 2020.

CAFARO, D. C.; CERDÁ, J. Optimal scheduling of multiproduct pipeline systems using a non-discrete MILP formulation. **Computers and Chemical Engineering**. Santa Fe, v. 28, n. 10, p. 2053-2068. Set. 2004. DOI 10.1016/j.compchemeng.2004.03.010. Acesso em: <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2004.03.010>. Acesso em: 12 Out. 2020.

COTTLE, R.; JOHNSON, E.; WETS, R. George B. Dantzig (1914–2005). **American Mathematical Society**. Rhode Island, v. 54, n. 3, p. 344–362. mar. 2007.

DIAS, C. T. S. **Planejamento de uma fazenda em condições de risco: Programação Linear e Simulação Multidimensional**. 1996. 100p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 1996. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Henrique_Medeiros/publication/35711496_Avaliacao_de_modelos_matematicos_desenvolvidos_para_auxiliar_a_tomada_de_decisao_em_sistemas_de_producao_de_ruminantes_em_pastagens/links/542b68d80cf277d58e8a1884.pdf. Acesso em: 09 de nov. de 2020.

EESC-USP - Escola de Engenharia de São Carlos. **Comissão Coordenadora do Curso de Engenharia de Produção. São Carlos, SP: c2007**. Disponível em: <https://prod.eesc.usp.br/graduacao/o-profissional/as-areas-da-engenharia-de-producao/pesquisa-operacional/>. Acesso em: 20 Set. 2020.

FILHO, E. M. S.; ALVES, V. R. F. M.; FILHO, V. F. Utilização de Técnicas de Pesquisa Operacional em problema de distribuição dutoviária. *In: Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, 38., 2006, Rio de Janeiro. **Revisão** [...] Goiânia: Pesquisa Operacional na Sociedade: Educação, Meio Ambiente e Desenvolvimento. 2006. Disponível em: <http://ws2.din.uem.br/~ademir/sbpo/sbpo2006/pdf/arq0086>. Acesso em: 12 de out. de 2020.

GOLDBARG, M.; LUNA, H. P. L. **Otimização Combinatória e Programação Linear**. ed. 2, Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

HILLER, F. S; LIEBERMAN, J. **Introdução a Pesquisa Operacional**. ed. 9. Porto Alegre, RS: AMGH, 2012.

HORGREN, C. T. **Contabilidade de Custos: Um Enfoque Administrativo**. ed. 11. São Paulo – SP: Atlas, 1978.

IFORS. International Federation of Operational Research Societies. **IFORS Triennial Conferences**. Washington, DC. c2020. Disponível em: <https://www.ifors.org/ifors-triennial-conferences/>. Acesso em setembro 2020.

KARSU, Ö.; MORTON, A. Inequity averse optimisation in operational research. **European Journal of Operational Research**. Ankara, v. 245, n. 2, p. 343-359, Set. 2012. DOI 10.1016/j.ejor.2015.02.035. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.02.035>. Acesso em: 17 Set. 2020.

KINLAND, I. J. J.; KOTCHKA, J. A. **A game theoretic analysis of the Convoy-ASW problem**. 1967. 61 p. Thesis (M.S. in Operations Research) -, United States Navy, Naval Postgraduate School, Monterey, 1967.

KORKMAZEL, T.; MERAL, S. Bicriteria sequencing methods for the mixed-model assembly line in just in-time production systems. **European Journal of Operational Research**, Ankara, v. 131, p 188-207, Mai. 2001. DOI 10.1016/S0377-2217(00)00061-8. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(00\)00061-8](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(00)00061-8). Acesso em: 17 ago. 2020.

LISBOA, E, F, A; **Apostila do Curso Pesquisa Operacional**; cap 1.1 e 1.2, Rio de Janeiro, 2002.

LOESCH, C.; Hein, N. **Pesquisa operacional: fundamentos e modelos**. ed.1 Blumenau, Saraiva, 2012.

LONGARAY, A. A. **Introdução a Pesquisa Operacional**. ed. 1, Pinheiros. 2013. Saraiva Educação S.A, 2013.

LÓSS, Z. E. **O Desenvolvimento da Pesquisa Operacional no Brasil**. 1981. 81 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). 81 p. COPPE/Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1981.

MAGATÃO, L.; ARRUDA, L.V.R.; NEVES JÚNIOR, F. A mixed integer programming approach for scheduling commodities in a pipeline, **Computers and Chemical Engineering**, Curitiba, v. 28, n. 1-2, p. 171-185. Jan. 2004. DOI 10.1016/S0098-1354(03)00165-0. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0098-1354\(03\)00165-0](https://doi.org/10.1016/S0098-1354(03)00165-0). Acesso em: 11 Out. 2020.

MANSILHA, M. B.; FARRET, F. A.; KULLMANN, D. H. Programação linear: método de otimização simplex e software Otimiza. **Revista Espacios**. Caracas, v. 38, n 60, p. 4, Set. 2017. ISSN 0798 1015. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a17v38n60/a17v38n60p04.pdf>. Acesso em: 14 de set. 2020.

MARINS, F, A. **Introdução à Pesquisa Operacional**. ed. 1. São Paulo: Cultura Acadêmica/Unesp, 2011.

MARTINS, M. S. 1 de set. 2020. Pesquisa descritiva. **A empresa na qual você atua, utiliza a aplicação prática da Pesquisa Operacional para uma melhor gestão de recursos?**. 09/07/2020. Disponível em: <https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:6706230563109408768/>. Acesso em: 9 de setembro de 2020.

McCORKLE, D, E.; McCORKLE, Y, L. Using Linkedin in the Marketing Classroom: Exploratory Insights and Recommendations for Teaching Social Media/Networking. **Taylor & Francis Online**, London, v. 22, n. 2, p. 157-166, Dec. 2012. DOI: 10.2753/MER1052-8008220205. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.2753/MER1052-8008220205>. Acesso em: 18 Out. 2020.

MEREDITH, J. R. Reconsidering the Philosophical Basis of OR/MS. **Operations Research**, v. 49, n. 3, p. 325- 333. Jun. 2001. DOI 10.1287/opre.49.3.325.11213. Disponível em: <https://doi.org/10.1287/opre.49.3.325.11213>. Acesso em: 8 de out. 2020.

MESQUITA, Marco Aurélio de; SANTORO, Miguel. **Análise de modelos e práticas de planejamento e programação da produção: um estudo de caso na indústria**

farmacêutica. 2001. 125 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

MOORE, J. H.; WEATHERFORD, L. R. **Tomada de Decisão em Administração**. ed. 6. Porto Alegre, Bookman, 2005.

OLIVEIRA, U. R. **Estatística: Estatística e Probabilidade**. ed. 6. Associação Educacional Dom Bosco. Ed. Saraiva. e 1, v 1. Resende, Saraiva, 2017.

PAES, A. T. Itens Essenciais em Bioestatística. **ArqBrasCardiol**. São Paulo, v. 71, n.4. p 80-575. Jun. 1998.

PEREZ-WILSON, M. Seis Sigma: Compreendendo o conceito, as aplicações e os desafios. ed. 3. Rio de Janeiro, Qualitymark, 1999.

PERIN, C. Introdução à Programação Linear: Coleção Imecc. **Textos Didáticos Universidade Estadual de Campinas**, Campinas, v. 2. 177p., 2001.

PESSOA, L. A. M. et. al. Pesquisa Operacional na Marinha do Brasil: O CASNAV, seu passado, presente e perspectivas. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 48,. 2016, Vitória. **Anais** [...] Espírito Santo: Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional, 2016. Disponível em: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/58814629/156129.pdf?1554584878=&response-content-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/58814629/156129.pdf?1554584878=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DPESQUISA_OPERACIONAL_NA_MARINHA_DO_BRASIL.pdf&Expires=1605039653&Signature=QRG4a03AYKeoQw-KdpV~GP~YhJAT8Ju~Sur6lkX6fTiloGRmDGCAAn4TYbTsqHI9nGb7Bhw6-0QPCuMON6RDB6f72XAuOC-TdN6czYvbl5fTMgbEg6VjtkY74K1TuOyYmCdbIhfXSbScBI9oViMVjUml6nvMcuGtBixFt51weSEE3cTiMKcYsSgw2ql1InTNep8EPqRjTrZSYcK8E6V3Vuta5xX8briq5Mse6JN6S7pLy5yPnhEORMzhu2GJLidd8VU6J5v~X1qOQtKHz3yXhF0uQ2jonf8FAX5ZxrXXyEseDNyVP9bzmkfokC2mee6reCRNA0GqJ8m4fv~VgSveaNA__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

[disposition=inline%3B+filename%3DPESQUISA_OPERACIONAL_NA_MARINHA_DO_BRASIL.pdf&Expires=1605039653&Signature=QRG4a03AYKeoQw-KdpV~GP~YhJAT8Ju~Sur6lkX6fTiloGRmDGCAAn4TYbTsqHI9nGb7Bhw6-0QPCuMON6RDB6f72XAuOC-TdN6czYvbl5fTMgbEg6VjtkY74K1TuOyYmCdbIhfXSbScBI9oViMVjUml6nvMcuGtBixFt51weSEE3cTiMKcYsSgw2ql1InTNep8EPqRjTrZSYcK8E6V3Vuta5xX8briq5Mse6JN6S7pLy5yPnhEORMzhu2GJLidd8VU6J5v~X1qOQtKHz3yXhF0uQ2jonf8FAX5ZxrXXyEseDNyVP9bzmkfokC2mee6reCRNA0GqJ8m4fv~VgSveaNA__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/58814629/156129.pdf?1554584878=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DPESQUISA_OPERACIONAL_NA_MARINHA_DO_BRASIL.pdf&Expires=1605039653&Signature=QRG4a03AYKeoQw-KdpV~GP~YhJAT8Ju~Sur6lkX6fTiloGRmDGCAAn4TYbTsqHI9nGb7Bhw6-0QPCuMON6RDB6f72XAuOC-TdN6czYvbl5fTMgbEg6VjtkY74K1TuOyYmCdbIhfXSbScBI9oViMVjUml6nvMcuGtBixFt51weSEE3cTiMKcYsSgw2ql1InTNep8EPqRjTrZSYcK8E6V3Vuta5xX8briq5Mse6JN6S7pLy5yPnhEORMzhu2GJLidd8VU6J5v~X1qOQtKHz3yXhF0uQ2jonf8FAX5ZxrXXyEseDNyVP9bzmkfokC2mee6reCRNA0GqJ8m4fv~VgSveaNA__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA). Acesso em: 19 de set. 2020.

RAYMUNDO, E. A.; GONÇALVES, L, W,N.; RIBEIRO, N, S. Pesquisa Operacional na Tomada de Decisão: Modelo de Otimização de Produção e Maximização do Lucro. **Revista Tecnologia e inovação**, Lorena, v. Centro universitário Salesiano de Lorena

UNISAL. Lorena, v. 3, n. 1, p. 12-16, Abr. 2015. DOI 10.24279/jmngmt.v3i1.169. Disponível em: SP. Disponível em: <http://www.revista.unisal.br/lo/index.php/reget/article/view/169>. Acesso em: 07 Set. 2020.

REISMAN, A.; KIRSCHNICK, F. The Devolution of OR/MS: Implications from a Statistical Content Analysis of Papers in Flagship Journals. **Institute for Operations Research and the Management Sciences (INFORMS)**. Maryland, USA. v. 42, n. 4, July-August 1994. Disponível em: <https://pubsonline.informs.org/doi/pdf/10.1287/opre.42.4.577>. Acesso em: 12 de out. 2020.

REJOWSK, R.; PINTO, J. M. Efficient MILP formulations and valid cuts for multiproduct pipeline scheduling. **Computers and Chemical Engineering**. São Paulo, v. 28, n. 8. p. 1511-1528. Jul. 2004. DOI 10.1016/j.compchemeng.2003.12.001. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2003.12.001>. Acesso em: 11 Out. 2020.

RUMSEY, D. Estatística II (para leigos). ed. 2. Rio de Janeiro, Alta Books, 2014.

SANTOS, M. et. al. Proposta de Otimização do Mix de Produção Utilizando o Método Simplex: Um estudo de caso de uma confecção de moda íntima do município de cordeiro. *In*: Simpósio de Engenharia de Produção, 4., 2016, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Recife: Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 2016. ISSN: 2318-9258. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/305619947_PROPOSTA_DE_OTIMIZACAO_DO_MIX_DE_PRODUCAO_UTILIZANDO_O_METODO_SIMPLEX_UM_ESTUDO_DE_CASO_DE_UMA_CONFECCAO_DE_MODALIDADE_INTIMA_DO_MUNICIPIO_DE_CORDEIRO_-_RJ. Acesso em: 7 out. 2020.

SANTOS, M. **Introdução à Pesquisa Operacional: otimização linear**. São Paulo, Sp, 2010. 57 slides, color. Universidade de São Paulo - USP Disponível em: http://wiki.icmc.usp.br/images/8/80/Aula3_ipo_mari.pdf. Acesso em: 25 out. 2020.

SOBRAPO. Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional. **O que é Pesquisa Operacional**. Rio de Janeiro – RJ: SOBRAPO, c2020. Disponível em: <https://sobrapo.org.br/o-que-e-pesquisa-operacional>. Acesso em: 18 Set. 2020.

SPIEGEL, M. R.; SCHILLER, J. J; SRINIVASAN, R. A. **Probabilidade e Estatística - 3ED**: Coleção Schaum. ed. 3. Porto Alegre, Bookman, 2013.

STEINER, M, T, A. et. al. Técnicas da pesquisa operacional aplicadas à logística de atendimento aos usuários de uma rede de distribuição de energia elétrica. **Revista Eletrônica Sistemas & Gestão**, Curitiba, v. 1, n. 3, p. 229-243, Dez. de 2006.

WINSTON, W. L. **Operations Research, Applications and Algorithm**. ed. 3. Belmont - CA. Book publisher Duxbury Press, 1994.

WRITGHT, M, H. The Interior-Point Revolution in Optimization: History, Recent Developments, and Lasting Consequences. **Bulletin (New Series) of the American Mathematical Society**, Phoenix, AZ, v. 42, n. 1, p. 39–56, Set. 2004. DOI 10.1090/S0273-0979-04-01040-7. Disponível em: <https://www.ams.org/journals/bull/2005-42-01/S0273-0979-04-01040-7/>. Acesso em: 25 set. 2020.