

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

AMANDA GOMES DE ASSIS

**MODELO MULTICRITÉRIO DE APOIO A DECISÃO PARA O
PROBLEMA DE CLASSIFICAÇÃO DE MATERIAIS E
MEDICAMENTOS EM UM HOSPITAL UNIVERSITÁRIO**

NATAL/RN
2021

AMANDA GOMES DE ASSIS

**MODELO MULTICRITÉRIO DE APOIO A DECISÃO PARA O
PROBLEMA DE CLASSIFICAÇÃO DE MATERIAS E
MEDICAMENTOS EM UM HOSPITAL UNIVERSITÁRIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, como requisito para a obtenção do título de Mestre da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Orientador (a): Prof. Dr. Ricardo Pires de Souza

NATAL/RN
2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**MODELO MULTICRITÉRIO DE APOIO A DECISÃO PARA O
PROBLEMA DE CLASSIFICAÇÃO DE MATERIAS E
MEDICAMENTOS EM UM HOSPITAL UNIVERSITÁRIO** Por
AMANDA GOMES DE ASSIS

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO
GRANDE DO NORTE COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A
OBTENÇÃO DO GRAU DE

MESTRE EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

AGOSTO, 2021

© 2021 AMANDA GOMES DE ASSIS

TODOS DIREITOS RESERVADOS.

A autora aqui designada concede ao Programa de Engenharia de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Norte permissão para reproduzir, distribuir, comunicar ao público, em papel ou meio eletrônico, esta obra, no todo ou em parte, nos termos da Lei.

AUTORA:

Amanda Gomes de Assis

APROVADO POR:

Prof. Dr. Ricardo Pires de Souza– Presidente.

Prof. Dr. Irami Araujo Filho - Examinador Externo à Instituição.

Prof. Dr. Luciano Menezes Bezerra Sampaio – Examinador Externo ao
Programa.

Reitor da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. José Daniel Diniz Melo

Diretor do Centro de Tecnologia

Prof. Dr. Luiz Alessandro Pinheiro Câmara

Coordenadora de Pós-Graduação de Engenharia de Produção

Prof. Dr^a. Mariana Rodrigues de Almeida

Orientação

Prof. Dr. Ricardo Pires de Souza

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
Sistema de Bibliotecas - SISBI
Catalogação de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Central Zila Mamede

Assis, Amanda Gomes de.
Modelo multicritério de apoio a decisão para o problema de
classificação de materiais e medicamentos em um hospital
universitário / Amanda Gomes de Assis. - 2021.
73 f.: il.

Dissertação (graduação) - Universidade Federal do Rio Grande
do Norte, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção, Natal, RN, 2021.
Orientador: Prof. Dr. Ricardo Pires de Sousa.

1. Estoque - Dissertação. 2. Multicritério - Dissertação. 3.
Classificação ABC - Dissertação. 4. Fittradeoff - Dissertação. I.
Sousa, Ricardo Pires de. II. Título.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pelo dom da vida, por todas as bênçãos que tem colocado em minha vida e por estar sempre ao meu lado em todos os momentos e nunca me deixar desistir.

A minha família, pelo incentivo, dedicação e por me guiarem e me apoiarem a cada nova jornada.

A Thúlio Rafael de Oliveira, meu noivo e melhor amigo, que me ajudou e esteve ao meu lado desde o início do mestrado.

A todos os meus amigos e colegas de mestrado que estiveram comigo nessa jornada, principalmente ao pessoal do grupo de pesquisa HEII que me apoiaram e fizeram parte de cada projeto, artigos, trabalhos e disciplinas, em especial a Ana Flávia, Lucas Araújo, Karinne Sena e Wilkson Ricardo.

Ao meu orientador professor Dr. Ricardo Pires de Souza e a todos os professores do mestrado pela dedicação e ensinamentos.

A equipe do projeto de otimização da gestão de estoques do HUOL que contribuiu diretamente com a pesquisa.

A toda a equipe da UAF pelas contribuições, disponibilidade, convivência e instruções sobre o ambiente da pesquisa, em especial, a Leonardo Araújo e Alexandre Alves.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo suporte financeiro durante o mestrado.

A todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para o meu crescimento pessoal e profissional e pela ajuda e apoio necessário para a conclusão desta pesquisa.

“Só existem dois dias no ano em que nada pode ser feito. Um se chama ontem e o outro se chama amanhã, portanto hoje é o dia certo para amar, acreditar, fazer e principalmente viver.”

Dalai Lama

RESUMO

Para alcançar um bom nível de funcionamento toda e qualquer organização necessita definir níveis de estoques adequados ao seu abastecimento. A fim de corroborar com o planejamento e controle de estoques, existe um método de classificação conhecido como ABC, que categoriza os itens em estoque considerando apenas um critério, que normalmente é a demanda ou o custo unitário do item. Em hospitais, classificar itens em estoque de acordo com um único critério pode não ser eficiente para a gestão e otimização do estoque, pois existem outros critérios a se considerar como, por exemplo, obsolescência e criticidade do item. Dessa forma, este estudo teve por objetivo propor um modelo de apoio a decisão multicritério para auxiliar na classificação do estoque de materiais e medicamentos de um hospital universitário. O estudo seguiu metodologicamente 3 amplas fases: preliminar; modelagem e escolha; e de finalização. A primeira fase identificou os atores do processo, objetivos, critérios e alternativas; na segunda fase ocorreu a escolha e execução do método multicritério de decisão para a resolução do problema (*FITradeoff* de classificação). Por fim, na terceira fase foi realizada a análise e validação dos resultados. No final do processo o modelo de decisão foi considerado válido, pois se obteve a classificação de materiais e medicamentos de acordo com a realidade do estoque e será possível tomar decisões de compras baseadas nas perspectivas do modelo apresentado, otimizando o estoque de materiais e medicamentos.

Palavras-chaves: estoque, multicritério, classificação ABC, *FITradeoff*.

ABSTRACT

To reach a good level of functioning, each and every organization needs to define stock levels that are adequate for its supply. In order to support the planning and control of stocks, there is a classification method known as ABC, which categorizes the items in stock considering only one criterion, which is usually the demand or the unit cost of the item. In hospitals, classifying items in stock according to a single criterion may not be efficient for managing and optimizing the stock, as there are other criteria to consider, such as obsolescence and criticality of the item. Thus, this study aimed to propose a multicriteria decision support model to assist in classifying the stock of materials and medicines in a university hospital. The study methodologically followed 3 broad phases: preliminary; modeling and choice; and finalization. The first phase identified the process actors, objectives, criteria and alternatives; in the second phase there was the choice and execution of the multicriteria decision method to solve the problem (classification FITradeoff). Finally, in the third phase, the analysis and validation of the results was carried out. At the end of the process, the decision model was considered valid, as the classification of materials and medicines was obtained according to the reality of the stock and it will be possible to make purchasing decisions based on the perspectives of the model presented, optimizing the stock of materials and medicines.

Keywords: stock, multicriteria, ABC classification, FITradeoff.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Artigos e <i>reviews</i>	14
Figura 2: Estruturação do trabalho.	15
Figura 3: Definição de cada classe de acordo com os valores <i>qr</i>	23
Figura 4: Etapas do processo de elicitação para problemática de classificação.	25
Figura 5: Curva ABC de estoques.	30
Figura 6: Carta de fluxo para o desenvolvimento da revisão.	32
Figura 7: Evolução da publicação relacionada a <i>Inventory</i> e <i>Multi-criteria</i>	33
Figure 8: Países que se destacam na produção de trabalhos em <i>Inventory</i> e <i>Multi-criteria</i>	34
Figure 9: Palavras-chave encontradas na pesquisa de banco de dados.	35
Figura 10: Sete principais periódicos que mais publicam sobre o tema.....	36
Figura 11: Classificação dos métodos multicritérios dos artigos selecionados quanto as categorias MADM e MODM.	38
Figura 12: Classificação dos métodos multicritérios dos artigos selecionados quanto as categorias MADM e MODM.	39
Figura 13: Classificação da pesquisa.....	42
Figura 14: Estruturação do Modelo.	44
Figura 17: Layout da Unidade de Abastecimento Farmacêutico.	47
Figura 18: Valor monetário dos estoques entre 2018 e 2020.	48
Figura 19: Excesso de estoque.....	48
Figura 20: Atores do processo decisório.	50
Figura 21: Critérios e suas características.	51
Figura 22: Escala de Criticidade.....	52
Figura 23: Alternativas do problema.	53
Figura 24: Matriz de consequências.	55
Figura 25: Intervalos limites de valores para cada categoria.....	56
Figura 26: Planilha de upload do SAD.	56
Figura 27: Ordenação das constantes de escala dos critérios no SAD.	57
Figura 28: Processo de elicitação – primeiro ciclo.....	58
Figura 29: Processo de elicitação flexível.	58
Figura 30: Alternativas classificadas.....	59
Figura 31: Alternativas não classificadas.	60
Figura 32: Variação das constantes de escala.....	61
Figura 33: Limites das constantes de escala.....	61
Figura 34: Síntese da análise de sensibilidade.....	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Journal Citation Report e Scimago Journal Rank dos periódicos citados nesta revisão.....	36
Tabela 2: Critérios proposto por Flores et al (1992) citados pelos artigos considerados para esta revisão.....	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHP – *Analytic Hierarchy Process*

AMD - Apoio Multicritério a Decisão

ELECTRE - *Elimination et choix traduisant la réalité*

FITRADEOFF - Flexível e interativo tradeoff

HEII - *Healthcare, engineering and industrial innovation*

JCR - *Journal Citation Report*

LPP – Problema de programação linear

MADM - Tomada de decisão Multi-atributo

MAUT - Teoria do utilitário de múltiplos atributos

MCDA - Análise decisão de múltiplos critérios

MCDM - Tomada de decisão de múltiplos critérios

MCIC - *Multiple criteria inventory classification*

MODM - Tomada de decisão multiobjetivo

PROMETHEE - *Preference ranking organization method for enrichment evaluations*

SJR- *Scimago Journal Rank*

TOPSIS - *Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution*

UAF – Unidade de Abastecimento Farmacêutico

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	10
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	10
1.2 OBJETIVOS	12
1.2.1 Objetivo Geral.....	12
1.2.2 Objetivos Específicos	12
1.3 JUSTIFICATIVA	12
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	15
CAPÍTULO 2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	16
2.1 ANÁLISE DE DECISÃO.....	16
2.2 MULTICRITÉRIO	17
2.3 FITRADEOFF	21
2.4 GESTÃO DE ESTOQUES	26
2.5 CLASSIFICAÇÃO ABC.....	28
2.6 REVISÃO SISTEMÁTICA.....	31
2.6.1 Análise bibliométrica.....	33
2.6.2 Escopo da Análise.....	37
CAPÍTULO 3 – MÉTODOS E PROCEDIMENTOS	42
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	42
3.2 PROCEDIMENTOS DA PESQUISA	44
CAPÍTULO 4 – ESTUDO DE CASO HOSPITAL UNIVERSITÁRIO ONOFRE LOPES- HUOL.....	46
4.1 AMBIENTE DE ESTUDO.....	46
CAPÍTULO 5 – MODELO MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO PARA CLASSIFICAÇÃO DE ITENS EM ESTOQUE	50
5.1– CARACTERIZAÇÃO DE DECISORES E OUTROS ATORES.....	50
5.2 – DEFINIÇÃO DOS OBJETIVOS.....	50
5.3 – DEFINIÇÃO DOS CRITÉRIOS	51
5.4 – ESPAÇO DE AÇÕES E PROBLEMÁTICA	52
5.5 – MODELAGEM DE PREFERÊNCIAS	54
5.6 – AVALIAÇÃO INTRACRITÉRIO	54
5.7 – AVALIAÇÃO INTERCRITÉRIO	56
5.8 – ANALISAR AS ALTERNATIVAS.....	57
5.9 –ANÁLISE DE SENSIBILIDADE	61
5.10 – ANALISAR RESULTADOS E ELABORAR RECOMENDAÇÕES.....	63

CAPÍTULO 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	65
6.1 CONCLUSÕES	65
6.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	66
Referências	67

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A estocagem é considerada uma área economicamente delicada dentro de qualquer empresa, pois o estoque é responsável por considerável parcela dos seus custos mensais e anuais. Sendo assim é necessária a criação de políticas e ferramentas para sua redução (LUCHEZZI, 2015). Portanto o estoque é uma área sensível dentro de qualquer organização e que se não for gerenciada de forma eficiente pode levar ao colapso da mesma.

Atualmente o número de tipos de itens mantidos por grandes empresas podem chegar facilmente a dezenas de milhares. Do ponto de vista econômico não é viável criar uma política de gerenciamento de estoque para cada item individual. Além disso, itens diferentes podem desempenhar papéis diferentes nos negócios e diferentes níveis de atenção gerencial são necessários. No intuito de resolver esta questão, os itens podem ser classificados em grupos e a classificação ABC é uma das ferramentas mais utilizadas para esse propósito (WEILONG, 2007).

A classificação ABC é baseada no princípio de Pareto, em que 20% das pessoas controlavam 80% da riqueza e isso foi introduzido para o valor monetário dos itens de estoque. Na classificação ABC, os itens são ordenados por ordem decrescente de valor monetário. Os itens classificados na classe A normalmente representa um número relativamente pequeno de itens, porém detêm a maior parte do valor monetário do estoque. Na outra ponta, a Classe C abrange uma grande quantidade de itens, porém representa uma pequena proporção do valor monetário. Por fim o meio termo seria a classe B (GUVENIR; EREL, 1998).

A classificação dos itens nas categorias A, B e C é baseada em apenas um único critério, assim como Pareto fez. Para itens de estoque, esse critério é o item custo. Para muitos itens, no entanto, pode haver outros critérios que representem considerações importantes para gerenciamento. A certeza da oferta, taxa de obsolescência e o impacto de uma ruptura do item são exemplos de tais considerações. Alguns desses critérios pode até pesar mais do que o valor monetário no gerenciamento do item (FLORES; WHYBARK, 1987). Ou seja, um único critério pode gerar problemas significativos de perda financeira.

Neste contexto, devido a necessidade de avaliar dois ou mais parâmetros de decisão, surgem as metodologias de Apoio Multicritério a Decisão (AMD), que inclui vários princípios e métodos analíticos para tomadas de decisões em ambiente considerado complexo (ALMEIDA et al., 2010).

Além dos diferentes parâmetros e critérios, o processo de decisão se desenvolve de maneira caótica, pois são paralelas e sucessivas interações entre as partes interessadas no contexto de seu ambiente (ROY, 1996). Portanto, a subjetividade dos tomadores de decisão é parte importante neste processo, pois são eles que irão interagir com o modelo de decisão.

As abordagens multicritério mostram-se capazes de avaliar e comparar um conjunto de ações para que sirvam de suporte ao processo de modelagem de preferências do decisor, permitindo inclusão de fatores subjetivos nas avaliações (ALMEIDA, 2013).

A partir disso, o presente estudo visou o desenvolvimento de um modelo multicritério de apoio a decisão para classificação de materiais e medicamentos no estoque de um hospital universitário em Natal-RN. O modelo desenvolvido vai auxiliar na gestão de estoque, a fim de fazer uma classificação dos materiais e medicamentos realista envolvendo diversos critérios importantes.

O método *FITradeoff* foi preferencialmente utilizado por ter uma elicitação flexível, ou seja, o *FITradeoff* exige menos informação por parte do decisor e além disso, o decisor não precisa fazer ajustes para a indiferença entre duas consequências, que é uma questão crítica sobre o procedimento tradicional de *trade-off*. É mais fácil para o tomador de decisão fazer comparações de consequências com base em preferência estrita e não em indiferença (ALMEIDA et al., 2016).

Nesta perspectiva, o método de análise multicritério *FITradeoff* de classificação, deve assessorar os gestores do estoque de matérias e medicamentos a ter um controle mais robusto dos seus insumos, sem exigir tanto dos mesmos no processo de elicitação.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Propor um modelo multicritério de apoio a decisão para auxiliar na classificação de materiais e medicamentos de um hospital universitário de Natal-RN.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar como os modelos de apoio à decisão multicritério para classificação de itens em estoque são estruturados;
- Realizar o levantamento dos critérios que representem as características dos itens em estoque;
- Desenvolver um modelo multicritério de decisão adequado às necessidades do estoque do Hospital;
- Validar o modelo desenvolvido com os gestores do estoque.

1.3 JUSTIFICATIVA

De acordo com Pozo (2009) uma das funções mais importantes da administração é o controle de estoque. Seguindo a mesma perspectiva, Chiavenato (1991) explana que para o bom funcionamento de qualquer organização é necessário definir níveis de estoques adequados ao abastecimento, sem resvalar nos extremos: estoque excessivo ou insuficiente.

Para Ballou (2007) o estoque tem diferentes finalidades: melhorar o nível de serviço, incentivar economias de produção, proteção contra alterações no preço, contra oscilações na demanda ou no tempo de ressurgimento e proteção frente as contingências.

No ambiente hospitalar essa realidade não é diferente. Segundo Jarret (1998) o processo de compras e a gestão de estoques são atividades vitais, uma vez que o ambiente hospitalar apresenta dificuldades de prever seu consumo diário, o que faz com que alguns hospitais hesitem em reduzir seus níveis de estoque.

Barbieri e Machline (2009) relatam que devido à complexidade hospitalar que denota uma variedade e um elevado fluxo de materiais, medicamentos, pessoas e profissionais, que estão envolvidos no ambiente, melhorar a gestão dos recursos,

processos e atividades, favorece o desempenho hospitalar frente as carências e dificuldades que os hospitais brasileiros enfrentam.

Desta forma é necessário buscar formas de gerir o estoque. E uma das metodologias existentes é a classificação ABC. De acordo com Pozo (2009) a utilização da curva ABC é extremamente vantajosa, porque reduz as imobilizações em estoques sem prejudicar a segurança, pois controla rigidamente os itens mais importante e superficialmente menos importantes.

Como guias para o esforço de gerenciamento, é necessário que as classes ABC reflitam realmente o que é importante para a gerência, pois outros critérios além do valor monetário podem ser importantes (FLORES; WHYBARK, 1986). Outras questões consideradas na gestão e manutenção de estoques são *lead time*, obsolescência, disponibilidade, substituibilidade, e criticidade (FLORES; WHYBARK, 1987). Dessa forma, o problema de classificação de inventário, com o uso de métodos multicritério de decisão, desperta cada vez mais atenção de pesquisadores e torna-se o foco da pesquisa na gestão de estoques (LI BO, 2004).

Dentro desse contexto, o objetivo da pesquisa é legítimo, pois, orienta a busca da melhoria da gestão do estoque de um hospital e proporcionará benefícios para o mesmo, no sentido de eliminar estoque excessivo, reduzir perdas de material vencido e os custos de estocagem, além de melhorar a organização e a disposição desses recursos dentro do estoque devido a separação em categorias.

Por consequência as melhorias realizadas no estoque do hospital serão sentidas pela sociedade na forma de redução na fila de espera por medicamentos ou até mesmo por atendimento, melhores condições de trabalho para os profissionais da unidade de saúde e melhor gestão dos recursos públicos destinados a aquisição de medicamentos.

No meio acadêmico o estudo possui a vantagem de explorar uma nova possibilidade ao trabalhar a categorização de itens em estoque com o método multicritério *FITradeoff*, pois a pesquisa das seguintes palavras-chave "*multi-criteria*" AND "*inventory*" AND "*fitradeoff*" no *Scopus*, *Science Direct* e *Web of science* até agosto de 2021 não encontrou nenhum estudo com essa abordagem. Além disso, este estudo também poderá servir de base para próximos estudos na área e aperfeiçoamentos futuros.

A Figura 1 apresenta os artigos e *reviews* encontrados utilizando os descritores “*multi-criteria*” AND “*inventory*” no *Scopus* em março de 2020, esta Figura mostra um aumento de publicações na área principalmente a partir do ano de 2008 até os anos atuais, ou seja, mostra uma área propícia para publicações.



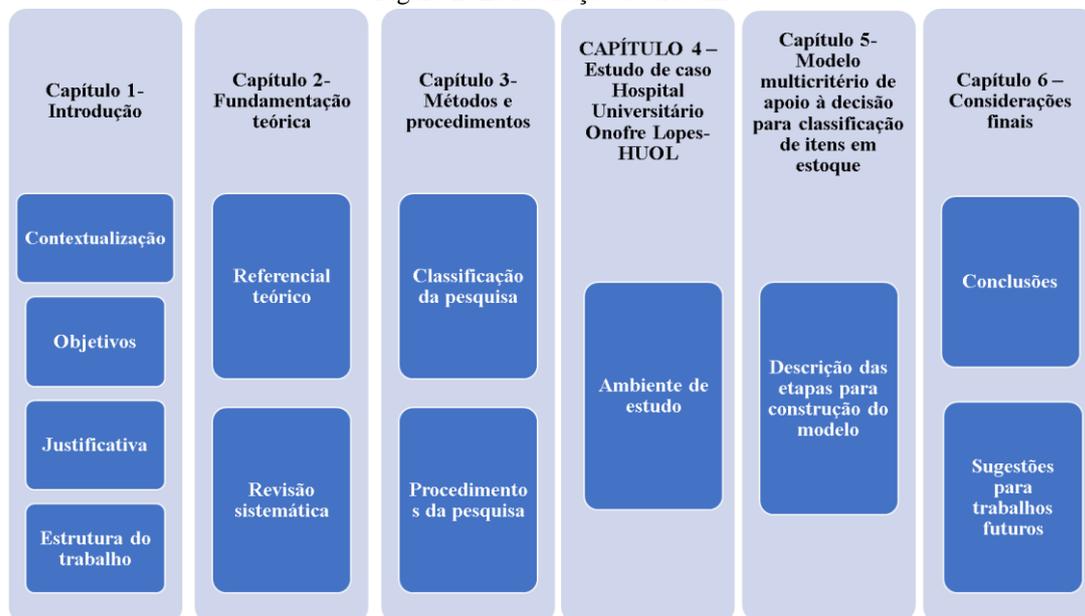
Fonte: Adaptado de *Scopus* (2019).

O aumento no número de artigos na área como mostra a Figura 1 ocorre devido, principalmente, a crescente gama de estudos na área de multicritério, a diversidade de métodos criados e testados na gestão de estoque e a variedade de problemáticas e dados que podem ser avaliados e aplicados na prática.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho está estruturado em cinco capítulos, os quais serão descritos, por conseguinte:

Figura 2: Estruturação do trabalho.



Fonte: Autor (2021).

Capítulo 1 – Neste capítulo é abordada uma contextualização geral sobre a temática do presente estudo, em conjunto com os objetivos e a justificativa, sendo este último argumentado para a academia, empresa e sociedade.

Capítulo 2 – Apresenta uma discussão teórica sobre análise multicritério de decisão, gestão de estoque e classificação ABC, *FITradeoff* e por fim uma revisão sistemática sobre a classificação ABC e multicritério.

Capítulo 3 – Neste capítulo se aborda a metodologia do estudo, contendo a caracterização da pesquisa e os o passo a passo do procedimento que será realizado para execução do modelo.

Capítulo 4 – Nesta divisão se encontra uma descrição do ambiente de estudo e os procedimentos necessários para realização do modelo.

Capítulo 5 – Nesta seção se apresenta os procedimentos necessários para realização do modelo.

Capítulo 6– As considerações finais deverão remeter aos objetivos apresentados no capítulo 1, além disso, serão apresentadas dificuldades e limitações do estudo.

CAPÍTULO 2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 ANÁLISE DE DECISÃO

As decisões são tomadas quando se escolhe fazer ou não coisas ou até mesmo quando se escolhe fazê-las de certa maneira (ROY, 1996). A decisão é desenvolvida através de um processo de aprendizagem, compreendendo, processando informação, avaliando e definindo o problema e suas circunstâncias, dando ênfase nos processos (ZELENY, 1982).

O paradigma da análise de decisão pode ser decomposto em um processo de cinco etapas (RAIFFA; KEENEY, 1975):

- Pré-Análise: O problema é identificado e as alternativas viáveis de ação são dadas.
- Análise Estrutural: O tomador de decisão estrutura a anatomia qualitativa de seu problema. Esta combinação é colocada em um pacote ordenado por meio de uma árvore de decisão.
- Análise de incerteza: O tomador de decisão atribui probabilidades para os ramos que emanam os nós do acaso na árvore de decisão.
- Utilitário ou Análise de Valor: O tomador de decisão atribui valores de utilidade para consequências associadas a caminhos através da árvore.
- Análise de Otimização: O tomador de decisão calcula sua estratégia ótima, aquela estratégia que maximiza a utilidade esperada. Esta estratégia indica o que ele deve fazer no início da árvore de decisão e que escolha ele deve tomar em cada nó de decisão que puder chegar ao longo do caminho.

O aumento da complexidade e da sobrecarga de informações combinado com a redução de tempo disponível para a tomada de decisões, faz com que o tomador de decisão fique sobrecarregado com informações não solicitadas e sem tempo suficiente para analisar a situação, mas ainda assim, deve tomar decisões que tenham implicações ou consequências de alto risco (SAATY,1980).

O termo “*decision making*” foi incorporado ao vocabulário por Charles Bernard (1886-1961), um executivo americano do setor de telecomunicações. Além disso, ele escreveu sobre as funções dos executivos e apontou o processo de tomada de decisão

como um dos temas centrais (BUCHANAN *et al.*, 2006). Além de tomar as próprias decisões, os executivos precisam providenciar que toda a organização que dirigem, ou parte dela, funcione de maneira efetiva (SIMON, 1960).

Essas decisões raramente são tomadas por um único indivíduo e sim por um conjunto de indivíduos que influenciam ou são influenciados por elas. Além disso, a decisão geralmente é o produto de uma interação entre as preferências desses diferentes indivíduos. Neste sentido, se faz necessário o auxílio de decisão, que é a atividade que através do uso de modelos explícitos, mas não completamente formalizados, ajuda a obter elementos de respostas às questões colocadas por um *stakeholder* do processo de decisão (ROY, 1996).

A tomada de decisão é extremamente intuitiva ao considerar problemas de critério único, já que só precisamos escolher a alternativa com a maior classificação de preferência (GWO-HSHIUNG; JIH-JENG, 2011). Quando há a consideração de diferentes escolhas ou cursos de ação, o problema se transforma numa tomada de decisão em critérios múltiplos (MCDM), ou seja, quando existe um número de tais padrões que entram em conflito com uma extensão substancial (BELTON; STEWART, 2002).

Toda decisão que tomamos requer o balanceamento de múltiplos fatores, ou seja, critérios, às vezes explicitamente, às vezes inconscientemente, de modo que, em certo sentido, todos são bem praticados na tomada de decisão multicritério (BELTON; STEWART, 2002).

No entanto, quando o *decision making* avalia alternativas com múltiplos critérios, muitos problemas, pesos de critérios, dependência de preferências e conflitos entre tais variáveis, os problemas se ampliam e precisam ser superados pelos mais sofisticados métodos (GWO-HSHIUNG; JIH-JENG, 2011). É nesse contexto que o multicritério e seus métodos surgem como uma alternativa viável de solução .

2.2 MULTICRITÉRIO

A metodologia multicritério é uma forma de olhar para problemas complexos que são caracterizados por uma gama de objetivos que às vezes não podem ser quantificados por medição ou estimativa. Esta abordagem multicritério permite um maior conhecimento a respeito do problema e soluções propostas, dando ênfase ao julgamento dos decisores,

abrangendo tanto a subjetividade quanto a objetividade inerentes do processo decisório (DODGSON *et al.*, 2009).

O objetivo principal do MCDA é facilitar o aprendizado dos tomadores de decisão sobre compreensão do problema enfrentado, suas prioridades organizacionais, valores e objetivos, explorando estes no contexto do problema para guiá-los na identificação de um preferido curso de ação (BELTON; STEWART, 2002). Os autores tratam que a análise de decisão de múltiplos critérios (MCDA) é comumente considerada por alguns estudiosos como decisão de múltiplos critérios (MCDM), sendo, portanto, análogas.

Existem três fases gerais para o reconhecimento do processo MCDA (BELTON; STEWART, 2002):

- Identificação e estruturação de problemas: as várias partes interessadas, incluindo facilitadores e analistas técnicos, devem desenvolver uma compreensão comum do problema, as decisões que devem ser tomadas, e os critérios pelos quais tais as decisões devem ser julgadas e avaliadas;
- Construção e uso de modelos: são desenvolvidos modelos formais de preferências dos decisores, compensações, metas, etc., de modo que as políticas ou ações alternativas possam ser comparadas entre si de maneira sistemática e transparente;
- Desenvolvimento de planos de ação: fase que se traduz a análise em planos de ação específicos. Vendo o processo de MCDA não apenas em termos de modelagem técnica e recursos analíticos, mas também em termos de apoio e *insights* dado à implementação.

Dentro da fase identificação e estruturação de problemas é necessário conhecer as categorias de problemas, pois vão auxiliar os tipos de saídas exigidas pelo cliente ou usuário do MCDA (ROY, 1996):

- Problemática de escolha: uma simples escolha de um conjunto de alternativas, no caso a “melhor escolha”, indicando a decisão que deve ser tomada;
- Problemática de classificação: classifica as ações em classes ou categorias. Essa problemática leva a uma recomendação defendendo aceitar ou rejeitar certas ações ou fazendo recomendações mais complexas, como "definitivamente aceitável", "possivelmente aceitável", “definitivamente inaceitável”;

- Problemática de ranking: sugere colocar as ações em alguma forma de preferência de ordenação que pode ser uma ordem parcial ou completa das classes contendo ações consideradas equivalentes;
- Problemática de descrição: descreve sistematicamente e formalmente as ações e suas consequências em termos qualitativos e quantitativos, para que os tomadores de decisão possam avaliar essas ações.

O mais corriqueiro é encontrar problemas voltados a uma problemática, mas há casos que se utilizam da sequência de duas problemáticas, e por fim um misto de delas (ROY, 1996).

Dentro da fase construção e uso de modelos é importante ter uma visão geral dos modelos diferentes que foram desenvolvidos para representar as preferências no contexto de problemas multicritérios. Reconhece-se que os modelos podem ser classificados em três grandes categorias, ou escolas de pensamento (BELTON; STEWART, 2002):

- Modelos de mensuração de valor: os escores numéricos são construídos, a fim de representar o grau em que uma opção de decisão pode ser preferida em relação a outra. Tais pontuações são desenvolvidas inicialmente para cada critério individual, e são então sintetizados a fim de efetuar a agregação em modelos de preferência de nível superior;
- Objetivos, aspiração ou modelos de nível de referência: neste modelo é desejável ou satisfatório estabelecer níveis de realização para cada um dos critérios. O processo procura descobrir opções que estejam mais próximo de atingir esses objetivos ou aspirações desejáveis;
- Modelos *outranking*: neste modelo os cursos alternativos de ação são comparados e emparelhados, inicialmente em termos de cada critério, a fim de identificar até que ponto uma preferência pode ser afirmada sobre a outra. Ao agregar essas informações de preferência em todos os critérios, o modelo procura estabelecer a força da evidência, favorecendo a seleção de uma alternativa sobre a outra.

O MCDM convencional considera apenas os problemas de decisão nítidos e não possui paradigma para problemas específicos do mundo real, como decisões em grupo e incertezas quanto a preferências (GWO-HSHIUNG; JIH-JENG, 2011). Por esta questão

o campo da tomada de decisão de múltiplos critérios (MCDM) é dividido em (SAATY, 1980):

- Tomada de decisão multiobjetivo (MODM): quando o espaço de decisão é contínuo, são usadas técnicas de MODM, como problemas de programação matemática com múltiplas funções de objetivo;
- Tomada de decisão Multi-atributo (MADM): lida com espaços de decisão discretos onde as alternativas de decisão são determinadas. Muitos dos métodos da MADM têm uma noção comum de alternativas e atributos.

Para entender melhor a diferença entre as diferentes tomadas de decisão é necessário entender um pouco da sua evolução. A origem histórica do MADM iniciou com as discussões do paradoxo de São Petersburgo pelo Nicolas Bernoulli (1687–1759) e Pierre Rémond de Montmort (1678–1719). Apesar dessas discussões, a resposta para o paradoxo de São Petersburgo veio através da publicação da pesquisa sobre utilidade teoria em 1738 de Daniel Bernoulli (1700–1782) (GWO-HSHIUNG; JIH-JENG, 2011).

Em 1947, Von Neumann e Morgenstern ao publicar o livro, Teoria dos Jogos e Comportamento Econômico, abriram a porta para MADM, pois neste livro eles situaram que os métodos para lidar com os problemas da MADM podem ser divididos em: teoria do utilitário de múltiplos atributos (MAUT) e métodos de superação como *Electre* e *Promethee*. Por fim, em 1965, os conjuntos *fuzzy* foram propostos para confrontar os problemas de informação linguística ou incerta e ser uma generalização da teoria dos conjuntos convencionais (GWO-HSHIUNG; JIH-JENG, 2011).

A história do MODM teve como ponto precursor a publicação de múltiplos objetivos usando o vetor otimização de Kuhn e Tucker (1951), depois veio o método de solução de compromisso de Yu (1973). A partir disso foram feitas várias aplicações em diversas áreas como: investimento e planejamento de transportes, planejamento econômico e de desenvolvimento, planejamento financeiro, condução de negócios e seleção de carteiras de investimentos, gestão de recursos hídricos, políticas públicas e assim por diante (GWO-HSHIUNG; JIH-JENG, 2011).

O MODM convencional ainda ignorava o problema de incerteza subjetiva, os números *fuzzy* foram incorporados ao MODM com os trabalhos de Bellman e Zadeh em 1970 para lidar com problemas mais extensos de tomada de decisão em ambientes

difusos. A partir de então outros estudos vieram nessa linha de pesquisa, pois os estudos estão sendo sempre aprimorados (GWO-HSHIUNG; JIH-JENG, 2011).

Como a pesquisa desenvolvida trabalha com o MADM, é nessa vertente que a pesquisa irá se aprofundar. O MADM é aplicado na faceta de avaliação, geralmente associada a um número limitado de alternativas predeterminadas e classificações de preferência discretas (GWO-HSHIUNG; JIH-JENG, 2011).

2.3 FITRADEOFF

O método *FitTradeoff* é fundamentado a partir do método *Tradeoff* tradicional desenvolvido pelos pesquisadores Keeney e Raiffa (1976). Segundo Almeida (2013) o procedimento de trade-off ocorre sobre as seguintes etapas: avaliação intracritério onde se obtém as funções de valor para cada critério, ordenação dos critérios do melhor para o pior, investigação do espaço de consequências por parte do decisor, obtenção da relação entre as constantes de escala por meio da obtenção das relações de indiferença e por fim a finalização repetindo a obtenção das constantes de escala para cada critério.

Embora o procedimento baseado em *tradeoffs* tenha uma robusta estrutura axiomática, a definição dos pesos utilizado no modelo aditivo é alcançada a partir de valores exatos de indiferença das consequências definidos pelo decisor. O estudo de Weber e Borcharding (1993) alega que essa forma de elicitação dos pesos exige alto esforço cognitivo, apresentando dessa forma as respostas do decisor 67% de inconsistências.

É nesse contexto que surge o *Fittradeoff* (*Flexible and Interactive Tradeoff*) que foi criado por Almeida *et al.* (2016) com o objetivo de obter um processo de elicitação flexível, que requer menos esforço do decisor e, conseqüentemente, promove uma menor inconsistência durante o processo de levantamento de preferências (ALMEIDA *et al.*, 2016).

Os principais pressupostos do modelo *FitTradeoff* são os mesmos que os do procedimento clássico *tradeoff*, a diferença está no fato de que *Fittradeoff* não requer que o decisor determine pontos exatos de indiferença, ao invés disso, utiliza-se informação parcial com respeito aos pesos dos critérios para obter um espaço de pesos. (ALMEIDA *et al.*, 2016).

O conceito de elicitación flexível denota que o processo de elicitación pode ser facilmente alterado e adaptado para diferentes condições. Ou seja, a maneira pela qual o processo de elicitación é realizado não segue uma sequência de procedimentos padronizados, em vez disso, os passos do processo são escolhidos de acordo com as diferentes condições que surgem durante o mesmo (ALMEIDA *et al.*, 2016).

O *FITradeoff* é operacionalizado por um sistema de suporte a decisão, que abrange os seguintes estágios (ALMEIDA *et al.*, 2016; GUSMÃO E MEDEIROS, 2016):

- Avaliação intracritério;
- Classificação dos pesos dos critérios;
- Tentativa de resolver o problema usando os recursos disponíveis no conjunto de pesos;
- Avaliar as preferências do decisor.

Neste último tópico é possível se passar pelas seguintes etapas: definir valores para testar a distribuição de pesos; solicitar ao decisor que declare suas preferências; LPP de computação; finalização.

Inicialmente a concepção do *FITradeoff* foi balizada para resolver apenas problemáticas de escolha da melhor alternativa (ALMEIDA *et al.*, 2016), depois foi percebida a necessidade de estender a problemática do método para problemas de *ranking* (FREJ, ALMEIDA E COSTA, 2019). E, por conseguinte o método incluiu a problemática de *sorting* (KANG, FREJ E ALMEIDA, 2020). É com base no *Fitradeoff* para problemática de classificação (*sorting*) que esse estudo irá trabalhar.

De acordo com Kang e Almeida (2017) o *FITradeoff* para problemática de classificação estabelece classes ou categorias para o problema usando limites inferior e superior denotados por qr . O decisor determina esses valores que devem estar entre 0 e 1, e representam, respectivamente, o pior e o melhor valor global $v(a_j)$ que uma alternativa pode assumir, como é possível visualizar na Figura 3.

Figura 3: Definição de cada classe de acordo com os valores qr .

Categoria	Definição
C_K	$q_{k-1} < v(\mathbf{a}_j) \leq q_k$
C_{K-1}	$q_{k-2} < v(\mathbf{a}_j) \leq q_{k-1}$
\vdots	\vdots
C_r	$q_{r-1} < v(\mathbf{a}_j) \leq q_r$
\vdots	\vdots
C_1	$q_0 < v(\mathbf{a}_j) \leq q_1$

Fonte: Adaptado de Kang e Almeida (2017).

A partir disso, dois modelos de LPP são resolvidos para cada alternativa a_j pertencente ao conjunto discreto de alternativas do problema, a fim de calcular os valores globais maximizados e minimizados para cada alternativa. Considerando o espaço atual dos pesos φ_n obtidos a partir das informações que o decisor forneceu até o momento. Assim que o tomador de decisão fornece mais informações preferenciais ao longo do processo, o espaço dos pesos é refinado e as desigualdades são atualizadas (KANG, FREJ E ALMEIDA, 2020).

$$\begin{aligned}
 s_1 = \text{Min}_{k \in \varphi_n} v(\mathbf{a}_j) &= \sum_{i=0}^n k_i v_i(\mathbf{a}_j) \\
 &\text{s.t.} \\
 &v_1(X''_1) k_1 + \varepsilon \leq k_2 \\
 &v_1(X'_1) k_1 - \varepsilon \geq k_2 \\
 &\dots \\
 &v_{n-1}(X''_{n-1}) k_{n-1} + \varepsilon \leq k_n \\
 &v_{n-1}(X'_{n-1}) k_{n-1} - \varepsilon \geq k_n \\
 &\sum_{i=1}^n k_i = 1 \\
 &k_i \geq 0, \quad i = 1, \dots, n.
 \end{aligned} \tag{1}$$

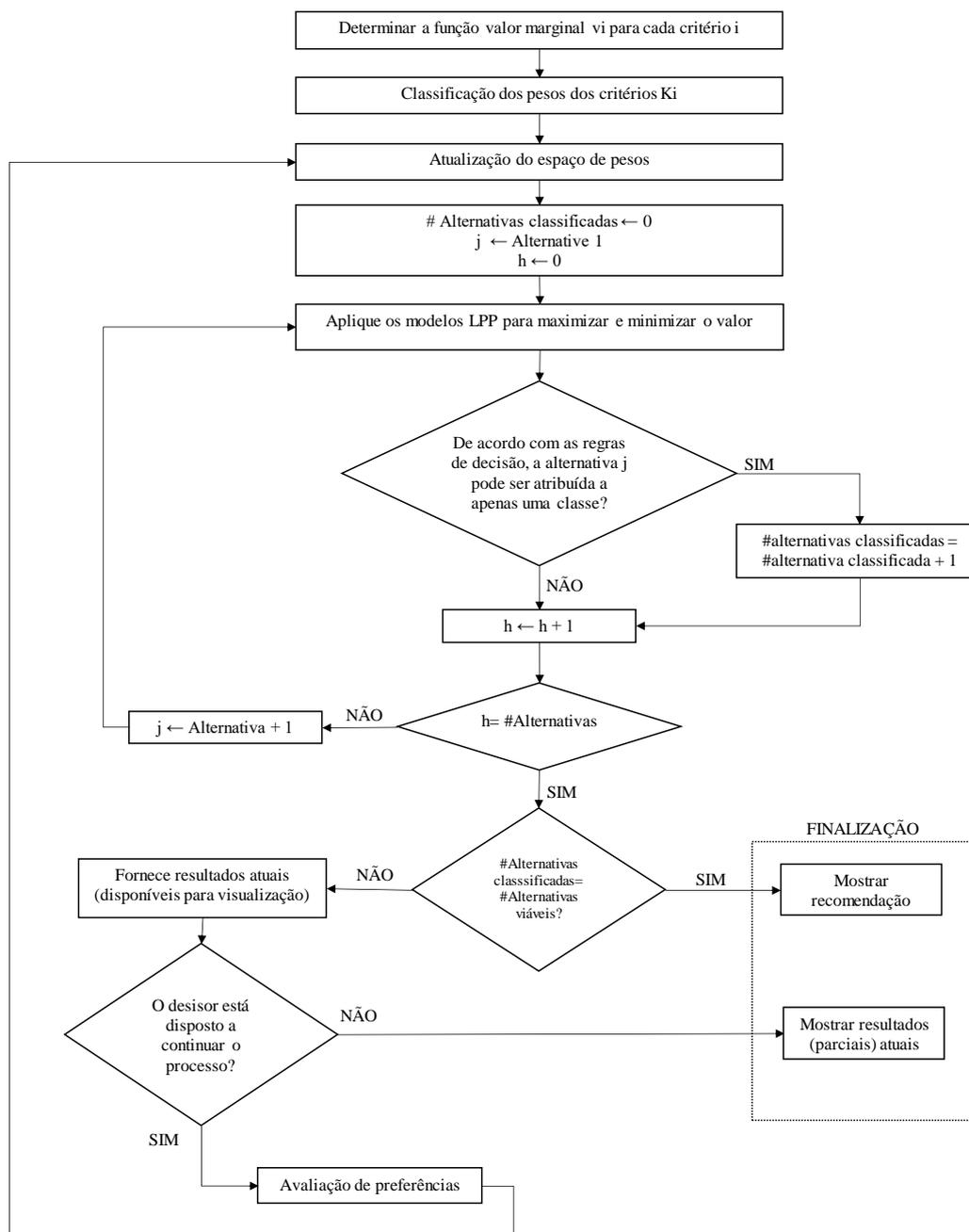
$$\begin{aligned}
s_2 = \text{Max}_{k \in \varphi_n} v(a_j) &= \sum_{i=0}^n k_i v_i(a_j) \\
&\text{s.t.} \\
v_1(X''_1) k_1 + \varepsilon &\leq k_2 \\
v_1(X'_1) k_1 - \varepsilon &\geq k_2 \\
&\dots \\
v_{n-1}(X''_{n-1}) k_{n-1} + \varepsilon &\leq k_n \\
v_{n-1}(X'_{n-1}) k_{n-1} - \varepsilon &\geq k_n \\
\sum_{i=1}^n k_i &= 1 \\
k_i &\geq 0, \quad i = 1, \dots, n.
\end{aligned} \tag{2}$$

Em (1) e (2) são apresentados os LPP, onde s_1 e s_2 são as soluções ótimas de LPP 1 e LPP 2, respectivamente, e ε é uma constante usada para fazer com que as desigualdades estritas tratáveis computacionalmente. Além disso, depois de obter os valores máximo e mínimo $v(a_j)$ dos problemas, outra regra é aplicada, no intuito de decidir se cada alternativa a_j será ou não atribuída a uma categoria. Sendo possível visualizar em (3), como é esta regra (KANG, FREJ E ALMEIDA, 2020).

$$\begin{aligned}
&\text{Se } s_1 > q_{k-1} \text{ e } s_2 \leq q_K \text{ então } a_j \rightarrow C_K \\
&\text{Caso contrário} \\
&\text{Se } s_1 > q_{k-2} \text{ e } s_2 \leq q_{k-1} \text{ então } a_j \rightarrow C_{k-1} \\
&\text{Caso contrário} \\
&\dots \\
&\text{Caso contrário} \\
&\text{Se } s_1 \geq q_0 \text{ e } s_2 \leq q_1 \text{ então } a_j \rightarrow C_1 \\
&\text{Caso contrário} \\
&\text{De acordo com o atual espaço de pesos não é possível atribuir } a_j \text{ a uma única} \\
&\text{categoria.}
\end{aligned} \tag{3}$$

Durante o processo de elicitacão flexível a cada vez que o decisor responde a um questionamento, o espaço de pesos é atualizado, alterando algumas das restrições apresentadas nos problemas de programação linear (1) e (2). Quando todas as alternativas são classificadas a categorias únicas, ou quando o decisor não está mais disposto a continuar o processo de elicitacão, ou então, quando os resultados parciais obtidos em determinado espaço de pesos são considerados suficientes para amparar a decisão, o processo é finalizado (KANG, 2018).

Figura 4: Etapas do processo de elicitación para problemática de classificação.



Fonte: Adaptado de Kang, Frej e Almeida (2020).

A Figura 4 mostra como ocorre o processo de elicitación flexível para a problemática de classificação, na qual é possível perceber que ao ordenar as constantes de escala dos critérios a primeira atualização do espaço de pesos ocorre e os primeiros cálculos das LPP também, a partir disso, inicia-se a verificação de que alternativa se enquadra em qual classe preestabelecida. Se algumas alternativas ainda não puderam ser

classificadas, o decisor pode fornecer mais informações sobre suas preferências para classificá-las nas categorias (KANG, 2018; KANG, FREJ E ALMEIDA, 2020).

2.4 GESTÃO DE ESTOQUES

Pode-se considerar que o estoque é tudo aquilo que é guardado de forma apropriada por um determinado período de tempo até o momento da sua necessidade (LÉLIS, 2007). Estoque pode ser ainda definido como a composição de materiais que não é utilizada em determinado momento na organização, mas que carece existir em função de necessidades futuras (CHIAVENATO, 2014).

As principais funções de um estoque são primeiramente garantir o abastecimento de materiais à organização, a fim de minimizar atraso no fornecimento ou sazonalidade do suprimento, e, por conseguinte, proporcionar economias de escala por meio da compra, rapidez e eficiência no atendimento às necessidades (CHIAVENATO, 2014).

Segundo Tubino (2017) os estoques possuem algumas funções a mais: assegurar a independência entre as etapas produtivas, admitir uma produção constante, possibilitar o uso de lotes econômicos, minimizar os *lead times* da produção, servir como agente de segurança e obter vantagens de preço na compra.

Todas as organizações mantêm estoques, a diferença são os tipos de materiais que são armazenados em cada uma delas. Esses estoques existem principalmente pela diferença de ritmo entre o fornecimento e a demanda, desta forma, se conseguir aproximar as taxas de fornecimento e demanda conseqüentemente se conseguirá reduzir seus níveis de estoques (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

Existem diferentes tipos de estoques, os autores Slack, Chambers e Johnston (2009), citam a existência de pelo menos cinco:

- Estoque de segurança: se refere a um nível mínimo de estoque existente para compensar incertezas inerentes tanto ao fornecimento quanto à demanda;
- Estoque de ciclo: este estoque existiu quando a operação não consegue fornecer simultaneamente todos os itens que produz, pois estes são produzidos em lotes;
- Estoque de desacoplamento: este estoque permite que os processos tenham programações independentes a fim de maximizar a utilização dos recursos;
- Estoque de antecipação: este estoque surge para lidar com a demanda sazonal, quando essa demanda é relativamente previsível;

- Estoque no canal de distribuição: este estoque surge quando não se pode transportar instantaneamente o material entre o ponto de fornecimento e o ponto de demanda.

Chiavenato (2014) classifica os estoques de acordo com o critério de tipos de materiais em:

- Estoque de matérias-primas: constituído de insumos e materiais básicos para a produção de produtos ou execução dos serviços de uma organização;
- Estoque de materiais em processamento: constituído de materiais que estão sendo processados ao longo da cadeia produtiva da organização;
- Estoque de materiais semiacabados: composto de materiais em estágio intermediário de acabamento;
- Estoque de materiais acabados: compõe partes prontas do produto acabado, prontas para montagem;
- Estoque de produtos acabados: produtos acabados, ou seja, que já concluíram todas as fases de processamento.

Apesar dos estoques possuírem um papel importante, existe algumas desvantagens de se possuir estoques: custo do armazenamento, os materiais podem se tornar obsoletos, além de se danificar ou deteriorar, consome espaço, o custo para administrar e estoque, para alguns autores, é capital parado (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

Por isso é importante o equilíbrio ao se trabalhar com estoque, pois seu excesso leva ao desperdício de dinheiro, espaço e outras perdas financeiras devido a custos elevados de armazenamento e sua insuficiência conduz a paradas e interrupções na produção ou fornecimento do serviço, o que também provocam prejuízos às organizações (CHIAVENATO, 2014).

É nesse equilíbrio que entra a gestão de estoque cuja a responsabilidade é de prever, registrar e controlar a movimentação dos materiais dentro da organização. As suas funções se resumem a planejar, controlar e repor os estoques, a fim de maximizar o efeito positivo no retorno de vendas, o ajuste do planejamento da produção e minimizar o capital investido nos mesmos. Logo, o objetivo principal da gestão de estoques é ajustar os investimentos em estocagem, fazendo uso eficiente dos meios internos da organização e consequentemente investindo de forma regulada no armazenamento de produtos (LÉLIS, 2007).

A gestão de estoques pode ser considerada como um conjunto de atividades que visa atender as necessidades de material da organização, com o máximo de eficiência nos pedidos, utilização de espaço, utilização dos próprios materiais e menor custo, tendo como objetivo principal a busca constante do equilíbrio entre a redução dos custos gerais de estoque e o nível de estoque ideal (VIANA, 2000).

O conceito de gestão de estoque teve origem na função de compras com as organizações que visavam a importância de integrar o fluxo de materiais as suas funções de suporte, tanto por meio do negócio, como por meio do fornecimento imediatos aos clientes (SLACK, 2011).

Um dos desafios da gestão de estoques está em planejar e controlar os mesmos, para tentar mantê-los em níveis adequados de dimensionamento, ou seja, o que pedir, quanto pedir e o *lead time* de reposição, tudo isso sem afetar o processo produtivo e sem aumentar os custos financeiros (CHIAVENATO, 2014).

A gestão de estoques é responsável pela definição do planejamento e controle dos níveis de estoque e isso pode ser feito pela demarcação de três diferentes variáveis, primeiro o tamanho dos lotes de reposição, do estoque de segurança e por fim, o modelo adequado de controle de estoque (TUBINO, 2017).

Para auxiliar no planejamento e controle dos estoques os gerentes devem discriminar os diferentes itens estocados, para que possam aplicar um grau de controle a cada item que seja adequado a sua importância, e por fim, investir em um sistema de processamento de informações eficiente para as particularidades do controle de estoque (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

2.5 CLASSIFICAÇÃO ABC

Em qualquer estoque que possua mais de um item armazenado, alguns itens serão mais importantes para a organização do que outros. É em função desse nível de importância que os itens podem ser discriminados, a fim de priorizar e facilitar o controle sobre eles (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009). Já que não é eficaz controlar todas as categorias de produtos usando a mesma taxa, pois o controle de estoque é acompanhado pelos custos de estoque e operacionais (ERASLAN; İÇ, 2019).

Um instrumento útil para diagnóstico das características de demanda que se tem para administrar e tomar a decisão dos tipos de modelos a serem aplicados é a classificação ABC dos itens, conhecido também como curva de Pareto, pois é baseado no princípio de Pareto (TUBINO, 2017).

A lei de Pareto ou regra 80/20 como também é definida, especifica que em torno de 80% das vendas de uma operação são responsáveis por somente 20% de todos os tipos de itens estocados, ou seja, de forma mais simples, significa que poucos itens são responsáveis pela maior parte da movimentação dos estoques (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

A regra de Pareto pode ser usada para classificar diversos tipos de itens mantidos em estoque por sua movimentação de valor. O controle de estoque ABC permite que os gerentes de estoque concentrem seus esforços em controlar os itens mais significativos (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

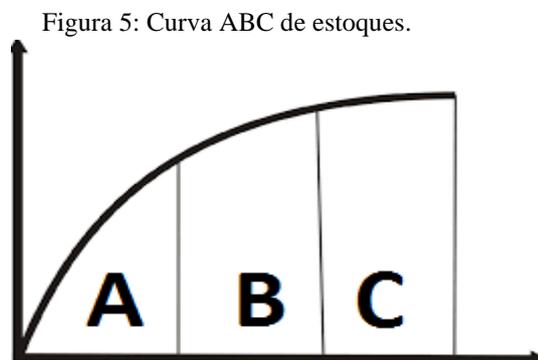
A classificação ABC divide os estoques de acordo com a quantidade ou valor monetário em três classes (TUBINO, 2017):

- Classe A: é constituída de poucos itens, 15% a 20% do total, responsáveis pela maior parte do valor monetário dos estoques, aproximadamente 80%. Esses itens merecem atenção diferenciada devido ao seu peso no investimento dos estoques;
- Classe B: é constituída de uma quantidade média de itens, 35% a 40% do total, esses itens representam aproximadamente 15% do valor monetário dos estoques, ou seja, tem uma importância relativa no valor geral dos estoques;
- Classe C: é constituída de uma enorme quantidade de itens, 40% a 50% do total, esses itens representam aproximadamente 5% a 10% do valor monetário dos estoques. São itens que possuem pouca importância no valor geral dos estoques.

A classificação apresentada acima está com foco no valor monetário, mas a classificação ABC também pode ser feita pela demanda, ou seja, rotatividade do item no estoque, ou pela consequência da falta do item, ou seja, se este item é crítico, além disso, pode ser feito pela incerteza do fornecimento ou obsolescência do item (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

Independentemente da grandeza que está sendo utilizada a forma de fazer a curva é a mesma. De início deve-se colocar os valores da grandeza em ordem decrescente, após

fazer a porcentagem de cada item em relação ao valor global e por fim se acumulam as porcentagens de cada item. É a partir dessa porcentagem acumulada que é possível visualizar até onde vão os itens das classes A, B e C (CHIAVENATO, 2014). Na Figura 5 se tem a ilustração de uma curva ABC.



Fonte: Campos (2004).

A partir da constatação dos itens que são ou não prioritários, a lógica dentro da programação da produção consiste em não gastar muito com controles complexos para gerenciar itens que darão retorno irrisório e em outra ótica, investir em modelos de controles de estoques mais robustos e eficientes para trabalhar de forma competente os itens que trarão categórico retorno financeiro (TUBINO, 2017).

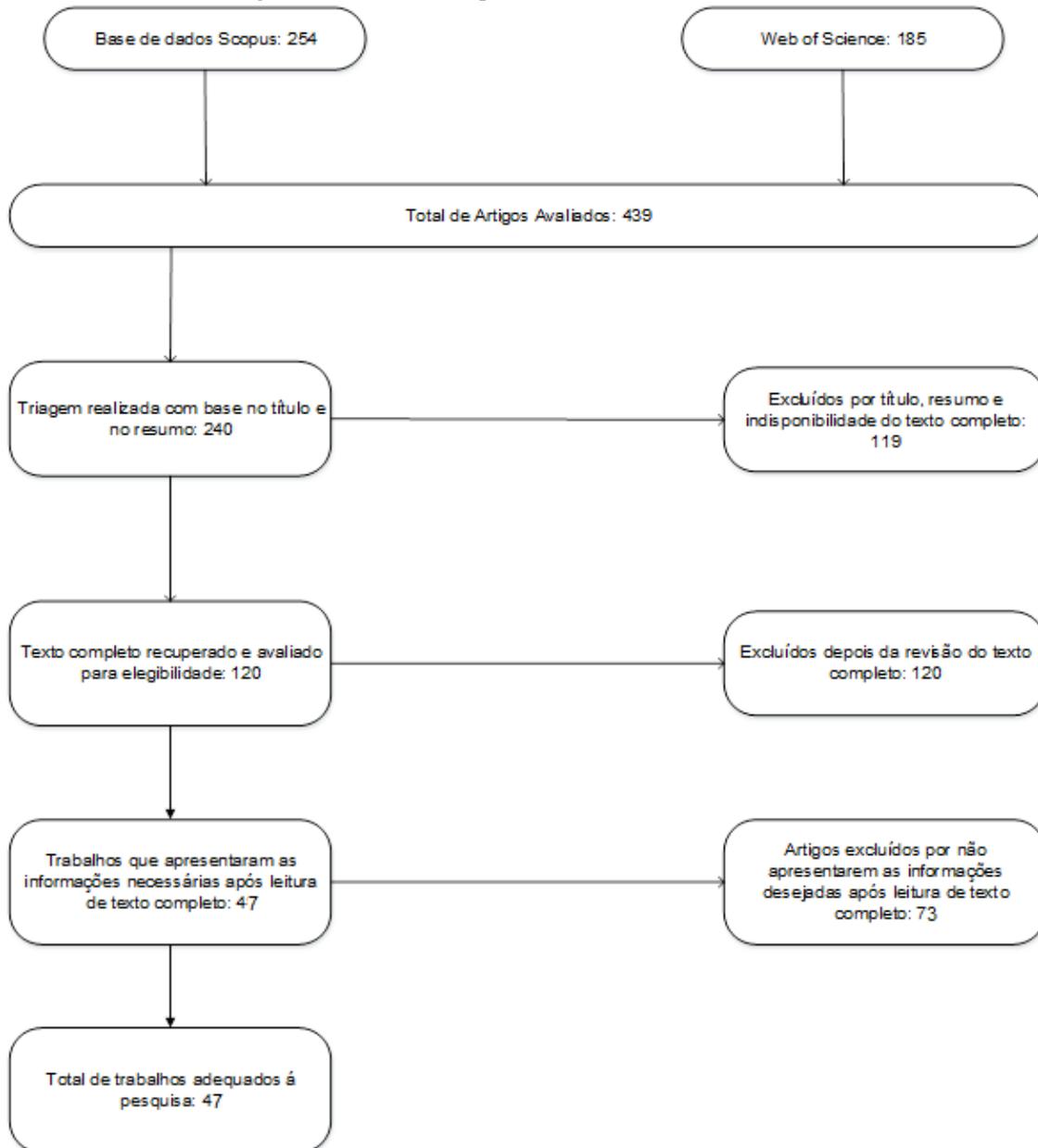
A ideia principal por trás da classificação ABC consiste em gerenciar de maneira eficaz um grande número de itens, determinando a política de controle de estoque apropriada a ser usada para cada categoria de itens. Dessa maneira, os gerentes podem manter os custos de estoque sob controle (DOUISSA; JABEUR, 2020).

2.6 REVISÃO SISTEMÁTICA

Esta revisão desenvolveu uma sistematização de trabalhos científicos relativos à análise de decisão multicritério na gestão de estoques. *Scopus/Embase* e *Web of Science* foram pesquisados em 29 de agosto 2018 para artigos em inglês sem restrição de data. Foram pesquisados os seguintes termos de pesquisa: "*Multi-criteria*" e "*Inventory*". Títulos e resumos foram revisados de forma independente por quatro revisores. O banco de dados *Science Direct* não foi examinado porque está indexado no *Scopus*. O Google Acadêmico não foi considerado devido à preferência dos autores da revisão para o uso de bases de dados revisadas por pares.

Durante a revisão do texto completo, os estudos foram excluídos se não atendiam aos critérios, aplicação de um método multicritério e aplicação na gestão de inventário. Os estudos não foram excluídos com base na qualidade metodológica. O tamanho final da amostra para a análise foi de 140 artigos, provenientes de um total de 439 estudos. Ao final do processo de seleção, restaram 47 artigos científicos para serem revisados. Até o momento da presente pesquisa não foi encontrado nenhum artigo de revisão que abordasse algo relacionado ao tema aqui direcionado. Adiante (Figura 6) há uma representação do percurso de seleção dos artigos que apresentaram características de acordo com o que os interesses de sistematização desta revisão.

Figura 6: Carta de fluxo para o desenvolvimento da revisão.



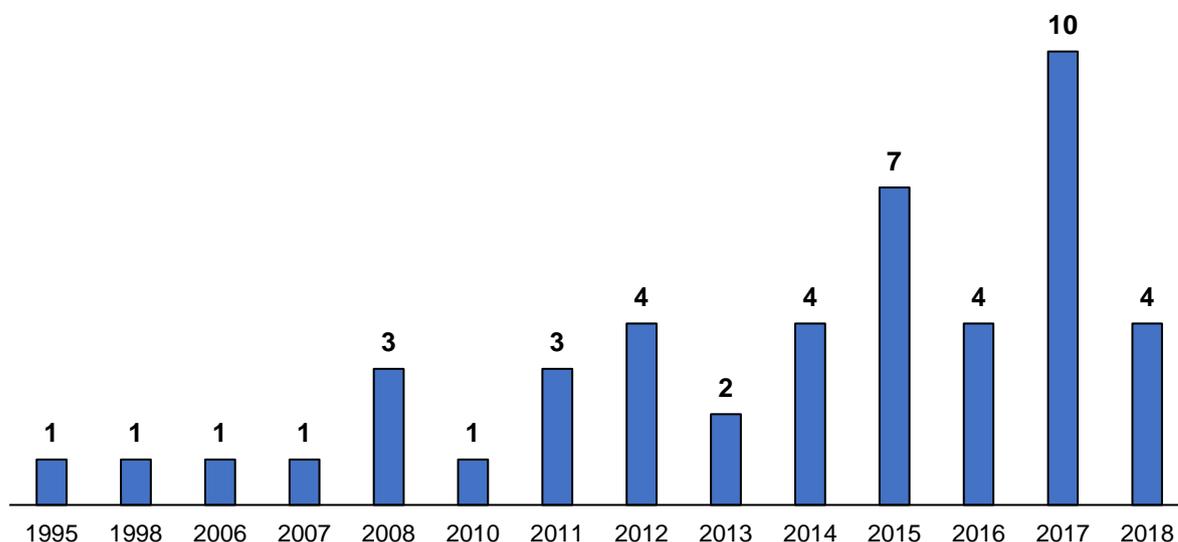
Fonte: Assis *et al.* (2019).

A pesquisa nas bases de dados catalogou os seguintes indicadores nos artigos selecionados: ano da publicação do artigo, revista que foi publicado, *Scimago Journal Rank (SJR)*, país em que o estudo foi realizado, título, autores, palavras-chaves, objetivo do artigo, método multicritério utilizado, critérios utilizados no método, onde foi aplicado, limitações. Com base nesses dados, foi desenvolvida uma análise dos elementos da estatística descritiva e as representações gráficas dessa avaliação foram posicionadas no escopo deste estudo, de forma que as conclusões nele explanadas sejam avaliadas numericamente.

2.6.1 Análise bibliométrica

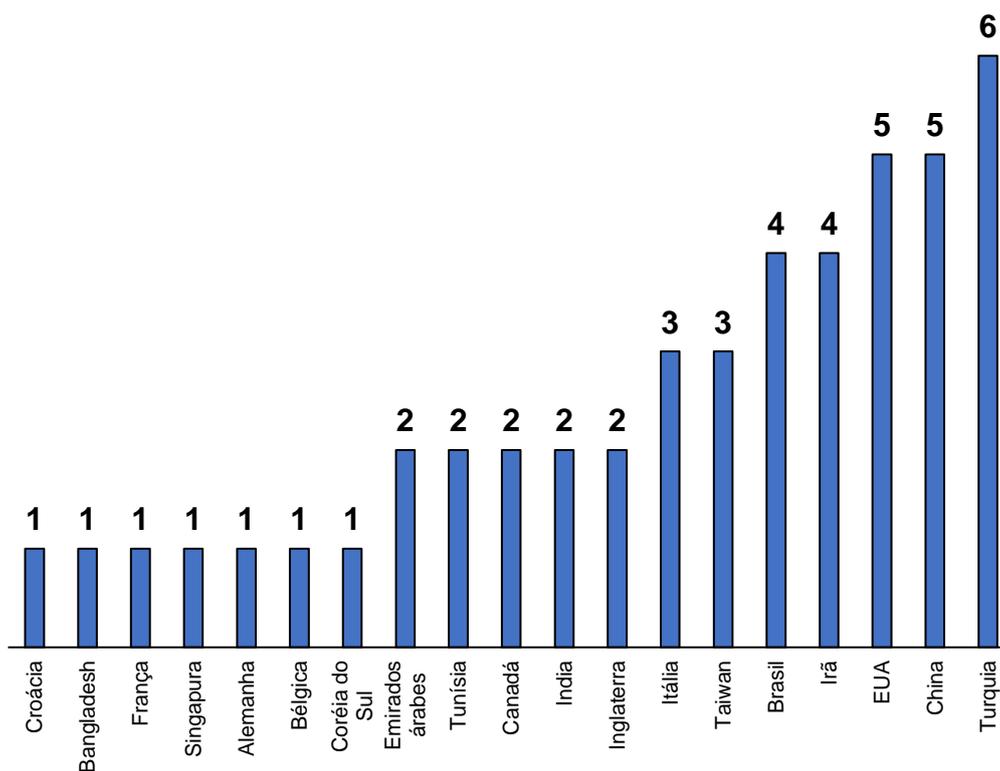
Em relação ao ano em que os artigos foram publicados, nota-se que com o passar do tempo ficou em evidência tendências no que diz respeito ao aumento do número de publicações qualificadas que tratam do tema em discussão como mostra na Figura 7. Com essa revisão, este estudo sistematizou 23 anos de produção científica em relação a *Inventory and Multi-Criteria*.

Figura 7: Evolução da publicação relacionada a *Inventory e Multi-criteria*.



Fonte: Assis *et al.* (2019).

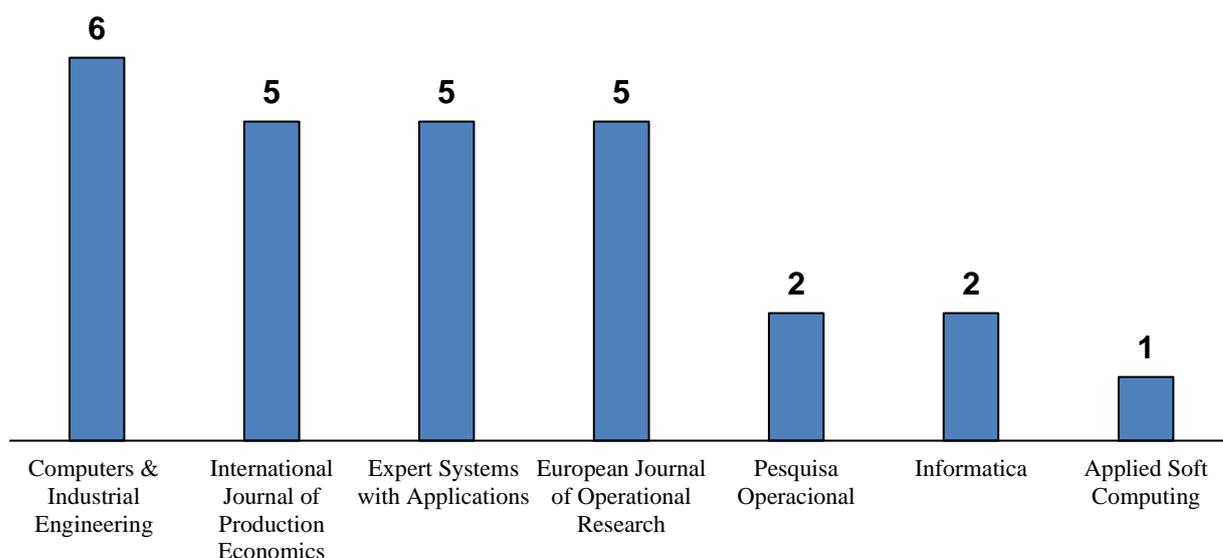
De acordo com os estudos sistematizados os continentes que possuem ênfase dos trabalhos conferidos são a Ásia e a América como se pode perceber na Figura 8, sendo que a primeira é responsável por 53,19% do total das publicações aferidas e a segunda apenas 23,40% deste total. Além disso, observa-se um número reduzido de publicações em *Inventory e Multi-Criteria* na África.

Figure 8: Países que se destacam na produção de trabalhos em *Inventory* e *Multi-criteria*.

Fonte: Assis *et al.* (2019).

Dentre os países que se destacam na produção científica qualificada relacionadas as palavras chave do estudo, a Turquia é o país que possui maior número dos estudos averiguados; em seguida, a China e os Estados Unidos empatam no total de publicações na área.

Figura 10: Sete principais periódicos que mais publicam sobre o tema.



Fonte: Assis *et al.* (2019).

Na Figura 10 apresenta-se o número de artigos publicados por periódicos qualificados. Ao todo foram identificados 28 periódicos diferentes, sendo apresentados somente aqueles que tiveram mais de uma publicação e um que tem o JRC significativo (>1). O JCR é um indicador que avalia e compara por meio de dados de citação e publicação o desempenho dos periódicos, como mostra a Tabela 1 do total de periódicos utilizados 15 possuem o JRC significativo (>1).

Tabela 1: Journal Citation Report e Scimago Journal Rank dos periódicos citados nesta revisão.

Journals	JCR	SJR
Optimization Letters	1,01	1,01
Applied Soft Computing	3,91	1,20
Measurement	2,22	0,73
International Journal for Interactive Design and Manufacturing	-	0,49
Computers & Operations Research	2,96	1,92
International Journal of Production Economics	4,41	2,40
Tehnički Vjesnik	-	0,31
Pesquisa Operacional	-	0,37
International Journal of Advanced Manufacturing Technology	2,60	0,99
Expert Systems with Applications	3,77	1,27
European Journal of Operational Research	3,43	2,44
Computers & Industrial Engineering	3,20	1,46
Production & Manufacturing Research	-	0,56
Electronic Notes in Discrete Mathematics	-	0,26
International Journal of Industrial Engineering Computations	-	0,54
Arabian Journal for Science and Engineering	1,09	0,30

Procedia Manufacturing	-	0,20
Journal of Industrial Engineering and Management	-	0,21
Advances in Mechanical Engineering	0,85	0,27
International Transactions in Operational Research	2,40	1,07
Procedia CIRP	-	0,67
Informatica	1,39	0,46
Procedia Computer Science	-	0,26
Mathematical and Computer Modelling	-	0,00
Journal of Quality in Maintenance Engineering	-	1,44
International Journal of Operations and Production Management	2,96	2,05
IMA Journal of Management Mathematics	1,28	0,54
International Journal of Computational Intelligence Systems	2,00	0,56

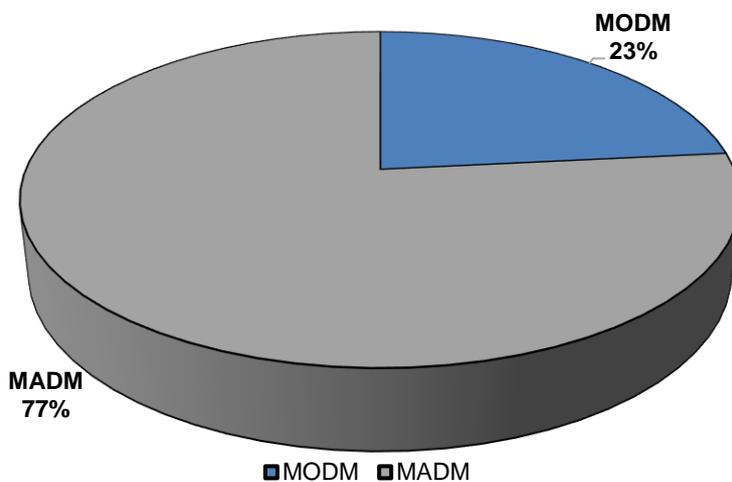
Fonte: Assis *et al.* (2019).

2.6.2 Escopo da Análise

Para facilitar a pesquisa sistemática no campo do MCDM, Hwang e Yoon (1981) sugeriram que os problemas do MCDM podem ser classificados em duas categorias principais: tomada de decisão de múltiplos atributos (MADM) e tomada de decisões múltiplos objetivos (MODM), com base nos diferentes propósitos e objetivos diferentes tipos de dados.

Quando as decisões se encontram em espaço contínuo, as técnicas de MODM são utilizadas, por outro lado, quando o espaço de decisões é discreto as técnicas de MADM são utilizadas. Como percebe-se na Figura 11, nos estudos sintetizados há uma frequência de aplicação da categoria MADM.

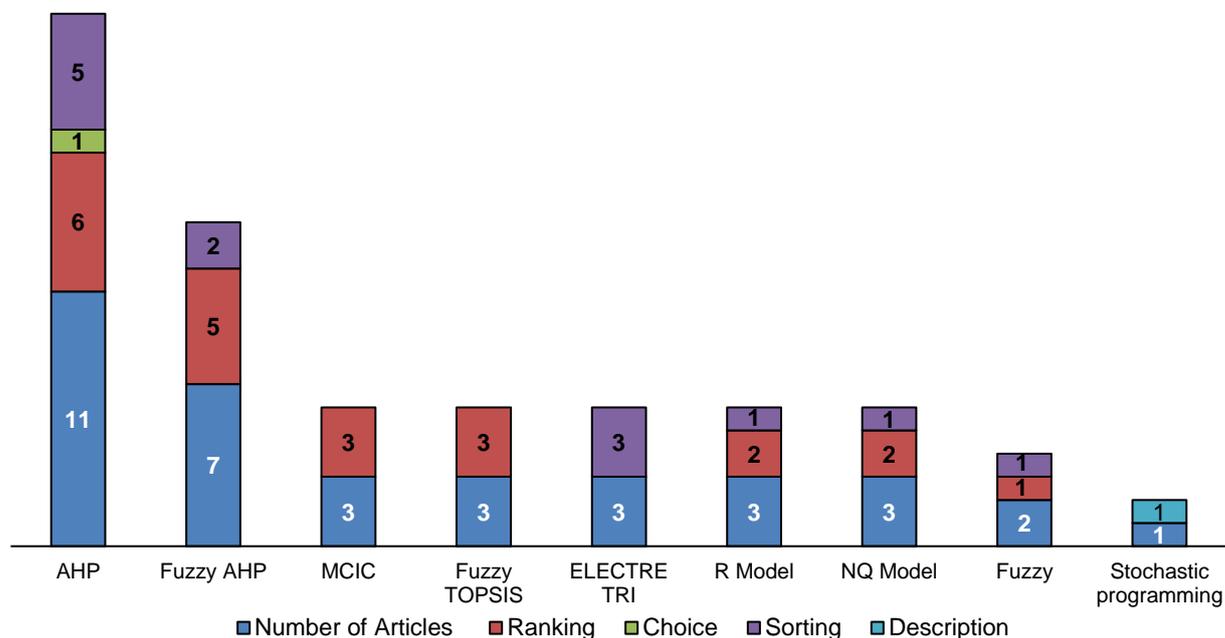
Figura 11: Classificação dos métodos multicritérios dos artigos selecionados quanto as categorias MADM e MODM.



Fonte: Assis *et al.* (2019).

A Figura 12 apresenta os métodos multicritérios mais aplicados nos estudos conferidos e suas respectivas problemáticas. Roy (1996) defini quatro tipos de problemáticas: Problemática de escolha que indica que uma decisão que deve ser tomada; Problemática de classificação que defende aceitar ou rejeitar certas ações; Problemática de ranking que sugere uma ordem parcial ou completa das classes contendo ações consideradas equivalentes; Problemática de descrição que descreve sistematicamente e formalmente as ações e suas consequências em termos qualitativos e quantitativos

Figura 12: Classificação dos métodos multicritérios dos artigos selecionados quanto as categorias MADM e MODM.



Fonte: Assis *et al.* (2019).

A problemática dos métodos multicritérios são classificadas em três grupos: a seleção, em que o objetivo é selecionar uma das opções de solução; a ordenação, que visa criar um ranking das opções de soluções; e a classificação, que classifica as soluções em grupos pré-determinados (DIABY; GOEREE, 2014).

Flores e Whybark (1986) foram os pioneiros ao trabalhar na gestão de inventário com mais de um critério. Para esses autores além do custo existem outros importantes critérios a serem levados em consideração na avaliação do inventário, são eles lead time, obsolescência, disponibilidade, substitutibilidade e criticidade.

A Tabela 2 analisa os critérios utilizados nos estudos sistematizados de acordo com o que foi estabelecido por Flores e Whybark. Como percebe-se apenas o estudo de Ghorabae *et al.* (2015) não teve nenhum dos critérios estabelecidos, isso se deve ao fato de que o trabalho é um *review*, ou seja, não tem nenhuma aplicação. Entre os estudos conferidos é notório uma frequência de utilização dos critérios relacionados a custo, lead time e criticidade.

Tabela 2: Critérios proposto por Flores et al (1992) citados pelos artigos considerados para esta revisão.

Authors	Cost	Lead time	Obsolescence	Availability	Substitutability	Criticality
Bastian, N.D. et al.	X	X				
Baykasolu, A. et al.	X	X	X	X		X
Büyüközkan, G. et al.	X	X				
Cheaitou, A. et al.		X				
Chen, J.-X.	X	X				
De La Vega, D.S. et al..	X	X				
Durán, O.	X					X
Fontana, M.E. et al.	X					
Fontana, M.E. et al.	X					
Hadi-Vencheh, A. et al.	X	X				
Hadi-Vencheh, A.	X	X				
Hamdan, S. et al.	X	X				
Hu, Q. et al.	X	X				X
Iqbal, Q. et al.	X	X				
Iqbal, Q. et al.	X	X				
Kaabi, H. et al.	X	X				
Kabir, G. et al.	X		X			X
Lee, J. et al.						
Lenard, J.D. et al.		X				
İsen, E. et al.	X	X				X
Szajubok, N.K. et al.	X	X		X		
Teixeira, C. et al.	X	X				
Torabi, S.A. et al.	X	X				X
Torkabadi, A.M. et al.		X				
Tsou, C.-S	X					
Zhang, F. et al.	X	X				
Zhou, P. et al.	X	X				X
Chu, C.-W. et al.		X				X
Li, Z. et al.	X	X				
Balaji, K. et al.	X					
Kiriş, S	X					X
Douissa, M.R. et al.	X	X				
Flores, B.E. et al.	X	X				X
Cakir, O. et al.	X	X			X	
Ghorabae, M.K. et al.						
Sarmah, S.P. et al.	X	X				X
Stoll, J. et al.		X				
Soylu, B. et al.	X	X				X
Molenaers, A. et al.		X				
Bacchetti, A. et al.		X				X
Guenir, H.A. et al.	X	X	X		X	
Park, J. et al.	X	X				X
Lolli, F. et al.	X	X				X
Yu, M.-C.	X	X				X

Ishizaka, A. et al.	X		
Ladhari, T. et al.	X	X	X
Zhang, Q. et al.	X	X	X

Fonte: Assis *et al.* (2019).

Como observado na Tabela 2, além dos critérios definidos pelos autores mencionados, também foram aplicados outros como, peso do item, espaço de armazenagem e demanda do item.

CAPÍTULO 3 – MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

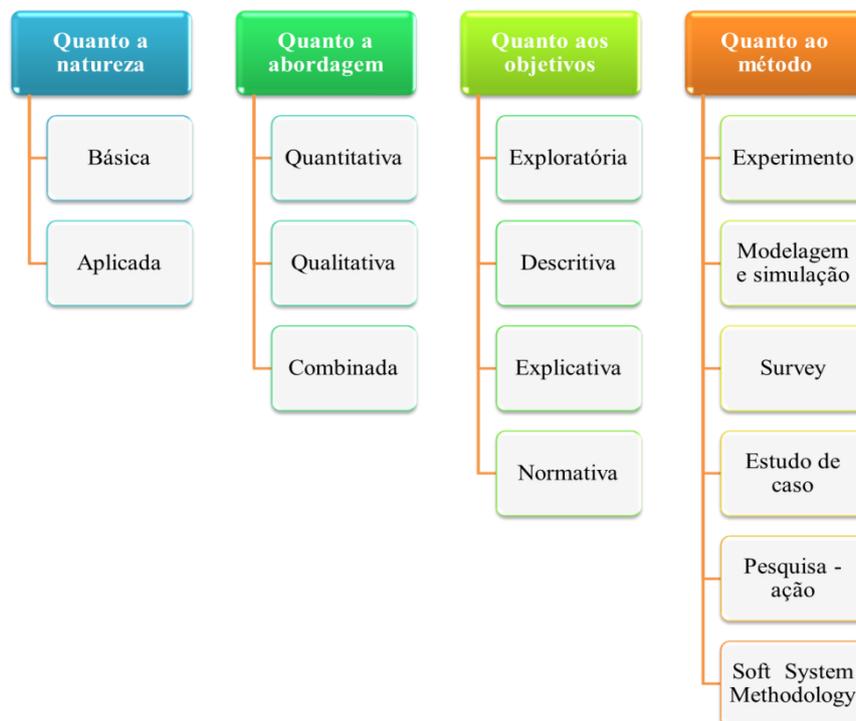
Neste capítulo serão abordados pormenores sobre a classificação desta pesquisa e o procedimento a ser seguido para elaboração do modelo.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Para Gil (2008) a pesquisa é um processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico, que tem por objetivo fundamental descobrir respostas para problemas mediante o emprego de procedimentos científicos. Logo a pesquisa científica é uma atividade fundamental com o objetivo de solucionar problemas de maneira racional, analítica, sistemática e metodológica (RODRIGUES, 2006).

Segundo Turrioni e Melo (2012) a pesquisa científica voltada para a engenharia de produção pode ser classificada em quatro modalidades e dentro de cada modalidade existem os subtipos da pesquisa, como pode ser visto na Figura 13.

Figura 13: Classificação da pesquisa.



Fonte: Adaptado de Turrioni e Melo (2012).

Quanto a natureza básica e aplicada, Ruiz (2009) define que a básica tem por objetivo ampliar generalizações, definir leis, estruturar sistemas e definir hipóteses, já a

aplicada tem por objetivo investigar e comprovar leis e hipóteses. A partir dessa definição, pode-se dizer que o presente estudo quanto a sua natureza é classificado como aplicado, pois se trata de uma aplicação a fim de realizar uma classificação de materiais para o estoque de materiais e medicamentos em um hospital.

Quanto à abordagem pode ser qualitativa, quantitativa ou combinada. De acordo com Turrioni e Melo (2012) a pesquisa quantitativa considera traduzir tudo em números e informações para classificá-las e analisá-las, utilizando-se principalmente da estatística. A pesquisa qualitativa não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas, pois o ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave.

A pesquisa combinada possui aspectos das pesquisas qualitativas e quantitativas em todas ou em algumas das etapas do processo. Dessa forma esta pesquisa tem abordagem combinada na busca da resolução do problema de pesquisa é levada em consideração a subjetividade dos envolvidos.

Quanto aos objetivos a pesquisa é classificada em exploratória, descritiva, explicativa e normativa. A pesquisa exploratória em geral tem poucos dados disponíveis e se deseja aperfeiçoar ideias e construir hipóteses. Já a pesquisa descritiva analisa as características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis.

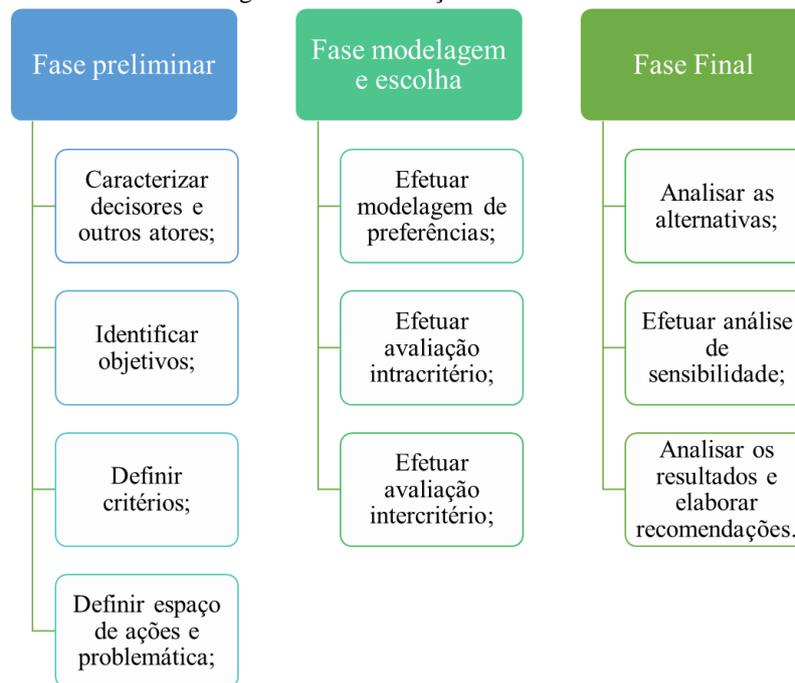
A pesquisa explicativa estuda fatores que determinam a ocorrência de determinados fenômenos, explicar a razão. E por fim a pesquisa normativa está voltada para o desenvolvimento de políticas, estratégias e ações para aperfeiçoar os resultados disponíveis na literatura existente (SANTOS, 2013; TURRIONI; MELO, 2012). Sendo assim, o presente estudo se classifica como descritivo, pois busca um aprofundamento sobre a situação, no intuito de trazer uma nova visão sobre a situação.

Quanto ao método existem diferentes classificações, e dentre elas o estudo de caso é o explanado e utilizado nessa pesquisa. Segundo Santos (2013) o estudo de caso analisa com profundidade um ou mais fatos, a fim de obter um conhecimento com riqueza de detalhes do objeto de estudo. No estudo de caso se delimita a unidade-caso, coleta de dados, análise e interpretação de dados, redação do relatório (GIL, 1989).

3.2 PROCEDIMENTOS DA PESQUISA

Almeida (2013) revela que para o desenvolvimento da modelagem de um problema deve-se ressaltar a existência de diversos caminhos que levam a diversos modelos aplicáveis. Por essa questão é indispensável para a construção de um modelo de decisão seguir um procedimento, para que haja suporte na tomada de decisão. Diante disso, o estudo se propõe a construir o modelo com base no procedimento elaborado por Almeida (2013), onde suas fases e etapas estão dispostas na Figura 14.

Figura 14: Estruturação do Modelo.



Fonte: Baseado em Almeida (2013).

A fase preliminar é composta por quatro etapas, que são elementos fundamentais para a formulação do problema de decisão. A primeira etapa de caracterização de decisores e outros atores é essencial segundo Roy (1996) pois, na medida em que esses atores têm um interesse importante na decisão ou podem afetá-la diretamente através dos sistemas de valores que possuem, é indispensável que sejam identificados. A próxima etapa da fase preliminar é identificar os objetivos estratégicos nos quais se deseja alcançar com a resolução do problema.

Em sequência, a etapa de definir os critérios, esses critérios serão elaborados a partir dos objetivos que se pretende alcançar, eles podem ser estabelecidos de forma quantitativa ou qualitativa, para que entrem no processo de modelagem do problema, para

Roy (1996) devido a um amplo leque de possibilidades para definir os critérios é necessário capturar a essência das consequências desses critérios para a tomada de decisão e satisfazer as partes interessadas do problema. E por fim, definição do espaço de ações e problemática, segundo Almeida (2013) é onde se estabelece o conjunto de alternativas e qual é a problemática, pois esta última vai influenciar na escolha do método.

Na fase de modelagem e escolha suas etapas devem ter um sequenciamento mais flexível do que em outros casos e ao final dessa fase o método de decisão é escolhido e o modelo de decisão é construído, estando pronto para ser utilizado, embora revisões sejam possíveis (ALMEIDA, 2013). Na etapa efetuar modelagem de preferência, para Belton e Stewart (2002) é necessário construir alguma forma de modelo para representar as preferências dos tomadores de decisão e julgamentos de valor. Avaliação intracritério em um método aditivo, é feito admitindo a função valor da alternativa no critério, e assumindo que ela é linear, além de ser normalizado. Avaliação intercritério é feita a partir da elicitación das constantes de escalas (ALMEIDA *et al.*, 2016).

Na fase final é possível avaliar as alternativas, que é a própria aplicação do método juntamente com as preferências do decisor. Efetuar a análise de sensibilidade vai testar a robustez do resultado obtido no método, o que é essencial para posteriormente validar o modelo, segundo Belton e Stewart (2002) de uma perspectiva técnica, a análise de sensibilidade é o exame objetivo do efeito na saída de um modelo de mudanças realizadas nos parâmetros de entrada desse modelo.

A etapa de analisar os resultados é importante, pois é necessário entender todo o cenário por trás do resultado do método, para que seja possível gerar recomendações e que o decisor sinta segurança nelas, Almeida (2013) ressalta que uma boa análise vai indicar ao decisor em que grau ele pode confiar no modelo de decisão utilizado; sendo importante esclarecer ao decisor que todos os modelos são contestáveis, a ideia é buscar o modelo que seja mais útil. Em outras palavras, deve-se informar ao decisor os riscos envolvidos no processo. Com os resultados e suas análises é possível elaborar as recomendações ao decisor, para que no desfecho do modelo ele possa ser validado e replicado.

CAPÍTULO 4 – ESTUDO DE CASO HOSPITAL UNIVERSITÁRIO ONOFRE LOPES- HUOL

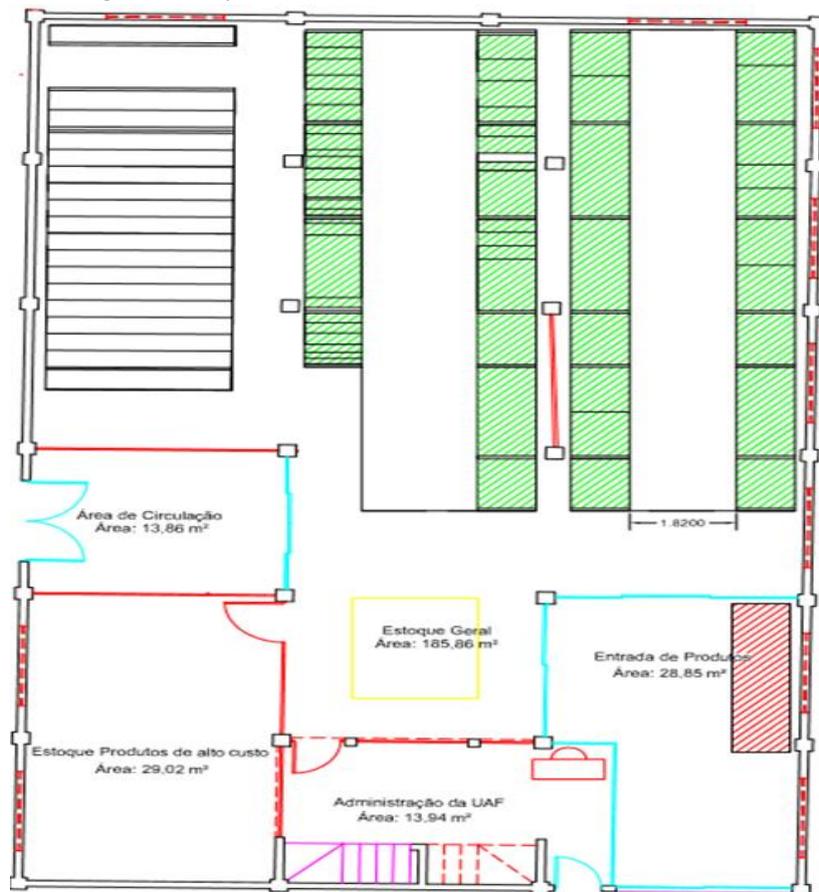
Neste capítulo será descrito algumas características do objeto de estudo que é o estoque do Hospital.

4.1 AMBIENTE DE ESTUDO

O ambiente de aplicação do estudo trata-se de uma unidade hospitalar universitária, localizada na cidade de Natal, no Rio Grande do Norte (RN), atuante no SUS. O cenário é o setor de estoque de materiais e medicamentos do hospital conhecido como Unidade de Abastecimento Farmacêutico (UAF). A UAF apresenta atualmente um número de 17 funcionários, dentre os quais 10 são concursados, em geral responsáveis pela parte administrativa do estoque e pela gerência e 7 são terceirizados responsáveis pela recepção, acondicionamento, transporte dos produtos.

Em relação ao número de itens que são controlados em estoque, tem-se no presente momento, 1506 diferentes itens para serem geridos, sendo dentre eles 1014 materiais médico hospitalares e 492 medicamentos. A UAF é o espaço central para o armazenamento destes tipos específicos de produtos, possui aproximadamente 286 m², mas a unidade não comporta mais a guarda e acondicionamento de todos os materiais existentes. Dessa forma há um ambiente conhecido como entradas com área de aproximadamente 29 m², onde são armazenados produtos que ainda não deram entrada no estoque, como também existe o safinho com área de aproximadamente 114 m², onde são armazenados excessos de produtos que a UAF não abrange. Na Figura 17 é possível visualizar o *layout* atual da unidade.

Figura 17: Layout da Unidade de Abastecimento Farmacêutico.

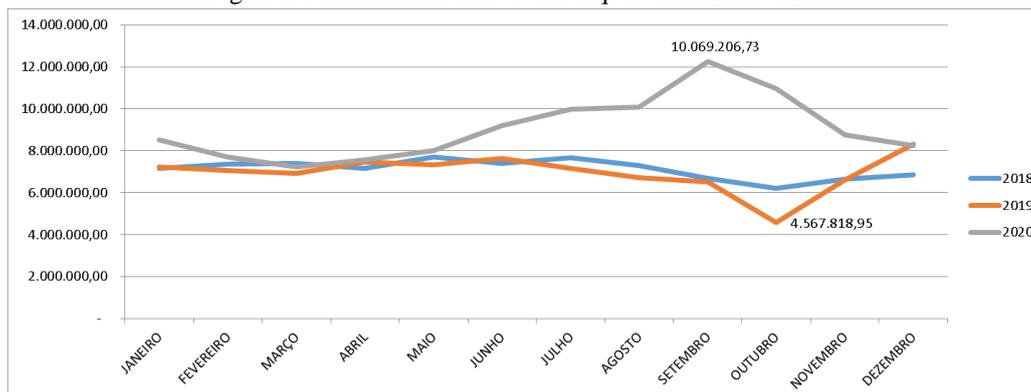


Fonte: Projeto de otimização da gestão de estoques (2019).

O fluxo de movimentação dos produtos no arranjo apresentado ocorre da seguinte forma: o material ingressa pela área de entradas de produtos, onde aguarda a checagem, etiquetagem e outros procedimentos iniciais para ficar disponível no estoque, em seguida é armazenado na estrutura metálica (representada pela cor verde) ou nos armários deslizantes. Já na saída, os produtos são reunidos na área de circulação, onde os pedidos são conferidos e encaminhados para seu destino.

Para se perceber a importância desse estoque, a Figura 18 apresenta dados de valor monetário de estoque por mês, desde o ano de 2018 até o ano de 2020. No ano de 2018 é possível notar uma pequena tendência de diminuição do valor monetário no mês de outubro, mas não da forma como se apresentou em outubro de 2019, na qual ficou evidenciado uma diferença em torno de 2 milhões. Já em contrapartida setembro de 2020 apresentou o maior valor monetário do estoque até então, uma justificativa para essa alteração se encontra na pandemia do covid-19, onde o estoque esteja se adaptando a nova realidade.

Figura 18: Valor monetário dos estoques entre 2018 e 2020.



Fonte: Projeto de otimização da gestão de estoques (2019).

Contudo a adaptação aos novos tempos deve ser feita de forma planejada, pois não necessariamente ao se gastar mais significa que não existem rupturas no estoque e muito menos que esse dinheiro esteja sendo bem empregado. Na Figura 19 se podem ver alguns dos tipos de produtos disponíveis na UAF, seu consumo mensal e o que existe deste produto em estoque, mostrando que existe material como a seringa descartável com estoque para 47 meses.

Figura 19: Excesso de estoque.

CÓDIGO	MATERIAL	CONSUMO	DISPONÍVEL	ESTOQUE EM MESES
403091	SERINGA DESCART. 20ML S/AGULHA - LUER LOCK	2666.7	126750	47.53125
400174	DETERGENTE ENZIMÁTICO CONCENTRADO - LITRO	7.2	255	35.48969072
294182	FITA ADESIVA HOSPITALAR BRANCA - 19MMX50M	227.7	6324	27.76841763
400273	COMPRESSA DE GAZE HIDRÓFILA ESTÉRIL COM FIO RADIOPAÇO - 10CM X 10CM - PACOTE COM 10 UNIDADES	1880.7	29250	15.55238283
12777	METRONIDAZOL. 5 MG/ML. SOLUÇÃO INJETÁVEL. 100 ML	635.2	8760	13.79125364
400649	PULSEIRA TÉRMICA PARA IDENTIF. DE PACIENTE - ADULTO - BRANCA	738.1	10000	13.54809574
400819	NUTRIÇÃO PARENTERAL. COMPOSTO POR AMINOÁCIDOS + GLICOSE (48 G + 150 A 170 G) + ELETRÓLITOS. 790 KCAL. S/ LÍPIDIOS 1.000 ML	5.9	80	13.5
293801	ALGODÃO HIDRÓFILO EM ROLO - 500G	116.6	1536	13.1698952
294163	AVENTAL CIRÚRGICO IMPERMEÁVEL ESTÉRIL. MANGA LONGA - TAMANHO "M"	196.6	2450	12.4646693
403253	AGULHA HIPOD. DESCART. 25 X 08	8953.1	109000	12.17458932
400643	LUVA P/ PROCEDIMENTO ESTERIL TAM. "M" - PAR	3525.9	32000	9.075630252
273774	LINHA DE SANGUE ARTERIAL PARA HEMODIALISE S/ CATÁBOLHA - ADULTO	197.9	1661	8.393599102
400642	LUVA CIRÚRGICA EM LÁTEX NATURAL - Nº 7,5	5170.4	36600	7.078796562
293773	TOUCA PARA SUSTENTAÇÃO DOS CABELOS. MEDINDO 35 (+/- 5) CM	16796.3	111300	6.62646086
400646	MÁSCARA CIRÚRGICA RETANGULAR COM TIRAS - 3 CAMADAS	27553.7	178900	6.492775052
294089	COLETOR DE URINA SISTEMA FECHADO 2000 ML	367.8	2375	6.45705367
400640	LUVA CIRÚRGICA EM LÁTEX NATURAL - Nº 8,0 - PAR	1763.0	10400	5.899159664
294053	EXTENSOR BAIXA PRESSÃO CONECTOR MACHO E FEMEA - 20CM	483.3	2750	5.689655172
400528	SERINGA DESCART. 20ML S/AGULHA - LUER SLIP	14323.9	77700	5.424518545
400641	LUVA CIRÚRGICA EM LÁTEX NATURAL - Nº 7,0	4118.5	22200	5.39028777
400656	SERINGA DESCART. 5ML S/AGULHA - LUER LOCK	7916.0	42466	5.36455297
269466	ENOXAPARINA SÓDICA. 60 MG/0.6 ML. SERINGA PREENCHIDA	342.6	1790	5.224864865

Fonte: Projeto de otimização da gestão de estoques (2019).

Arelado a isso percebe-se que a unidade precisa melhorar em relação a sua eficiência orçamentária, além da alocação e distribuição dos recursos físicos para estoque. Todos esses pontos podem ser aprimorados a partir de uma melhor gestão sobre os recursos disponíveis a fim de maximizar a qualidade do serviço prestado aos pacientes com a disponibilidade dos produtos necessários e a diminuição das rupturas de estoques.

As conjunturas apresentadas em relação ao ambiente de estudo mostram a necessidade iminente de uma gestão de estoque satisfatória, pois a que é feita até então não se apresenta efetiva. O que induziu a indigência de um modelo de classificação de itens em estoque de acordo com os critérios relevantes para o estoque de um hospital.

CAPÍTULO 5 – MODELO MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO PARA CLASSIFICAÇÃO DE ITENS EM ESTOQUE

Neste capítulo será apresentado todas as etapas de estruturação do modelo baseado no procedimento definido por Almeida (2013).

5.1– CARACTERIZAÇÃO DE DECISORES E OUTROS ATORES

Como a pesquisa é aplicada no estoque de materiais e medicamentos do hospital universitário, conhecida como UAF, os atores que participaram ativamente da construção do modelo estão presentes na Figura 20.

Figura 20: Atores do processo decisório.

ATORES	DESCRIÇÃO	ATUAÇÃO NA ELABORAÇÃO DO MODELO
DECISOR	Gerente da Unidade de Abastecimento Farmacêutico	Participou efetivamente da construção do modelo estabelecendo critérios, validando dados, no processo de elicitação e tomada de decisão.
ESPECIALISTA	Assistente administrativo da Unidade de Abastecimento Farmacêutico	Colaborou com a coleta e validação das informações.
ANALISTAS	Pesquisadores	Participaram de todas as etapas para que o modelo fosse construído de forma satisfatória.

Fonte: Autor (2021).

A triagem desses atores se esclarece devido ao conhecimento que eles dispõem sobre como funciona a gestão dos itens em estoque, além da experiência que o gerente possui na utilização dos materiais e medicamentos em campo, pois o mesmo é farmacêutico. Sendo eles essenciais para o entendimento de todas as perspectivas em relação ao problema.

5.2 – DEFINIÇÃO DOS OBJETIVOS

Os objetivos que devem ser alcançados ao final da execução do modelo de decisão foram estabelecidos de acordo com as necessidades do referido decisor e do objeto de estudo, que é o estoque de materiais e medicamentos. Dessa forma, foram determinados os seguintes objetivos:

- Conseguir ter um diligente controle orçamentário, para que o dinheiro seja distribuído da melhor forma entre os itens existentes no estoque, sem ultrapassar os limites da instituição;
- Atender as necessidades assistenciais do hospital, para que não haja falta de nenhum item quando ele for solicitado;
- Garantir a continuidade do serviço assistencial, tendo ciência do tempo de ressuprimento dos itens;
- Garantir que os itens mais críticos do estoque não tenham desabastecimento;
- Contrabalançar a necessidade do serviço assistencial com o espaço físico disponível.

Todos os objetivos foram acertados em uma conferência com o decisor através de uma plataforma de reuniões *online*, que ocorreu no dia 15 de março de 2021.

5.3 – DEFINIÇÃO DOS CRITÉRIOS

Os critérios foram discorridos e determinados em função dos objetivos apresentados no tópico 4.2.2, na Figura 21 estão disponíveis os critérios, os objetivos aos quais eles estão relacionados, descrição do critério, tipo de atributo e tipo de função.

Figura 21: Critérios e suas características.

Critério	Objetivo relacionado	Descrição	Tipo de atributo	Tipo de Função
Custo	Equilibrar controle orçamentário	Custo unitário de cada item em reais	Natural	Minimização
Demanda	Atender as necessidades assistenciais	Demanda mensal de cada item	Natural	Maximização
Lead time	Garantir a continuidade do serviço assistencial	Tempo em dias da confirmação do fornecedor até o item estar disponível para uso em estoque	Natural	Minimização
Volume	Trabalhar com o espaço físico disponível	Dimensão de espaço em m ³ que o acondicionamento do item ocupa	Natural	Minimização
Critidade	Evitar desabastimento de itens críticos	Valoração do item de acordo com sua necessidade no hospital	Construído	Maximização

Fonte: Autor (2021).

A criticidade foi construída numa escala de 3 níveis e o esclarecimento de cada nível foi baseado na classificação de criticidade ZYZ que Sfosinh *et al.* (2012) propuseram para categorizar itens no ambiente hospitalar.

Figura 22: Escala de Criticidade.

Nível de criticidade	Leitura	Descrição
1	Baixa Criticidade	Caso falte não acarreta paralisações, nem riscos à segurança do paciente; tem elevada possibilidade de usar substitutos, além da facilidade de obtenção.
2	Média Criticidade	Caso falte pode provocar paradas e colocar em risco as pessoas e ambiente; pode ser substituído por outros com relativa facilidade.
3	Alta Criticidade	Caso falte pode provocar paradas e colocar em risco a segurança do paciente e instituição; e não pode ser substituído por outros equivalentes

Fonte: Baseado em Sfosinh et al. (2012).

Os critérios foram todos acordados com decisor e são considerados mutuamente independentes. Vale salientar que três dos critérios estabelecidos (custo, *lead time* e criticidade) encontram-se na Tabela 2 como preferencialmente empregados quando se trabalha com problemas de estoques. Após a definição desses critérios é possível ir para a próxima etapa, onde se pode definir as alternativas ou ações que são utilizadas na resolução do problema.

5.4 – ESPAÇO DE AÇÕES E PROBLEMÁTICA

Optou-se por trabalhar apenas com materiais e medicamentos que tiveram seus volumes dimensionados durante o início do projeto de otimização da gestão do estoque do HUOL com a implementação de ferramentas *lean healthcare*, no ano de 2019. Isso se justifica devido o volume dos itens ter sido estabelecido como um critério, e para obter essa variável era necessário ir em *loco* e com a pandemia de COVID-19 o acesso ao Hospital ficou restrito pois o mesmo recebeu pacientes com a enfermidade.

Portanto, dentre uma variedade em torno de 1500 itens distintos, foram selecionados 48 itens sendo 26 medicamentos e 22 materiais médico hospitalares. É possível visualizar as alternativas na Figura 23, organizadas em ordem alfabética.

Figura 23: Alternativas do problema.

AGULHA ASPIRATIVA DE MIELOGRAMA 16G - 6CM A 7CM	FOLINATO DE CÁLCIO, 50 MG, PÓ LIÓFILO
ALBUMINA HUMANA, 20%, SOLUÇÃO INJETÁVEL, 50 ML	INTRODUTOR RADIAL PERCUTÂNEO COM VÁLVULA HEMOSTÁTICA - 5F - 11CM
ALCOOL ETILICO A 70% P/V - 100ML	LUVA CIRÚRGICA EM LÁTEX NATURAL - Nº 7,0
ALCOOL ETILICO A 70% P/V - FR 250ML	LUVA CIRÚRGICA EM LÁTEX NATURAL - Nº 7,5
ALCOOL ETÍLICO, 70%, GEL - FR 500G	LUVA CIRÚRGICA EM LÁTEX NATURAL - Nº 8,0 - PAR
ALTEPLASE, 50 MG, PÓ LIÓFILO	LUVA PARA PROCEDIMENTO NÃO CIRÚRGICO EM LÁTEX - TAMANHO PEQUENO
BISTURI RETO PARA PARACENTESE (INCISÃO AUXILIAR) - 15 GRAUS	MÁSCARA CIRÚRGICA RETANGULAR COM TIRAS - 3 CAMADAS
CATETER DUPLO LUMEN P/ HD LONGA PERMAN. 14,5FR X 36CM	MÁSCARA DE PROTEÇÃO FACIAL, TIPO RESPIRADOR - N95/PFF-2
CATETER PARA ACESSO SUBCLAVIA DUPLO LUMEN - 7F X 20CM	MEROPENEM, 1 G, PÓ LIÓFILO.
CEFAZOLINA SÓDICA, 1 G, PÓ LIÓFILO	METILCELULOSE, 2%, SOLUÇÃO INTRA-OCULAR, 1,5 ML
CEFTRIAXONA SÓDICA, 1 G, PÓ LIÓFILO, ENDOVENOSO	NALBUFINA CLORIDRATO, 10 MG/ML, SOLUÇÃO INJETÁVEL, 1 ML
CLIP MEDIO-GRANDE, P/ CLIPADOR LAPAROSCOPICO	OXACILINA, 500 MG, PÓ LIÓFILO
CLIP PEQUENO P/ CLIPADOR LAPAROSCOPICO.	OXALIPLATINA, 100 MG, PÓ LIÓFILO
CLORETO DE SÓDIO, 0,9%, SOLUÇÃO INJETÁVEL, SISTEMA FECHADO, 100 ML	PIPERACILINA SÓDICA + TAZOBACTAM SÓDICO (4 G + 500 MG), PÓ LIÓFILO
COMPRESSA DE GAZE HIDRÓFILO ESTÉRIL - 7,5CM X 7,5CM - PACOTE COM 10 UNIDADES	REMIFENTANILA CLORIDRATO, 2 MG, PÓ LIÓFILO
CONTRASTE RADIOLÓGICO, NÃO IÔNICO DE BAIXA OSMOLARIDADE, 300 A 320 MG DE IODO/ML, SOLUÇÃO INJETÁVEL, 100 ML	SERINGA DESC. P/ INSULINA 1ML, COM AGULHA
CONTRASTE RADIOLÓGICO, NÃO IÔNICO DE BAIXA OSMOLARIDADE, À BASE DE IOVERSOL, 320 MG DE IODO/ML , SOLUÇÃO INJETÁVEL, 125 ML	SERINGA DESCART. 20ML S/AGULHA - LUER LOCK
DETERGENTE ENZIMATICO CONCENTRADO - LITRO	SEVOFLURANO, ANESTÉSICO INALATÓRIO, 250 ML
ENOXAPARINA SÓDICA, 40 MG/0,4 ML, SERINGA PREENCHIDA	SOLUÇÃO AQUOSA GLUTARALDEIDO PARA USO GERAL 2%
EQUIPO PARA ADMINISTRAÇÃO DE SOLUÇÕES PARENTERAIS POR BOMBA DE INFUSÃO	SUFENTANILA CITRATO, 50 MCG/ML, INJETÁVEL, 1 ML
ESTABILIZADOR PARA CIRURGIA CORONARIA COM MECANISMO DE SUCCAO.	TIGECICLINA, 50 MG, PÓ LIÓFILO
EXTENSOR BAIXA PRESSAO CONECTOR MACHO E FEMEA - 20CM	TIROFIBANA CLORIDRATO, 0,25 MG/ML, SOLUÇÃO INJETÁVEL, 50 ML
FENTANILA CITRATO, 0,05 MG/ML, SOLUÇÃO INJETÁVEL, 5 ML	TRÉPANO CIRÚRGICO MANUAL PARA Córnea RECEPTORA - 8,0MM
FILME RADIOGRAFICO, TAM 35 X 43 CM P/ IMP LASER	VORICONAZOL, 200 MG, PÓ LIÓFILO

Fonte: Autor (2021).

A problemática proposta para a resolução do problema é a de classificação, pensando em como o decisor pode categorizar seus itens em estoque, e partir disso, focar

nos itens de maior importância em seu estoque, já que não é viável destinar iguais esforços para todos os itens. Para Kang, Frej e Almeida (2020) com o *FITradeoff* de classificação é possível categorizar alternativas em classes por meio de um processo de elicitación estruturado com base em compensações, sem exigir muito do decisor.

5.5 – MODELAGEM DE PREFERÊNCIAS

Nesta etapa se analisa características que são determinantes para a escolha do método, tais características são percebidas durante a construção das etapas anteriores, juntamente com o decisor, são elas: a estrutura de preferências e a racionalidade.

A estrutura de preferência mais adequada ao decisor é: (P, I), onde P trata de preferência estrita entre duas alternativas, I trata da indiferença, onde não há possibilidade de equivalência entre as duas alternativas. Decidiu-se por utilizar essa estrutura de preferência devido a facilidade de entrosamento dessas declarações por parte do decisor.

A racionalidade do decisor se mostrou compensatória, pois para o mesmo existe compensação entre critérios apresentados, o que significa que se pode balancear uma desvantagem em um critério por uma vantagem em outro. Como por exemplo, o quanto se pode perder no critério custo, para ganhar no critério criticidade.

Dessa forma, pelas peculiaridades apresentadas, de uma estrutura (P,I) e pela racionalidade compensatória, decidiu-se por utilizar o método *FITradeoff*, pois além de atender as características mencionadas, trabalha com a problemática classificação e utiliza informação parcial do decisor.

5.6 – AVALIAÇÃO INTRACRITÉRIO

Nesta etapa de construção do modelo as alternativas são avaliadas de acordo com sua performance entre os diferentes critérios, e aqui este desempenho é denominado função valor $v_j(a_i)$, onde j é o critério e i a alternativa, logo a função representa a avaliação da alternativa i no critério j . A função valor das alternativas nos critérios pode ser visualizada na matriz de consequências da Figura 24.

Figura 24: Matriz de consequências.

ALTERNATIVAS	CUSTO	DEMANDA	LEAD TIME	CRITICIDADE	VOLUME
AGULHA ASPIRATIVA DE MIELOGRAMA 16G - 6CM A 7CM	60	33	7	2	0,00602045
ALBUMINA HUMANA, 20%, SOLUÇÃO INJETÁVEL, 50 ML	99,5	476	14	3	0,006534
ALCOOL ETILICO A 70% P/V - 100ML	1,19	2946	57	2	0,00901368
ALCOOL ETILICO A 70% P/V - FR 250ML	2,55	2594	43	2	0,03808
ALCOOL ETÍLICO, 70%, GEL - FR 500G	7,1017	351	11	2	0,028512
ALTEPLASE, 50 MG, PÓ LIÓFILO	2022,99	5	1	3	0,0004233
BISTURI RETO PARA PARACENTESE (INCISÃO AUXILIAR) - 15 GRAUS	22	75	19	3	0,001344
CATETER DUPLO LUMEN P/ HD LONGA PERMAN. 14,5FR X 36CM	900	3	13	2	0,001836
CATETER PARA ACESSO SUBCLAVIA DUPLO LUMEN - 7F X 20CM	69,81	60	9	3	0,0106
CEFAZOLINA SÓDICA, 1 G, PÓ LIÓFILO	16,2844	948	4	2	0,00222976
CEFTRIAXONA SÓDICA, 1 G, PÓ LIÓFILO, ENDOVENOSO	6,5119	1067	20	2	0,0035784
CLIP MEDIO-GRANDE, P/ CLIPADOR LAPAROSCOPICO	19,7858	156	19	3	0,000957
CLIP PEQUENO P/ CLIPADOR LAPAROSCOPICO.	30	45	13	3	0,000966
CLORETO DE SÓDIO, 0,9%, SOLUÇÃO INJETÁVEL, SISTEMA FECHADO, 100 ML	1,5901	11031	17	3	0,02189187
COMPRESSA DE GAZE HIDRÓFILA ESTÉRIL - 7,5CM X 7,5CM - PCT 10 Un	0,389	26007	8	3	0,0461448
CONTRASTE RADIOLÓGICO, 300 A 320 MG DE IODO/ML, SOLUÇÃO INJETÁVEL.	53,071	527	7	3	0,00038561
CONTRASTE RADIOLÓGICO, À BASE DE IOVERSOL, 320 MG DE IODO/ML, 125 ML	232,52	45	5	1	0,02673996
DETERGENTE ENZIMATICO CONCENTRADO - LITRO	48	83	28	3	0,01960704
ENOXAPARINA SÓDICA, 40 MG/0,4 ML, SERINGA PREENCHIDA	12,9249	1529	5	3	0,03295864
EQUIPO PARA ADMINISTRAÇÃO DE SOLUÇÕES PARENTERAIS POR BOMBA DE	19,74	1600	28	3	0,03653813
ESTABILIZADOR PARA CIRURGIA CORONARIA COM MECANISMO DE SUCCAO.	2042,93	3	18	3	0,0130816
EXTENSOR BAIXA PRESSAO CONECTOR MACHO E FEMEA - 20CM	4,9033	523	18	3	0,03025678
FENTANILA CITRATO, 0,05 MG/ML, SOLUÇÃO INJETÁVEL, 5 ML	1,85	1174	16	2	0,000462
FILME RADIOGRAFICO, TAM 35 X 43 CM P/ IMP LASER	4,41	647	28	3	0,0257418
FOLINATO DE CÁLCIO, 50 MG, PÓ LIÓFILO	10,7171	250	48	2	0,00468
INTRODUTOR RADIAL PERCUTÂNEO COM VÁLVULA HEMOSTÁTICA - 5F - 11CM	44,683	34	56	3	0,00583317
LUVA CIRÚRGICA EM LÁTEX NATURAL - Nº 7,0	1,33	4342	33	3	0,0362952
LUVA CIRÚRGICA EM LÁTEX NATURAL - Nº 7,5	1	5089	47	3	0,035784
LUVA CIRÚRGICA EM LÁTEX NATURAL - Nº 8,0 - PAR	1,35	1818	33	3	0,035532
LUVA PARA PROCEDIMENTO NÃO CIRÚRGICO EM LÁTEX - TAMANHO P	0,3794	23298	15	2	0,02862016
MÁSCARA CIRÚRGICA RETANGULAR COM TIRAS - 3 CAMADAS	2,3183	29155	57	3	0,0655928
MÁSCARA DE PROTEÇÃO FACIAL, TIPO RESPIRADOR - N95/PPF-2	6,4646	1047	27	3	0,00388498
MEROPENEM, 1 G, PÓ LIÓFILO.	20,44	1433	20	3	0,00101288
METILCELULOSE, 2%, SOLUÇÃO INTRA-OCULAR, 1,5 ML	29,6	120	21	1	0,000255
NALBUFINA CLORIDRATO, 10 MG/ML, SOLUÇÃO INJETÁVEL, 1 ML	9,28	232	26	3	0,00039312
OXACILINA, 500 MG, PÓ LIÓFILO	1,7544	2347	12	3	0,00179222
OXALIPLATINA, 100 MG, PÓ LIÓFILO	90	29	14	2	0,00160272
PIPERACILINA SÓDICA + TAZOBACTAM SÓDICO (4 G + 500 MG), PÓ LIÓFILO	16,2362	1268	28	2	0,00181976
REMIFENTANILA CLORIDRATO, 2 MG, PÓ LIÓFILO	36,6	72	15	1	0,00015994
SERINGA DESC. P/ INSULINA 1ML, COM AGULHA	0,49	4339	133	3	0,03817792
SERINGA DESCART. 20ML S/AGULHA - LUER LOCK	0,44	2655	28	3	0,03115552
SEVOFLURANO, ANESTÉSICO INALATÓRIO, 250 ML	295	47	10	3	0,00051519
SOLUÇÃO AQUOSA GLUTARALDEÍDO PARA USO GERAL 2%	189,9966	21	36	2	0,0314712
SUFENTANILA CITRATO, 50 MCG/ML, INJETÁVEL, 1 ML	20,12	125	13	1	0,00063504
TIGECICLINA, 50 MG, PÓ LIÓFILO	184,34	48	15	3	0,000306
TIROFIBANA CLORIDRATO, 0,25 MG/ML, SOLUÇÃO INJETÁVEL, 50 ML	876	26	42	3	0,0002125
TRÉPANO CIRÚRGICO MANUAL PARA Córnea RECEPTORA - 8,0MM	360	5	20	2	0,00073126
VORICONAZOL, 200 MG, PÓ LIÓFILO	148,88	9	16	1	0,00464056

Fonte: Autor (2021).

Esta matriz foi concebida a partir de dados do objeto de estudo, onde os critérios naturais foram alcançados com o auxílio do especialista e apoio do projeto de otimização da gestão de estoques anteriormente mencionado, a partir cruzamentos de dados de planilhas do setor e medições realizadas, e por fim, o critério construído foi elaborado em conjunto com decisor.

A partir disso, foi feito o preenchimento da planilha de *upload* do sistema de apoio a decisão (SAD) do *FITradeoff*, nessa planilha além das informações da matriz, deve ter descrições como: o critério é contínuo de maximização ou de minimização, ou então, ele é discreto de maximização ou de minimização, caso o critério seja discreto no “c:” deve ser expresso quantos níveis tem a escala e o tipo da função que está relacionado a linearidade.

No *FITradeoff* para problemática de classificação é necessário expressar mais uma variável, os limites das classes, que culminou na definição junto ao decisor dos limites de três classes, estabelecidas por Classe 3, Classe 2 e Classe 1, de tal forma que $C3 > C2 > C1$. Os valores-limite qr que definem as fronteiras das categorias que foram estabelecidos pelo decisor são $q_1 = 0,4$ e $q_2 = 0,7$ e todos esses limiares estão elencados na Figura 25.

Figura 25: Intervalos limites de valores para cada categoria.

Classe 3	$0,7 < v(\mathbf{aj}) \leq 1$
Classe 2	$0,4 < v(\mathbf{aj}) \leq 0,7$
Classe 1	$0 \leq v(\mathbf{aj}) \leq 0,4$

Fonte: Autor (2021).

Se tratando da nomenclatura utilizada na classificação ABC, a classe 3 corresponderia como classe A, de maior importância, a classe 2 como categoria B, de média importância, e, conseqüentemente classe 1 como categoria C, de menor importância. Com isso é possível visualizar como ficou a planilha de *upload* do sistema de apoio a decisão na Figura 26, onde os valores destacados de amarelo são os limites $q_1 = 0,4$ e $q_2 = 0,7$.

Figura 26: Planilha de upload do SAD.

Criteria:	custo	demanda	lead time	criticidade	volume	0,7
0-Cont Min; 1-Cont Max; 2-Disc Min; 3- Disc Max:	0	1	0	3	0	0,4
Weights:						
Type:	1	1	1	1	1	
a:						
b:						
c:				3		
Alternatives	CONSEQUENCE MATRIX					
AGULHA ASPIRATIVA DE MIELOGRAMA 16G - 6CM	60	33	7	2	0,00602	
ALBUMINA HUMANA, 20%, SOLUÇÃO INJETÁVEL,	99,5	476	14	3	0,006534	
ALCOOL ETILICO A 70% P/V - 100ML	1,19	2946	57	2	0,009014	
ALCOOL ETILICO A 70% P/V - FR 250ML	2,55	2594	43	2	0,03808	
ALCOOL ETÍLICO, 70%, GEL - FR 500G	7,1017	351	11	2	0,028512	
ALTEPLASE, 50 MG, PÓ LIÓFILO	2022,99	5	1	3	0,000423	

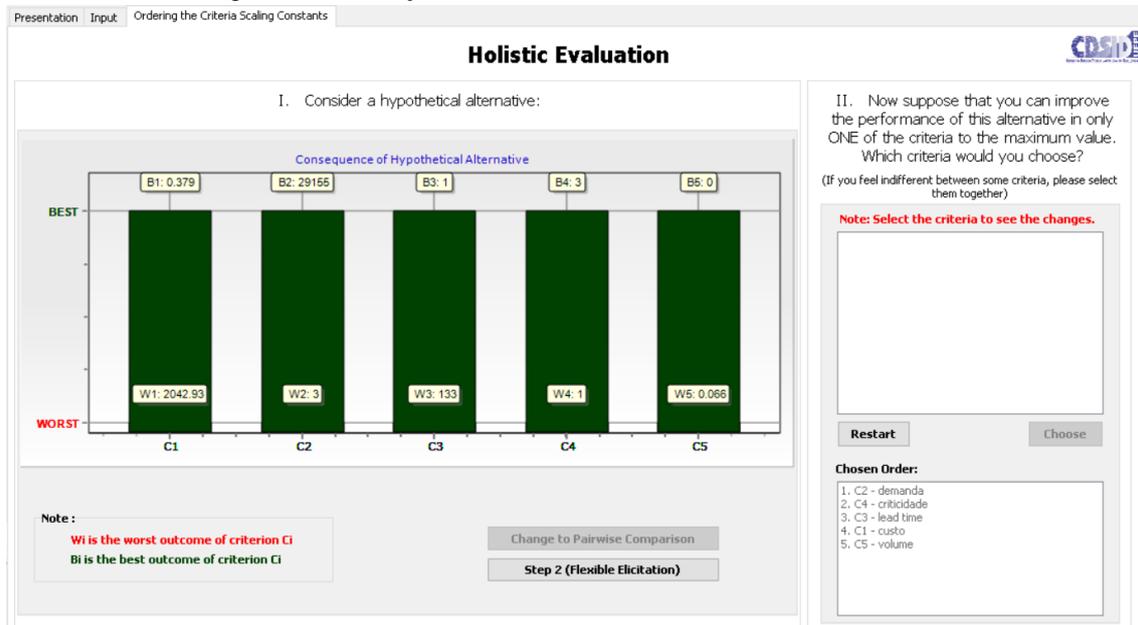
Fonte: Autor (2021).

5.7 – AVALIAÇÃO INTERCRITÉRIO

Com os dados de entrada incorporados ao SAD, o primeiro passo foi realizar a ordenação das constantes de escalas dos critérios de acordo com as preferências do decisor a partir do questionamento: supondo que você possa melhorar o desempenho de determinada alternativa em apenas um dos critérios até o valor máximo, qual critério você escolheria? A partir disso, os critérios foram organizados em ordem decrescente de

importância, da seguinte forma: $K_{demanda} > K_{criticidade} > K_{lead\ time} > K_{custo} > K_{volume}$, que também é possível visualizar pelo SAD a partir da Figura 27.

Figura 27: Ordenação das constantes de escala dos critérios no SAD.



Fonte: FITradeoff-classificação (2021).

Em seguida, a próxima etapa do SAD foi a fase de elicitacão flexível. Nessa fase há a comparao de duas consequências, na qual o decisor deve expressar suas preferências. No momento em que as preferências ou indiferenças são retratadas, o espaço das constantes de escalas vai sendo atualizado e os problemas de programaco lineares sendo calculados, a fim de, enquadrar uma alternativa a uma única classe. Lembrando que o decisor pode optar por parar o processo de elicitacão estando satisfeito com o resultado obtido até o momento.

5.8 – ANALISAR AS ALTERNATIVAS

Nesta etapa todas as preferências do decisor foram expressas durante o processo de elicitacão, onde são apresentados ao tomador de decisão uma sequência de situaes na qual ele deve optar entre pares de crterios, a fim de que o espaço das constantes de escala seja ajustado e cada vez mais alternativas possam ser classificadas. A Figura 28 ilustra o primeiro ciclo do processo de elicitacão.

Figura 28: Processo de elicitación – primeiro ciclo.

Fonte: FITradeoff-classificação (2021).

O processo de elicitación continuou a medida em que o decisor esteve disposto a dar informações. A Figura 29 expõe as particularidades da aplicação do método, indicando o ciclo de cada comparação, as preferências do decisor (optando pela consequência A, B ou indiferença entre elas) e o número de alternativas que foram classificadas a cada atualização do espaço de peso.

Figura 29: Processo de elicitación flexível.

Número de Ciclos	Preferência entre as consequências	Número de alternativas classificadas
0		2
1	A	2
2	B	6
3	B	7
4	A	10
5	A	10
6	B	10
7	B	10
8	B	17
9	B	17
10	B	17
11	B	33
12	B	33
13	B	33
14	B	33
15	A	33
16	B	33
17	A	34
18	A	34
19	A	34
20	A	34

Fonte: FITradeoff-classificação (2021).

Neste caso o decisor optou por parar o processo de elicitación, pois o sistema de apoio a decisão estava apresentando as mesmas perguntas com o mínimo de variação nos

critérios e o mesmo não estava mais disposto a continuar o processo. Além disso, o tomador de decisão se mostrou satisfeito com os resultados das classificações obtidas até então. Os resultados parciais adquiridos estão expostos na Figura 30.

Figura 30: Alternativas classificadas.

Alternativa	Mínimo valor global	Máximo valor global	Categoria	Classes ABC
ALBUMINA HUMANA, 20%, SOLUÇÃO INJETÁVEL, 50 ML	0,428124	0,593296	2	B
ALTEPLASE, 50 MG, PÓ LIÓFILO	0,418732	0,483947	2	B
BISTURI RETO PARA PARACENTESE (INCISÃO AUXILIAR) - 15 GRAUS	0,420128	0,592834	2	B
CATETER PARA ACESSO SUBCLAVIA DUPLO LUMEN - 7F X 20CM	0,419829	0,590895	2	B
CLIP MEDIO-GRANDE, P/ CLIPADOR LAPAROSCOPICO	0,421743	0,594435	2	B
CLIP PEQUENO P/ CLIPADOR LAPAROSCOPICO.	0,41953	0,59863	2	B
COMPRESSA DE GAZE HIDRÓFILA ESTÉRIL - 7,5CM X 7,5CM - PACOTE COM 10 UNIDADES	0,90501	0,937227	3	A
CONTRASTE RADIOLÓGICO, 300 A 320 MG DE IODO/ML, SOLUÇÃO INJETÁVEL, 100 ML	0,429141	0,610454	2	B
CONTRASTE RADIOLÓGICO, À BASE DE IOVERSOL, 320 MG DE IODO/ML, SOLUÇÃO INJETÁVEL, 125 ML	0,000838	0,289987	1	C
DETERGENTE ENZIMÁTICO CONCENTRADO - LITRO	0,420287	0,563572	2	B
ENOXAPARINA SÓDICA, 40 MG/0,4 ML, SERINGA PREENCHIDA	0,449121	0,59593	2	B
EQUIPO PARA ADMINISTRAÇÃO DE SOLUÇÕES PARENTERAIS POR BOMBA DE INFUSÃO	0,450537	0,568608	2	B
ESTABILIZADOR PARA CIRURGIA CORONARIA COM MECANISMO DE SUCCAO.	0,418692	0,452093	2	B
EXTENSOR BAIXA PRESSAO CONECTOR MACHO E FEMEA - 20CM	0,429061	0,572086	2	B
FILME RADIOGRAFICO, TAM 35 X 43 CM P/ IMP LASER	0,431534	0,567718	2	B
INTRODUTOR RADIAL PERCUTÂNEO COM VÁLVULA HEMOSTÁTICA - 5F - 11CM	0,41931	0,54734	2	B
LUVA CIRÚRGICA EM LÁTEX NATURAL - N° 7,0	0,505214	0,601114	2	B
LUVA CIRÚRGICA EM LÁTEX NATURAL - N° 7,5	0,52011	0,596786	2	B
LUVA CIRÚRGICA EM LÁTEX NATURAL - N° 8,0 - PAR	0,454884	0,568404	2	B
MÁSCARA CIRÚRGICA RETANGULAR COM TIRAS - 3 CAMADAS	0,875556	1	3	A
MÁSCARA DE PROTEÇÃO FACIAL, TIPO RESPIRADOR - N95/PFF-2	0,43951	0,595744	2	B
MEROPENEM, 1 G, PÓ LIÓFILO.	0,447207	0,610217	2	B
METILCELOULOSE, 2%, SOLUÇÃO INTRA-OCULAR, 1,5 ML	0,002333	0,313487	1	C
NALBUFINA CLORIDRATO, 10 MG/ML, SOLUÇÃO INJETÁVEL, 1 ML	0,423258	0,589294	2	B
OXACILINA, 500 MG, PÓ LIÓFILO	0,465433	0,631191	2	B
REMIFENTANILA CLORIDRATO, 2 MG, PÓ LIÓFILO	0,001376	0,318826	1	C
SERINGA DESC. P/ INSULINA 1ML, COM AGULHA	0,493783	0,505155	2	B
SERINGA DESCART. 20ML S/AGULHA - LUER LOCK	0,471575	0,5892	2	B
SEVOFLURANO, ANESTÉSICO INALATÓRIO, 250 ML	0,419569	0,585337	2	B
SOLUÇÃO AQUOSA GLUTARALDEIDO PARA USO GERAL 2%	0,209705	0,39419	1	C
SUFENTANILA CITRATO, 50 MCG/ML, INJETÁVEL, 1 ML	0,002433	0,322218	1	C
TIGECICLINA, 50 MG, PÓ LIÓFILO	0,419589	0,587356	2	B
TIROFIBANA CLORIDRATO, 0,25 MG/ML, SOLUÇÃO INJETÁVEL, 50 ML	0,419151	0,514485	2	B
VORICONAZOL, 200 MG, PÓ LIÓFILO	0,00012	0,305293	1	C

Fonte: FITradeoff-classificação (2021).

Os materiais e medicamentos designados à classe 3 ou A, estimada como mais preferível, obtiveram valores globais máximo e mínimo que variam entre 1 e 0,7; já aqueles designados à classe 2 ou B, apresentaram $v(ai)$ máximo e $v(ai)$ mínimo entre 0,7 e 0,4; e por fim, os que foram alocados à classe 1 ou C, considerada menos preferível, tiveram valores que variam entre 0,4 e 0. Como por exemplo a compressa de gaze hidrófila estéril apresentou como valor global mínimo e máximo, respectivamente 0,905010068 e 0,937227076, o que fez com que essa alternativa fosse designada para a classe mais preferível, isso pode ser explicado por conta desse item manifestar alta demanda e criticidade.

Além das 34 alternativas classificadas a uma única categoria que foram apresentadas, também houveram 14 alternativas que ficaram entre duas classes viáveis devido ao nível de informação corrente, elas estão disponíveis na Figura 31.

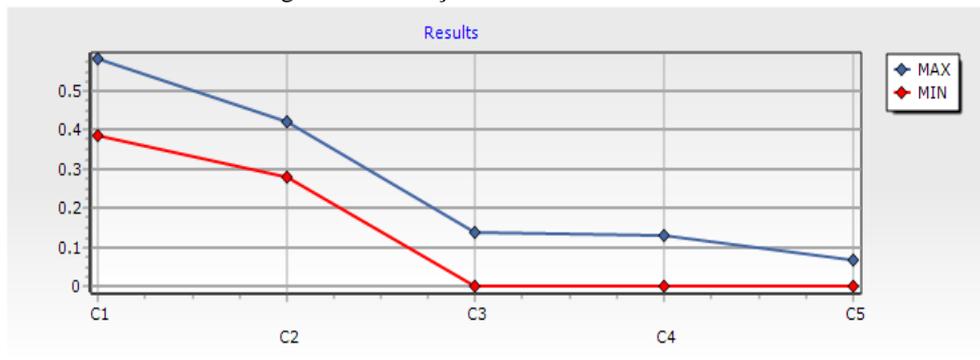
Figura 31: Alternativas não classificadas.

Alternativa	Mínimo valor global	Máximo valor global	Categorias Viáveis	Classes ABC
AGULHA ASPIRATIVA DE MIELOGRAMA 16G - 6CM A 7CM	0,209944	0,458624	1, 2	C,B
ALCOOL ETILICO A 70% P/V - 100ML	0,268031	0,445291	1, 2	C,B
ALCOOL ETILICO A 70% P/V - FR 250ML	0,261012	0,426313	1, 2	C,B
ALCOOL ETÍLICO, 70%, GEL - FR 500G	0,216285	0,43957	1, 2	C,B
CATETER DUPLO LUMEN P/ HD LONGA PERMAN. 14,5FR X 36CM	0,209346	0,402396	1, 2	C,B
CEFAZOLINA SÓDICA, 1 G, PÓ LIÓFILO	0,22819	0,480495	1, 2	C,B
CEFTRIAXONA SÓDICA, 1 G, PÓ LIÓFILO, ENDOVENOSO	0,230563	0,464478	1, 2	C,B
CLORETO DE SÓDIO, 0,9%, SOLUÇÃO INJETÁVEL, SISTEMA FECHADO, 100 ML	0,638597	0,721038	2, 3	B, A
FENTANILA CITRATO, 0,05 MG/ML, SOLUÇÃO INJETÁVEL, 5 ML	0,232696	0,473521	1, 2	C,B
FOLINATO DE CÁLCIO, 50 MG, PÓ LIÓFILO	0,214271	0,422746	1, 2	C,B
LUVA PARA PROCEDIMENTO NÃO CIRÚRGICO EM LÁTEX - TAMANHO PEQUENO	0,673862	0,739966	2, 3	B, A
OXALIPLATINA, 100 MG, PÓ LIÓFILO	0,209864	0,453677	1, 2	C,B
PIPERACILINA SÓDICA + TAZOBACTAM SÓDICO (4 G + 500 MG), PÓ LIÓFILO	0,234571	0,459838	1, 2	C,B
TRÉPANO CIRÚRGICO MANUAL PARA Córnea RECEPTORA - 8,0MM	0,209386	0,430647	1, 2	C,B

Fonte: FITradeoff-classificação (2021).

A possibilidade de classificação em duas classes viáveis ocorre quando o espaço de constantes de escala atualizados a partir das informações dadas pelo decisor até o momento e problema de programação linear calculado a partir dessas informações apresenta valores globais que não se encaixem nos limites estabelecidos para uma única classe. A agulha aspirativa, por exemplo, teve por valores globais mínimo e máximo, respectivamente, 0,209944262 e 0,458623647, estando com valor mínimo dentro dos parâmetros da primeira classe e o valor máximo dentro dos parâmetros da segunda classe, o que impossibilita a categorização em uma única classe.

Figura 32: Variação das constantes de escala.



Fonte: FITradeoff-classificação (2021).

Além dos resultados apresentados, o sistema de apoio a decisão oferece um gráfico com o espaço de variação das constantes de escala, aparente na Figura 32.

5.9 – ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

A primeira forma de analisar a robustez do modelo construído é analisando os resultados que o mesmo apresenta. Diferentemente de outros métodos aditivos que proporcionam como resultado um valor para as constantes de escala de cada critério, o *FITradeoff* oferece um intervalo dessas constantes, o que instrui que dentro daquela variação, qualquer valor que a constante possa assumir, o resultado da classificação permanecerá a mesma. Os limites máximo e mínimo desse intervalo estão disponíveis na Figura 33.

Figura 33: Limites das constantes de escala

	K demanda	K criticidade	K lead time	K custo	K volume
Limite mínimo	0,386574558	0,27843392	0	0	0
Limite máximo	0,581307912	0,418692411	0,13921712	0,130516265	0,065258116

Fonte: FITradeoff-classificação (2021).

Além desta percepção é possível verificar o comportamento do resultado diante de variações nos valores de fronteira, assim como realizou Kang (2018). Os valores de fronteira são estipulados pelo decisor e culminam nos limites dos perfis como foi retratado na Figura 25. Analisar a sensibilidade do modelo com base em alterações nesses limites se justifica uma vez que tais parâmetros não foram obtidos através de um procedimento estruturado.

Na execução do método, os valores de fronteira definidos pelo decisor foram respectivamente $q_1 = 0,4$ e $q_2 = 0,7$. Para verificar o desempenho do resultado diante desses valores, foi determinada uma variação de $\pm 10\%$, sendo assim os limites

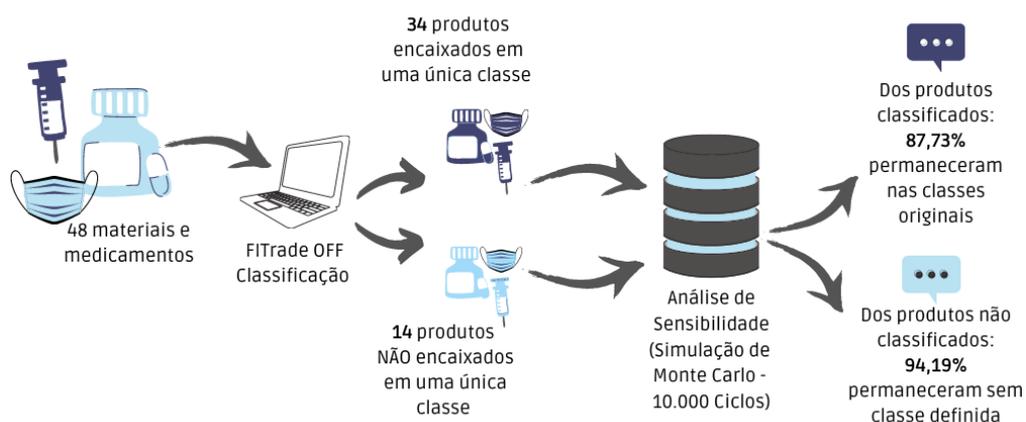
estabelecidos anteriormente, agora na análise, podem variar entre $0,36 \leq q_1' \leq 0,44$ e $0,63 \leq q_2' \leq 0,77$. Assim que foi determinado o intervalo de variação dos perfis, realizou-se simulações com 10.000 ciclos onde os limites q_1 e q_2 foram concebidos de forma aleatória.

A cada novo limite de perfil gerado, o programa conferia os valores globais de máximo e mínimo que foram obtidos através do método, para verificar em qual classe cada alternativa pertencia. Em sequência, o algoritmo verificou se havia diferença entre a classificação da solução inicial obtida pelo método e a formada a partir da simulação. Essa discrepância entre a classificação inicial e a classificação gerada pela simulação que foram contabilizadas.

Vale salientar que a simulação foi feita em separado para as alternativas que foram classificadas e as que ficaram entre duas classes viáveis. Sendo assim, como resultado da análise, verificou-se que aproximadamente 87,73% dos 34 materiais e medicamentos que haviam sido classificados em uma única classe permaneceram classificados nas mesmas categorias da solução inicial, quando não, as demais alternativas ficaram disponíveis ao conjunto de categorias viáveis, ou seja, elas não mudaram de classe.

Já para os 14 materiais e medicamentos que estavam entre duas categorias viáveis, certificou-se que em 94,19% das 10.000 simulações o resultado permaneceu igual ao inicial, ou seja, as alternativas continuaram entre duas classes viáveis. A partir das atribuições realizadas nessas análises é suscetível ponderar o resultado do modelo como confiável para ser implementado de forma habitual no estoque do hospital, pois mesmo com alterações significantes nos parâmetros de entrada, não houve variação considerável no resultado do modelo. O processo dessa análise de sensibilidade se encontra explicitada na Figura 34.

Figura 34: Síntese da análise de sensibilidade.



Fonte: Autor (2021).

A título de conhecimento e possível replicação em outros estudos, nesta análise de sensibilidade foi feita uma simulação de Monte Carlo no *excel* juntamente com a linguagem de programação *visual basic*.

5.10 – ANALISAR RESULTADOS E ELABORAR RECOMENDAÇÕES

Com a transposição do problema descrito para um modelo aplicado, tendo contato com especialista, decisor e em algumas ocasiões com o ambiente, foi possível identificar pontos que merecem aperfeiçoamento. O primeiro deles foi uma observação do especialista, onde o setor de aplicação do estudo não tem diligência sobre o *lead time* dos itens, em geral quando se observa a falta do item é que vai buscar onde o mesmo se encontra, e, se necessário, gerar cobranças ao fornecedor. Tendo como sugestão uma fiscalização efetiva do tempo de entrega dos itens de maior importância do estoque.

A análise em conjunto com decisor dos resultados apresentados, o mesmo achou pertinente as classificações apresentadas e ficou motivado com a possibilidade de ampliar essa modelagem para mais itens no estoque, pois atualmente eles trabalham em função somente da demanda para enquadrar o estoque, sendo válido ver outros critérios tão importantes como a criticidade dos itens ser no considerada no processo.

Embora dentre as alternativas selecionadas para a resolução do problema apenas duas ficaram na classe 3 ou A, que é a mais preferível, sugere-se ao decisor que a medida que forem acrescentadas alternativas para essa classe, os responsáveis pelo estoque tratem de

supervisionar firmemente os parâmetros que envolvem estas alternativas em destaque na provisão.

De maneira geral, o modelo desenvolvido alcançou o que se propôs classificando medicamentos e materiais médico hospitalares do estoque de um hospital, considerando vários critérios simultaneamente. É interessante salientar que este modelo está direcionado a realidade de um hospital, dessa forma, os critérios e alternativas relacionados no mesmo de maneira ampla não representam a realidade de outros estoques fora desse ambiente. Ou seja, esta pesquisa serve como norteador na resolução de problemáticas de classificação existentes na perspectiva do ambiente hospitalar.

CAPÍTULO 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1 CONCLUSÕES

O presente estudo apresentou importante préstimo por se tratar de uma aplicação na área da saúde, pois abrange o abastecimento de materiais e medicamentos de um Hospital. A gestão eficiente de materiais e medicamentos de um hospital impactam não só na política de compras, mas no tratamento e, conseqüentemente, na saúde dos próprios pacientes (Lambert et al. 1997), o que confirma o impacto das decisões em ambientes hospitalares.

Logo, no sentido de auxiliar o gestor do estoque a tomar suas decisões em relação aos insumos hospitalares foi proposto um modelo multicritério de apoio a decisão no qual se realizou a classificação de itens no estoque de materiais e medicamentos do referido hospital universitário, ambiente de estudo. Para alcançar a realização desse modelo foi necessário prosseguir diante de alguns objetivos específicos, estabelecidos anteriormente.

O primeiro objetivo específico relacionado foi identificar como os modelos multicritérios de apoio à decisão para classificação de itens em estoque são estruturados, esse desígnio foi alcançado a partir da elaboração da revisão sistemática, onde foi verificado principais autores dessa temática, os critérios utilizados com frequência quando se trata de estoque, os tipos de problemáticas e métodos abordados e demais conceitos essenciais para a construção do modelo.

O objetivo seguinte foi de realizar o levantamento dos critérios que representem as características dos itens em estoque, para isso, além da pesquisa bibliográfica que foi realizada para visualizar os critérios mais usuais da literatura, foi essencial a vivência da realidade do ambiente de estudo, com visitas e observação do funcionamento cotidiano do posto de trabalho, e conversas com gestor e especialista do estoque.

O próximo objetivo específico foi de desenvolver um modelo multicritério de decisão adequado às necessidades do estoque de um Hospital. Para o alcance deste propósito, tomou-se por base as fases de construção de um modelo multicritério estabelecidos por Almeida (2013), seguir essa metodologia ofereceu suporte fundamental para a estruturação do modelo, além disso, na elaboração de cada etapa o decisor e o especialista participaram ativamente.

E por fim, o último objetivo específico foi validar o modelo desenvolvido com os gestores do estoque, esse desígnio é importante para saber se o modelo construído é realmente representativo daquele problema, o decisor foi a pessoa consultada para fazer a validação do modelo e com sua convicção nos resultados que foram apresentados, outro objetivo foi finalizado com êxito.

Diante do exposto nos objetivos específicos, o modelo multicritério de apoio à decisão elaborado atendeu o objetivo geral proposto pelo estudo a partir da perspectiva de cinco objetivos específicos realizados. E a aplicabilidade desta pesquisa foi indispensável para propor sugestões e apresentar algumas disparidades existentes no setor.

6.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A primeira proposta para estudos futuros foi uma sugestão do decisor, no qual aconselhou a organizar os materiais e medicamentos em grupos semelhantes para realizar a classificação, como por exemplo, dentro dos tipos de medicamentos existem os antibióticos, fitoterápicos, quimioterápicos. Esse agrupamento foi incitado para que no processo de elicitação fique coerente para o profissional da área da saúde realizar a comparação de consequências tendo no espaço de ações alternativas com características análogas.

Além disso, é recomendado que a problemática de classificação seja realizada com o maior número de itens em estoque possível, para que os gestores do provimento tenham uma visão geral da importância dos produtos na qual eles administram, e que possam priorizar a supervisão sobre os materiais de acordo com essa relevância.

Referências

- ALMEIDA, A. T.; GUSMÃO, A. P. H.; DUARTE, M. D. O. **Modelo de decisão Multicritério para priorização de projetos de P&D**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, São Carlos-SP, 2010. Anais... São Carlos-SP.
- ALMEIDA, A.T.; **Processo de decisão nas organizações: construindo modelos de decisão multicritério**. São Paulo: Atlas, 2013.
- ALMEIDA, A. T. DE. ALMEIDA, J.A. COSTA, A.P.C.S. ALMEIDA-FILHO, A.T. A new method for elicitation of criteria weights in additive models: flexible and interactive tradeoff. **European Journal Operational Research**, 250(1):179–191, 2016.
- ASSIS, A. G., CABRAL, E. L. S., CASTRO, W. R. S., COSTA JUNIOR, J. F., SOUZA, R. P. e CABRAL, M.A.L. (2019). Inventory and multi-criteria: Systematic Review. **Intelligent Decision Technologies**. 13: 453–462.
- BACCHETTI, A. PLEBANI, F. SACCANI, N. SYNTETOS, AA. Empirically-driven hierarchical classification of stock keeping units. **Int J Prod Econ**. 143(2):263–74, 2013.
- BALAJI, K. SENTHIL KUMAR, V.S. Multicriteria Inventory ABC Classification in an Automobile Rubber Components Manufacturing Industry. **Procedia CIRP**. Volume 17, pp. 463 – 468, 2014.
- BALLOU, Ronald H. **Logística empresarial: transportes, administração de materiais, distribuição física**. São Paulo: Atlas, 2007.
- BARBIERI, J.C.; MACHLINE, C. **Logística Hospitalar: teoria e prática**. São Paulo: Saraiva, 2009.
- BASTIAN, ND. GRIFFIN, PM. SPERO, E. FULTON, L V. Multi-criteria logistics modeling for military humanitarian assistance and disaster relief aerial delivery operations. **Optim Lett**. 10(5):921–53, 2016.
- BAYKASOĞLU, A. SUBULAN, K. KARASLAN, FS. A new fuzzy linear assignment method for multi-attribute decision making with an application to spare parts inventory classification. **Appl Soft Comput J**. 42:1–17, 2016.
- BELTON, V. STEWART, T. J. **Multiple criteria decision analysis: an integrated approach**. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2002.
- BUCHANAN, L. et al. **A brief history of decision making**. Harvard Business Review, Boston, V.84, n.1. p32-41. Jan. 2006.
- BÜYÜKÖZKAN, G. KARABULUT, Y. ARSENYAN, J. RFID service provider selection: An integrated fuzzy MCDM approach. **Meas J Int Meas Confed**. 112(January):88–98, 2017.
- CAKIR, O. CANBOLAT, MS. A web-based decision support system for multi-criteria inventory classification using fuzzy AHP methodology. **Expert Systems with Applications**. 35(3):1367–78, 2008.
- CAMPOS, Vicente Falconi. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia a-dia**. Minas Gerais: INDG Tecnologia e Serviços, 2004.
- CHEN, JX. Peer-estimation for multiple criteria ABC inventory classification. **Computer Operational Research**. 38(12):1784–91, 2011.

- CHIAVENATO, Idalberto. **Iniciação à administração de materiais**. São Paulo: Makron, McGraw-Hill, 1991.
- CHIAVENATO, Idalberto. **Gestão de materiais: uma abordagem introdutória**. São Paulo: Manole, 2014.
- CHU, CW. LIANG, GS. LIAO, CT. Controlling inventory by combining ABC analysis and fuzzy classification. **Computers & Industrial Engineering**, 55(4):841–51, 2008.
- DE LA VEJA, DS. VIEIRA, JGV. TOSO, EAV. DE FARIA, RN. A decision on the truckload and less-than-truckload problem: An approach based on MCDA. **Int J Prod Econ**. 195:132–45, 2018.
- DIABY, V. GOEREE, R. How to use multi-criteria decision analysis methods for reimbursement decision-making in healthcare: a step-by-step guide. **Expert Rev Pharmacoecon Outcomes Res**. 14(1): 81-99, 2014.
- DODGSON, J. SPACKMAN, M. PEARMAN, A. PHILIPS, L. **Multi-criteria analysis: A manual**. London: Department for Communities and Local Government, 2009.
- DOUISSA, MR, JABEUR, K. A New Model for Multi-criteria ABC Inventory Classification: PROAFTN Method. **Procedia Comput Sci**. 96:550–9, 2016.
- DOUISSA, MR, JABEUR, K. A non-compensatory classification approach for multi-criteria ABC analysis. **Soft Computing**. 24:9525–9556, 2020.
- DURÁN, O. Spare parts criticality analysis using a fuzzy AHP approach. **Teh Vjesn Gaz**. 22(4):899–905, 2015.
- ERASLAN, Ergün; İÇ, Yusuf Tansel. An improved decision support system for ABC inventory classification. **Evolving Systems**. vol. 1, pp. 1-14, 2019.
- FLORES, B.E.; WHYBARK, D.C.; Multiple Criteria ABC Analysis. **International Journal of Operations & Production Management**, Volume 6, pp.38-46, 1986.
- FLORES, B.E.; WHYBARK, D.C.; Implementing Multiple Criteria ABC Analysis. **International Journal of Operations Management**, Volume 7, pp. 79-84, 1987.
- FLORES, Benito E. OLSON, David L. DORAI, V. K. Management of multicriteria inventory classification. **Mathematical and Computer Modelling**. Volume 16, pp. 71-82, 1992.
- FONTANA, ME. CAVALCANTE, CAV. Electre tri method used to storage location assignment into categories. **Pesquisa Operacional**. 33(2):283–303, 2013.
- FONTANA, ME, NEPOMUCENO, VS. Multi-criteria approach for products classification and their storage location assignment. **Int J Adv Manuf Technol**. 88(9–12):3205–16, 2017.
- GIL, Antônio Carlos. **Projeto de pesquisa**. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 1989.
- GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- GUSMÃO, A.P.H. MEDEIROS, C. P. A model for selecting a strategic information system using the FITradeoff. **Mathematical Problems in Engineering**, 2016.
- GUVENIR, H.A.; EREL E.; Multicriteria inventory classification using a genetic algorithm. **European Journal of Operational Research**, Volume105, pp. 29–37, 1998.

- GWO-HSHIUNG, T. **Multiple attribute decision making: methods and applications**. New York: Taylor and Francis, 2011.
- HADI-VENCHEH, A. MOHAMADGHASEMI, A. A fuzzy AHP-DEA approach for multiple criteria ABC inventory classification. **Expert Systems with Applications**. 38(4):3346–52, 2011.
- HADI-VENCHEH, A. An improvement to multiple criteria ABC inventory classification. **European Journal Oper Res**. 201(3):962–5, 2010.
- HAMDAN, S. CHEAITOU, A. Dynamic green supplier selection and order allocation with quantity discounts and varying supplier availability. **Computers & Industrial Engineering**. 110:573–89, 2017.
- HU, Q. CHAKHAR, S. SIRAJ, S. LABIB, A. Spare parts classification in industrial manufacturing using the dominance-based rough set approach. **European Journal of Operational Research**. 262(3):1136–63, 2017.
- HWANG, C.L.; YOON, K. **Multiple attribute decision making, methods and applications: Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems**. Now York: Springer-Verlag, 1981.
- İSEN, E. Boran, S. A Novel Approach Based on Combining ANFIS, Genetic Algorithm and Fuzzy c-Means Methods for Multiple Criteria Inventory Classification. **Arab J Sci Eng**. 43(6):3229–39, 2018.
- ISHIZAKA, A. LOLLI, F. BALUGANI, E. CAVALLIERI, R. GAMBERINI, R. DEASort: Assigning items with data envelopment analysis in ABC classes. **Int J Prod Econ**. 199:7–15, 2018.
- JARRET, P.G. Logistics in the healthcare industry. **International Journal of Physical Distribution e logistics management**. Volume 28, pp. 741–772, 1998.
- KAABI, H. JABEUR, K. ENNEIFAR, L. Learning criteria weights with TOPSIS method and continuous VNS for multi-criteria inventory classification. **Electron Notes Discret Math**. 47:197–204, 2015.
- KABIR, G. AHSAN AKHTAR HASIN, M. Multiple criteria inventory classification using fuzzy analytic hierarchy process. **International Journal of Industrial Engineering Computations**. 3(2):123–32, 2012.
- KANG, T.H.A.; ALMEIDA, A.T. Método FITradeoff para problemática de classificação. In: XLIX Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, Blumenau, 2017. **Proceedings**.
- KANG, Takanni Hannaka Abreu. **Problemática de classificação com o fitradeoff e alocação de recursos em sistemas de energia elétrica**. Dissertação (Mestrado em engenharia de produção) – Universidade Federal de Pernambuco. Pernambuco, p. 86. 2018.
- KANG, T.H.A.; FREJ, E. A.; ALMEIDA, A.T. Flexible and Interactive Tradeoff Elicitation for Multicriteria Sorting Problems. **Asia-Pacific Journal of Operational Research**. Vol. 37, n. 5, p. 22, 2020.
- KEENEY, R.L. RAIFFA, H. **Decision analysis with multiple conflicting objectives, preferences and value tradeoffs**. New York: Wiley, 1976.
- KESHAVARZ GHORABAE, M. ZAVADSKAS, EK. OLFAT, L. TURSKIS, Z. Multi-Criteria Inventory Classification Using a New Method of Evaluation Based on Distance from Average Solution (EDAS). **Informatica**. 26(3):435–51, 2015.
- KIRIS, Safak. Multi-Criteria Inventory Classification by Using a Fuzzy Analytic Network Process (ANP) Approach. **Informatica**. Volume 24, pp. 199–217, 2013.
- LADHARI, T. Babai, MZ. Lajili, I. Multi-criteria inventory classification: new consensual procedures. **IMA J Manag Math** . 27(2):335–51, 2016.

- LAMBERT, D., R. ADAMS, e M. EMMELHAINZ. (1997). Supplier Selection Criteria in the Healthcare Industry: A Comparison of Importance and Performance. **International Journal of Purchasing and Materials Management**. 33(4): 16-22
- LEE, J. CHO, H. KIM, YS. Assessing business impacts of agility criterion and order allocation strategy in multi-criteria supplier selection. **Expert Systems with Applications**. 42(3):1136–48, 2015.
- LÉLIS, João Caldeira. **Gestão de materiais: estoque não é meu negócio**. Rio de Janeiro: Brasport, 2007.
- LENARD, JD. ROY, B. Multi-item inventory control: A multicriteria view. **European Journal of Operational Research**. 87(3):685–92, 1995.
- LI Bo, ZHAO Zhiyan, DUAN Tieying. Hybrid Predictive Method for Multicriteria Inventory Classification. **Computer Integrated Manufacturing System-CIMS**, Volume 10(5), pp. 594-599, 2004.
- LI, Z. et al. Multicriteria ABC inventory classification using acceptability analysis. **International Transaction in Operations Research**, p.1–14, 2017.
- LOLLI, F. ISHIZAKA, A. GAMBERINI, R. New AHP-based approaches for multi-criteria inventory classification. **International Journal Prod Econ**. 156:62–74, 2014.
- IQBAL, Q. MALZAHN, D. Evaluating discriminating power of single-criteria and multi-criteria models towards inventory classification. **Computers & Industrial Engineering**.104:219–23, 2017.
- IQBAL, Q. MALZAHN, D. WHITMAN, L. Statistical analysis of multi-criteria inventory classification models in the presence of forecast upsides. **Production & Manufacturing Research**. 5(1):15–39, 2017.
- LUCHEZZI, Celso. **Gestão de armazenamento, estoque e distribuição**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2015.
- MOLENAERS, A. BAETS, H. PINTELON, L. WAEYENBERGH, G. Criticality classification of spare parts: A case study. **International Journal Prod Econ** .140(2):570–8, 2012.
- PARK, J. BAE, H. BAE, J. Cross-evaluation-based weighted linear optimization for multi-criteria ABC inventory classification. **Computers & Industrial Engineering**. 76(1):40–8, 2014.
- POZO, Hamilton. **Administração de recursos materiais e patrimoniais: uma abordagem logística**. São Paulo: Atlas, 2009.
- RAIFFA, H. KEENEY, R.L. **Decision analysis with multiple conflicting objectives, preferences and value tradeoffs**. Austria: IIASA, 1975.
- RODRIGUES, Auro de Jesus. **Metodologia Científica**. São Paulo: Avercamp, 2006.
- ROY, Bernard. **Multicriteria Methodology for Decision Aiding**. Editora: Springer Science+Business Media Dordrecht, 1996.
- RUIZ, João Álvaro. **Metodologia Científica: guia para eficiência nos estudos**. São Paulo: Atlas, 2009.
- SAATY, T. **The Analytic Hierarchy Process**. In: **The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority**. New York: McGraw-Hil, 1980.
- SANTOS, Izequias Estevam dos. **Manual de métodos e técnicas de pesquisa científica**. Rio de Janeiro: Impetus, 2013.

- SARMAH, SP. MOHARANA, UC. Multi-criteria classification of spare parts inventories - A web based approach. **J Qual Maint Eng**. 21(4):456–77, 2015.
- SFOSINH, A. C. P. SOUZA, F. S. SOUSA, M. B. TORREÃO, N. K. A. M. GALEMBECK, P. F. FERREIRA, R. (2012). **Gestão de Compras em Farmácia Hospitalar**. Comissão de Farmácia Hospitalar do Concelho Federal de Farmácia (Comfarhosp). Disponível em: https://www.cff.org.br/sistemas/geral/revista/pdf/137/encarte_farmAcia_hospitalar_85.pdf. Acesso em: 29 janeiro de 2021.
- SIMON, H. A. **The new science of managemet decision**. New York: Harper and Brothers Publishers, 1960.
- SLACK, Nigel. **Administração da produção**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2009.
- SOYLU, B. AKYOL, B. Multi-criteria inventory classification with reference items. **Computers & Industrial Engineering**. 69(1):12–20, 2014.
- STOLL, J. KOPF, R. SCHNEIDER, J. LANZA, G. Criticality analysis of spare parts management: a multi-criteria classification regarding a cross-plant central warehouse strategy. **Prod Eng** . 9(2):225–35, 2015.
- SZAJUBOK, NK. MOTA, CM de M. ALMEIDA, AT de. Uso do método multicritério ELECTRE TRI para classificação de estoques na construção civil. **Pesquisa Operacional**. 26(3):625–48, 2006.
- TEIXEIRA, C. LOPES, I. FIGUEIREDO, M. Multi-criteria Classification for Spare Parts Management: A Case Study. **Procedia Manufacturing**. 11(June):1560–7, 2017.
- TORABI, AS. HATEFI, SM. SALECK PAY, B. ABC inventory classification in the presence of both quantitative and qualitative criteria. **Computers & Industrial Engineering**. 63(2):530–7, 2012.
- TORKABADI, A. MAYORGA, R. Evaluation of pull production control strategies under uncertainty: An integrated fuzzy AHP-TOPSIS approach. **J Ind Eng Manag**. 11(1):161, 2018.
- TSOU, CS. Multi-objective inventory planning using MOPSO and TOPSIS. **Expert Systems with Applications**. 35(1–2):136–42, 2008.
- TUBINO, Dalvio Ferrari. **Planejamento e controle da produção: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2017.
- TURRIONI, J.; MELLO, C. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção: estratégias, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas**. UNIFEI: 2012.
- VIANA, João José. **Administração de Materiais: um enfoque prático**. 1 ed. São Paulo: Atlas, 2000.
- WEBER, M. BORCHERDING, K. Behavioral influences on weight judgments in multiattribute decision making. **European Journal Operacional Research**, 67(1):1–12, 1993.
- WEILONG, Ye. **Abc inventory classification based on multicriteria optimization**. International Conference on Transportation Engineering, 2007.
- YU, MC. Multi-criteria ABC analysis using artificial-intelligence-based classification techniques. **Expert Systems with Applications**. 38(4):3416–21, 2011.

ZELENY, M. **Multiple criteria decision making**. New York : McGraw-Hill, 1982.

ZHANG, F. JIANG, P. LI, J. HUI, J. ZHU, B. A distributed configuration scheme for warehouse product service system. **Advances in Mechanical Engineering**. 9(5):1–13, 2017.

ZHANG, Q. ZHAO, Q. LI, Y. Integrating Replenishment Policy with GSAA-FCM Based Multi-Criteria Inventory Classification. *International Journal of Computational Intelligence Systems*. 11:248–55, 2018.

ZHOU, P. FAN, L. A note on multi-criteria ABC inventory classification using weighted linear optimization. **European Journal of Operational Research**. 182(3):1488–91, 2007.