



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

HUGO AUGUSTO SOUSA SOARES

**PRIORIZAÇÃO DE AÇÕES PARA REESTRUTURAÇÃO DE LAYOUT
PRODUTIVO E EM UMA ORGANIZAÇÃO SITUADA NO APL TÊXTIL
PERNAMBUCANO UTILIZANDO OS MÉTODOS VTF E FITRADEOFF**

Caruaru
2023

HUGO AUGUSTO SOUSA SOARES

**PRIORIZAÇÃO DE AÇÕES PARA REESTRUTURAÇÃO DE LAYOUT
PRODUTIVO E EM UMA ORGANIZAÇÃO SITUADA NO APL TÊXTIL
PERNAMBUCANO UTILIZANDO OS MÉTODOS VTF E FITRADEOFF**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Engenharia de produção. Área de concentração: Otimização e Gestão da Produção.

Orientador (a): Prof^a. Dr^a. Ana Paula Henriques Gusmão de Araújo Lima

Caruaru

2023

Catálogo na fonte:
Bibliotecária – Nasaré Oliveira - CRB/4 - 2309

S676p Soares, Hugo Augusto Sousa.
Priorização de ações para reestruturação de layout produtivo e em uma organização situada no APL têxtil pernambucano utilizando os métodos VTF e Fittradeoff. / Hugo Augusto Sousa Soares. – 2023.
97 f.; il.: 30 cm.
Orientadora: Ana Paula Henriques Gusmão de Araújo Lima.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Programa de Pós- Graduação em Engenharia de Produção, 2023.
Inclui Referências.
1. Conglomerados (Empresas). 2. Indústria têxtil. 3. Produtividade.
4. Processo decisório por critério múltiplo. 5. Estruturação de problemas.
I. Lima, Ana Paulo Henriques Gusmão de Araújo Lima (Orientadora). II. Título.
CDD 658.5 (23. ed.) UFPE (CAA 2023-061)

HUGO AUGUSTO SOUSA SOARES

**PRIORIZAÇÃO DE AÇÕES PARA REESTRUTURAÇÃO DE LAYOUT
PRODUTIVO E EM UMA ORGANIZAÇÃO SITUADA NO APL TÊXTIL
PERNAMBUCANO UTILIZANDO OS MÉTODOS VTF E FITRADEOFF**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Engenharia de Produção. Área de concentração: Otimização e Gestão da Produção.

Aprovada em: 21/08/2023

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Ana Paula Henriques Gusmão de Araújo Lima (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Jônatas Araújo De Almeida (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Bruno de Athayde Prata (Examinador Externo)
Universidade do Porto

AGRADECIMENTOS

Queria começar agradecendo a Jesus e a Virgem Maria, por terem sido meus guias espirituais, me dando força, coragem e perseverança tanto no decorrer da caminhada neste mestrado, quanto na realização deste trabalho para que assim este fosse executado com a maior reponsabilidade e cuidado possível.

Agradecer também aos meus pais e minha namorada Anna Luiza Marinho que foram essenciais nessa caminhada com todo o esforço e dedicação para fazerem de tudo por mim, além de me motivar e dar forças diariamente durante a caminhada nesse mestrado e para a execução do presente trabalho, sou muito grato pois o meu sonho também era o sonho deles.

Citar também todos os meus demais familiares e agradecer por todo apoio e confiança na minha pessoa, em especial meus avos presente em caruaru por me acolherem de forma tão singular e se fazerem muito presentes durante essa caminhada me apoiado e fazendo de tudo por mim nas mais diversas situações.

Não poderia deixar de citar meus amigos, também que me deram muito apoio ao decorrer dessa caminhada tanto em relação a assuntos e problemas atrelados ao mestrado, quanto também em momentos que estava precisando me distrair e desopilar um pouco, eles foram essenciais e agradeço demais a todos pelo apoio e confiança nos mais diversos momentos.

Um agradecimento mais que especial a minha orientadora Dr^a. Ana Paula Henriques Gusmão de Araújo Lima, que foi mais que fundamental em toda minha caminhada nesse mestrado, e como minha orientadora foi imprescindível em observações e sugestões, além de todo o apoio motivacional e confiança passada na minha capacidade. Assim como aos demais professores que passaram durante a minha trajetória na pôs graduação, estes foram de grande importância na continuidade da construção da minha formação como profissional.

Por fim, queria agradecer aos professores presentes na banca por disponibilizar seu tempo e a sua presença na avaliação deste trabalho, assim como também as pessoas que mesmo indiretamente contribuíram tanto na minha caminhada na minha caminhada na pôs graduação, quanto no desenvolvimento deste trabalho.

E um agradecimento especial também a FACEPE e a CAPES, por todo o apoio, auxílio e suporte tanto estrutural, quanto financeiro para a realização do trabalho, todo esse apoio foi primordial para que o estudo ocorresse da melhor forma.

RESUMO

O APL (Arranjo produtivo local) têxtil situado no Agreste pernambucano é o segundo maior polo de confecções do ramo situado no Brasil, apresenta cerca de 20 mil unidades produtoras. Sendo assim, devido à alta competitividade existente dentro deste mercado, é de extrema importância que as organizações do ramo mantenham seus níveis de produtividade os mais elevados possíveis. Para tanto, é imprescindível que as empresas deste ramo apresentem um bom entendimento dos seus processos produtivos, assim como, uma estruturação da forma mais eficiente possível do posicionamento do seu maquinário e a organização de um fluxo produtivo para que este possa ser cada vez mais contínuo. Dessa forma, a estruturação e reestruturação do layout produtivo dentro destas organizações do ramo têxtil de confecções podem contribuir para redução de gargalos nos processos produtivos e conseqüentemente aumentar seus níveis de produtividade, alavancando sua lucratividade. Exposto isso, o presente trabalho teve como foco o suporte à problemática de reestruturação de layout, em uma organização do setor têxtil que vem apresentando uma baixa produtividade devido a problemas no seu layout. Utilizou-se o método de estruturação de problema VFT (Valued Focused Thinking) para auxiliar a melhor compreensão desta problemática e conseqüentemente facilitar a identificação de alternativas de ação em conjunto com os objetivos estratégicos da organização. Após a definição das alternativas de ação, ocorreu a priorização das mesmas, com a aplicação de modelo multicritério de apoio a decisão utilizando o método FITradeoff. Sendo assim, foi possível com a aplicação do modelo presente no trabalho a identificação de 11 alternativas de ação para a problemática, alternativas estas que foram priorizadas, com o objetivo da reestruturação do layout da organização estudada a modo de contribuir a alavancar a produtividade da mesma. Este modelo pode ser replicado em empresas que apresentam problemáticas semelhantes com a exposta neste trabalho.

Palavras-chave: Produtividade no APL têxtil pernambucano; Problemática de reestruturação de Layout produtivo; Métodos de Estruturação de problemas; Modelo de apoio a decisão.

ABSTRACT

The APL (Local productive arrangement) textile located in the Agreste pernambucano is the second largest pole of confections of the branch located in Brazil, has about 20 thousand producing units. Therefore, due to the high competitiveness within this market, it is extremely important that the industry organizations keep their productivity levels as high as possible. Therefore, it is essential that companies in this field have a good understanding of their production processes, as well as structuring the most efficient way possible the positioning of your machinery and organizing a productive flow so that it can be increasingly continuous. Thus, the structuring and restructuring of the productive layout within these organizations of the textile sector of clothing can contribute to reduce bottlenecks in production processes and consequently increase their levels of productivity, leveraging their profitability. Exposed to this, the present work had as focus the support to the problem of layout restructuring, in an organization of the textile sector that has been presenting a low productivity due to problems in its layout. The VFT (Valued Focused Thinking) problem structuring method was used to assist the better understanding of this problem and consequently facilitate the identification of action alternatives in conjunction with the strategic objectives of the organization. After the definition of the action alternatives, the prioritization of the same occurred, with the application of multicriteria model of decision support using the FITradeoff method. Thus, it was possible with the application of the model present in the work to identify 11 alternatives of action for the problem, these alternatives that were prioritized, the layout of the organization studied in order to contribute to leverage the productivity of the same. This model can be replicated in companies that present similar problems with the one exposed in this work.

Keywords: Productivity in the textile LPA of Pernambuco; Restructuring problems of productive layout; Methods of structuring problems; Model of decision support.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura hierárquica dos objetivos.....	47
Figura 2 – Representação do modelo proposto.....	62
Figura 3 – Layout atual da organização estudada.....	64
Figura 4 – Diagrama Poder & Interesse.....	66
Figura 5 – Hierarquia dos objetivos fundamentais.....	71
Figura 6 – Rede de objetivos Meio-Fim.....	74
Figura 7 – Definição de grau de importância dos critérios.....	77
Figura 8 – Início da Elicitação Flexível.....	78
Figura 9 – Diagrama de Hasse de 6 níveis.....	80
Figura 10 – Avaliação holística da posição 2.....	81
Figura 11 – Diagrama Hasse com 8 níveis.....	82
Figura 12 – Avaliação holística da posição 3.....	83
Figura 13 – Diagrama Hasse com 9 níveis.....	83
Figura 14 – Avaliação holística da posição 8.....	84
Figura 15 – Diagrama Hasse com 10 níveis.....	85
Figura 16 – Avaliação holística da posição 9.....	85
Figura 17 – Gráfico de limites de constantes de escala.....	87
Figura 18 – Início da análise de sensibilidade.....	87
Figura 19 – Resultado gráfico da análise de sensibilidade.....	88

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Passos do método SPL.....	34
Tabela 2 –	Técnica para identificar objetivos.....	45
Tabela 3 –	Estágios do processo de decisão	52
Tabela 4 –	Etapas do processo produtivo.....	67
Tabela 5 –	Identificação de valor de cada Stakeholder.....	70
Tabela 6 –	Lista de desejos dos Stakeholders.....	70
Tabela 7 –	Definição dos objetivos fundamentais.....	72
Tabela 8 –	Definição dos objetivos meio.....	72
Tabela 9 –	Definição dos objetivos Fins.....	73
Tabela 10 –	Definição dos Critérios.....	74
Tabela 11 –	Parâmetros adotados em cada nível da escala.....	75
Tabela 12 –	Identificação das alternativas.....	76
Tabela 13 –	Resumo da Elicitação Flexível.....	80
Tabela 14 –	Ranking das alternativas.....	81
Tabela 15 –	Ranking Final.....	88
Tabela 16 –	Resultados da análise de sensibilidade.....	90
Tabela 17 –	Ranking final de priorização com as alternativas.....	91

LISTA DE SIGLAS

ABIT	Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção
APL	Arranjo Produtivo Local
EJEP	Empresa Júnior de Engenharia de Produção
FCM	Fuzzy Cognitive Maps
FLP	Facility layout planning
MAUT	Multi-Attribute Utility Theory
MCDA	Multiple-criteria decision analysis
NTCPE	Núcleo Gestor da Cadeia Têxtil e de Confecções em Pernambuco
PL	Programação linear
PMLO	Programação Linear Multiobjetivo
PSMs	Problem Structuring Methods
SAD	Sistema de apoio a decisão
SCA	Strategic Choice Approach
SD	System Dynamics
SPL	Systematic Layout Planning
SSM	Soft Systems Methodology
VFT	Value Focused Thinking
VSM	Viable Systems Model

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Considerações iniciais.....	12
1.2	Justificativa da pesquisa.....	13
1.3	Objetivos da pesquisa	14
1.3.1	<i>Objetivo geral</i>	14
1.3.2	<i>Objetivos específicos</i>	14
1.4	Metodologia.....	15
1.5	Estrutura da dissertação.....	16
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	18
2.1	Indústria têxtil de confecções no brasil.....	18
2.1.1	<i>Indústria Têxtil de Confecções em Pernambuco</i>	20
2.1.2	<i>APL Têxtil Pernambucano</i>	21
2.2	Layout de processo produtivo	23
2.2.1	<i>Planejamento do Layout</i>	28
2.2.2	<i>Produtividade, Problemática e Modelos de Layout</i>	33
2.3	Estruturação de problema.....	36
2.3.1	<i>VFT (Value Focused Thinking)</i>	39
2.4	Processo de decisão multicritério.....	46
2.4.1	<i>Método FITRADEOFF</i>	51
3	PROPOSIÇÃO DO MODELO.....	56
3.1	Justificativa do método.....	56
3.2	Modelo proposto.....	57
4	RESULTADOS E APLICAÇÃO DO MODELO.....	59
4.1	Estudo de caso e conhecimento da organização.....	59
4.2	Estruturação do problema e aplicação do VFT.....	62
4.3	Aplicação do modelo multicritério.....	72
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	87
	REFERÊNCIAS.....	89

1. INTRODUÇÃO

Para as empresas e indústrias se manterem competitivas e eficazes no mercado atual são necessários três aspectos de suma importância, são eles: a produtividade, a qualidade e a inovação, e sobre este último aspecto está inserido dentro dele uma problemática de extrema importância no ambiente organizacional que é a reformulação de *layout*. Em grande parte das empresas esta reformulação está entre as inovações mais difíceis de serem executadas, ela pode ocasionar melhorias, otimizando o fluxo de produção e aumentando a produtividade. Resultando assim, em uma maior clareza do fluxo a ser seguido durante a operação, os processos envolvidos tornam-se padronizados, melhorando a qualidade dos produtos, por isso, um arranjo físico reformulado traz uma inovação para a empresa no mercado onde está envolvida (AZEVEDO E BRAGA 2013; ZENG *et al*, 2017; SLACK, CHAMBERS E JOHNSON 2018).

Sendo assim, ser competitivo no mercado atual está se tornando cada vez mais desafiador, tanto pela grande concorrência existente, quanto também pela dificuldade em que os gestores têm em elevar os níveis de produtividade e inovação das suas respectivas organizações. Tendo isso em vista, para alavancar os resultados de uma organização industrial é essencial dispor de um *layout* ou arranjo físico eficaz.

Além de ser extremamente relevante em problemas envolvendo *layout* e a sua reestruturação, a utilização de métodos de estruturação de problemas, para que assim o problema possa ser entendido da melhor forma possível e conseqüentemente as alternativas geradas para a sua resolução possam ser alinhadas, tanto com a realidade da problemática, quanto com o objetivo estratégico da organização.

É relevante também diante desta problemática a utilização de metodologias para auxiliar o processo de tomada de decisão. A utilização destas metodologias podem se tornar um diferencial competitivo da organização e ajuda bastante a alavancar os resultados da mesma. Diante deste contexto, onde diferentes desafios se apresentam diariamente no ambiente organizacional, dificultando o processo decisório surge a abordagem MCDA (*Multiple-Criteria Decision Analysis*) que tem se mostrado bastante eficaz no tratamento de problemas onde há a possibilidade de aplicação dos métodos já desenvolvidos para apoiar o processo decisório (DE ALMEIDA, 2013).

Dentro desta realidade, a presente pesquisa tem como objetivo a priorização de alternativas de ações para a reestruturação do *layout* de uma organização situada no APL têxtil pernambucano. Em um primeiro momento é utilizado a metodologia de estruturação de problema VFT proposta por KEENEY (1992), com a finalidade do melhor entendimento da problemática envolvendo *layout*, para que assim, possa ser facilitada a forma de como as alternativas serão identificadas, e estas, possam se encaixar tanto da melhor forma na resolução do problema, como também com os objetivos estratégicos da organização.

Já em um segundo momento, parte da elaboração de um modelo multicritério de apoio à decisão, utilizando-se do método FITradeoff (DE ALMEIDA *et al.* 2021), objetivando a priorização de alternativas de ações, geradas pelo método VFT, para auxiliar o decisor na reestruturação de *layout* da sua organização que vem apresentando baixos índices de produtividade.

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O layout ou arranjo físico de uma instalação produtiva, tem o propósito de unir recursos transformadores de forma eficiente, para que as atividades industriais trabalhem de forma organizada, a fim de obter um desempenho, garantindo a eficácia produtiva (GIRALDELI *et al.*, 2018).

O layout de uma indústria é fundamental para a sua saúde organizacional, pois se o maquinário e os processos não estiverem em harmonia, à produção ficará mais vulnerável a erros de controle, imprecisão dos tempos, péssima logística de entrega interna, riscos de extravio ou danificação de peças/produtos e geração de gargalos, além de oferecer riscos de segurança aos colaboradores (GHIRALDE *et al.* 2018).

Com isso, as problemáticas envolvendo layout e sua reestruturação, tem como consequência decisões que englobam o nível tático operacional das empresas, e vem se tornando cada vez mais presentes no ambiente organizacional, já que tal decisão não pode ser tomada no cotidiano, tal como ocorre com problemas de planejamento no nível operacional.

Os autores NEUMANN e SCALISE (2015), apontam que o layout de qualquer empresa, quer seja uma indústria ou prestadora de serviços, é o resultado final de uma análise e proposições de um layout após as decisões relacionadas a produtos, processos e recursos de produção terem sido tomadas. Quando uma alternativa de

layout é considerada, geralmente vem à tona o problema de um completo planejamento para a produção de um novo bem ou serviço. No entanto, tais problemas estão envolvendo cada vez mais situações de re-layout de processos já existentes ou na alteração de alguns arranjos em alguns equipamentos.

Sendo assim, decisões de re-layout são geralmente tomadas como resultado de um processo de avaliação quando um layout existente não permite que os objetivos estabelecidos por uma organização sejam alcançados. (PÉREZ-GOSENDE 2016). Para a concepção e reestruturação de um layout satisfatório, é aconselhável dispor de diversas alternativas para um estudo comparativo (TOMPKINS et al., 2010).

1.2 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

Globalmente, a indústria têxtil e de confecção emprega mais de 300 milhões de pessoas ao longo da cadeia de valor. Somente a parcela da confecção representa mais de 60% do total de têxteis usados nesse tipo de indústria (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2017).

A cadeia têxtil brasileira produziu em 2021 aproximadamente R\$ 190 bilhões, o que equivale ao segundo maior setor de confecção da indústria de transformação do país, perdendo apenas para a indústria alimentícia (ABIT 2022). Segundo dados da IEMI 2022, 1,34 milhão de empregados são gerados por esse setor de confecção e 8 milhões de adicionarmos os indiretos e efeito renda, dos quais 60% são de mão de obra feminina. São mais de 22,5 mil unidades produtivas formais em todo o país.

Em pesquisa da IEMI 2017, destaca-se que o perfil majoritário desse setor aqui no Brasil é o das confecções, que concentra cerca de 75% da mão de obra de todo o setor têxtil brasileiro. E um dos estados em que a presença dos micros, pequenas e médias empresas que são predominantemente em seu APL de confecções é o estado de Pernambuco.

Sendo assim, este setor possui uma série de desafios que devem ser tratados na forma de projetos estruturantes para melhoria da competitividade. Dentre eles, pode-se citar os diferentes níveis tecnológicos das empresas ao longo da cadeia produtiva, gargalos, improdutividade e a dependência de mão de obra especializada em alguns processos (ABIT, 2015).

Diante das informações expostas, torna-se evidente a relevância do setor têxtil nos contextos globais e locais e a necessidade da proposição de um modelo para as

empresas deste setor no contexto de melhoria contínua da produtividade e aperfeiçoamento dos processos.

Portanto, este trabalho propõe um modelo, para a priorização de alternativas de ação com foco na reestruturação do layout, para assim, contribuir na produtividade de uma organização situada no APL têxtil pernambucano. Para tanto, é utilizado em um primeiro momento a metodologia VFT para o entendimento da problemática e a geração de alternativas e em um segundo momento a aplicação do método FITradeoff para a priorização destas alternativas.

1.3 OBJETIVO DA PESQUISA

Objetivo geral e os objetivos específicos são necessários para se possa chegar ao propósito deste trabalho, a seguir serão apresentados estes respectivos objetivos.

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é a priorização de ações para reestruturação de *layout* de uma organização situada no APL têxtil pernambucano, através da proposição de um modelo, de forma a contribuir para alavancar a produtividade da mesma.

1.3.2 Objetivo Específicos

Como objetivos específicos para este trabalho tem-se:

- Estruturar o problema, com o objetivo de entender melhor as suas particularidades e assim gerar alternativas de ação para a reestruturação do *layout* com a utilização da metodologia VFT;
- Priorizar estas alternativas de ação, com a utilização do modelo multicritério de apoio a decisão a partir do método FITradeoff;
- Apresentar os resultados ao decisor do problema de forma a apoiar as decisões da empresa.

1.4 METODOLOGIA

Este trabalho teve como propósito a elaboração de um modelo multicritério de apoio à decisão, objetivando a priorização de alternativas de ações, para auxiliar a reestruturação de *layout* de uma organização têxtil situada no APL pernambucano que vem apresentando baixos índices de produtividade. É metodologicamente foi adotada uma abordagem composta por três etapas.

A primeira etapa da metodologia deste trabalho se refere ao desenvolvimento da pesquisa bibliográfica, cuja finalidade é obter o conhecimento necessário a respeito do tema e criar uma base conceitual através da revisão da literatura com informações que possam ser utilizadas no estudo, baseando-se em grandes pensadores da área de estudo. Para (Gil,2008) a pesquisa Bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. Sendo assim, o **Capítulo 2** deste trabalho, apresenta o levantamento bibliográfico para esta pesquisa, que foi realizado através dos estudos em livros, periódicos científicos, dissertações e teses relacionadas ao tema abordado.

Já na segunda etapa da metodologia do presente trabalho, foi desenvolvida a modelagem do problema de decisão, abordada no **Capítulo 3** desse estudo. O modelo proposto apresentado nessa pesquisa consiste em três fases, a caracterização do problema; a fase de aplicação da metodologia VFT e do método multicritério e, por fim, a fase de finalização que trata da divulgação do resultado.

A Proposição do modelo de decisão, foi desenvolvida com base no procedimento de análise e solução de problemas estabelecido por de ALMEIDA *et al.*, (2016). Tal procedimento compreende as fases preliminar, modelagem de preferências e finalização.

Sendo assim, com a proposição do modelo de decisão presente na segunda etapa da metodologia desse estudo, faz com que, este trabalho possa ser classificado como uma pesquisa aplicada, pois este modelo pode ser replicado nas organizações que sofrem com problemas semelhantes ao apresentado no trabalho. A Pesquisa aplicada tem como objetivo principal a apresentação de problemas presentes nas atividades das instituições, organizações, grupos ou atores sociais. Ela está empenhada na elaboração de diagnósticos, identificação de problemas e busca de soluções. (THIOLLENT, 2009). Já Gil (2008), afirma que a pesquisa aplicada tem

como sua característica fundamental o interesse focado na aplicação, utilização e consequências práticas dos conhecimentos

E por fim, na terceira e última etapa da metodologia deste trabalho, que foi apresentada no **Capítulo 4**, foi abordado a aplicação do modelo proposto na organização estudada do APL têxtil de confecções no Agreste de Pernambuco, a fim de demonstrar a aplicabilidade e a significância dos resultados gerados com a avaliação de maturidade estabelecida.

Neste contexto em termos de método foi utilizado: o método VFT, que foi proposto por KEENEY (1992), utilizado para estruturação de problemas e como apoio ao modelo multicritério de apoio a decisão; foi utilizado também, o método FITradeoff (DE ALMEIDA *et al.* 2021), direcionado para problemática de priorização, através do software do respectivo método, que está disponível em: <http://fitradeoff.org/>, facilitando assim a aplicação do modelo.

Sendo assim, o presente trabalho faz o uso de uma abordagem mista, tanto qualitativa, quanto quantitativa com o objetivo da construção de um modelo de decisão, onde a utilização conjunta da pesquisa qualitativa e quantitativa permite recolher mais informações do que se poderia conseguir isoladamente (FONSECA, 2002). A abordagem qualitativa como aquela que se baseia na interpretação e observação dos fenômenos, levando em consideração o significado que carregam ou o significado atribuído pelo pesquisador, em decorrência da realidade onde os fenômenos estão inseridos (GERHARDT e SILVEIRA, 2009). Já a abordagem quantitativa para FONSECA (2002), é centrada na objetividade, onde se é considerado que a realidade só pode ser compreendida com base na análise da dados brutos, recolhidos com o auxílio de instrumentos padronizados e neutros.

1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação está organizada em 6 capítulos, descritos a seguir, No **Capítulo 1**, são apresentadas as informações introdutórias sobre o tema trabalhado, envolvendo a problemática de pesquisa e justificativa, bem como objetivos e a metodologia empregada na pesquisa.

Já no **Capítulo 2**, aborda a revisão da literatura e referencial teórico. Destacam-se os temas relacionados ao setor têxtil, bem como conceitos sobre *layout* e sua importância, seus tipos e como problemas neste tema afetam a produtividade da

organização. Assim como, abrange os aspectos associados a estruturação de problemas e a metodologia VFT e métodos de apoio à decisão multicritério com ênfase para o método FITradeoff.

No **Capítulo 3**, são expostos: o modelo proposto, a caracterização da organização estudada e explicação da problemática. Já o **Capítulo 4**, apresenta a aplicação do modelo com a utilização do método VFT e FITradeoff. O **Capítulo 5**, apresenta os resultados encontrados, com a priorização das alternativas de ação. E o **Capítulo 6**, abrange as considerações finais sobre o desenvolvimento da pesquisa, discute os principais pontos da análise e apresenta sugestões para possíveis trabalhos futuros. Por fim, as referências bibliográficas utilizadas na elaboração da pesquisa.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo será abordado o desenvolvimento e embasamento do trabalho, que foi fundamentada em revisões da literatura e publicações científicas nas respectivas áreas da pesquisa.

Inicialmente foi abordada uma visão geral sobre o setor têxtil industrial e toda a sua relevância no âmbito nacional e local. Após este ponto de partida, foram apresentados também conceitos relacionando a área de *layout*, planejamento de layout e a importância dessa área na produtividade de uma organização.

E por fim, foram discorridos aspectos envolvendo os métodos utilizados no estudo de caso, que foram, para a estruturação e melhor entendimento da problemática a metodologia VFT e para a priorização das alternativas o método multicritério FITradeoff.

2.1 INDÚSTRIA TÊXTIL DE CONFECÇÕES NO BRASIL

O setor de indústrias têxteis e de confecções é um dos mais tradicionais e complexos do mundo. Historicamente, a indústria têxtil é conhecida por ser a principal responsável por impulsionar a primeira revolução industrial no século XVIII, em um período em que houve a substituição dos teares manuais por máquinas movidas a vapor (CNI, 2017; RAMOS, 2020). O setor de indústrias têxteis e de confecções, segundo a ABIT (2022), é um dos setores industriais mais tradicionais e complexos do mundo.

Sendo assim, no que se refere a termos de estrutura de processos, a fabricação de produtos têxteis compreende as atividades de preparação das fibras, fiação, tecelagem, acabamento e confecção, principalmente. Esta preparação das fibras têxteis parte da compreensão dos processos tais como: lavagem, carbonização, cardação, penteação, fiação e outros. Dentre estes, tem-se a fiação como um processo intermediário na cadeia produtiva têxtil, e tem como insumo as fibras para produzir fios (FIEMG, 2016).

No Brasil, a indústria têxtil nasceu ainda no período colonial e se desenvolveu em alta escala a partir do início do século XX, chegando à maturidade em meados de 1940, quando a partir daí passou a ser considerada um setor industrial dinâmico dentro de uma economia subdesenvolvida. Este fato ocorreu, pelo o país ter

alcançado uma sólida estrutura que lhe conferiu a posição de segundo lugar na produção têxtil mundial, exportando para grande parte do mundo, por ocasião da Segunda Guerra Mundial (KON; GOMIDE; COAN, 2005).

Segundo KON, GOMIDE e COAN (2005), o processo de globalização do setor têxtil nacional teve início na década de 90, com o acontecimento da abertura comercial da economia brasileira e a implantação do plano real, e houve, inicialmente, impactos negativos para o setor que passou a ser bombardeado pelos produtos importados que chegavam ao país em grandes quantidades, vindo principalmente do continente asiático.

Entretanto, para competir no campo internacional, a indústria têxtil e confeccionista brasileira ainda precisa enfrentar alguns problemas. Mesmo que o Brasil seja considerado um produtor notável e ocupe a quarta posição entre os maiores produtores mundiais de artigos de vestuário e a quinta posição entre os países de manufaturas têxteis, sua atividade comercial é sobretudo interna e bem escassa no comércio mundial. Isso, porque detém apenas 0,3% da participação (em valor exportado), ocupando a 40ª posição no ranking dos principais países exportadores (ABIT, 2017).

Informações publicadas pela CNI (2017) mostram que, no Brasil, o setor têxtil é compreendido por empresas pulverizadas nos 27 estados brasileiros, com maior concentração no Sudeste (49%), Sul (28%) e Nordeste (15%).

Além disso, é necessário apontar que das 32,2 mil companhias do setor em 2016, apenas 0,3% eram de grande porte, as demais 99,7% eram compostas por micro, pequenas e médias empresas (ABIT, 2017). A pesquisa ainda destaca que as micro e pequenas empresas representavam 96,8% das unidades fabris, sendo este o perfil majoritário das confecções. O segmento de confecção concentra também, cerca de 75% da mão de obra de todo o setor têxtil brasileiro. Um dos estados nas quais as empresas de confecções são predominantemente micro, pequenas e médias empresas é o estado de Pernambuco.

Segundo o IEMI (2017), em Pernambuco é onde se concentra 3,3% das empresas da cadeia têxtil brasileira e responde por 3,5% de postos de trabalhos no país, posicionando-se na 7ª posição no ranking dos estados produtores de têxteis no Brasil. As unidades têxteis em Pernambuco se caracterizaram em 2016 como micro (de 5 a 19 funcionários) e pequena (de 20 a 99 funcionários), pois representaram mais de 92,1% das unidades têxteis do estado. As empresas de médio porte (de 100 a 499

funcionários) totalizaram 6,7%. Já as grandes (acima de 500 funcionários) representaram apenas 1,1% das unidades de produção locais.

2.1.1 Indústria Têxtil de Confeções em Pernambuco

No setor confeccionista, as empresas de micro e pequeno porte são ainda mais representativas em Pernambuco. Ao considerar as unidades têxteis do estado, estas se caracterizam como micro (de 5 a 19 funcionários) e pequenas (de 20 a 99 funcionários), representando mais de 92,1% das unidades têxteis do estado. As médias empresas (de 100 a 499 funcionários) são 6,7%, e as grandes, (acima de 500 funcionários) representam apenas 1,1%.

Em relação às confeções, as empresas de micro e pequeno porte são ainda mais representativas: em 2016, a participação de ambos os portes chegou a 98,7% das unidades de confeções instaladas no estado, ficando as unidades de médio porte com 1,2%, e as grandes com apenas 0,1% de participação (IEMI, 2017)

Segundo a mesma pesquisa, o pessoal ocupado na indústria têxtil e confeccionista de Pernambuco, que incorpora todos os empregos gerados direta e indiretamente pelo setor, alcançou o montante de 51 mil pessoas em 2016. Aproximadamente 92,3% desta mão de obra é ocupada pelas indústrias confeccionistas do estado. Entre 2012 e 2016, esse contingente avançou 3,4% no período.

O estudo do IEMI (2017) em parceria com o Governo do Estado de Pernambuco, juntamente com o NTCPE (Núcleo Gestor da Cadeia Têxtil e de Confeções em Pernambuco) ressaltam alguns pontos importantes:

Na confecção, diferente da indústria têxtil, a predominância é dos empregados do gênero feminino, com uma participação de um pouco mais da metade, com 55,4%. Restando ao público masculino, 44,6% dos postos de trabalho do segmento.

Na indústria confeccionista, mais da metade dos trabalhadores (59,3%) possui apenas o ensino médio completo. Com ensino médio incompleto são 12,1%, e com ensino fundamental completo, 9,7%. Apenas 2,7% concluíram o ensino superior, ou seja, a maior parte da mão de obra ainda não possui um grau de instrução elevado.

No setor de confecção do estado de Pernambuco, 94,0% das unidades são do segmento de vestuário, 3,3% são da linha lar e 2,8% são de outros confeccionados.

Sendo assim, alguns municípios ganham destaque no seguimento têxtil, são nos municípios de Caruaru, Santa Cruz do Capibaribe, Recife e Toritama que se encontram 71,3% das unidades fabris de vestuário e 71,1% dos empregos gerados pelo setor confeccionista do estado (IEMI, 2017).

As cidades de Caruaru, Santa Cruz do Capibaribe e Toritama estão situadas próximas umas das outras e são as três principais cidades pertencentes ao chamado Polo de Confeção do Agreste, responsáveis pela liderança do arranjo produtivo local (APL) de confecções pernambucano (SEBRAE, 2013).

2.1.2 APL Têxtil Pernambucano

Conforme proposto pelo MINISTÉRIO DA ECONOMIA (2021), APLs são aglomerações de empresas localizadas em um mesmo território, que apresentam especialização produtiva e mantêm vínculos de cooperação e aprendizagem entre si e com outros atores locais, tais como governo, associações empresariais, instituições de crédito, ensino e pesquisa. O APL têxtil do Agreste pernambucano teve suas primeiras atividades observadas há cerca de 80 anos.

Segundo AMORIM, PRAZERES e SANTOS (2017), em meados de 1940 surgiu uma feira na então vila de Santa Cruz do Capibaribe, onde alguns comerciantes negociavam resíduos de panos produzidos por indústrias.

Com o passar dos anos, o centro comercial se popularizou, sendo conhecido como a feira da Sulanca, onde pessoas buscavam comprar produtos do vestuário diretamente de fabricantes nos municípios de Caruaru, Santa Cruz do Capibaribe e Toritama. Em 1980, os processos destas cidades se expandiram a partir dos processos relacionados ao jeans, com a instalação de fábricas e lavanderias que realizavam tingimento das peças (AMORIM; PRAZERES; SANTOS, 2017).

Ainda segundo os autores, em 1990, com a abertura do mercado brasileiro para o exterior, a região sofreu impactos econômicos que demandaram a união dos confeccionistas para fazer frente à concorrência estrangeira. Assim, com a criação da Associação dos Confeccionistas de Santa Cruz do Capibaribe (ASCAP) e a Câmara de Dirigentes Lojistas (CDL) o grupo de empresas da região se une para encontrar melhorias no processo produtivo, trazendo melhorias de mão de obra, tecnologia.

Com a posterior estabilização do mercado, Caruaru se transformou no maior centro de comercialização confeccionista, além de escoar boa parte da produção para outros estados, inclusive até outros países, sendo uma das principais cidades do APL têxtil do Agreste pernambucano (AMORIM; PRAZERES; SANTOS, 2017).

Assim, ao passar dos anos, o APL se expandiu no entorno das três cidades pioneiras citadas anteriormente, e hoje compreende dez municípios, majoritariamente: Caruaru, Toritama, Santa Cruz do Capibaribe, Surubim, Cupira, Agrestina, Brejo da Madre de Deus, Riacho das Almas, Vertentes, Taquaritinga do Norte. Vale ressaltar que existem outras cidades pernambucanas, fora do Agreste, onde atividades de produção têxtil são observadas, como na região metropolitana de Recife, Belo Jardim e Gravatá, por exemplo (SEBRAE, 2013).

Dentre os critérios de classificação (tamanho, formalidade, idade, etc.) que as unidades produtivas que formam o APL poderiam ter, o SEBRAE (2013), classificou em dois grupos: “empresas” e “empreendimentos complementares”, ou conhecidos localmente como “facções”.

Empresa é a unidade produtiva que produz confecções, que são entendidas como peças de vestuário na forma de produtos finais. Algumas empresas executam todas as etapas e fabricam todos os componentes de seus produtos finais; outras subcontratam empreendimentos complementares para algumas dessas etapas ou componentes.

Empreendimento complementar (ou facção) é a unidade produtiva que desempenha tarefas que correspondem as etapas do processo produtivo de confecções, como costurar peças de uma calça e/ou produzir partes ou componentes das confecções, como forros de bolsos e outros.

Levando em considerando esses dois grupos, o processo produtivo típico de uma peça de vestuário feita no Polo de confecções pode combinar intervenções realizadas nas empresas e nos empreendimentos complementares, como também há casos em que a empresa executa todo o procedimento. Além disso, existem casos extremos de empresas que repassam todas as operações às facções (SEBRAE, 2013).

Nos últimos anos, a região Agreste pernambucana tem desempenhado um relevante papel no estado. Indicadores demográficos e econômicos da região evidenciam este ponto: entre os anos 2000 e 2010, a população da região cresceu

cerca de 31%, e o PIB aumentou em 57%, principalmente em função do crescimento das atividades comerciais da região (SEBRAE, 2013).

De acordo com informações publicadas pelo IEMI (2017), entre 2012 e 2016, houve aumento de 6,0% no número de empresas têxteis em atividade no estado. Já no setor de confecção houve aumento de 1,3% no mesmo período.

Na região Agreste estão localizadas 3,3% das empresas da cadeia têxtil brasileira, ou 1.216 empresas, sendo 89 produtoras têxteis e 1.127 fabricantes de artigos confeccionados. A maior participação do estado em quantidade de empresas se verifica no setor confeccionista, com 4,2% do total nacional. No entanto, em termos de informalidade, cerca de 80% das unidades produtivas da região são informais. Até hoje, o APL tem se expandido, em grande medida, porque paga poucos impostos e, menos ainda, direitos e obrigações trabalhistas.

Como num efeito em cascata, a informalidade favorece a baixa qualificação da força de trabalho. Em média, 25% da população com mais de 15 anos de idade das cidades que pertencem ao APL, não sabem ler e escrever (SEBRAE, 2013). Ainda neste contexto, em torno de 87% dos funcionários das unidades produtivas não possuem formação em moda, design, corte ou costura (IEMI, 2017). Assim como ocorre com a informalidade, a baixa qualificação da mão de obra constitui uma vantagem transitória, mas por outro lado pode ser vista como uma ameaça.

A tendência de longo prazo é que o recolhimento de impostos, o atendimento às normas ambientais e o pagamento dos direitos trabalhistas sejam mais exigidos. Adicionalmente, os empresários precisarão também investir e utilizar melhor o maquinário, racionalizar a administração apoiada no uso intensivo da informática e modernizar a criação de novas peças e coleções como forma de se diferenciar da concorrência (SEBRAE, 2013). Sendo assim, é de grande importância para essa modernização uma estruturação eficaz do *layout* produtivo dessas organizações.

2.2 LAYOUT DE PROCESSO PRODUTIVO

Layout ou arranjo físico pode ser definido como os recursos transformadores posicionados uns em relação aos outros e a forma como as várias tarefas da operação são alocadas a esses recursos (SLACK, 2018). Trazendo um conceito mais amplo para essa definição, SLACK, CHAMBERS e JOHNSTON (2018), define que o *layout*

de uma operação ou processo é como seus recursos transformadores são posicionados uns em relação ao outro e como várias tarefas da operação serão alocadas a esses recursos transformadores.

Conforme os estudos de WANG *et al.* (2018), o *layout* envolve decisões sobre a disposição dos centros de atividade econômica de uma unidade. Um centro de atividade econômica pode ser qualquer coisa que utilize espaço, como: uma pessoa ou um grupo de quatro pessoas, o balcão de um caixa, uma máquina, uma bancada de trabalho ou uma estação de trabalho, um departamento, uma escada ou um corredor, um suporte de cartões de ponto, uma lanchonete ou um depósito de estocagem e assim por diante.

De acordo com CHIAVENATO (2016), o arranjo físico, ou ainda *layout*, de uma empresa ou de apenas um departamento, nada mais é do que a distribuição física de máquinas e equipamentos dentro da organização onde, através de cálculos e definições estabelecidas de acordo com o produto a ser fabricado, se organiza os mesmos para que o trabalho possa ser desenvolvido da melhor forma possível e com o menor desperdício de tempo.

Definir o *layout* é decidir o local onde colocar todas as instalações, máquinas, equipamentos e pessoas. Definir o arranjo físico é decidir onde colocar todas as instalações, máquinas, equipamentos, pessoal da produção, enfim, todas as facilidades, para que haja um fluxo harmonioso dos recursos do processo, evitando, dessa forma, os desperdícios de produção (OLIVEIRA *et al.*, 2014).

De acordo com BRITO e LOPES (2014), é necessário considerar os seguintes aspectos no momento de planejar um arranjo físico:

- Especificações gerais como espaços necessários, distâncias a serem cobertas e circulação de pessoas ou materiais;
- Estimativa de demanda de cada produto no sistema;
- Requisitos de processo, quantidade de operações, fluxos entre os vários componentes;
- Necessidade de espaços para a operação e manutenção dos equipamentos e tarefas;
- Disponibilidade de espaço para possíveis novas configurações.

O estudo do *layout* está diretamente ligado à programação e controle da produção e aos custos de produção, por meio do melhor aproveitamento do espaço

físico, melhoria das condições de trabalho e gerência no fluxo de materiais e pessoas, determinando, assim, o grau de eficiência dos recursos produtivos (OLIVEIRA *et al.*, 2014).

SANTOS e FILHO (2019), esclarecem que o *layout* pode considerado o primeiro elemento evidenciado por todos que adentram na fábrica, torna-se de substancial importância que esteja alocado de forma organizada e de fácil compreensão dos processos produtivos.

GOSENDE (2021), define o processo que envolve *layout*, como o arranjo físico de todos os fatores da produção que fazem parte do sistema de produção e podem ser organizados, de modo a atender eficientemente os objetivos estratégicos da organização. Em linhas gerais, o *layout* busca integrar material, mão de obra, equipamentos e edificações.

Já ARAÚJO (2010), descreve *layout* como o equilíbrio entre pessoas, máquinas, equipamentos e materiais em uma organização, determinado pelos processos e viabilizado pelo planejamento do *layout*.

A organização do *layout* trata-se da maneira pela qual são alocados fisicamente os recursos que preenchem os espaços de uma instalação, como por exemplo, um departamento, uma sala, uma pessoa ou um grupo de pessoas, máquinas, equipamentos, bancadas e estações de trabalho. Logo, os estudos de *layout* e a organização do arranjo físico determinam a maneira pela qual os recursos são transformados e fluem pela operação (CORRÊA; CORRÊA, 2017).

SANTOS (2019), afirma que desenvolver um novo *layout* em uma organização é pesquisar e solucionar problemas de posicionamento de máquinas, setores e decidir sobre qual a posição mais adequada que cada qual deve ficar. Em todo o desenvolvimento do novo *layout* organizacional uma preocupação básica deve estar sempre sendo buscada. Tornar mais eficiente o fluxo de trabalho quer seja ele dos colaboradores ou de materiais.

Assim, o arranjo físico deve ser definido de forma que a alocação dos recursos transformadores possa estar distribuída conforme as operações que são necessárias para gerar os bens e/ou serviços, considerando para isto o espaço adequado. Abaixo são apresentados quais são os critérios segundo SLACK (2018), para se obter um bom *layout*.

- Segurança contra riscos acidentais: processos que constituem perigo para funcionários ou clientes, só deverão ser acessíveis ao pessoal autorizado e

saídas de emergência devem ser claramente marcadas com acesso desimpedido e a sinalização deve ser clara;

- Segurança contra riscos intencionais: garantir que qualquer um com intenções maliciosas não possa obter acessos a funcionais clientes ou instalações;
- Extensão do Fluxo: o fluxo de materiais, informações e clientes deve ser apropriado aos objetivos da operação, minimizando a distância percorrida;
- Minimizar atrasos: Otimizar rotas e posicionamento das instalações, eliminando gargalos;
- Reduzir trabalhos em andamento: mitigar gargalos, utilizando o *layout* para limitar a capacidade de acúmulo de itens;
- Clareza de Fluxos: fluxo bem sinalizado, claro e evidente;
- Condições dos funcionários: organizar os *layouts* de modo que os funcionários fiquem localizados longe de partes barulhentas ou desagradáveis da operação;
- Comunicação: Promover encontros casuais entre os funcionários para troca de informações;
- Coordenação da administração: Localização relativa do pessoal, uso de dispositivos de comunicação e pontos de informação;
- Acessibilidade: Todas as máquinas e equipamentos deverão ser acessíveis para a devida inspeção, limpeza e manutenção;
- Uso de espaço: o *layout* deve proporcionar uso apropriado do espaço total disponível;
- Uso de capital: o capital investido de ser minimizado quando finalizado o projeto de *layout*;
- Flexibilidade a longo prazo: Os *layouts* podem ser alterados à medida que mudam as necessidades das operações;
- Imagem: O *layout* pode ser usado para estabelecer a marca da empresa.

Sendo assim, para GAITHER e FRAIZER (2012), a organização de um *layout* deve estar de acordo com a estratégia de operações adotada pela empresa. Ainda segundo os autores, os objetivos de um Arranjo Físico de instalações se diferem de acordo com as operações adotadas, podendo essas operações serem de manufatura, de armazenamento, serviços e de escritório. Para manufatura, os objetivos envolvem, por exemplo:

- Fornecer suficiente capacidade;

- Garantir saúde e segurança para empregados;
- Garantir espaço para as máquinas de produção;
- Permitir facilidade de supervisão.

Para MOREIRA (2012), os motivos que expressam a relevância das decisões tomadas acerca de um Arranjo Físico são:

- Impactam na capacidade instalada e produtividade das operações;
- Podem gerar dispêndios significativos;
- impactam na facilidade técnica e custos de futuras alterações;
- Podem causar paradas indesejáveis.

Para CORRÊA e CORRÊA (2012), os tipos de arranjo físico são responsáveis por definir como melhor se estabelecerá a distribuição dos agentes responsáveis pela produção ou prestação de serviços em seus variados processos dentro de uma organização. Leva-se em consideração os objetivos de desempenho escolhidos pela empresa, que podem ser por custo, flexibilidade, velocidade, inovação, entre outros, para que decisões sejam tomadas.

De acordo com NEUMANN e SCALICE (2015), o *layout* de qualquer empresa é o resultado de uma análise dos arranjos físicos propostos em relação a produção, produto e processos. O estudo do *layout* é uma ferramenta importante, uma vez que otimiza o fluxo de materiais, produtos e pessoas, aproveitando melhor o espaço físico e as condições de trabalho. Essas vantagens, vindas da implementação de um *layout* eficiente, visam à busca de qualidade e competitividade no mercado e, conseqüentemente, aumentam a produtividade (TOMPKINS *et al.*..., 2010).

Sendo assim, SLACK, CHAMBERS e JOHNSON (2018), classificam os principais tipos de *layout* em: *layout* de linha, por Processo, Posicional e Celular. Para GAYAM, SHANMUGANANDAM e VINODH (2020), qualquer que seja o tipo de *layout*, eles sempre são projetados visando a melhoria nas condições de área de trabalho, de forma a minimizar perdas e gerar bons resultados.

Conforme descrito por OLIVEIRA *et al.*, (2017), através da melhoria no arranjo físico, pode-se proporcionar uma melhoria da eficiência das operações produtivas. Em seus estudos, o autor apresenta a eficácia do rearranjo de uma estrutura fabril, por meio do balanceamento de linha, alinhando a melhoria do arranjo físico como estratégia de adequação da capacidade, evidenciando que, quando a linha de

montagem está devidamente balanceada, bem como quando acompanhada de arranjo físico melhorado, pode-se reduzir os desperdícios, permitindo às indústrias aumentar sua competitividade.

Segundo CORRÊA e CORRÊA (2012), decisões sobre arranjo físico não são tomadas exclusivamente quando se projeta uma nova instalação, mas dadas as implicações que o arranjo físico pode ter no próprio desempenho da operação, as decisões devem ser reavaliadas e eventualmente refeitas sempre que:

- Um novo recurso "consumidor de espaço" é acrescentado ou retirado ou se decide pela modificação de sua localização;
- Há uma expansão ou redução de área da instalação;
- Ocorre uma mudança relevante de procedimentos ou de fluxos físicos;
- Ocorre uma mudança substancial dos mix relativos de produtos que afetem substancialmente os fluxos;
- Ocorre uma mudança substancial na estratégia competitiva da operação (por exemplo, a operação enfatizando menos a produção de produtos com custo baixo, passando a enfatizar customização).

A decisão de arranjo físico é importante pois, se o *layout* estiver incorreto, pode resultar em padrões de fluxo muito longos ou confusos, filas de clientes, longos tempos de processos, operações inflexíveis, fluxos imprevisíveis, altos custos e uma resposta fraca para os que estiverem dentro da operação, sejam eles clientes ou funcionários. Além disso, pode ocasionar insatisfação de clientes ou perdas no tempo de produção (SLACK, 2018).

2.2.1 Planejamento do *Layout*

Segundo a EJEP (2017), um planejamento eficaz de um *layout* é importante por trazer vários benefícios, sendo eles:

- Melhoria do fluxo interno de pessoas;
- Otimização do espaço utilizado pela empresa;
- Bom controle e gerenciamento das atividades;
- Minimização de desperdícios de tempo;
- Redução de custos;
- Minimização da inatividade de máquinas.

O SPL (*Systematic Layout Planning*) é um método muito utilizado no projeto ou re-projeto de *layout*, proposto há mais de 45 anos por MUTHER (1978).

O SLP é uma ferramenta que auxilia na tomada de decisão quanto ao melhor posicionamento de equipamentos e pessoal em uma instalação, uma vez que tem como objetivo reduzir custos e esforços desnecessários com fluxos racionais e o melhor uso do espaço (MUTHER, 2012). O tempo despendido no planejamento do arranjo físico antes de sua implantação evita perdas e permite que todas as modificações interajam entre si, estabelecendo uma sequência lógica para as mudanças, além de facilitá-las (MUTHER, 1978).

Esta Análise se caracteriza por cinco pilares: Produto (P), Quantidade (Q), Roteiro (R), Serviços de suporte (S) e Tempo (T), que buscam levantar dados a cada pilar e verificar todas as interações dentro da planta fabril, através destes dados e de suas distâncias entre as operações de origem e destino o modelo conduz para uma seleção de layout mais adequada (KHARIWAL *et al.*, 2021).

A partir da análise, inicia-se a fase de Planejamento, onde desenvolve-se o diagrama de relacionamento com a carta de interligações preferenciais, nos quais avaliam-se as atividades em julgamentos qualitativos pareados, etapa importante para definir a proximidade entre os setores. Na sequência, obtém-se inicialmente um arranjo físico ideal, posteriormente apresenta-se o arranjo físico realístico, adequando o *layout* ideal às restrições impostas, seja pelas peculiaridades do processo, seja pelas limitações da unidade de negócio (KHARIWAL *et al.*, 2021).

Segundo CORRÊA e CORRÊA (2017), as decisões sobre arranjo físico são capazes de afetar os níveis de eficiência e eficácia da operação, além de apoiar a estratégia competitiva. Dessa forma, as decisões não são tomadas somente quando se projeta uma nova instalação, uma vez que, um bom projeto de arranjo físico pode tanto eliminar atividades que não agregam valor como enfatizar atividades que agregam valor, como por exemplo: minimizar custos de manuseio e movimentação interna, utilizar o espaço físico de forma eficiente, facilitar a comunicação entre pessoas envolvidas na operação, reduzir tempos de ciclo dentro da operação, facilitar a entrada, a saída e a movimentação dos fluxos. Conforme YANG *et al.* (2000), o SLP é um procedimento que visa identificar dentre as opções de *layout*, a que mais se adapte às necessidades estabelecidas pela empresa. Sendo assim, é uma ferramenta de apoio a tomada de decisões.

O SLP é especialmente útil em operações que processam clientes e consiste basicamente em cinco passos: análise de fluxos, análise e inclusão de fatores qualitativos (diagrama de relacionamento), avaliação dos dados e arranjo das áreas de trabalho (diagrama de arranjo de atividades), plano de arranjo de espaços (diagrama de relações de espaço) e a implantação do arranjo (CORRÊA; CORRÊA, 2017).

O SLP desenvolve-se em etapas conforme apresentadas na tabela 1, onde se observa os passos a serem seguidos no desenvolvimento do método, bem como suas respectivas ferramentas.

Tabela 1- Passos do método SPL

Passos	Possíveis ferramentas
1. Análise de fluxos de produtos ou recursos	Diagrama de fluxo ou diagrama “de-para”
2. Identificação e inclusão de fatores qualitativos	Diagrama de relacionamento de atividades
3. Avaliação dos dados e arranjo de áreas de trabalho	Diagrama de arranjo de atividades
4. Determinação de um plano de arranjo dos espaços	Diagrama de relação de espaço
5. Ajuste do arranjo no espaço disponível	Planta do local e modelos

Fonte: Adaptado Corrêa e Corrêa (2017)

Para OJAGHI *et al.* (2015), o SPL trata-se de uma abordagem poderosa e de fácil aplicação, capaz de encontrar uma série de soluções para o *layout*.

Com isso, dentro das soluções existentes hoje na literatura para planejamento de layout, HOSSEINI-NASAB *et al.* (2018), propuseram um sistema de classificação para o planejamento de *layout* de instalações, denominada de FLP (*Facility layout planning*) com base na evolução do *layout*, características das oficinas e formulação do problema e suas abordagens de solução, esta evolução é representada a seguir:

- Tipo de problema: Refere-se à tomada de decisão da FLP em instalações totalmente novas ou *Re-layout* ao fazer ajustes no *layout* de instalações já existentes;
- Abordagem de planejamento: dependendo da variabilidade do fluxo de materiais durante o horizonte de planejamento, o problema pode ser considerado estático ou dinâmico. Estático, quando o fluxo de material

entre os departamentos permanece constante ao longo do horizonte de planejamento. Dinâmico, quando o horizonte de planejamento é dividido em vários períodos de tempo discretos ($t = 1, \dots, T$) com uma intensidade de fluxo de material diferente. *Layout flexível*: um *layout* é projetado para cada período de tempo. *Layout cíclico*: um *layout* é projetado para cada período de tempo t . Quando o horizonte de planejamento durante o período de tempo T termina, o fluxo de material entre os departamentos retorna ao seu estado inicial em $t = 1$. *Layout robusto*: um único *layout* é projetado e usado em todo o horizonte de planejamento;

- Fase de planejamento inclui também o *layout* como um todo (bloco) e o *layout* detalhado. Disposição do bloco: é a fase em que os departamentos são organizados em edifícios, considerando se um objetivo relevante foi alcançado ou algum. Disposição detalhada: a fase em que são dispostos os elementos que compõem o sistema de produção no espaço físico dentro de cada departamento;
- Características das instalações. Eles incluem a análise do número de edifícios e andares necessários nas instalações para realizar operações industriais normalmente, bem como o espaço, forma, área e tamanhos de departamentos. Número de instalações refere-se ao número de prédios necessários para a empresa realizar suas operações. Instalação única: O *layout* é projetado considerando um único edifício. Várias instalações: Mais de um edifício é considerado. Número de pisos refere-se ao número de andares dentro de um edifício necessários para o funcionamento da empresa: Piso único.: apenas um nível ou andar é empregado. Multi-piso: dois andares ou mais são estimados;
- Considerando o espaço refere-se a considerar o espaço interior do edifício em duas ou três dimensões Bidimensional; apenas a área do terreno é considerada Tridimensional: todo o espaço cúbico é considerado;
- Formato dos departamentos refere-se à forma regular ou irregular dos departamentos na planta. Regular: os departamentos são considerados retangulares. Irregulares: os departamentos não são considerados retangulares;

- Área dos departamentos refere-se a se os departamentos têm áreas iguais ou desiguais. Igual: todos os departamentos têm mesma área. Desigual: departamentos não têm necessariamente a mesma área;
- Dimensões refere-se ao nível de flexibilidade de comprimento e largura dos departamentos quando dispostos em espaços físicos. Fixo: a largura e o comprimento dos departamentos devem permanecer intactos. Flexível: os departamentos podem adotar largura e comprimento variáveis dentro do intervalo predefinido. Misto: a largura e o comprimento dos departamentos são tratados indistintamente como fixos ou variáveis dependendo das restrições da área;
- Configuração do sistema de manuseio de materiais. Refere-se à forma como os departamentos no andar de um edifício são organizados para facilitar o fluxo de material. Configuração de linha única: os departamentos são organizados um ao lado do outro para que o fluxo de material siga uma linha. Configuração de linha duplas: os departamentos são dispostos em duas fileiras paralelas em ambos os lados de um corredor em linha reta por onde o fluxo de material geralmente circula por meio de um veículo autoguiado. Configuração de linha paralelas: os departamentos são organizados em duas linhas paralelas, e o fluxo de material de cada linha flui de forma linear e independente. Configuração de várias linhas: os departamentos são organizados em mais de duas fileiras, e o fluxo de material ocorre de forma linear e independente dentro de cada fileira. Configuração de loop: os departamentos são organizados de forma que o fluxo de material circule como um circuito fechado. Configuração de campo aberto: departamentos estão localizados livremente no espaço para que o fluxo de material não siga um padrão específico;
- Abordagens para geração de *layout* trata-se dos métodos seguidos para gerar *layouts* alternativos. Modelagem matemática: refere-se ao uso de modelos matemáticos de otimização. Conhecimento dos especialistas: uma abordagem de tentativa e erro em que alternativas são produzidas com base na experiência de um grupo de especialistas. Pacotes de *softwares*: as alternativas são geradas usando *software* especializado;

- Abordagens para avaliação de *layout* refere-se aos métodos empregados para avaliar o nível de adequação de um grupo finito de alternativas de *layout* para critérios objetivos e/ou subjetivos relevantes para selecionar a alternativa mais adequada para um determinado sistema de produção. Métodos de decisão multicritério: baseiam-se na hierarquização de um conjunto de alternativas de acordo com a avaliação de uma série de critérios de decisão. Análise envoltória de dados: esta é uma técnica baseada em programação linear para comparar a eficiência relativa de um conjunto de alternativas de *layout* que produzem saídas semelhantes com uma série de entradas comuns. Simulação: Implica a simulação de determinados indicadores de desempenho de *layout* que dependem do esquema de *layout* identificado para cada alternativa. Programação não linear: refere-se a modelos de otimização matemática não lineares. Teoria da restrição difusa: uma técnica que permite a avaliação de diferentes diagramas de *layout* com base em uma função objetivo e várias restrições sob condições de incerteza. Comparação de critérios simples: cada alternativa é comparada de acordo com o comportamento de um critério quantitativo de desempenho, ou vários.

2.2.2 Produtividade, Problemática e Modelos de *Layout*

A produtividade é um conceito amplamente discutido e estudado em diversas áreas do conhecimento, incluindo economia, administração e engenharia. O termo tem sua primeira utilização formal em um artigo de Quesnay, economista francês, no ano de 1766 (MARASCIULO, 2019).

Para BERNOLAK (1997), citado por COSTA NETO *et al.* (2012), produtividade significa quanto ou quão bens são produzidos com os recursos utilizados. Caso se produza mais ou melhores produtos com os mesmos recursos, aumenta-se a produtividade. Ademais, caso se produza os mesmos produtos com menos recursos, também há aumento em produtividade. Nesse contexto, consideram-se quaisquer recursos físicos ou humanos, a mão de obra que produz os produtos ou fornecem os serviços, e os materiais que são utilizados na fabricação dos materiais ou fornecimento destes serviços.

Layouts ineficientes podem levar simultaneamente a gargalos, congestionamentos e espaço mal utilizado, e muito trabalho em andamento pode se acumular, enquanto os postos de trabalho podem ficar ociosos ou sobrecarregados. Tudo isso pode acarretar para os trabalhadores, acidentes de trabalho e dificultam o controle das operações e a gestão de pessoal (PÉREZ GOSENDE, 2016). Além disso, se faltar um bom nível de proximidade entre os centros de trabalho da organização, a jornada de trabalho nas atividades de transporte não pode ser aproveitada da melhor forma, o que não agrega valor. Esta é uma das principais razões pelas quais os tempos de produção aumentam e os níveis de produtividade do trabalho diminuem HOSSEINI-NASAB *et al.* (2018)

Dentro das discussões sobre *layout*, existem estudos, como os realizados por YANG (2003), CHEN (2002) e WANG *et al.* (2021), que utilizam algoritmos e técnicas matemáticas para resolução de problemas de *layout* com múltiplos objetivos. AHMADI (2017), mostra que existem diversos estudos de problemática de estruturação de *layout* em várias aplicações, tais como processo produtivo, hospitais, escolas, aeroportos, sistemas logísticos e projetos de construção.

Definir um modelo que atenda tais objetivos se torna desafiador e vem sendo discutido desde a metade do século XX no meio acadêmico. Isto ocorre devido a evolução constante dos modelos de produção, onde, atualmente muitos gestores buscam se adaptar a quarta revolução industrial, que força a implementação de sistemas *ciber* físicos, plantas com altos investimentos tecnológicos e uma demanda cada vez maior por lotes menores e customizáveis (ZHUMA *et al.*, 2021).

Contudo, FIGUEIREDO (2016), comenta que abordagens matemáticas não levam em consideração o elemento qualitativo presente na definição do *layout*, como exemplo são fatores de segurança, estética e sensação dos funcionários. Portanto, a decisão do tipo de *layout* a ser utilizado, não é uma definição isolada, deve-se considerar fatores que relacionam os tipos de processos de produção, volumes e diversificação de itens bem como a segurança e o bem estar dos funcionários.

GOSENDE (2021), define o processo de problemática de *layout* como o todos os fatores da produção que fazem parte do sistema de produção e podem ser organizados, de modo a atender eficientemente os objetivos estratégicos da organização. Em linhas gerais, o *layout* busca integrar material, mão de obra, equipamentos e edificações. A modificação de qualquer um destes integrantes do processo pode levar à não adequação do *layout* existente. Dessa forma, é importante

que o setor responsável pela formulação e manutenção do *layout* possua um sistema de informação atualizado e adequado à realidade do espaço e que disponha com a devida antecedência das alterações que serão verificadas.

Apesar de sua importância, a escolha adequada da disposição das instalações requer um processo complexo e iterativo. Durante o planejamento e construção do arranjo físico fabril deve-se englobar variados objetivos, que por momentos, se tornam concorrentes na execução do projeto, tornando a tomada de decisão exaustiva (GONÇALVES *et al.*,2015).

De acordo com VITAYASAK, PONGCHAROEN e HICKS (2019), a decisão de alterar um *layout* deve levar em consideração o seu rearranjo e a distância total percorrida pelos materiais, sendo isso um proxy comumente usados para medir a eficiência dos *layouts*. Frequentemente, máquinas estão localizadas em locais não planejados, criando fluxos de materiais difíceis que diminuem a eficiência. Neste contexto, CELLIN (2017), afirma que métodos de otimização existente na pesquisa operacional entram como uma importante ferramenta para auxiliar esse processo.

Em sua construção, o projeto de um novo *layout* ou reestruturação de um *layout* já existente deve-se promover a harmonia entre a maximização da produção junto a economia de espaço, adequação a normas e padrões de operação, redução da movimentação de matérias, satisfação do trabalhador, forçando a utilização máxima de todos os recursos. Para tal, se faz necessário que os maquinários e equipamentos estejam bem dispostos, todos os processos estejam mapeados e roteirizados, além dos materiais inseridos em operações de fluxo contínuo (PABLO *et al.*,2021).

O *Layout*, quando implantado de maneira correta e em sintonia com os objetivos da empresa, tende a apresentar bons resultados no clima organizacional e produtivo. Quando os produtos a serem fabricados e os processos produtivos são estudados e planejados anteriormente à implantação, os objetivos previamente especificados possuem grande potencial de serem alcançados. O *Layout*, quando desenvolvido sobre direcionamento técnico, pode contribuir positivamente com estes objetivos, uma vez que este tem influência direta em seu processo produtivo (ASSUNPÇÃO & JACOBS, 2019). O objetivo da eficiência, desenvolvido há anos pela escola científica, busca, cada vez mais, melhorar seus processos produtivos, e está a cada dia buscando maneiras de aumentar seus resultados operacionais. Para MARTINS e LAUGENI (2015), se o *Layout* for implantado de maneira correta, atendendo as mudanças de mercado, produtos, entre outros, propiciam uma grande

satisfação no trabalho aos funcionários, fazendo com que as pessoas envolvidas no processo produtivo se sintam parte do processo de transformação e cumprimento dos objetivos da empresa.

ARAÚJO (2001), apresenta alguns indicadores que podem ser considerados para problemas de *layout*:

- Demora excessiva: o gerente pode perceber na demora, um indicador de que algo no ambiente precisa ser modificado;
- Fluxo confuso do trabalho: o fluxo confuso do trabalho pode ser de origem espacial e pode, também, estar enfrentando o trabalho de outras unidades da organização;
- Excessiva acumulação: a má distribuição espacial pode gerar acúmulo de pessoas e documentos
- Má projeção de locais de trabalho: decorre do fato de a projeção ter sido elaborada por pessoal não qualificado, ou ter sido elaborada segundo a vontade de cada grupo de funcionários que ocupam o mesmo local de trabalho;
- Perda de tempo no deslocamento de uma unidade a outra: a empresa pode ter prejuízo por causa do lapso de tempo decorrido entre as unidades da organização.

De acordo com GOSENDE (2021), algumas ferramentas de apoio à decisão podem ser utilizadas nas etapas de geração e avaliação do *layout*, que auxiliam na geração de alternativas de *layout* e suas análises de acordo com a aderência aos objetivos e critérios estabelecidos para a problemática. Sendo assim, visto que a problemática de planejamento reestruturação de layout é um tanto complexa e muito importante que as organizações utilizem metodologias para o entendimento e facilitação da resolução desta problemática.

2.3 ESTRUTURAÇÃO DE PROBLEMA

Os métodos para estruturação de problemas (conhecidos pelo termo em inglês *Problem Structuring Methods – PSMs*) surgiram formalmente entre o final da década de 1970 e o início da década de 1980. Isso se deu como resposta às dificuldades e limitações enfrentadas por gerentes e pesquisadores ao utilizarem, de forma exclusiva, as ferramentas quantitativas oferecidas pelo paradigma clássico da

Pesquisa Operacional, mais conhecido como *PO hard* (MINGERS e ROSENHEAD, 2004; ROSENHEAD, 2006; MINGERS, 2011; ACKERMANN, 2012).

Ainda segundo ROSENHEAD (2006), os PSMs vieram para apoiar os problemas que abrangem vários atores, diferentes perspectivas, interesses conflitantes, significativas intangíveis e incertezas.

Além disso, ACKERMAN (2012), afirma que na maioria dos casos não existe apenas um problema e sim uma situação problemática onde não está claro o que é exatamente o problema (provavelmente há múltiplas interpretações realizadas), mas há um sentimento comum de algo não estar certo. Dessa forma, o uso de PSMs pode ajudar os participantes da situação problemática a obter uma compreensão sobre o sistema e aprender como intervir nele de uma forma sustentável e sistêmica (ACKERMAN, 2012).

De acordo com AKERMANN (2012), os métodos de estruturação de problemas são ferramentas da denominada “Pesquisa Operacional Soft”, que teve seu surgimento em resposta a algumas limitações e restrições encontradas nos métodos quantitativos de Pesquisa Operacional convencional, a qual ficou conhecida como “Pesquisa Operacional Hard”. Os PSMs (métodos de estruturação de problemas) não são baseados em métodos quantitativos e também não são representadas de forma matemática. Um dos principais objetivos dos PSMs é ter o entendimento dos objetivos e percepções de cada um dos decisores envolvidos no processo de tomada de decisão (CARUZZO, *et al.*, 2015).

MINGERS e ROSENHEAD (2004), dizem que o PSM tem como objetivo de oferecer um modelo que visa representar e esclarecer uma determinada situação para que os participantes possam convergir na tomada de decisões estratégicas para a elucidação de um problema, mesmo que de forma parcial.

MINGERS e ROSENHEAD (2004), afirmam também que para os PSMs serem eficazes é necessário: permitir que as perspectivas diferentes sobre o problema possam ser consideradas; ser cognitivamente acessível aos atores, mesmo que eles não tenham formação especializada, de modo que todos os atores do processo possam participar efetivamente da estruturação do problema; operar de forma interativa, de modo que a representação do problema possa se ajustar para refletir o estado e a fase de discussão entre os atores e vice-versa; permitir identificar

e se comprometer com melhorias parciais ou locais, no lugar de exigir uma solução global, o que pode ter como consequência uma fusão dos vários interesses.

Os autores também fizeram um levantamento sobre os vários tipos de PSMs e destacaram os principais tipos, são eles:

- *Soft Systems Methodology* (SSM);
- *Strategic Choice Approach* (SCA);
- *Drama Theory, o Viable Systems Model* (VSM);
- *Decision Conferencing, o System Dynamics* (SD);
- *Decision Conferencing, o SODA*;
- *Método Fuzzy Cognitive Maps* (FCM);
- VFT (*Value Focused Thinking*)

Segundo BELTON & STEWART (2002), ao resolver qualquer problema de decisão é de suma importância que haja um procedimento de estruturação, independente do seu grau de complexidade.

Dessa forma, a estruturação de um problema constitui um processo de aprendizado interativo que procura construir uma representação formal, na qual integra os componentes objetivos do problema e os aspectos subjetivos dos atores, de forma que o sistema de valores seja explicitado (EDEN, 1988 *apud* DE ALMEIDA *et al.* 2012).

Com isso cabe a análise correta e mais assertiva possível da problemática, para assim ocorrer a aplicação do tipo de PMSs que mais se identifica com as características da problemática, para que os resultados sejam o mais eficaz possível e possa se alinhar ao máximo com objetivo estratégico e os valores da organização. Sendo assim, KEENEY (1992), chega à conclusão que o que deve dirigir um processo de decisão são os valores. Estes valores representam os princípios para avaliação do que se é desejado de qualquer alternativa ou consequência, e definem tudo com o que o decisor deve se preocupar em uma situação de decisão. Ou seja, valores são a tradução de pontos subjetivos associados a organização, como: cultura organizacional, princípios da organização e modelo organizacional. Desta forma, os valores deveriam ser a força direcionadora de todo o processo de tomada de decisão. Sendo assim, o método VFT foi identificado como principal opção de método de estruturação de problema para ser aplicado neste trabalho, pois, tem como

característica tratar os valores do (s) decisor (es) como norteador (es) no processo de tomada de decisão, os quais representam os princípios para a avaliação de qualquer alternativa desejada ou consequência.

2.3.1 VFT (*Value Focused Thinking*)

De acordo com KEENEY (1996), o ser humano tende a ver situações que requerem decisões como problemas. Tipicamente, os problemas de decisão são enfrentados, identificando alternativas e só depois considerando os objetivos ou critérios para avaliá-los.

A abordagem VFT consiste em duas atividades: decidir o que se deseja e então descobrir como chegar lá. Isto, fazendo uso de uma forma estruturada de pensar sobre as decisões e de desenvolver e apoiar julgamentos subjetivos que são fundamentais para decisões eficientes (ALMEIDA, 2012).

Segundo ALENCAR (2011), a razão de ser de qualquer problema de decisão é o desejo de evitar uma consequência indesejável. E ainda segundo os autores, o desejo relativo sobre as consequências é baseado nos valores. Assim, compactuando com a proposta de KEENEY, os autores concordam que a noção fundamental de um processo de tomada de decisão deve ser os valores, e não as alternativas.

KEENEY (1992), assegura que qualquer situação do VFT deve resultar no mínimo em igual nível ou provavelmente será melhor do que os resultados obtidos por um método AFT. A justificativa é que, segundo o autor, ao definir o que se deseja é possível partir do que se entende como o melhor e trabalhar para que isso se torne realidade. Diante do exposto, a capacidade de gerar melhores alternativas para qualquer problema de decisão e ser capaz de identificar oportunidades de decisão são os maiores benefícios da abordagem VFT (KEENEY, 1992).

Os benefícios esperados com a utilização da metodologia VFT são: ser capaz de gerar melhores alternativas para qualquer problema de decisão e ser capaz de identificar situações de decisão que são mais importantes do que o problema de decisão que confronta o usuário (ESMERALDO e BELDERRAIN, 2010); a geração de melhores alternativas para qualquer problema decisório e a transformação do problema de decisão em oportunidades de decisão (ALMEIDA, 2012).

Para a implantação da abordagem VFT em problemas de decisão, são propostos cinco passos (KEENEY, 1992), embora neste modelo só serão visualizados

quatro passos, pois os dois primeiros foram aglutinados. O primeiro passo é reconhecer o problema de decisão que tem como intuito identificar a situação de decisão específica, bem como obter uma melhor compreensão dos objetivos do problema, ou seja, significa esclarecer os conceitos envolvidos do problema a ser tratado; o segundo passo é a eliciação dos valores do decisor em relação ao problema de decisão específico que representa o processo de extrair do decisor o que ele deseja, quais são seus valores e objetivos. Esses valores são utilizados diretamente no terceiro passo que corresponde à criação das alternativas para solucionar o problema de decisão. O quarto e quinto passos correspondem respectivamente a avaliação das alternativas encontradas no passo anterior e em selecionar/ordenar/classificar uma ou mais alternativas, a depender da problemática de decisão.

Sendo assim, KEENEY (1999), sugere também alguns passos para a identificação e estruturação de objetivos em um contexto de tomada de decisão. Já segundo KEENEY (1996), o primeiro passo a ser implementado com a abordagem VFT é tornar os valores explícitos. Os valores, por vezes, estão implícitos nas metas, visão e missão das organizações, e precisam ser explicitados para avaliação. Sendo a tarefa de identificar e estruturar objetivos difícil.

A abordagem VFT inclui um processo para identificar objetivos, por meio de uma discussão com os envolvidos na tomada de decisão, no qual são usadas técnicas para estimular a criatividade para identificar possíveis objetivos. Na **Tabela 2**, pode ser observada uma técnica utilizada para identificar os possíveis objetivos. Ainda segundo o autor, se mais de uma técnica for tentada, uma lista com redundâncias será gerada. Porém, é mais fácil reconhecer objetivos redundantes quando eles estão listados do que identificar objetivos implícito.

Tabela 2- Técnica para identificar objetivos

1. Criar lista de desejos	O que você quer? O que você valoriza? O que você deve querer?
2. Elaborar Alternativas	O que é uma alternativa perfeita, uma alternativa terrível, alguma alternativa razoável? O que é bom ou ruim sobre cada uma?

3. Identificar problemas e deficiências	O que é certo ou errado com a sua organização? O que precisa de conserto?
4. Avaliar as consequências	O que ocorreu que era bom ou ruim? O que poderia ocorrer e que você se preocupa?
5. Identificar metas, restrições e orientações	Quais são as suas aspirações? Quais as suas limitações?
6. Analisar as diferentes perspectivas	Com o que os seus concorrentes se preocupam? Em algum momento no futuro, o que poderia lhe preocupar?
7. Identificar objetivos estratégicos	Quais são os seus objetivos finais? Quais são os seus valores que são absolutamente fundamentais?
8. Identificar objetivos genéricos	Quais objetivos você tem para seus clientes, seus funcionários, seus acionistas e para você mesmo? Quais objetivos ambientais, sociais, econômicos, de saúde e segurança são importantes?
9. Identificar objetivos estruturais	Por que o objetivo é importante? Como você pode alcançá-lo? O que você quer dizer com este objetivo?
10. Quantificar objetivos	Como você pode medir a concretização deste objetivo? Por que o objetivo A é três vezes mais importante que o objetivo B?

Fonte: Adaptado Keeney (1992)

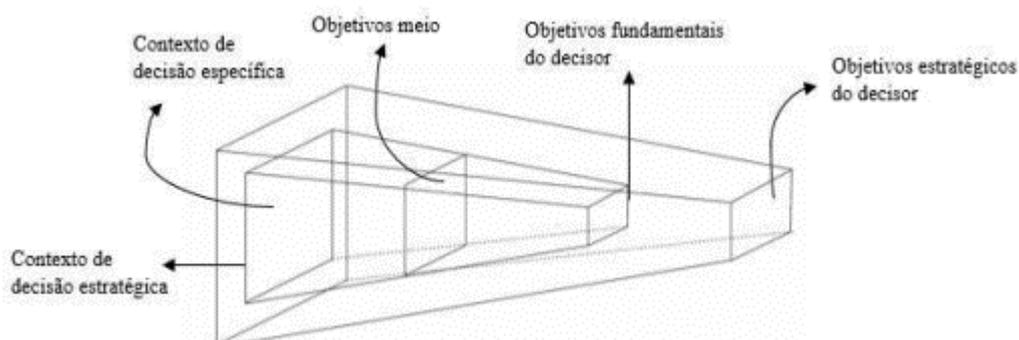
Em um problema de decisão, KEENEY (1992) enfatiza que os valores e objetivos são conceitos importantes que direcionam o processo de decisão e fornecem uma base na avaliação, a saber:

- Valores: são os princípios éticos, morais e visão de mundo usados pelos decisores para avaliar as consequências dos cursos de ação escolhidos ou que deixaram de ser escolhidos. Os valores quando explicitados apoiam a identificação dos objetivos. Assim, a condução para a resolução do problema baseia-se na construção de um pensamento que deve, pois, se concentrar primeiro nos valores. Deve-se entender primeiro sobre os objetivos dos envolvidos no processo decisório para depois identificar as alternativas para que esses possam ser alcançados. As alternativas devem ser vistas como meio para se atingir os objetivos.
- Objetivos: são desenvolvidos para explicitar os valores do decisor. De acordo com KEENEY (1992), um objetivo é "uma declaração de algo que alguém deseja alcançar", caracterizado por três aspectos: um contexto de decisão, um objeto e uma direção de preferência para aplicação desse critério. Por exemplo, um contexto de decisão pode ser melhorar os processos e gestão de uma instituição sem fins lucrativos através das práticas de gestão da qualidade. Assim sendo, esse contexto de decisão o objetivo do decisor pode ser se basear em indicadores de desempenho que indiquem a melhoria. O objeto será uma melhoria contínua nos processos e nas operações de gestão da organização, de forma a elevar os indicadores de desempenho de forma a estruturar e introduzir uma gestão e operações de excelência.

De acordo KEENEY (1992) é importante distinguir os tipos de objetivos. Estes podem ser classificados como objetivos estratégicos, objetivos fundamentais e objetivos meios. Os objetivos estratégicos correspondem aos objetivos maiores do decisor, são aqueles que orientam a tomada de decisão de todas as organizações e são utilizados para se tomar decisões a nível estratégico. Os objetivos fundamentais representam os fins que o decisor almeja em um contexto de decisão, ou seja, são esses objetivos que norteiam a escolha do decisor em um determinado contexto de decisão, já os objetivos meios correspondem a maneira/forma para atingir um objetivo fundamental. Os dois últimos objetivos citados são dependentes do contexto de decisão, ou seja, esses objetivos têm seus significados de acordo com o contexto de

decisão que estão inseridos. A **Figura 1** ilustra as relações entre os objetivos e contexto de decisão

Figura 1- Estrutura hierárquica dos objetivos



Fonte: Keeney apud De Almeida et. al., (2012)

De acordo com MERRICK (2005) e KEENEY (1996), um objetivo meio é uma maneira de conseguir outro objetivo. Um objetivo fundamental é um objetivo que rege a escolha de um tomador de decisão em um determinado contexto de decisão. E um objetivo estratégico é aquele que reflete os objetivos de longo prazo de um tomador de decisão, ou seja, prestam orientações comuns para todas as decisões em uma organização e formam a base para objetivos fundamentais mais detalhados e apropriados para decisões específicas. Ou seja, objetivos são metas (de curto, médio ou longo prazo) que devem ser alcançadas para que a organização possa chegar no cenário que deseja.

Pesquisadores reconhecem que a obtenção de uma lista completa de objetivos é um dos requisitos básicos para a tomada de boas decisões, já que estes são necessários para saber o que se deseja alcançar e melhorar (KEENEY; RAIFFA, 1976; BARRETT, 2006). No entanto, a identificação e estruturação dos objetivos em um processo de tomada de decisão podem representar um grande desafio, onde, frequentemente, objetivos fins são confundidos com objetivos meios, objetivos são confundidos com restrições ou alternativas, e as relações entre diferentes objetivos não são especificadas (KEENEY, 1996).

Segundo KEENEY e RAIFA (1976) e KEENEY (1992), um objetivo fundamental, para ser útil, deve possuir algumas propriedades importantes como: ser essencial, ser controlável, ser completo, ser mensurável, ser operacional, ser decomposto, ser não-redundante, ser conciso e ser compreensível, a saber:

- Ser essencial: Um objetivo fundamental deve ser essencial para indicar as consequências em termos das razões fundamentais para o interesse na situação de decisão, ou seja, se cada uma das alternativas no contexto de decisão puder influenciar o grau em que os objetivos são alcançados.
- Controlável: Um objetivo fundamental deve ser controlável para abordar todos os aspectos fundamentais das consequências das alternativas de decisão, ou seja, todas as alternativas que podem influenciar as consequências devem estar incluídas no contexto de decisão.
- Completo: Um objetivo fundamental deve ser completo para incluir todos os aspectos fundamentais das consequências das alternativas de decisão. Essa propriedade é satisfeita quando os objetivos de nível inferior da hierarquia incluem todas as áreas de preocupação e que satisfazem a critérios de abrangência. Se a árvore de decisão está completa, todos os critérios que interessam ao decisor estarão incluídos nela.
- Mensurável: Um objetivo fundamental deve ser mensurável para que os objetivos sejam definidos de forma precisa. Esses podem ser medidos em termos de atributos, que servem para definir os diferentes níveis de consequências de possíveis alternativas.
- Operacional: Um objetivo fundamental deve ser operacional para tornar a coleta de informações necessária para uma análise razoável, considerando o tempo e esforço disponíveis. O objetivo é operacional se for possível obter as informações factuais necessárias para relacionar as alternativas com as suas possíveis consequências.
- Decomposto: Um objetivo fundamental deve ser decomposto para permitir o tratamento separado de diferentes objetivos na análise. O desempenho de uma alternativa em relação a um critério deve ser avaliado independentemente de seu desempenho em relação a outros critérios. Para que uma hierarquia de valores seja considerada decomponível, o valor ligado às variações na pontuação de objetivos em cada camada deve ser independente da pontuação dos objetivos em outra camada.
- Não redundante: Um objetivo fundamental não deve ser redundante para evitar contar duplamente as possíveis consequências.

- Conciso: Um objetivo fundamental deve ser conciso para reduzir o número de objetivos necessários para a análise de uma decisão.
- Compreensível: Um objetivo fundamental tem que ser de fácil entendimento, ou seja, ter seu significado claro para os decisores a fim de facilitar a geração e comunicação de ideias.

A técnica VFT proposta por KEENEY, é baseada em valores que visam descobrir objetivos estratégicos desconhecidos nos mais diversos processos gerenciais. A aplicação da técnica VFT é composta por quatro passos:

- Passo 1. Identificação dos *stakeholders*: os *stakeholders* são atores importantes na tomada de decisão, diretamente ligados à organização. Na gestão do portfólio de projetos, os stakeholders devem ser parceiros e desempenhar um papel essencial na avaliação dos projetos que irão compor o portfólio.
- Passo 2. Identificação dos valores dos *stakeholders*: os valores são princípios fundamentais para o processo de tomada de decisão. Portanto, adotar uma abordagem estruturada para entender os principais valores dos *stakeholders* permite identificar situações de melhor decisão. Assim, nos domínios de decisão sobre a seleção do portfólio de geração distribuída de energia elétrica, sob uma perspectiva sustentável, isso pode permitir identificar as tecnologias utilizadas que estão relacionadas aos conceitos de sustentabilidade.
- Passo 3. Convertendo valores em objetivos: três características são particulares a um objetivo: um contexto de decisão, objeto e direção preferida. Isso significa essencialmente explicar a meta dentro de seu contexto com base na natureza problemática e determinar exatamente o que a parte interessada está tentando alcançar. Isso reforça ainda mais a importância de interagir com as partes interessadas para entender melhor sua visão e valores. Os objetivos são classificados em dois tipos: (i) objetivos fundamentais—aqueles que configuram os propósitos dos valores dos tomadores de decisão em um contexto específico de decisão; (ii) significa objetivos - as técnicas para alcançar esses propósitos, que são contextos independentes. Isso implica que a consideração natural, ou o fim

particular, determinará como os objetivos e meios fundamentais serão formados.

- Passo 4. Determinar a relação entre os objetivos: para realizar esta etapa, deve-se perguntar por que cada objetivo é importante, ajudando o tomador de decisão a distinguir entre os objetivos fundamentais e os objetivos meios, que resultam nos meios- rede objetiva final.

Sendo assim, surge o interesse em realizar a construção de modelos de decisão e a escolher métodos que embasem a execução destas decisões (DE ALMEIDA, 2013).

2.4 PROCESSO DE DECISÃO MULTICRITÉRIO

Um problema de decisão multicritério consiste na escolha de uma alternativa, e essa escolha é conduzida pelo desejo de atender a múltiplos critérios, muitas vezes conflitantes entre si. Essa escolha é realizada através do estabelecimento das preferências do decisor sobre as consequências envolvidas no problema (DE ALMEIDA, 2013).

Esta técnica de apoio a decisão, surgiu na década de 60, é um instrumento utilizado para que se obtenha simultaneamente, levando em conta 34 diversos critérios, a análise de uma situação complexa. Produzindo assim, resultados sintéticos simples ao final da avaliação, ou com a visão de se modelar as preferências e prioridades dos agentes de decisão e organizações (SCHARLIG, 1990). A análise de decisão multicritério é Proposição conduzida através da área de Pesquisa Operacional (PO). Tem como principal finalidade realizar estudos, desenvolvimentos e aplicações de métodos analíticos avançados, que auxiliem na tomada de decisões nas mais variadas áreas de atuação humana.

Segundo de ALMEIDA (2013), um modelo de decisão corresponde a uma representação formal e simplificada do problema enfrentado pelo decisor, e ele deve incorporar a estrutura de preferências do decisor para solucionar o problema em questão. Já o método multicritério de apoio a decisão (*MCD*A) consiste na formulação metodológica, com estrutura axiomática bem definida, que pode ser usada para construir um modelo de decisão que vise à solução de um problema de decisão específico. Sabendo que, a construção do modelo e a escolha do método estão

diretamente relacionados aos autores envolvidos no processo decisório, sendo assim são apresentados os autores no processo decisório e suas funções:

- Decisor: responsável pela tomada de decisão;
- Analista: Age como um facilitador do processo, fornecendo o suporte metodológico ao problema decisório;
- Cliente: Tem papel intermediário na atuação do decisor;
- Especialista: profissional que conhece a interação entre os mecanismos e o comportamento do sistema estudado;
- *Stakeholders*: possuem papel passivo na decisão, porém são afetados por ela e decisor pode priorizar as preferências desses atores.

Um problema de decisão multicritério possui um participante central do processo de decisão, o decisor, cujo o julgamento de valores desempenha um papel primordial no processo. Serão as preferências do decisor que influenciarão na busca da alternativa que melhor represente o comprometimento com os critérios (FREJ, 2017).

Após a definição da perspectiva utilizada e dos autores do processo, DE ALMEIDA (2013) trata dos estágios considerados no processo de decisão, sendo eles: inteligência, desenho, escolha, revisão e implementação.

Os três primeiros sendo apresentados como uma visão de Simon (1960) e os dois últimos como fruto de estudos na literatura de apoio a decisão e sistemas de informação e são apresentados na tabela 3 (BIDGOLI, 1989; SPRAGUE E WATSON, 1989; DAVIS, OLSON, 1985; THIERAULF, 1982; POLMEROL E BARBA-ROMERO, 2000).

Tabela 3 – Estágios do processo de decisão

Inteligência	Busca situações dentro da organização que requerem uma decisão.
Desenho	Estágio de desenvolvimento do modelo de decisão para a resolução do problema.

Escolha	Avalia as alternativas e resolve o problema de com a problemática.
Revisão	Consiste em uma revisão das etapas.
Implementação	Aplica a solução remendada.

Fonte: Adaptada de Bidgoli (1989) e Polmerol e Barba-Romero (2000).

Desenvolver o estágio da inteligência é comparar o estado atual da organização com o estado desejado, ou seja, são estabelecidos os objetivos da organização, e desta forma são encontradas informações que podem indicar a existência de um problema de decisão que necessite ser analisado e estudado.

No estágio de desenho é desenvolvida a geração de alternativas, envolvendo: invenção, desenvolvimento de um conjunto de alternativas que atendam aos objetivos estabelecidos na etapa anterior e uma análise antecipada para averiguar a viabilidade. Segundo DE ALMEIDA (2013), uma condição básica para a existência de um problema de decisão é a existência de pelo menos duas alternativas para que o decisor possa efetuar uma escolha. Assim, o decisor precisa tomar uma posição sobre as alternativas.

É nesse estágio que se desenvolve a construção do modelo de decisão para resolver o problema em questão, e ele fará isso de acordo com a problemática escolhida. Esta problemática é definida através da forma como o decisor deseja ter uma posição comparativa sobre o conjunto de alternativas. Ou seja, pode ser uma problemática de escolha, de Classificação, de Ordenação ou de Descrição (ROY, 1996).

Além dessas, existe a problemática de Portfólio, que trata da seleção de um subconjunto de alternativas que eleva o valor total de benefícios obtidos, sujeito a restrições. Toda a interação com o decisor para a modelagem de preferências ocorre neste estágio, embora em outros estágios essa interação também seja requerida para outras finalidades. É aqui também que se desenvolve a escolha do método *MCDA* a ser aplicado (DE ALMEIDA, 2013).

Quanto a seleção do método e sua perspectiva, existem alguns fatores que influenciam nesta seleção, são eles: tipo de preferência do decisor, tempo disponível, esforço requerido pela abordagem, conhecimento sobre o ambiente, a importância de uma decisão mais precisa, a necessidade de justificar a decisão para outros e o desejo de minimizar conflitos (GOODWIN E WRIGHT, 2004; DE ALMEIDA, 2013).

Desta maneira os decisores acabam escolhendo o método de acordo com a precisão e o esforço necessário para a tomada de decisão, balanceando os da maneira mais eficiente para os atores (PAYNE, 1993).

DE ALMEIDA (2013) explica que há vários métodos para o tratamento de problemas multicritérios bem como várias formas de classificá-los, uma das classificações que ele apresenta subdivide-os em três:

- Métodos de critério único de síntese, que agregam todos os critérios em um único critério de síntese, o modelo aditivo determinístico, modelo aditivo com veto e o MAUT (*Multi-Attribute Utility Theory*) são exemplos;
- Métodos de sob reclassificação, também conhecidos como *outranking*, superação ou prevalência, os métodos das famílias ELECTRE e PROMETHEE, são pertencentes dessa classe; e 3)
- Métodos interativos, associados com problemas discretos ou contínuos e inclui os métodos de Programação Linear Multiobjetivo (PMLO).

Para a escolha de um método *MCDA*, as situações de preferências básicas são importantes, pois, são utilizadas para a modelagem das preferências do decisor. E é através desta modelagem que é possível representar a estrutura de preferência do decisor em relação às consequências. Segundo DE ALMEIDA (2013), as relações de preferências podem ser classificadas como: Indiferença (I), Preferência Estrita (P), Preferência Fraca (Q), Incomparabilidade (R), Não Preferência (~), Presunção de Preferência e Sob reclassificação (S). Logo, uma estrutura de preferências é uma coleção de relações de preferências aplicadas sobre um conjunto de alternativas.

É importante também, para se resolver um problema multicritério duas avaliações precisam ser realizadas: a intracritério e a intercritério. A avaliação intracritério consiste na avaliação de cada alternativa para cada critério, o que leva a uma determinada função valor. A construção dessa função valor para cada elemento é baseada na avaliação das consequências que serão obtidas. Existem dois tipos de escalas que podem ser utilizadas para a obtenção desta avaliação: a escala numérica

e a escala verbal. Dentre as escalas numéricas podem ser destacadas: a escala de razão, a escala intervalar e a escala ordinal. A escala ordinal os números apresentam apenas a ordem entre os objetivos avaliados, não podendo efetuar operações básicas como soma ou multiplicação. A escala de razão tem unidade e origem, onde o valor zero é atribuído como ausência da propriedade considerada e é a escala que possui maior quantidade de informação. A escala intervalar, apresenta o zero como menor valor que se deseja considerar (DE ALMEIDA, 2013).

Em uma escala verbal é permitido haver características apenas qualitativa ou também pode ter características quantitativas. Uma escala verbal com características quantitativas pode ser representada por classificações do tipo: excelente, muito bom, bom, regular, fraco e deficiente. E neste caso a própria semântica associa a uma noção de ordem, compatível com a escala ordinal. Porém, sob condições especiais e muita atenção do avaliador, uma escala verbal pode ter características de uma escala de razão ou intervalar (DE ALMEIDA, 2013).

Já a avaliação intercritério considera a combinação dos diferentes critérios. E para isto deve-se escolher um método de agregação desses critérios (*MCDA*). Através desta avaliação será possível realizar a comparação entre as alternativas, seja através de um valor global para cada alternativa, ou através de um outro procedimento que permita a comparação entre as alternativas.

Na fase da revisão, se faz uma análise de todos os estágios anteriores para averiguar se houve desvios, erros ou inconsistências. Vale destacar que, a qualquer momento, é possível retomar a uma fase anterior do modelo, isto pode ocorrer quando houver uma nova percepção da situação (DAVIS e OLSON, 1985; ALMEIDA, 2013).

Uma outra classificação que merece ser mencionada é que os métodos, podem ser compensatórios ou não compensatórios. Ou seja, esta classificação está relacionada à compensação que pode existir entre os critérios no modelo de agregação. Segundo DE ALMEIDA (2013), nos métodos compensatórios existe a ideia de compensar um menor desempenho de uma alternativa em um dado critério por meio de um melhor desempenho desta mesma alternativa em outro critério.

Desta forma, em um método compensatório considera-se os *tradeoffs* entre os critérios, o que não acontece nos métodos não compensatórios. Então, nos métodos não compensatórios as alternativas são avaliadas levando em consideração somente os subconjuntos de critérios que lhes favorecem (ALMEIDA, 2013).

Segundo o mesmo autor, essa compensação vai depender do grau de importância dos critérios e dos valores considerados na escala de avaliação para cada critério. Isto é, as constantes de escala que vão estabelecer os *trade-offs* entre os critérios e vão permitir a compensação nos cálculos da avaliação final das alternativas. Já no método não compensatório, segundo DE ALMEIDA (2013), o desempenho final da alternativa dependerá apenas do grau de importância (peso) desses critérios. A compensação entre critérios apesar de ser um conceito pouco estudado, é fundamental e muito importante na análise de métodos (VINCKE, 1992).

2.4.1 Método FITRADEOFF

Antigos estudos realizados (BORCHERDING, 1991; WEBER & BORCHERDING, 1993) demonstram que o método tradicional de elicitación para modelos aditivos apresenta alguns desafios e dificuldades, que podem ser observados durante a execução do procedimento. Sabe-se que este procedimento de elicitación possui uma base axiomática bem estruturada, e justamente por ser restrito em sua base axiomática, estudos experimentais têm mostrado que inconsistências vêm sendo encontradas na aplicação do mesmo (WEBER & BORCHERDING, 1993).

Uma das maiores dificuldades no uso de modelos de apoio a decisão envolvendo múltiplos critérios envolve a obtenção de parâmetros necessários a avaliação inter-critério dos métodos multicritério existentes. O uso dos modelos de apoio a decisão trata da necessidade de definir parâmetros que reflitam a avaliação inter-critério do modelo. A fase de avaliação intercritério que considera a combinação dos diferentes critérios pode ser considerada uma das mais difíceis para os decisores quanto ao uso de um método multicritério (DE ALMEIDA, 2013).

Como resposta o resultado de estudos recentes, que consideram o processo de elicitación dos pesos a questão mais importante de um modelo aditivo multicritério (RIABACKE, 2012).

Sendo assim, com o objetivo de facilitar esse sistema de avaliação inter-critério surge o método FITradeoff (*Flexible Interactive Tradeoff*), proposto por DE ALMEIDA *et al.* (2016), que é um método multicritério de elicitación de constantes de escala no modelo aditivo que requer informação parcial a respeito das preferências do decisor, superando as principais desvantagens de outros procedimentos de elicitación baseados em informação completa.

O Método FITradeoff (DE ALMEIDA *et al*, 2016) tem grande relevância dentre os métodos de critério único de síntese no contexto da Teoria do Valor Multiatributo (KEENEY & RAIFFA, 1976) por auxiliar o decisor na tomada de decisão de maneira flexível e interativa. O método se apresentou como uma importante inovação ao demonstrar forte estrutura axiomática e promover a redução do esforço cognitivo do decisor.

A principal diferença, em relação à estudos anteriores, está relacionada ao processo de elicitación. Este processo parte de se o decisor está ou não está apto para dar uma informação completa, isto é avaliado no processo de elicitación pelo próprio decisor. Este método faz uso de um conceito de elicitación flexível para melhorar a aplicabilidade do tradicional processo compensatório.

É possível observar, inicialmente, dois benefícios do FITradeoff: requer menos informações do decisor e o decisor não necessita fazer ajustes para as indiferenças entre duas consequências – o que é uma questão crítica no processo tradicional. Segundo DE ALMEIDA (2016), é mais fácil para o decisor fazer comparações de consequências baseado em uma preferência rigorosa, ao invés de baseado na indiferença.

Dentre as principais características do método FITradeoff pode-se citar: o uso do procedimento de *tradeoff* para elicitar pesos de um modelo aditivo, o uso do conceito de elicitación flexível incorporado em um sistema de apoio a decisão, a natureza das informações solicitadas é cognitivamente mais fácil para o decisor compreender e a redução da quantidade de informação requerida do decisor. (FREJ, DE ALMEIDA, COSTA, 2019)

O FITradeoff, por sua vez, é um método mais recente que, por ser categorizado dentro dos modelos aditivos, traz um diferencial proposto para o procedimento de elicitación das constantes de escalas, uma vez que estas se tornam uma questão relevante quando o objetivo é gerar um critério único de síntese (DE ALMEIDA *et al.*, 2017)

O método agrega também, a combinação de dois paradigmas distintos para a elicitación de preferências que até então eram utilizados de maneira separada pelos métodos de decisão, a avaliação holística e a elicitación por decomposição (DE ALMEIDA, FREJ & ROSELLI, 2021). DA SILVA *et al.* (2021) discorrem que poucos métodos utilizam a avaliação holística para a elicitación de preferências junto ao decisor, o FITradeoff, todavia, não só permite sua utilização, como apresenta a

flexibilidade de alternar entre as avaliações holísticas e a informação de preferências a partir da decomposição.

Sendo assim, a flexibilidade do FITradeoff para modelagem de preferências considera duas perspectivas diferentes: avaliações holísticas e elicitación por decomposição com base no procedimento clássico de tradeoff. (DE ALMEIDA, FREJ & ROSELLI 2021.)

DE ALMEIDA, FREJ & ROSELLI (2021), ressaltam que a avaliação holística apresenta duas contribuições principais, a de prover uma fonte adicional de informação para o modelo, que aumenta a flexibilidade do método, e a de acelerar processo de elicitación de preferências uma vez que novas restrições envolvendo todas as constantes de escala simultaneamente são incluídas no modelo, além do impacto direto na redução do conjunto de APOs. Além disso, a avaliação holística pode ser realizada com o intuito de prover informação adicional ao modelo, ou mesmo finalizar o processo.

Já o processo de elicitación flexível é baseado no procedimento tradicional de *tradeoffs*, mantendo a robustez da estrutura axiomática, porém apresenta a vantagem de não requerer pontos exatos de indiferença a serem estabelecidos para todos os pares de critérios. No procedimento flexível, o método utiliza informações parciais do decisor para buscar uma solução de um problema de programação linear (PL) a cada novo nível de informação obtida, no sentido de obter valores das constantes de escala dos critérios (KANG; FREJ; DE ALMEIDA, 2020).

De acordo com DE ALMEIDA, FREJ & ROSELLI, (2021) a combinação dos dois paradigmas para a elicitación de preferências apresenta duas principais contribuições, a primeira se trata da inclusão de uma fonte alternativa de informação para o modelo multicritério enquanto a segunda se refere ao aumento da eficiência do método FITradeoff gerado pela aceleração do processo de elicitación das preferências.

Embora o método foi originalmente concebido para resolver problemas de escolha, o método FITradeoff permite também lidar com a problemática de ordenação com base na avaliação da potencial otimalidade das alternativas dentro de espaço de pesos delimitado (FREJ *et al.*, 2017a; FREJ *et al.*, 2017b)

Avanços metodológicos foram desenvolvidos para estender a aplicabilidade do Método FITradeoff para outros contextos. FREJ *et al* (2019) apresentam uma versão do método para a problemática de ordenação, KANG, FREJ & DE ALMEIDA (2020) utilizam uma versão do método para a resolução de problemas de classificação, já

FREJ, EKEL & DE ALMEIDA (2021) e MARQUES, FREJ e DE ALMEIDA (2022) tratam de apresentar versões do método para a resolução de problemas de seleção de portfólio.

Segundo DA SILVA *et al* (2021), uma fragilidade dos métodos de informação parcial se refere à dificuldade de sua utilização devido a necessidade de ferramentas sofisticadas como programação matemática para a realização de recomendações, o que poderia ser prontamente tratado a partir do desenvolvimento de sistemas de apoio a decisão (SAD) que permitam os decisores realizarem a aplicação dos métodos de forma prática.

Assim, o objetivo do FITradeoff é promover um processo de elicitación que possibilite que o processo de decisão seja construído com menos informação do que é necessário no procedimento compensatório padrão. Faz isso através da atualização do vetor de pesos que é considerado no FITradeoff, ou seja, este vetor vai sendo atualizado a partir das respostas do decisor, e este processo acontece a fim de ir reduzindo o subconjunto de alternativas potencialmente ótimas, conseguindo então apresentar uma solução.

Uma vantagem do método FITradeoff é a existência de sistemas que operacionalizam o método e se encontram em constante melhoria. ROSELLI & DE ALMEIDA (2021), apresentam um conjunto de regras para auxiliar na decisão de utilizar ou não determinadas visualizações para a realização de avaliações holísticas. Tais recomendações foram geradas com base em uma distribuição de probabilidade obtida através de experimentos de neurociências e de acordo com os autores, tais recomendações serão, em breve, disponibilizadas no SAD do método.

PESSOA, ROSELLI & DE ALMEIDA (2021), realizaram um estudo para avaliação de aspectos ligados ao desempenho da avaliação holística em seus dois procedimentos, eliminação e seleção, sob a ótica da neurociência, os resultados apontaram que apesar da taxa de acerto não apresentar uma diferença significativa, observou-se uma melhor performance no procedimento de eliminação no que se refere ao esforço cognitivo.

O FITradeoff vem sendo largamente aplicado para resolução de problemas de decisão nos mais diversos contextos, essas aplicações demonstram o grande potencial do método de contribuição para a sociedade, uma vez que se tenha melhores decisões que por sua vez impactarão na vida das pessoas em geral. O método, em suas diferentes vertentes de problemáticas (escolha e ordenação), tem

sido aplicado em diversas áreas do conhecimento e suportado decisões relevantes, envolvendo temas como segurança pública (MARTINS *et al.*, 2020), energias renováveis (FOSSILE *et al.*, 2020), gestão de projetos (BATISTA; COSTA, 2020), maturidade tecnológica (FERREIRA; GUSMÃO; SOUSA, 2021) e saúde (DELL'OVO *et al.*, 2017).

DE ALMEIDA *et al* (2023), apresenta também um sumário contendo a evolução do método FITradeoff desde a sua proposição para a problemática de escolha, até os mais recentes avanços metodológicos e de design propostos a partir dos estudos na área de neurociência, bem como as tendências futuras. Os autores ainda realizam uma compilação de diversas aplicações do método para resolução de problemas reais, alguns dos quais são apresentados a seguir.

CZEKAJSKI, WACHOWICZ & FREJ (2023), realizaram a avaliação de produtos culturais da cidade polonesa de *Czeladź*, os autores exploraram a combinação dos paradigmas para a elicitación de preferências e reportaram que o uso da avaliação holística reduziu o processo de elicitación das preferências. LUGO *et al* (2023), ordenaram nove alternativas de solução de economia circular para a indústria alimentícia considerando critérios referentes ao uso da terra e seus impactos tanto na esfera ambiental, como social e financeira.

RODRIGUEZ *et al* (2023), utilizaram o FITradeoff para decisões sobre terceirização de atividades em uma companhia de pesquisas relacionadas à agricultura, o estudo considerou a participação de múltiplos decisores.

CYRENO & ROSELLI (2023) selecionaram 5 alternativas através do FITradeoff para portfólio com a razão benefício-custo para dar suporte à problemas ligados a logística reversa de uma grande empresa, buscando a eliminação de perdas associados ao retrabalho.

SANTOS *et al* (2023), também utilizaram o FITradeoff para dar suporte a uma decisão em grupo, neste caso a aplicação se deu na marinha brasileira, possibilitando um aumento de 15% na eficiência da utilização dos recursos escassos. OLIVEIRA, MORAIS & SIEBERT (2023), utilizaram o FITradeoff em conjunto com o VFT (KEENEY, 1992) para a identificação e posterior priorização de alternativas para a melhoria da mobilidade urbana na cidade de Olinda.

3. PROPOSIÇÃO DO MODELO

Neste capítulo, será descrito a justificativa do método, assim como as etapas de composição do modelo proposto por este trabalho.

3.1 JUSTIFICATIVA DO MÉTODO

No contexto de uma decisão multicritério, a definição do método normalmente é direcionada por alguns fatores, destacando-se o tipo de problemática e a estrutura de preferências do decisor. Sendo assim, diante de um contexto onde é visada a priorizar alternativas de ação para auxiliar para a reestruturação de layout de uma organização do ramo têxtil situada no APL pernambucano que vem apresentando baixos índices de produtividade, pode-se entender que a situação está associada a uma problemática de priorização.

Sendo assim, o método de estruturação de problema VFT foi escolhido em um primeiro momento para identificar as alternativas na aplicação deste modelo, por ser um método eficiente e capaz de gerar alternativas para problemas de decisão, este método foi escolhido também pois, ele tem a capacidade de gerar alternativas que tem características de serem condizentes tanto com o objetivo estratégico da organização, quanto com os valores e objetivos do decisor no problema decisório, se encaixando assim, perfeitamente com o contexto apresentado na problemática do presente trabalho.

Adicionalmente a escolha do método de estruturação de problema, foi importante a identificação da estrutura de preferências do decisor, que foi baseada em uma racionalidade compensatória, onde o desempenho ruim de uma alternativa em determinado critério pode ser compensado pelo bom desempenho em outro critério. Ou seja, na racionalidade do decisor, podem existir tradeoffs entre desempenhos nos critérios de uma determinada alternativa (DE ALMEIDA, 2013).

Neste cenário, na perspectiva de métodos que trabalham a racionalidade compensatória, existem os métodos aditivos, baseados em funções de utilidade/valor e critérios únicos de síntese, conforme citado anteriormente. Assim, nesta pesquisa, foi utilizado o método FITradeoff para problemática de classificação.

O FITradeoff para problemática de priorização foi definido com base na natureza do problema e estrutura de preferências do decisor, associados às seguintes

características vantajosas: o método utiliza um procedimento flexível e interativo que permite que o modelo de decisão recomende alternativas ao decisor sem a necessidade de que ele forneça informações completas sobre sua estrutura de preferência através um grande esforço cognitivo. Adicionalmente, o método pode ser facilmente implementado em um modelo de decisão com o uso do SAD do FITradeoff, disponível em <http://fitradeoff.org/> (DE ALMEIDA *et al.*, 2016; KANG; FREJ; DE ALMEIDA, 2021).

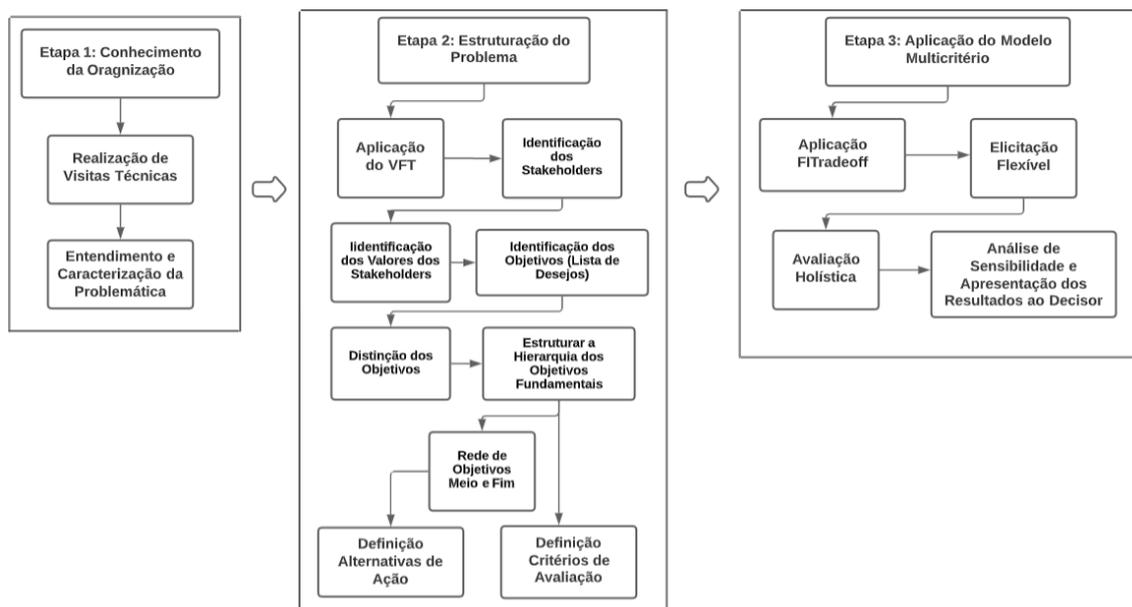
3.2 MODELO PROPOSTO

O presente trabalho é um estudo de caso que é embasado em levantamentos bibliográficos e trabalhos já publicados envolvendo as áreas de estruturação de problemas utilizando a metodologia VFT, a área de arranjo físico ou *layout*, assim como, a área de decisão multicritério, com a utilização do método FITradeoff.

Esta dissertação tem como foco em um primeiro momento a utilização da metodologia de estruturação de problema VFT proposta por KEENEY (1992), para o melhor entendimento de problemáticas envolvendo *layout*, para assim, facilitar a identificação de alternativas, para que estas, possam se encaixar tanto da melhor forma na resolução do problema, como também com os objetivos estratégicos da organização. Já em um segundo modelo parte da elaboração de um modelo multicritério de apoio à decisão, utilizando-se do método FITradeoff (DE ALMEIDA *et al.* 2021), objetivando a priorização de alternativas de ações, geradas pelo método VFT, para auxiliar a reestruturação de *layout* de uma organização do ramo têxtil situada no APL pernambucano que vem apresentando baixos índices de produtividade.

O modelo proposto nesse trabalho apresentado na **Figura 2**, foi elaborado tendo como base o método FITradeoff para problemática de priorização, pois objetiva-se a criação de um ranking para a priorizar as alternativas de ação, geradas pela metodologia de estruturação de problemas VFT, para a reestruturação de *layout* de uma organização.

Figura 2- Representação do modelo proposto



Fonte: Autores (2023)

Este modelo, destina-se para a criação de um ranking para a priorizar as alternativas de ação para auxiliar o gestor de uma organização do setor têxtil do agreste pernambucano a reestruturar o seu layout e assim conseguir alavancar os resultados da produtividade da mesma. O modelo proposto sugerido é composto por 3 etapas claras e objetivas.

Na primeira etapa ocorre a caracterização da empresa e a observação e identificação da problemática, já na segunda etapa ocorre a estruturação do problema, com a aplicação do método VFT, para o melhor entendimento da problemática e consequentemente a definição das alternativas de ação em conjunto com o objetivo estratégico da organização e na terceira etapa ocorre a priorização destas alternativas geradas pelo método VFT, com a utilização do método multicritério de decisão FITradeoff.

4. RESULTADOS E APLICAÇÃO DO MODELO

Após o desenvolvimento do modelo e seu sequenciamento, se foi possível a sua aplicação. Seguindo as etapas presentes na proposição do modelo, os capítulos a seguir apresentam os resultados que a foram gerados a partir do modelo proposto no presente trabalho.

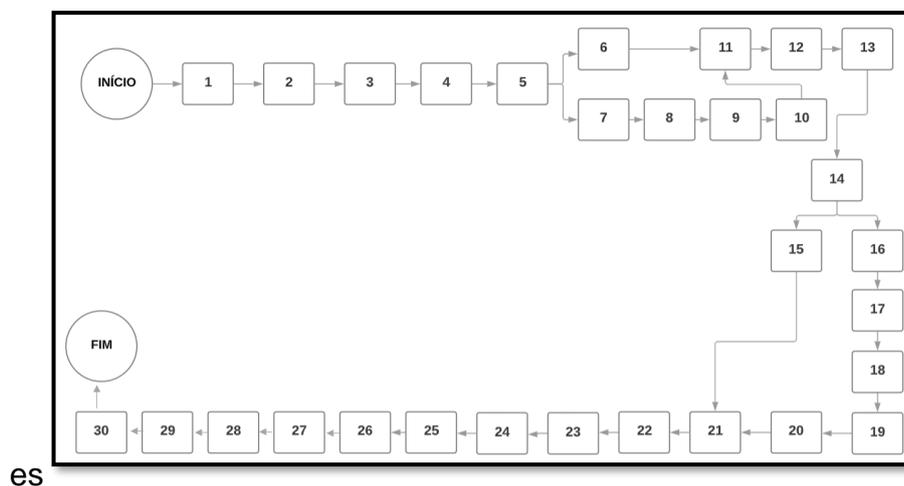
4.1 ESTUDO DE CASO E CONHECIMENTO DA ORGANIZAÇÃO

Sendo assim, dando início a primeira etapa do modelo, onde através de visitas técnicas foi observado que a organização estudada no presente trabalho é uma empresa de médio porte com cerca de 25 colaboradores e tem uma produção voltada na confecção de shots em uma grande variedade, ela está situada no APL têxtil pernambucano, sobre este APL, ele é situado no agreste do estado de Pernambuco e representa o segundo maior polo de confecção têxtil no Brasil, com cerca de 800 milhões de peças de vestuário que são produzidas todos os anos, tanto para o comércio nacional, quanto para o internacional, segundo AGRESTE TEX (2017). O polo é composto por 10 municípios, sendo os de Santa Cruz do Capibaribe, Toritama e Caruaru os principais produtores. Neste polo, o foco da produção são roupas casuais, como brim, malharia e outras vestimentas, além de moda infantil e lingerie. Segundo o Núcleo Gestor da Cadeia Têxtil e de Confecções em Pernambuco – NTCPE (2020), estima-se que existam na região pelo menos 14.000 empreendimentos, entre formais e informais, e mais de 100.000 pessoas envolvidas diretamente na produção.

Exposto isso, após quase 2 semana de observações e entrevistas com colaboradores e gestores da organização foi visto que a mesma vem apresentado baixos resultados em relação a produtividade almejada, onde atualmente a produtividade está variando entre 60% e 70%, produtividade medida pelos indicadores utilizados pela organização, no entanto, a meta do gestor é de uma produtividade de mais de 75% e uma área que chamou muito a atenção e que pode estar interferindo diretamente neste resultado é o setor de organização e direcionamento do arranjo físico (*layout*) da empresa. Sobre o *layout* atual da organização, representado na **Figura 3**, ele pode ser caracterizado com *Layout* linear ou por produto, pois este tem como característica posicionar todo o seu maquinário lado a lado, com as estações

de trabalho organizadas de forma linear, seguindo uma linha de produção. Dessa forma, esta organização atual do arranjo físico, permite que tudo ocorra de uma forma padronizada e seguindo uma sequência lógica e única.

Figura 3- Layout atual da organização estudada



Fonte: Autores (2023)

Assim como, o sequenciamento das tarefas expostas no *layout*, seguem na **Tabela 4**, para o melhor entendimento do fluxo produtivo atual da organização.

Tabela 4- Etapas do processo produtivo

Número	Tarefa
1	Receber os dados do pedido, para separação de matéria prima necessária.
2	Receber os dados do pedido, para separação de matéria prima necessária.
3	Criação da Ordem de produção.
4	Envio da OP para o almoxarifado.
5	Separação da matéria prima.
6	Enviar tecidos para o setor de corte.
7	Envio de informações sobre largura e comprimento do tecido dada pelo PCP para o setor de impressão de moldes.
8	Inserir as informações enviadas pela OP em um software que otimiza o corte.
9	Imprimir o molde para corte.
10	Enviar o molde para o corte.
11	Realização do corte de forma manual.
12	Separação das partes cortadas.
13	Empilhar os cortes já separados.
14	Envio dos cortes para o setor de costura.
15	Uma parte da etapa da costura vai para uma terceirizada.
16	Outra parte permanece na organização.
17	Início do processo de costura na organização.
18	Ocorre a união das peças para a formação dos shorts.
19	Finalização do processo de costura.
20	Envio do produto para estoque de produto semi acabado.
21	União dos produtos fabricados na organização e na terceirizada no estoque.
22	Transporte do produto semi acabado para a máquina de fazer o bolso.
23	É inserido os bolsos no produto, através da máquina.
24	Transporte do produto para a fase de acabamento.
25	Fase de acabamento onde os botões e a logo da empresa são inseridos.
26	Ocorre uma inspeção no produto acabado.
27	É colocada a etiqueta e o produto é embalado.
28	O produto é colocado em caixas
29	O produto é levado até o estoque de produtos finais
30	O produto é levado até o respectivo veículo e transportado até o pedido

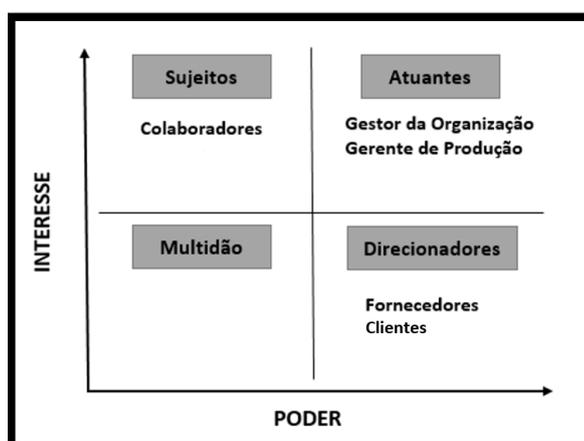
Fonte: Autores (2023)

E com isso, foi definido que a estruturação deste problema, apresentada na segunda etapa do modelo, seria voltada exatamente no auxílio para a reestruturação desse layout com o objetivo de alavancar os resultados da produtividade da empresa.

4.2 ESTRUTURAÇÃO DO PROBLEMA E APLICAÇÃO DO VFT

Com isso, dando continuidade à aplicação do modelo, iniciou-se a segunda etapa, onde está é voltada exclusivamente para a estruturação do problema. Sendo assim, a identificação dos *stakeholders*, foi o ponto de partida neste modelo para a aplicação do método VFF, nesta pesquisa foi utilizado o Diagrama Poder & Interesse proposta por ACKERMANN E EDEN (2011). Esse diagrama é dividido em quatro quadrantes, sendo dois superiores e dois inferiores. Com relação aos quadrantes superiores, eles contêm os *stakeholders* com alto nível de interesse no contexto decisório, sendo que aqueles localizados no quadrante à direita também possuem alto nível de poder associado ao contexto decisório, enquanto aqueles localizados no quadrante à esquerda possuem baixo poder em relação ao contexto decisório. Em relação aos dois quadrantes inferiores, os quais conterão os stakeholders com baixo nível de interesse no contexto decisório, apresentam a mesma distribuição anteriormente evidenciada em relação ao nível de poder. Abaixo na **Figura 5** é representado o Diagrama Poder & Interesse desta problemática.

Figura 4- Diagrama Poder & Interesse



Fonte: Adaptado Ackermann e Eden (2011)

Assim, por meio desta ilustração, tem-se um entendimento amplo das interações e dinâmicas entre os stakeholders. Uma vez que identificados os

stakeholders, é possível iniciar a aplicação do método VFT. Sobre os stakeholders deste problema foram identificados cinco, são eles:

- Os colaboradores da organização: aqueles que trabalham diretamente com a produção na organização, no chão de fábrica, estes são classificados como sujeitos, pois, possuem um alto interesse no processo decisório. No entanto, apresentam um baixo poder em relação ao contexto decisório;
- Os clientes da empresa: aqueles que consomem os produtos da organização constantemente, são classificados como direcionadores, pois, possuem um baixo interesse no processo decisório, no entanto, apresentam um alto poder em relação ao contexto decisório;
- O gestor da organização: é o gestor principal da organização, por ele que passam todas as decisões da empresa;
- O gerente de produção: aquele que apresenta o maior conhecimento dos processos e tudo que evolui a organização dos fluxos da empresa, estes são classificados como direcionadores, pois, possuem um alto interesse no processo decisório, assim como, apresentam um alto poder em relação ao contexto decisório;
- O gestor da organização: é o gestor principal da organização, por ele que passam todas as decisões da empresa, estes são classificados como direcionadores, pois, possuem um alto interesse no processo decisório, assim como, apresentam um alto poder em relação ao contexto decisório;
- Fornecedores: aqueles que fornecem a matéria prima para a produção da organização. Estes são classificados como direcionadores, pois, possuem um baixo interesse no processo decisório, no entanto, apresentam um alto poder em relação ao contexto decisório;

Com isso, a partir da identificação destes que foi possível extrair os seus respectivos valores para que assim a aplicação do VFT possa ter continuidade.

O foco do VFT é a identificação de valores. Para o método, valores são princípios usados para avaliação das atuais ou potenciais consequências de alternativas propostas (PARNELL e WEST 2008). Nesse contexto, os valores exprimem o que as partes interessadas no processo acreditam ser relevante para o determinado contexto de decisão. Com isso, a **Tabela 5** representa o principal valor

de cada *Stakeholder* para o contexto da problemática exposta, esses valores foram identificados através de entrevistas particulares realizadas com cada um deles. Estas entrevistas foram o primeiro contato com cada parte interessada do processo e duraram cerca de 30 minutos com cada stakeholder e foi realizada via telefone, de forma virtual (*meet*), assim como, de forma presencial e esses valores foram extraídos a partir do que cada stakeholder mencionou mais durante essa entrevista.

Tabela 5- Identificação de valor de cada Stakeholder

Stakeholders	Valores
Colaboradores	Melhoria das condições de trabalho
Clientes	Aumento na qualidade dos produtos
Gerente de Produção	Alavancar a produtividade da organização com a reestruturação do layout
Gestor da Organização	Diminuição dos custos operacionais da organização
Fornecedores	Diminuição do tempo de montagem de peças

Fonte: Autores (2023)

Após ser identificado o principal valor de cada stakeholder, através da entrevista mencionada acima, foi dada sequência a aplicação do método e as entrevistas com os stakeholders continuaram de forma um pouco mais minuciosa dessa vez e partir de agora o objetivo era gerar uma lista de desejos, onde esta lista de desejos é proposta por KEENEY como uma das ferramentas existentes, com o objetivo de gerar uma lista de interesses, para que assim, a partir desses interesses (desejos), possa se dar sequência e facilitar a identificação dos objetivos. Na **Tabela 6** estão presentes os desejos de todos os stakeholders em relação a problemática apresentada neste trabalho.

Tabela 6- Lista de desejos dos Stakeholders

VFT: Lista de Desejos
Maximizar a produtividade da organização
Empregados trabalhando com segurança
Diminuir o desperdício (material)
Redução do tempo de montagem
Produzir com capacidade máxima

Arranjo físico com melhores condições de trabalho para os colaboradores (Ergonomia)
Fluxo otimizado do processo (ou mais racional)
Definição de fluxo mais eficiente na célula de costura
Layout que favoreça a inspeção de qualidade entre os processos
Melhor utilização do espaço físico da organização
Processo de Expedição ser feito de forma mais organizada
Diminuir atrasos nos pedidos com a redução do lead time
Arranjo físico que facilite a manutenção de máquinas

Fonte: Autores (2023)

Como produto da identificação de valores e da lista de desejos, explanadas acima, foi possível identificar os objetivos desta problemática, estes objetivos são classificados como:

- Objetivo estratégico que “deve prover uma orientação comum para todas as decisões, assim servindo como um mecanismo pelo qual o gerenciamento podem guiar as decisões tomadas por diferentes indivíduos e grupos da organização” (KEENEY 1992);
- O objetivo fundamental é “uma razão essencial de interesse em uma situação de decisão” (KENNEY 1992);
- Os objetivos meios “são importantes por que eles são meios para que o objetivo fundamental seja atingido, sendo muito útil para o desenvolvimento de modelos para analisar problemas de decisão”
- Os objetivos fins que são aqueles que se dizem respeito a finalidade buscada na problemática.

Sendo assim, neste problema decisório os objetivos estratégicos e fundamentais foram definidos através da identificação dos valores dos stakeholders, onde o objetivo estratégico foi “Maximizar a produtividade com a reestruturação do *layout*”, este objetivo foi extraído do valor apresentado pelo gerente de produção, que é aquele que tem o maior entendimento do processo produtivo da organização, este foi definido como decisor nesta problemática. Já os objetivos fundamentais foram definidos através da identificação dos valores dos demais stakeholders, sendo assim, na **Tabela 7** são apresentados estes objetivos.

Tabela 7- Definição dos objetivos fundamentais

OBJETIVOS FUNDAMENTAIS
Maximizar os custos operacionais
Maximizar a qualidade do produto
Minimizar o tempo de produção das peças
Maximizar as condições de trabalho

Fonte: Autores (2023)

Dando continuidade na identificação dos objetivos com intuito de ser capaz de separar os a objetivos fins dos objetivos meios, KEENEY sugere que, individualmente, cada objetivo extraído seja submetido à seguinte pergunta: “Por que isso é importante”, em inglês “*Why is that important?*”. Caso a resposta tenha um teor causal em relação a outro objetivo, o objetivo submetido a pergunta será classificado como objetivo meio, para o contexto decisório em questão, já caso a resposta apresentar um teor de finalidade, ou seja, o fim buscado em relação a outro objetivo, ele será classificado como objetivo fim. A seguir nas tabelas 8 e 9 são apresentadas as listas de objetivos meio e objetivos fins identificados na aplicação do método VFT.

Tabela 8- Definição dos objetivos meio

OBJETIVOS MEIO
Aquisição de novas máquinas de costura
Contratação de novos funcionários
Implementação de POP (Procedimento Operacional Padrão)
Implementação de um sistema integrado
Inspeção de qualidade nos processos
Organização de estoque com a curva ABC
Expansão do arranjo físico
Aumento da luminosidade nas células de trabalho
Compra de cadeiras ergonômicas para setor de costura

Fonte: Autores (2023)

Tabela 9- Definição dos objetivos Fins

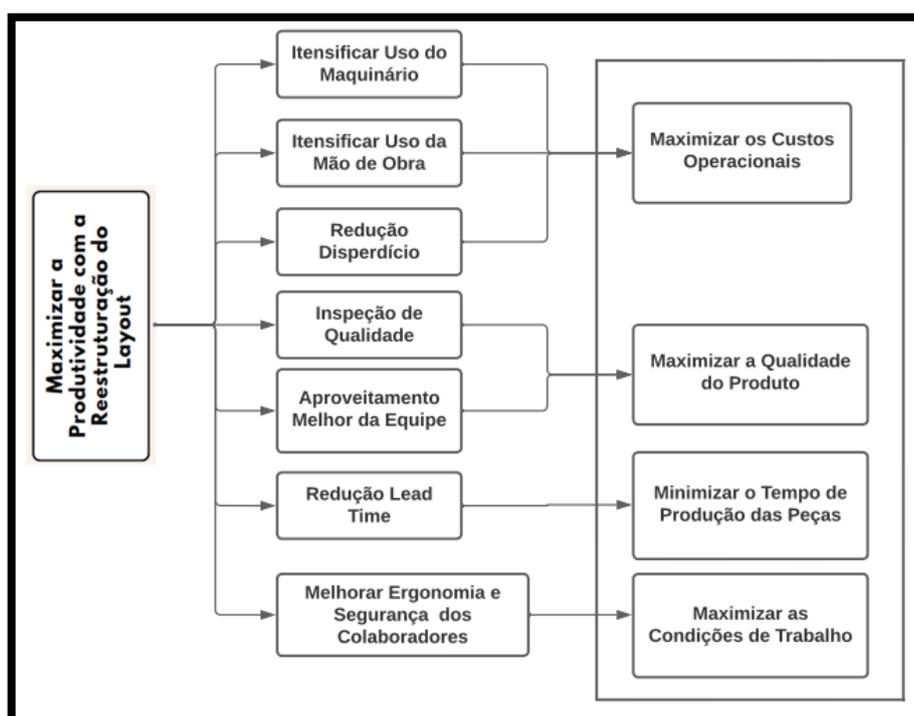
OBJETIVOS FINS
Minimizar os atrasos nos atendimentos dos pedidos
Fazer com que a organização produza em sua capacidade máxima

Organizar melhor os itens para que estes possam fluir melhor durante os processos
Organizar melhor o arranjo físico, para que este facilite a manutenção das máquinas
Organizar o estoque de forma mais eficiente
Definir um fluxo e uma melhor organização na célula de costura
Definição de estratégias para uma melhor gestão da equipe
Minimizar o desperdício de matérias
Garantir a segurança dos colaboradores
Minimizar tempo de montagem de peças

Fonte: Autores (2023)

Após identificar os objetivos a segunda etapa do modelo teve continuidade com a definição da hierarquia dos objetivos fundamentais, esta definição foi importante para demonstrar a relação entre o objetivo estratégico, os objetivos sub fundamentais (que foram definidos neste estudo como objetivos relacionados aos objetivos fundamentais) e os objetivos fundamentais, assim como também, definir de forma hierárquica a importância dos objetivos fundamentais, objetivos estes que auxiliaram na identificação dos critérios para abordagem multicritério, utilizada neste trabalho. Com isso, a figura 5 com a hierarquia dos objetivos fundamentais.

Figura 5- Hierarquia dos objetivos fundamentais



Fonte: Autores (2023)

E a partir, da definição da hierarquia dos objetivos fundamentais, foi possível a identificação dos critérios de avaliação para este problema de decisão, a tabela 10 abaixo apresenta o objetivo fundamental em que o critério foi relacionado e identificado, assim como a descrição de cada critério que será utilizada na abordagem multicritério, apresentada na terceira etapa deste modelo.

Tabela 10- Definição dos Critérios

Objetivo Fundamental	ID	Critério	Descrição
Maximizar os Custos Operacionais	C1	Custo	Impacto na Redução dos Custos Operacionais da Organização
Maximizar a Qualidade do Produto	C2	Qualidade	Impacto na Qualidade dos Processos da Organização
Minimizar o Tempo de Produção das Peças	C3	Tempo	Tempo de Implementação da Alternativa na Organização
Maximizar as Condições de Trabalho	C4	Ergonomia	Impacto nas Condições de Trabalho dos Colaboradores

Fonte: Autores (2023)

Sobre os critérios explanados acima, é importante mencionar que Custo, Qualidade e Ergonomia, são critérios que apresentam uma escala de avaliação qualitativa e para a sua convenção para a escala quantitativa foram utilizados alguns parâmetros para a transformação, estes parâmetros de conversão são representados na tabela 11.

Tabela 11- Parâmetros adotados em cada nível da escala

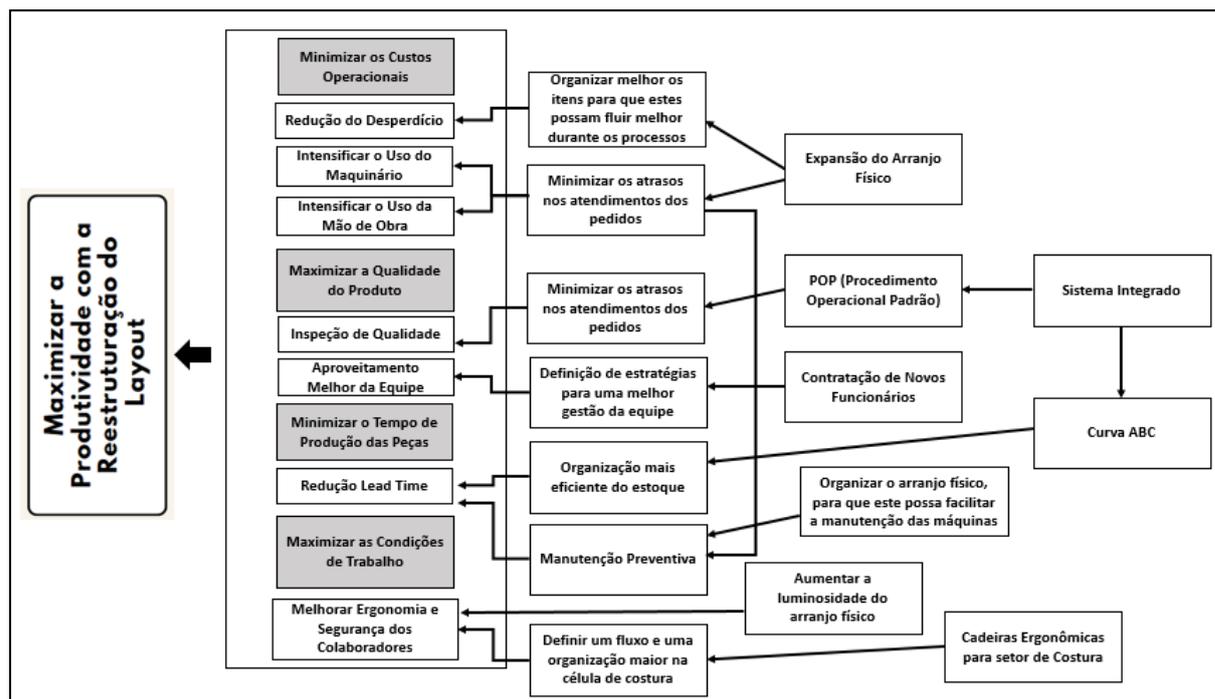
Critério	1.Muito Baixo	2.Baixo	3.Médio	4.Alto	5.Muito Alto
Custo	Impacto na Redução dos Custos Operacionais em menos de 20% da Organização	Impacto na Redução dos Custos Operacionais entre 20% e 40% da Organização	Impacto na Redução dos Custos Operacionais entre 40% e 60% da Organização	Impacto na Redução dos Custos Operacionais entre 60% e 80% da Organização	Impacto na Redução dos Custos Operacionais em mais de 80% da Organização
Qualidade	Impacto na Qualidade	Impacto na Qualidade em	Impacto na Qualidade em	Impacto na Qualidade em	Impacto na Qualidade em

	em pelo menos 1 Processo da Organização	2 Processos da Organização	3 Processos da Organização	4 Processos da Organização	mais de 5 Processos da Organização
Ergonomia	Impacto nas Condições de Trabalho de 1 Colaborador	Impacto nas Condições de Trabalho de 2 Colaboradores	Impacto nas Condições de Trabalho de 3 a 4 Colaboradores	Impacto nas Condições de Trabalho de 5 Colaboradores	Impacto nas Condições de Trabalho de mais de 6 Colaboradores

Fonte: Autores (2023)

E para finalizar a aplicação do método VFT e a segunda etapa do modelo proposto, foi desenvolvida a rede de objetivos meio-fim representado na figura 6. A Rede de objetivos meio-fim "indica os objetivos que devem ser considerados no desenvolvimento de um modelo que relacione as alternativas com as consequências" (KENNEY 1992). Neste trabalho a rede de objetivo meio-fim relacionou o objetivo estratégico com os objetivos fundamentais e sub fundamentais já definidos hierarquicamente, já estes foram relacionados com os objetivos meio que foram relacionados com os seus respectivos objetivos fins, com o propósito da identificação de alternativas para a problemática.

Figura 6- Rede de objetivos meio-fim



Fonte: Autores (2023)

Com a clara percepção dos valores e objetivos, se tornou possível a definição desta rede de objetivos meio-fim e conseqüentemente a listagem de alternativas de ação que levarão à devida reestruturação do layout da organização estudada. Estas alternativas identificadas através desta rede são apresentadas da tabela 12.

Tabela 12- Identificação das alternativas

Alternativa	Descrição
A1	Inserir inspeção de qualidade entre cada etapa da cadeia produtiva, com o objetivo de reduzir o tempo de retrabalho e melhorar a qualidade do produto.
A2	Promover uma maior integração dos processos através de um SI (Sistema de informação), com a inserção na organização de um sistema integrado, que, além de prover dados a respeito do processo, promova uma maior integração entre eles.

A3	Reestruturar posicionamento do maquinário, para facilitar a manutenção das máquinas.
A4	Utilizar o POP (Procedimento Operacional Padrão) no processo produtivo na etapa de costura, para que ocorra uma padronização no processo produtivo na etapa da costura da organização.
A5	Compra de máquina de corte, para que assim este processo seja automatizado e possa evitar gargalos.
A6	Expandir o espaço físico da organização, para que assim o layout possa ser ampliado e conseqüentemente a produção possa ser executada em sua capacidade máxima.
A7	Compra de cadeiras ergonômicas para os operadores da costura, de forma a melhorar as condições de trabalho dos operadores do setor e conseqüentemente a produtividade.
A8	Fazer investimento com relação a iluminação da organização, para que assim as condições de trabalho dos operadores e a produtividade possa alavancar.
A9	Estruturar os estoques de produtos acabados através da curva ABC, para que o processo de expedição seja facilitado.
A10	Definir equipes de gestão específicas para cada setor, com o objetivo de alocar os empregados em etapas do processo onde possam trazer mais contribuição.
A11	Estruturar o setor de costura em layout celular em formato U, para facilitar a produção contínua e flexibilidade do setor.

Fonte: Autores (2023)

Assim, conclui-se a segunda etapa do modelo proposto por esse trabalho, conseguindo identificar as alternativas de ação, para que assim, estas possam ser priorizadas através do método FITradeoff, apresentados na seção a seguir.

4.3 APLICAÇÃO DO MODELO MULTICRITÉRIO

Nesta seção é abordada a terceira parte do modelo proposto. Onde são expostos todos os resultados da aplicação do método FITradeoff (DE ALMEIDA *et al.* 2021), com o objetivo de priorizar as alternativas identificadas pelo método VFT, assim como, utilizando também os critérios identificados, na etapa anterior do modelo proposto neste trabalho.

Sendo assim, para dar início da aplicação do método foi-se seguir os passos do SAD do FITradeoff, disponível em <http://fitradeoff.org/>, com isso, foi preenchida a matriz de avaliação deste problema de decisão, onde os respectivos critérios, foram relacionados com suas alternativas e partir desta matriz que se foi possível, iniciar a aplicação do método é importante mencionar que os critérios C1,C2 e C4 foram convertidos da escala quantitativa de julgamento para a qualitativa, com é representado na tabela 13 já o critério C3 é representado através de uma escala ordinal. Sendo assim a tabela 13 explica melhor a conversão das respectivas escalas.

Após preenchimento da matriz de avaliação, iniciou-se a elicitación flexível permitida pelo método FITradeoff, para que assim os critérios possam ser organizados segundo seu grau de importância, na figura 7 é apresentado o modelo de apoio a decisão, após as perguntas respondias pelo decisor e os critérios já classificados, segundo sua importância:

Figura 7- Definição de grau de importância dos critérios

FITradeoff
Flexible and Interactive Tradeoff

Ranking of criteria scaling constants
By pairwise comparison
Answer the following questions by choosing consequences A or B

Consequences

Consequence A

Criterion	Worst (WI)	Best (BI)
C1	WI:1	BI:5
C2	WI:1	BI:5
C3	WI:20	BI:20
C4	WI:1	BI:5

Consequence B

Criterion	Worst (WI)	Best (BI)
C1	WI:1	BI:5
C2	WI:1	BI:5
C3	WI:150	BI:20
C4	WI:1	BI:5

Which consequence do you prefer?

Consequence A
 Consequence B

Legend:

- No Selection --
- C1-Custo
- C2-Qualidade
- C3-Tempo
- C4-Ergonomia

Chosen order of scaling constants:

- No Selection --
- Custo
- Qualidade
- Tempo
- Ergonomia

Restart OK

Continue

WI is the worst outcome of criterion CI
BI is the best outcome of criterion CI

Alternatively the ranking of scaling constants can be done by Overall evaluation.

inct INSID CDSIP UFPA

Fonte: SAD FITradeoff (2023)

Os critérios foram classificados com a seguinte ordem: Produtividade, Custo de Implementação, Qualidade e Tempo de implementação. Dando sequência ao método, com a continuidade da elicitación flexível, foram realizadas novas perguntas ao gestor, onde nesta etapa ele responderia em relação a consequências existentes a valores ligados a cada critérios, abaixo segue a figura 8 com a página do SAD, com o início das perguntas feitas ao decisor nesta segunda parte da elicitación flexível proposta pelo método:

Figura 8- Início da Elicitação Flexível

Fonte: SAD FITradeoff (2023)

Com isso, a cada pergunta nesta elicitación ocorre uma evolução no ranking de priorização até que o decisor chegue a uma indiferença entre as consequências para assim finalizar o ranking de priorização, exposto isso, é ilustrado na tabela 13 é representado o resumo das perguntas, com as respostas e nível que ranking evolui a cada pergunta:

Tabela 13- Resumo da Elicitación Flexível

Ordem das Perguntas	Consequência A	Consequência B	Nível do Ranking	Consequência Escolhida
1	3 de C1	5 de C4	2	B
2	4 de C1	5 de C2	6	B
3	4 de C2	20 de C3	6	B
4	62,5 de C3	5 de C4	6	B
5	36,25 de C3	5 de C4	6	A
6	44,375 de C3	5 de C4	6	B

7	40,313 de C3	5 de C4	6	B
8	38,281 de C2	5 de C4	6	A
9	39,297	5 de C4	6	Indiferente

Fonte: Autores (2023)

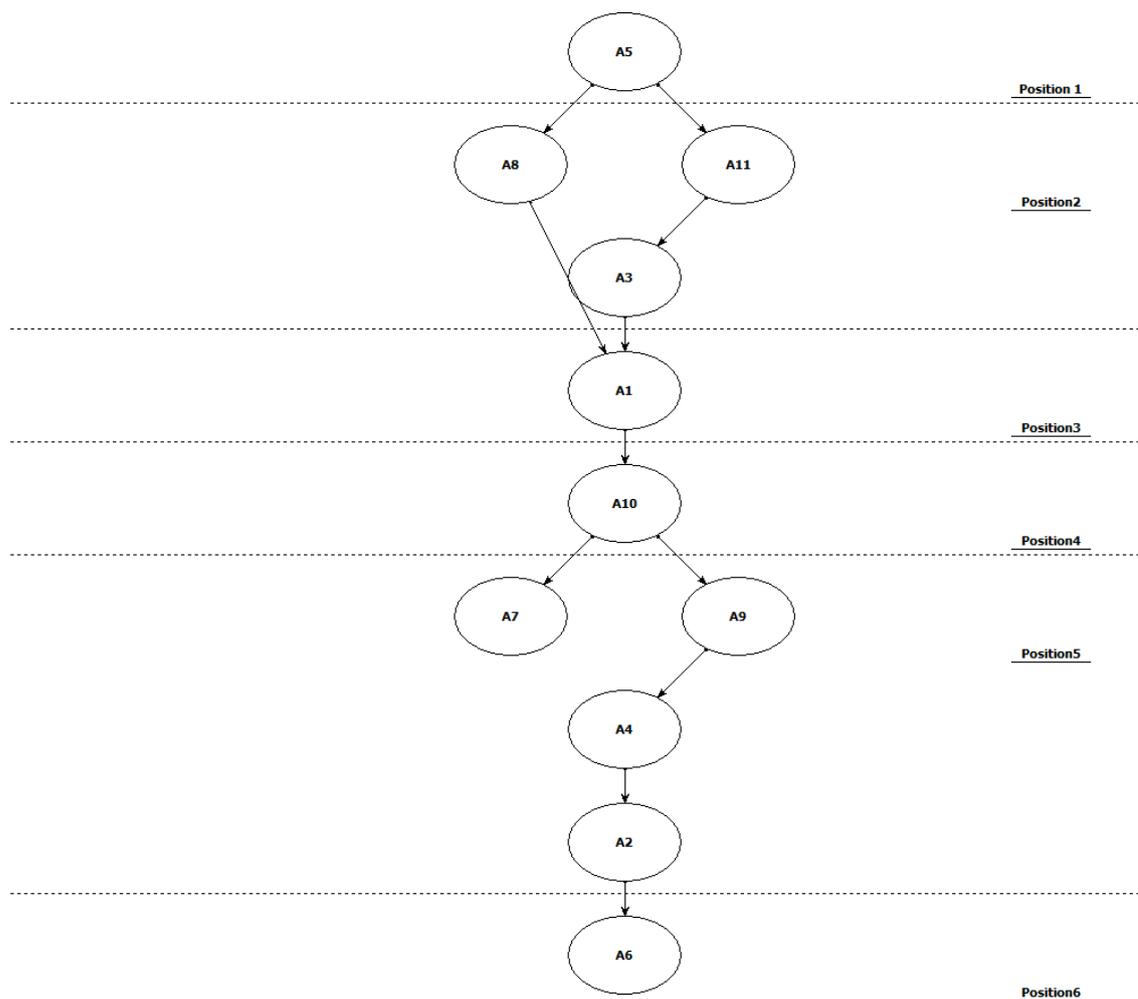
Foram realizadas como mostra a tabela acima, nove perguntas ao decisor pelo modelo de apoio a decisão e a partir destas perguntas que o ranking de priorização foi formado com as alternativas de ação, na tabela 14 segue o ranking de priorização das alternativas de ação para esta problemática, disponibilizada pelo software de apoio a decisão, assim como na imagem 9 segue a visualização de dominância das alternativas, através diagrama de Hasse disponibilizada pelo SAD:

Tabela 14- Ranking das alternativas

POSIÇÃO NO RANKING	ALTERNATIVAS
1	A5
2	A8, A11, A3
3	A1
4	A10
5	A7, A9, A4, A2
6	A6

Fonte: Autores adaptado SAD FITradeoff (2023)

Figura 9- Diagrama de Hasse de 6 níveis



Fonte: SAD FITradeoff (2023)

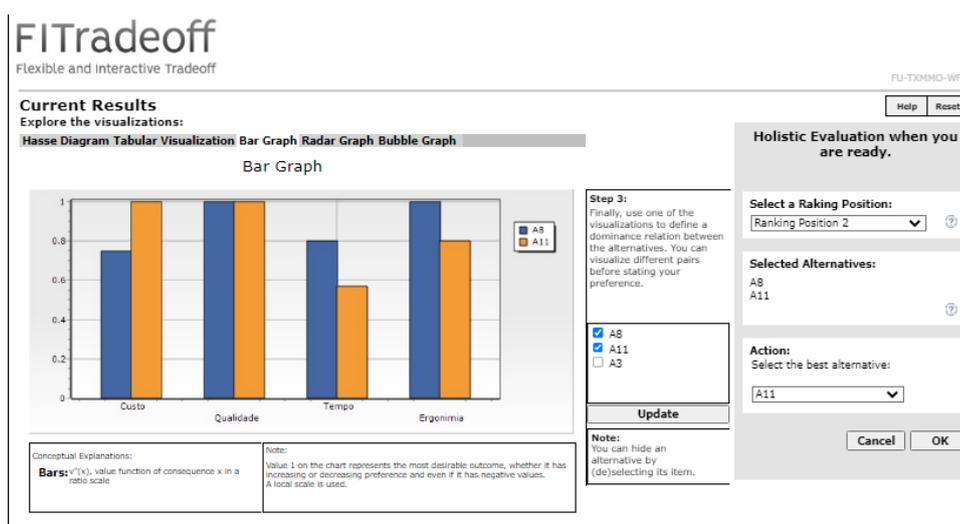
No ranking disponibilizado foi importante observar que a alternativa 5 (Compra de máquina de corte, para que assim este processo seja automatizado e possa evitar gargalos) se sobrepôs em relação às outras. No entanto, é importante observar também, que nas posições 2 e 5, vários alternativas ficaram empatadas, sendo assim, necessária a execução de uma avaliação holística, para que assim estas posições possam ser desempatas e assim facilitar o entendimento e sua aplicação por parte do decisor. DE ALMEIDA, FREJ & ROSELLI (2021) ressaltam que a avaliação holística apresenta duas contribuições principais, a de prover uma fonte adicional de informação para o modelo, que aumenta a flexibilidade do método, e a de acelerar o processo de eliciação de preferências uma vez que novas restrições envolvendo todas as constantes de escala simultaneamente são incluídas no modelo, além do impacto direto na redução do conjunto de APOs. Além disso, a avaliação holística

pode ser realizada com o intuito de prover informação adicional ao modelo, ou mesmo finalizar o processo.

Assim, todas as avaliações realizadas na análise holística foram realizadas através do gráfico de barras, para que assim, o método possa ter sido tanto padronizado, quanto como facilitado visualmente, com o objetivo de facilitar ainda mais a forma de como o decisor iria entender e tomar suas decisões, foram realizadas ao total 4 avaliações holísticas neste modelo.

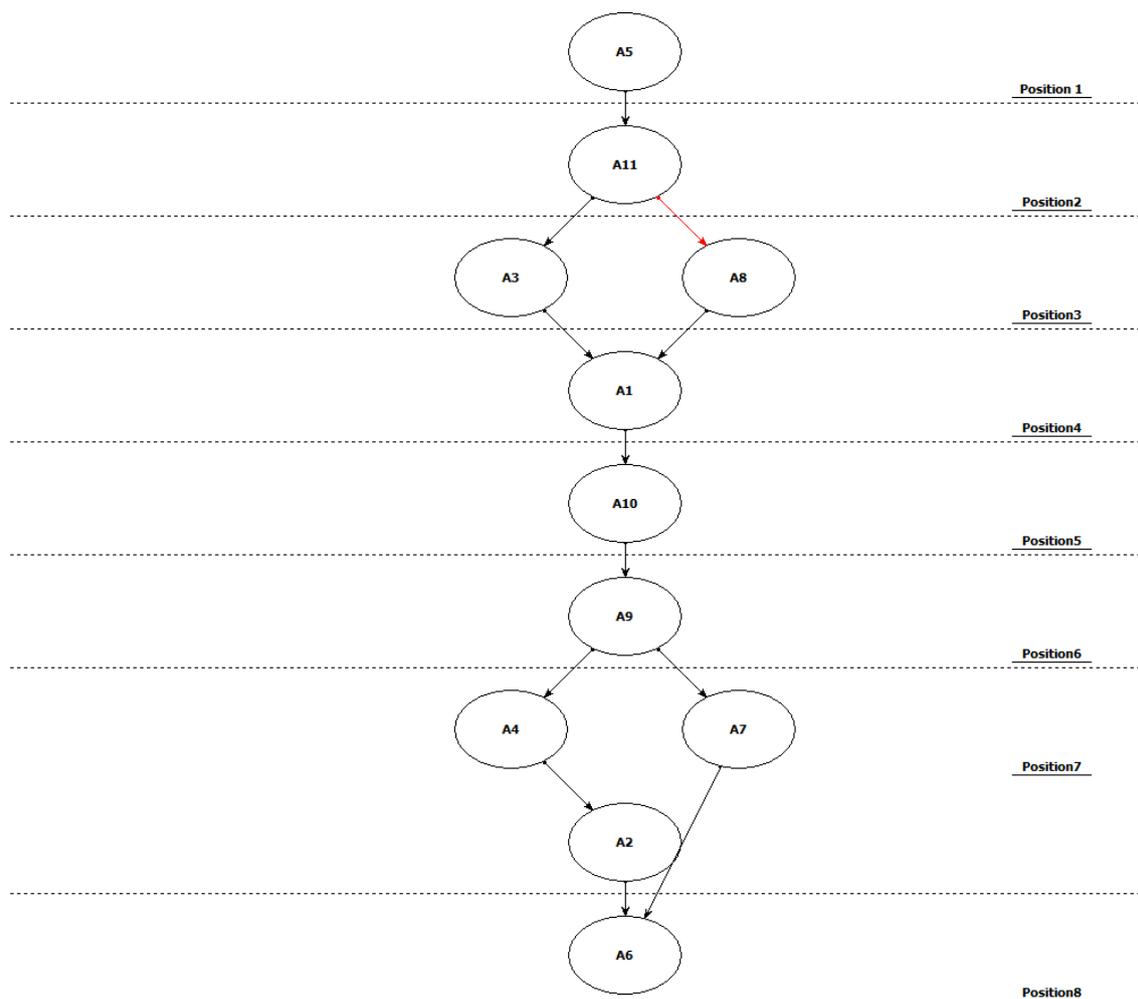
Na primeira, foi realizada uma comparação na segunda posição do ranking entre as alternativas A8 e A11 apresentada na figura 10, após a avaliação o decisor preferiu a alternativa A11, que dominou as demais e ficou na segunda posição do ranking como é representado na figura 11.

Figura 10- Avaliação holística da posição 2



Fonte: SAD FITradeoff (2023)

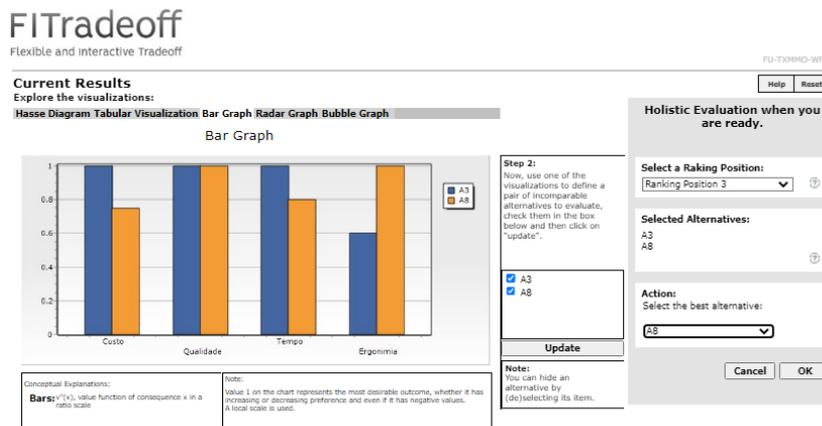
Figura 11- Diagrama Hasse com 8 níveis



Fonte: SAD FITradeoff (2023)

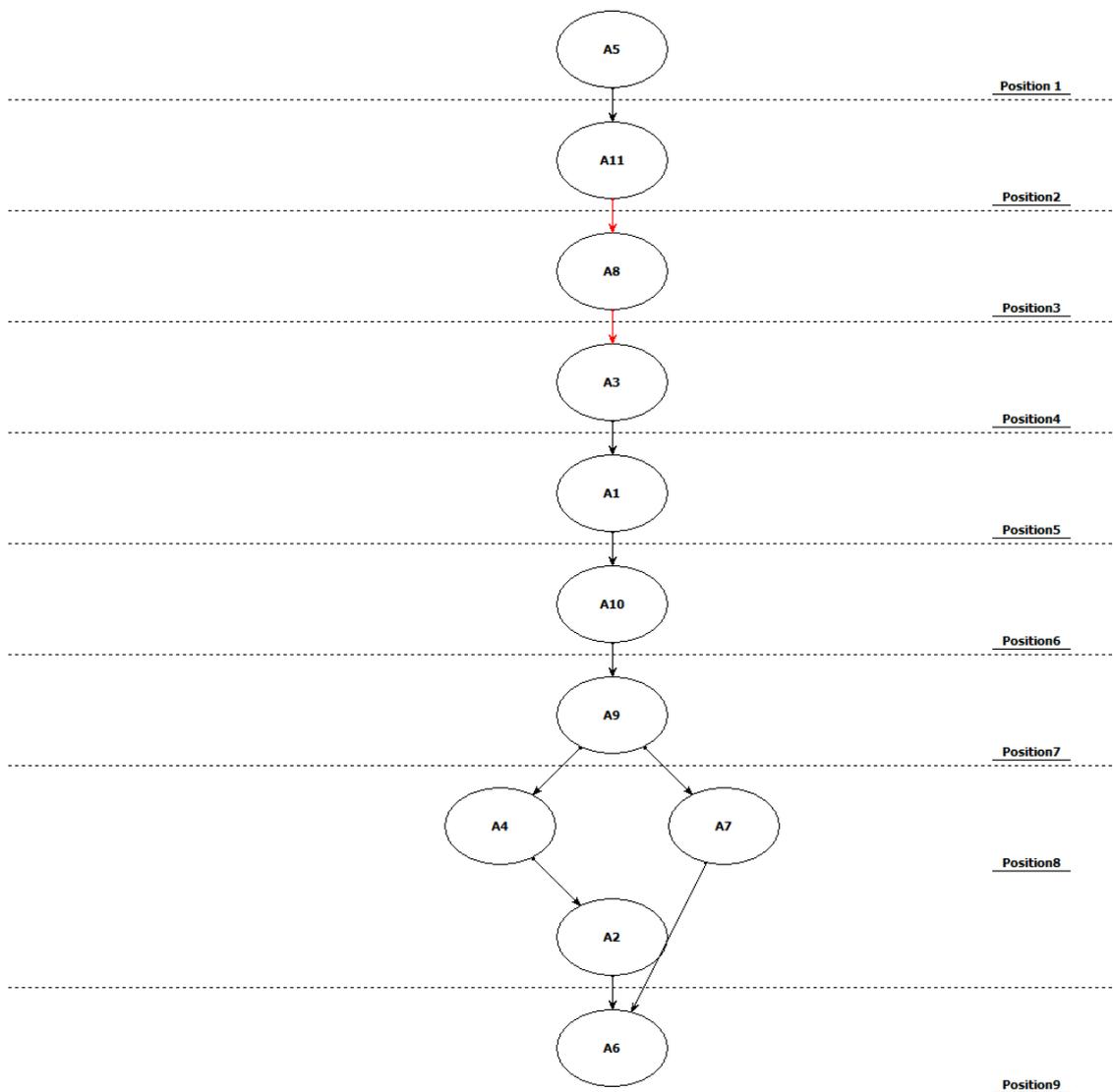
Na segunda avaliação como mostra figura 12, foi realizada uma comparação na terceira posição do ranking entre as alternativas A8 e A3, após a avaliação o decisor preferiu pela alternativa A8, que dominou as demais e ficou na terceira posição do ranking e conseqüentemente a alternativa 3 ficou na quarta posição do ranking, sendo dominante em relação a outras alternativas ranking como mostra a figura 13.

Figura 12- Avaliação holística da posição 3



Fonte: SAD FITradeoff (2023)

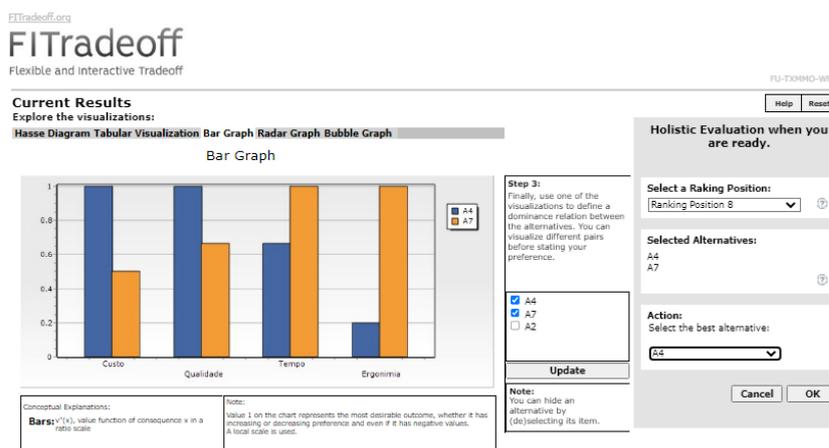
Figura 13- Diagrama Hasse com 9 níveis



Fonte: SAD FITradeoff (2023)

Considerando que o decisor tinha como interesse deixar todas as alternativas bem ranqueadas, cada uma em sua respectiva posição, foi feita uma avaliação holística, conforme apresentado na Figura 14. Foi realizada uma comparação na oitava posição do ranking entre as alternativas A4 e A7.

Figura 14- Avaliação holística da posição 8



Fonte: SAD FITradeoff (2023)

Após a avaliação, o decisor preferiu a alternativa A4, que dominou as demais e ficou na oitava posição do ranking, como mostra a figura 15:

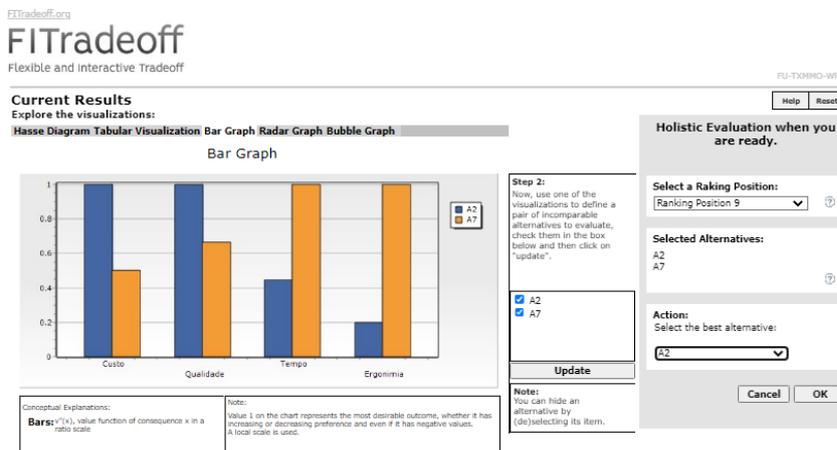
Figura 15- Diagrama Hasse com 10 níveis



Fonte: SAD FITradeoff (2023)

Na quarta e última avaliação como mostra a figura 17, foi realizada uma comparação na nona posição do ranking entre as alternativas A2 e A7, após a avaliação o decisor preferiu a alternativa A2, que dominou a alternativa 7 e ficou na nona posição do ranking, como é representado na tabela 16.

Figura 16- Avaliação holística da posição 9



Fonte: SAD FITradeoff (2023)

Tabela 15- Ranking Final

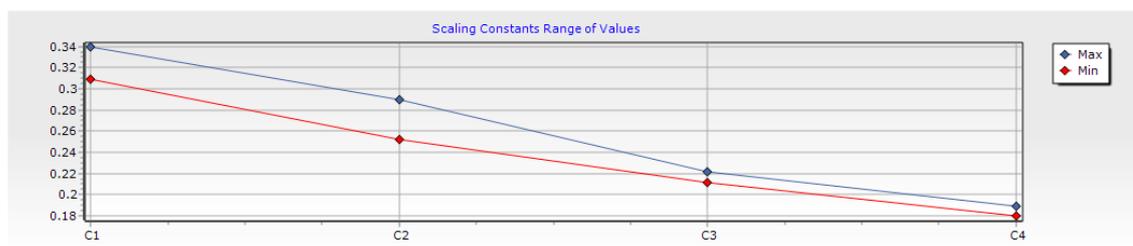
POSIÇÃO NO RANKING	ALTERNATIVAS
1	A5
2	A11
3	A8
4	A3
5	A1
6	A10
7	A9
8	A4
9	A2
10	A7
11	A6

Fonte: SAD FITradeoff (2023)

Com isso, é importante observar que o método traz após as perguntas respondidas pelo decisor e as 4 análises holísticas, que a alternativa 5 (Compra de máquina de corte, para que assim este processo seja automatizado e possa evitar gargalos) se sobrepôs em relação as outras sendo a primeira alternativa do ranking e conseqüentemente a primeira a ser sugerida para ao decisor a ser implementada, seguida pela alternativa 11 (Estruturar o setor de costura em *layout* celular em formato U, para facilitar a produção contínua e flexibilidade do setor).

Após encontrar o ranking o Sistema de apoio a decisão fornece um gráfico com relação à faixa de pesos definida pelo decisor para cada critério, este gráfico contém o range de valores admissíveis para as constantes de escala de cada critério, esse gráfico é atualizado a cada pergunta respondida o que permite acompanhar o comportamento do espaço de pesos ao longo do processo, na figura 17 segue a ilustração com esse gráfico disponibilizado pelo *software*.

Figura 17- Gráfico de limites de constantes de escala



Fonte: SAD FITradeoff (2023)

Sendo assim, com a aplicação do modelo com as alternativas foram ranqueadas, para assim serem apresentadas ao decisor com o objetivo da reestruturação de layout e assim alavancar os resultados da produtividade da organização. Dessa forma o objetivo do método no que se refere à minimização do esforço requerido por parte do decisor foi alcançado, assim como, dos resultados referentes a priorização das alternativas de ação. Por fim foi feita uma análise de sensibilidade, onde as figuras 18 e 19 e a tabela 7 mostram os resultados obtidos.

Figura 18 - Início da análise de sensibilidade

FITradeoff.org FU-TXHM0-WF1
FITradeoff
 Flexible and Interactive Tradeoff

Sensitivity Analysis

In order to perform the Sensitivity Analysis, please select a criterion and:

- 1) To vary the consequences space for the selected criterion, click on "Percentage" and enter the variation percentage values; or
- 2) Click on "Without Variation" if you do not want to vary the original consequences space for the selected criterion.
- 3) If you click on "Start" before having selected all the criteria you wanted to vary, the non-selected criteria will not be varied.

Please select one criterion:

Tempo

[Select all the remaining criteria](#)

Percentage Values:

+15 %
 -15 %

inct **INSID** **CDSID UFPE**

Fonte: SAD FITradeoff (2023)

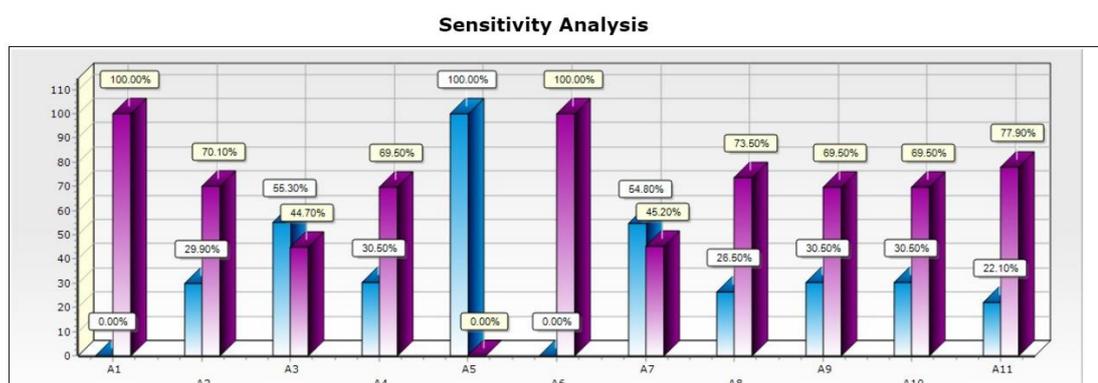
Tabela 16- Resultados da análise de sensibilidade

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
A5	A11	A8	A3	A1	A10	A9	A4	A2	A7	A6
100%	22,10%	26,50%	55,3%	0%	30,5%	30,5%	30,5%	29,90%	54,8%	0%
0%	77,9%	73,5%	44,7%	100%	69,5%	69,5%	69,5%	70,1%	45,2%	100%

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
1	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	22,10%
3	0%	0%	14,2%	0%	0%	0%	0%	26,5%	0%	0%	77,9%
4	0%	0%	55,3%	0%	0%	0%	0%	73,5%	0%	14,2%	0%
5	0%	0%	30,5%	0%	0%	0%	0%	0%	14,2%	55,3%	0%
6	0%	0,1%	0%	14,2%	0%	0%	0%	0%	55,3%	30,5%	0%
7	0%	15,2%	0%	55,3%	0%	0%	0%	0%	30,5%	0%	0%
8	0%	58,8%	0%	30,5%	0%	15,2%	0,1%	0%	0%	0%	0%
9	0%	29,8%	0%	0%	0%	54,8%	15,2%	0%	0%	0%	0%
10	0%	0%	0%	0%	0%	29,9%	54,8%	0%	0%	0%	0%
11	0%	0%	0%	0%	0%	0%	29,9%	0%	0%	0%	0%

Fonte: Autores adaptado SAD FITradeoff (2023)

Figura 19- Resultado gráfico da análise de sensibilidade



Fonte: SAD FITradeoff (2023)

Nesta análise, o único critério que sofreu uma variação foi o C3 que é o critério tempo de implementação, foi imposta a ele uma variação de 15% para mais e para menos. Sendo assim, foi observado que as alternativas A1, A4 e A7 apresentam um

percentual de instâncias de simulação em que a alternativa permanece em sua posição original, já as demais alternativas apresentaram um percentual de instâncias de simulação em que a alternativa muda sua posição original.

Finalizando o modelo, os resultados foram apresentados para o decisor do problema decisório, e este a partir dos resultados apresentados irá decidir como ocorrerá a implementação das alternativas de ação priorizadas. Visto que, os métodos escolhidos apresentaram um resultado satisfatório aos olhos do decisor. Por fim é apresentado na tabela 17 o ranking final de priorização definido pelo método FITradeoff.

Tabela 17- Ranking final de priorização com as alternativas

Ranking	Alternativa
1	A5: Compra de máquina de corte, para que assim este processo seja automatizado e possa evitar gargalos.
2	A11: Estruturar o setor de costura em layout celular em formato U, para facilitar a produção contínua e flexibilidade do setor.
3	A8: Fazer investimento com relação a iluminação da organização, para que assim as condições de trabalho dos operadores e a produtividade possa alavancar.
4	A3: Reestruturar posicionamento do maquinário, para facilitar a manutenção das máquinas.
5	A1: Inserir inspeção de qualidade entre cada etapa da cadeia produtiva, com o objetivo de reduzir o tempo de retrabalho e melhorar a qualidade do produto
6	A10: Definir equipes de gestão específicas para cada setor, com o objetivo de alocar os empregados em etapas do processo onde possam trazer mais contribuição.
7	A9: Estruturar os estoques de produtos acabados através da curva ABC, para que o processo de expedição seja facilitado.
8	A4: Utilizar o POP (Procedimento Operacional Padrão) no processo produtivo na etapa de costura, para que ocorra uma padronização no processo produtivo na etapa da costura da organização.
	A2: Promover uma maior integração dos processos através de um SI (Sistema de informação), com a inserção na organização de um

9	sistema integrado, que, além de prover dados a respeito do processo, promova uma maior integração entre eles.
10	A7: Compra de cadeiras ergonômicas para os operadores da costura, de forma a melhorar as condições de trabalho dos operadores do setor e conseqüentemente a produtividade.
11	A6: Expandir o espaço físico da organização, para que assim o layout possa ser ampliado e conseqüentemente a produção possa ser executada em sua capacidade máxima.

Fonte: Autores (2023)

Sendo assim a terceira e última etapa do modelo proposto por este trabalho que deste modo é finalizado.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a busca incessante por resultados dentro das organizações, a tomada de decisão traz à tona a responsabilidade de encontrar as melhores soluções para os problemas diários existentes dentro das empresas, tendo em vista que várias decisões são tomadas sem embasamento teórico ou fundamentos.

Nesta linha de análise, foi proposto no presente em um primeiro momento a utilização da metodologia de estruturação de problema VFT proposta por KEENEY (1992) para o melhor entendimento de problemáticas envolvendo layout, para assim, facilitar a identificação de alternativas, para que estas, possam se encaixar tanto da melhor forma na resolução do problema, como também com os objetivos estratégicos da organização. Já em um segundo modelo parte da elaboração de um modelo multicritério de apoio à decisão, utilizando-se do método FITradeoff (DE ALMEIDA *et al.* 2021), objetivando a priorização de alternativas de ações, geradas pelo método VFT, para auxiliar a reestruturação de layout de uma organização do ramo têxtil situada no APL pernambucano que vem apresentando baixos índices de produtividade.

Sendo assim, em relação aos objetivos apresentados no presente trabalho tanto o objetivo geral, quanto os objetivos específicos foram atingidos em sua forma total, devido ao fato do modelo proposto ter sido aplicado de uma forma bastante efetiva, com a execução de todas as suas etapas, que foram respeitadas e seguidas no sequenciamento exposto no presente trabalho. Este modelo também teve uma grande aceitação por todos os atores do processo decisório, o que facilitou ainda mais a sua aplicabilidade.

Dentro deste modelo foi inicialmente utilizada a metodologia VFT, onde foi possível que o decisor identificasse os valores e objetivos envolvidos na reestruturação do layout produtivo da sua organização e os convertessem em alternativas de ação coerentes, contando com o suporte dos facilitadores. Assim, o VFT se apresentou como uma efetiva metodologia a ser utilizada para esta problemática. Dentre as partes do processo de resolução do problema, é importante destacar a hierarquia dos objetivos fundamentais e a rede de objetivos meios-fim que foram estabelecidos para dar embasamento à identificação das alternativas de ação, que puderam ser agrupadas de acordo com os valores estabelecidos pelos stakeholders

É importante mencionar também que no presente trabalho é estabelecido critérios, através da hierarquia dos objetivos, que foi utilizado na problemática exposta, e podem ser considerados em problemáticas envolvendo decisão multicritério na área de layout, podendo assim, servir como base para outros trabalhos a serem desenvolvidos na área.

Foi utilizado também neste modelo, o método FITradeoff, permitindo a partir dos critérios e alternativas definidos, pelo VFT, acertado em combinação com as prioridades do decisor e a utilização da licitação flexível proposta pelo método a elaboração de uma priorização de alternativas de ação que vão auxiliar a organização estudada a reestruturar seu layout e conseqüentemente alavancar sua produtividade. O modelo de decisão multicritério tem uma grande importância dentro de situações que detém escolhas que precisam ser tomadas a partir de critérios predefinidos e se mostrou uma metodologia eficiente dentro da realidade proposta no trabalho. Como resultado desta priorização a alternativa 5 (Compra de máquina de corte, para que assim este processo seja automatizado e possa evitar gargalos) que foi a bem mais colocada no ranking já está em processo de implementação dentro da organização estudada.

Esse trabalho tem como expectativa de repercussão, gerar uma mudança de mentalidade na forma de como se toma decisão por parte dos gestores da organização estudada, para que a partir de agora sejam utilizadas por estes metodologias embasadas para resolução das problemáticas existentes, assim como, chamar a atenção das organizações do ramo têxtil em relação ao planejamento, estruturação e reestruturação dos seus respectivos layouts, para que este possa ser um diferencial competitivo e possa estar em concordância com o objetivo estratégico destas organizações.

Já em relação as limitações o presente trabalho esbarrou na dificuldade de disponibilidade de tempo para as entrevistas com os stakeholders, embora muito acessíveis e sempre muito solícitos em auxiliar em todo o processo decisório, as vezes as entrevistas duravam menos tempo que o planejado, devido a grande sobrecarga de trabalho existente dentro da organização estudada. Por fim, como sugestão para trabalhos futuros, pode se ter como opção a consideração de outros critérios de avaliação como por exemplo custo de manutenção da alternativa, assim como, trabalhar este problema como uma problemática de portfólio.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, K. D. G. C; BRAGA, V. S. **Proposta de reformulação no Layout da empresa ABRASDI** - Abrasivos Diamantados na cidade de Campos dos Goytacazes – RJ. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Campos dos Goytacazes-RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 2013
- ABIT. Abit - **Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção**. Disponível em: <<https://www.abit.org.br/cont/perfil-do-setor>>.
- ABIT. **O Poder da moda: Cenários, Desafios e Perspectivas**. Agenda de Competitividade da Indústria Têxtil e de Confecção Brasileira 2015 a 2018 ABIT - Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção. [s.l: s.n.]. Disponível em: <http://abitfiles.abit.org.br/site/publicacoes/Poder_moda-cartilhabx.pdf>.
- ACKERMANN, F (2012). **Problem structuring methods ‘in the Dock’**: Arguing the case for Soft OR. *European Journal of Operational Research*, 219: 652-658.
- AHMADI, A., JOKAR, M. R. A. **A survey on multi-floor facility layout problems**. *Computers and Industrial Engineering*, 107: 158-170. 2017.
- ALENCAR, L. H.; MOTA, C. M. M.; ALENCAR, M. H. **The problem of disposing of plaster waster of building sites**: problem structuring based on value focus thinking methodology. *Waste Management*, v. 31, n. 12, p. 2512- 2521, 2011.
- AMORIM, J. F. DE O.; PRAZERES, R. V. DOS; SANTOS, C. DOS. **O Desenvolvimento Do Apl De Confecções: Um Estudo Socioeconômico Sobre O Agreste Pernambucano**. *Revista Economia Política do Desenvolvimento*, p. 39–56, 2017.
- ARAÚJO, L. C. G. **Organização, sistemas e métodos e as tecnologias de gestão organizacional**: arquitetura organizacional, benchmarking, empowerment, gestão pela qualidade total e reengenharia. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- BARRETT, R. **Building a Values-Driven Organization**. Burlington, MA: Elsevier, 2006.
- BELTON, V. e Stewart, T. J. (2002). **Multicriteria decision alalysis**: an intagrate approach. Kluwer Academic Publishers.
- BLACK, J.T. **O projeto da fábrica com futuro**. Porto Alegre: Artes Médicas Editora Bookman, 1998.
- BORCHERDING, K., EPPEL, T., & VON WINTERFELDT, D. **Comparison of weighting judgments in multi attribute utility measurement**. *Management Science*, 37, 1603–1619, 1991.

BORDA, M. (1998). **Layout**. Florianópolis.

BÓSOLI, Gustavo Sioni. **Simulação Computacional como ferramenta para a reorganização do arranjo físico de uma empresa de produtos químicos**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Anais, Salvador, Bahia, Brasil, 06 a 09 de outubro de 2009.

BRANDON-JONES, A.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

BRITO, F. T. de; LOPES, H. dos S. **O método slp integrado ao algoritmo cna para maior eficácia no planejamento de layout**: estudo de caso em uma movelaria na cidade de dom Eliseu - pa. Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, p. 36–47, 2014.

CAMAROTTO; **Projeto de Instalações Industriais**. Universidade de São Carlos, 1998.

Capul, J. & Garnier, O. (1996). **Dicionário de economia e de ciências sociais**. Lisboa: Plátano Edições, 92-99.

Caruzzo, A., Belderrain, M. C. N., Fisch, G. e Manso, D. F. (2015). **The Mapping of Aerospace Meteorology in the Brazilian Space Program-Challenges and Opportunities for Rocket Launch**. J. Aerosp. Technol. Manag., 7: 7-18.

CASSEL, R. A. **Desenvolvimento de uma abordagem para a divulgação da simulação no setor calçadista gaúcho**. Porto Alegre, 1996. 147p. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, PPGEP, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

CEDARLEAF, Jay. **Plant Layout and Flow Improvement**. Bluecreek Publishing Co. Washington, 1994.

CELLIN, B. de P. **Métodos para resolução eficiente de problemas de layout**. 2017. 73 f. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Informática – Mestrado) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória. 2017.

CHIAVENATO, Idalberto. **Administração de Recursos Humanos: Fundamentos Básicos**. 8° Ed. São Paulo: Manole, 2016.

CHIAVENATO, Idalberto. **Gestão de pessoas**: segunda edição. Rio de Janeiro, RJ, 2005.

CNI. **O setor têxtil e de confecção e os desafios da sustentabilidade na Confederação Nacional da Indústria**, Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção. Brasília: [s.n.]. Disponível em: <https://bucket-gw-cni-static-cmssi.s3.amazonaws.com/media/filer_public/bb/6f/bb6fdd8d-8201-41ca-981ddeef4f58461f/abit.pdf. >.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações:** manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações:** manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produtos e operações:** manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração de Produção e Operações.**4. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

CZEKAJSKI, M.; WACHOWICZ, T.; FREJ, E.A. **Exploring the combination of holistic evaluation and elicitation by decomposition in FITRadeoff:** prioritizing cultural tourism products in poland. *Pesquisa Operacional*, [S.L.], v. 43, n. 1, 2023.

DA SILVA, L.B.L., FREJ, E.A., DE ALMEIDA, A.T., FERREIRA, R.J.P., MORAIS, D.C., **A review of partial information in additive multicriteria methods**, *IMA Journal of Management Mathematics*, 2022. Doi: 10.1093/imaman/dpab046.

DAVIS, Mark M., AQUILANO, Nicholas J. e CHASE, Richard B. (2001) - **Fundamentos da administração da produção**. Porto Alegre: Bookman.
De ALMEIDA, A. T. *Processo de decisão nas organizações*. São Paulo: Atlas S.A., 2013.

De ALMEIDA, A. T., DE ALMEIDA, J. A., COSTA, A. P. C. S. e ALMEIDA-FILHO, A. T. **A new method for elicitation of criteria weights in additive models:** Flexible and interactive tradeoff. *European Journal of Operational Research*, 250(1): 179-191, 2016.

De Almeida, A. T., Morais, D. C., Costa, A. P. C. S., Alencar, L. H. e Daher, S. F. D. (2012) **Decisão em Grupo e Negociação:** Métodos e Aplicações, Ed. Atlas, São Paulo.

De ALMEIDA, A. T., MORAIS, D. C., COSTA, A. P. C. S., ALENCAR, L. H., DAHER, S. F. D. **Decisão em grupo e negociação:** métodos e aplicações. São Paulo: Atlas, 2012.

DE ALMEIDA, A. T.; 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 of Operational Research*, v. 250, p. 179-191, 2016.

De ALMEIDA, A.T., CAVALCANTE, C.A.V., ALENCAR, M.H., FERREIRA, R.J.P., de ALMEIDA-FILHO, A.T., & GARCEZ, T.V. **Multicriteria and multiobjective models for risk, reliability and maintenance decision analysis**. *International Series in Operations Research & Management Science*: vol 231. New York: Springer, 2015.

DE ALMEIDA, A.T., Frej, E.A. & Roselli, L.R.P. **Combining holistic and decomposition paradigms in preference modeling with the flexibility of FITradeoff**. *Cent Eur J Oper Res* **29**, 7–47 (2021).

DE ALMEIDA, A.T., FREJ, E.A. & ROSELLI, L.R.P. **Combining holistic and decomposition paradigms in preference modeling with the flexibility of FITradeoff**. *Central European Journal of Operations Research* **29**, 7–47, 2021.

DE ALMEIDA, A.T.; Cavalcante, C.A.V.; Alencar, M.H.; Ferreira, R.J.P.; DE Almeida-Filho, A.T.; Garcez, T.V. **Multicriteria and Multiobjective Models for Risk, Reliability and Maintenance Decision Analysis**. *International Series in Operations Research & Management Science*. New York, v. 231, 2015, Springer.

DE ALMEIDA, A.T.; FREJ, E.A.; ROSELLI, L.R.P.; COSTA, A.P.C.S. **A summary on FITradeoff method with methodological and practical developments and future perspectives**. *Pesquisa Operacional*, [S.L.], v. 43, n. 1, 2023. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0101-7438.2023.043spe1.00268356>.

DE ALMEIDA-FILHO, A. T.; DE ALMEIDA, A. T.; COSTA, A. P. C. S. **A flexible elicitation procedure for additive model scale constants**. *Annals of Operations Research*, v. 259, n. 1-2, p. 65-83, 2017.

DELL'OVO, M.; FREJ, E.A.; OPPIO, A.; CAPOLONGO, S.; MORAIS, D.C; DE ALMEIDA, A.T. **FITradeoff Method for the Location of Healthcare Facilities Based on Multiple Stakeholders' Preferences**. *Lecture Notes In Business Information Processing*, [S.L.], p. 97-112, 2018. Springer International Publishing. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-92874-6_8.

DOS SANTOS, L. A.; SANTOS, A.F.A.; ASSIS, A.G.; COSTA JÚNIOR, J.F.; SOUZA, R.P. **Model to support intervention prioritization for the control of Aedes aegypti in Brazil: a multicriteria approach**. *Bmc Public Health*, [S.L.], v. 22, n. 1, p. 932, 10 maio 2022. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/s12889-022-13006-1>.

Eden, C. (1988). **Cognitive mapping**. *European Journal of Operational Research*, Vol.36(1), p. 1- 13.

EJEP. **A Importância de um Layout Bem Planejado**. Florianópolis: EJEP, 11 maio 2017. Disponível em: < <http://ejep.com.br/2017/05/11/a-importancia-de-um-layout-bem-planejado>>. Acesso em: 27 de ago. 2019.

ESMERALDO, L.; BELDERRAIN, M. C. N. **Métodos de Estruturação de Problemas SODA Strategic Options Development and Analysis e VFT–Value Focused Thinking em Métodos Multicritério de Apoio à Decisão (AMD)**. In: *Anais do XVI ENCITA*, s.p. São José dos Campos. ITA, 2010.

FIEMG. **Gestão para resultados: Programa de competitividade industrial regional**. Belo Horizonte: [s.n.]. Disponível em: <<Http://www.gdimata.com.br/wpcontent/uploads/2016/10/Estudo-setorial-Têxtil.pdf>>.

FLESSAS, M.; RIZZARDI, V.; TORTORELLA, G.; DENICOL, J.; MARODIN, G. **Planejamento sistemático de layout aplicado à cozinha industrial de um restaurante temático**. Joinville: Revista Produção em foco, v. 04, p. 449-480, 2014.

FRANCIS, R. L.; MCGINNIS, L.F.; WHITE, J.A. **Facility Layout and Location: an Analytical Approach**. Prentice Hall do Brasil Ltda, Rio de Janeiro. 2 ed., 1992

FREJ, Eduarda Asfora; de Almeida, Adiel Teixeira; COSTA, Ana Paula Cabral Seixas. **Usando visualização de dados para alternativas de classificação com informações parciais e elicitación interativa de trocas**. *Pesquisa Operacional*, v. 19, p. 1-22, 2019.

GLAGOLA, JOHN R. **An Introduction to Strategic Facilities Planning**. Real Estate Issues, Spring, p. 13-15, 2002.

GOSENDE, P. P., MULA, J., MADROÑERO, M. D. **Facility layout planning: an extended literature review**. *International Journal of Production Research*, 59:12, 2021.

GOSENDE, P. P., MULA, J., MADROÑERO, M. D. **Facility layout planning: an extended literature review**. *International Journal of Production Research*, 59:12, 2021.

GROOVER, M. P. **Automation, Production Systems and Computer Integrated Manufacturing**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1987.

GUSMÃO, A.P.H.; MEDEIROS, C. P. **A Model for Selecting a Strategic Information System Using the FITradeoff**. *Mathematical Problems in Engineering*, vol. 2016, Article ID 7850960, 7 pages, 2016.

HESSEL, J. R, **Organizações e Métodos**. Porto Alegre: DC Luzzato, 1985.
HOLLOWAY, H.A., & WHITE III, C.C. Question selection for multiattribute decision-aiding. *European Journal of Operational Research*, 148 (3), 525–533, 2003.

Hosseini-Nasab, Hasan e Leila Emami. 2013. **“Uma Otimização de Enxame de Partículas Híbridas para o Problema de Layout de Instalações Dinâmicas.”** *International Journal of Production Research* 51 (14): 4325 – 4335. <https://doi.org/10.1080/00207543.2013.774486>.

IEMI. **Estudo da Competitividade dos Setores Têxtil e Confeccionista no Estado de Pernambuco**. São Paulo: [s.n.].

KEENEY, R. L. **Creativity in decision making with value focused thinking**. *Sloan Management Review*, v. 35, n. 4, p. 33-41, summer 1994.

KEENEY, R. L. **Give yourself a nudge: Helping smart people make smarter personal and business decisions**. Cambridge: Cambridge University Press, 2020

KEENEY, R. L.; RAIFFA, H. **Decisions with multiple objectives: preferences and value tradeoffs**. New York: Wiley, 1976.

_____. **Modeling Values for Telecommunications Management**. IEEE Transactions on Engineering Management, 48(3): 370–379, 2001.

_____. **The Value of Internet Commerce to the Customer**. Management Science, 45: 533-542, 1999.

_____. **Value focused thinking**. Harvard, Cambridge: Harvard University Press, 1992.

_____. **Value focused thinking: Identifying decision opportunities and creating alternatives**. European Journal of Operational Research, v. 92, p. 537-549, 1996.

_____; RAIFFA, H. **Decision making with multiple objectives: preferences and value trade-offs**. New York: John Wiley, 1976.

Khariwal, S., Kumar, P., & Bhandari, M. (2021). **Layout improvement of railway workshop using systematic layout planning (SLP)-A case study**. Materials Today: Proceedings, 44, 4065–4071. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.10.444>.

KON, A.; GOMIDE, R. P.; COAN, D. C. **Transformações da indústria têxtil brasileira: a transição para a modernização**. Revista de Economia Mackenzie, v. 3, n. 3, p. 11–34, 2005.

KOSTROW, P. **The Facilities Planning Process**. Facilities Planning, Executive, p. 10-14, May-June, 1996.

KRAJEWSKI, L. J.; RITZMAN, L. P. **Operations Management: Strategy Analysis**. 5 ed. Addison-Wesley Longman, Inc, 1999.

KRAJEWSKI, L. J.; RITZMAN, L. P. **Operations Management: Strategy Analysis**. 5 ed. Addison-Wesley Longman, Inc, 1999.

LUGO, S.D.R.; DU, B.; ALMEIDA, J.A.; NISHINO, N. **A circular food economy multicriteria decision problem based on the FITradeoff method**. Pesquisa Operacional, [S.L.], v. 43, n. 1, 2023. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0101-7438.2023.043spe1.00263528>.

Machline, C. et al. **Manual de Administração da Produção**. 9ª ed. Rio de Janeiro: Editora Fundação Getúlio Vargas, 1990.

MARQUES, C. F. **Estratégia da gestão da produção e operações**. Curitiba: Digital, 2012.

MASON, E.R. **Plant Layout requirements for the factory of the future**. AIPE Facilities Management, Operation and Engineering, v. 16, n. 1, p. 32-35, Jan/Feb 1989.

Mingers, J. e Rosenhead, J (2004). **Problem structuring methods in action**. European Journal of Operational Research, 152: 530-554.

MINGERS, J. **Soft OR comes of age but not everywhere!** *Omega*, v. 39, n. 6, p. 729-741, 2011.

MONKS, J.G. **Administração da Produção**. São Paulo: Mgraw-Hill, 1987.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações** / Daniel Augusto Moreira - São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pioneira, 2001. 619 P.

MOREIRA, D. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

MOREIRA, D. Augusto. **Administração e operações**. 2. ed. São Paulo: Pioneira, 1996.

MUTHER, R. **Planejamento do layout: Sistema SLP**. São Paulo: Imam, 2012.

MUTHER, R. **Planejamento do Layout: Sistema SLP**. Tradução Elizabeth de Moura Vieira; Jorge Aiub Hijjar; Miguel de Simoni. São Paulo: Edgard Blücher; 1976.

MUTHER, Richard. **Planejamento do layout: sistema SLP**. São Paulo: Edgard Blücher, 1978.

NEUMANN, C; SCALICE, R. K. **Projeto de fábrica e layout**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

NEUMANN, Clóvis; SCALICE, Régis Kovacs. **Projeto de fábrica e layout**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

NOMURA, D. **Planejamento do Arranjo Físico e das Normas de Segurança e Utilização da Nova Sala de Projetos do PRO**. São Paulo, 2013.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre, Bookman, 1997.

OLIVEIRA, D. **Sistemas, organização e métodos: uma abordagem regencial**. 20. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

OLIVEIRA, F. D. de et al. **Propostas de melhorias no layout e no fluxo de processos de uma empresa brasileira de alimentos**. Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, p. 72–83, 2014.

Oliveira, J. H. R. **Método para avaliação de indicadores de sustentabilidade organizacional**. 2002. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) -Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

PALOMINO, R.C. **Uma Abordagem para a Modelagem, Análise e Controle de Sistemas de Produção Utilizando Redes de Petri**. Dissertação de Mestrado. Florianópolis, UFSC, 1995.

Paoleschi, B. **Logística industrial integrada: Do planejamento, produção, custo e qualidade à satisfação do cliente**. 2º ed. São Paulo: Érica, 2009.

PERGHER, I; FREJ, E.A.; ROSELLI, L.R.P.; DE ALMEIDA, A.T. **Integrating simulation and FITradeoff method for scheduling rules selection in job-shop production systems**. International Journal Of Production Economics, [S.L.], v. 227, p. 107669, set. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107669>.

PESSOA, M.E.B.T.; ROSELLI, L.R.P.; DE ALMEIDA, A.T. **Using the FITradeoff Decision Support System to Support a Brazilian Compliance Organization Program**. Information Systems Frontiers, [S.L.], p. 1-15, 2 jun. 2022. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10796-022-10290-5>.

RAMOS, P. M. DA S. **Modelo para classificação de SGSST usando ELECTRE TRI-B e processo multicritério hierárquico**. [s.l.] Universidade Federal de Pernambuco, 2020.

REIS, Dayr R. A. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1978.
RIABACKE, M., M. DANIELSON, and L. EKENBERG. State-of-the-Art Prescriptive Criteria Weight Elicitation. *Advances in Decision Sciences* 2012:1–24, 2012.

ROCHA, D. **Fundamentos técnicos da produção** – São Paulo: Makron Books, 1995.

RODRIGUEZ, J.M.M.; KANG, T.H.A.; FREJ, E.A.; DE ALMEIDA, A.T. **Decision-making in the purchase of equipment in agricultural research laboratories: a multiple-criteria approach under partial information**. *Decision Science Letters*, [S.L.], v. 10, n. 4, p. 451-462, 2021. Growing Science. Doi: 10.5267/j.dsl.2021.7.004.

ROSELLI LRP, FREJ EA & DE ALMEIDA AT. 2018. **Neuroscience experiment for graphical visualization in the FITradeoff Decision Support System**. In: Chen Y, Kersten G, Vetschera R, Xu H. (eds.) GDN. LNBIP vol. 315, pp. 56-69. Springer, Cham.

ROSELLI, L.R.P., & DE ALMEIDA, A.T. **The use of the success-based decision rule to support the holistic evaluation process in FITradeoff**. *International Transactions in Operational Research*, 2021. Doi:10.1111/itor.12958.

ROSENHEAD, J. **Past, present and future of problem structuring methods**. *Journal of the Operational Research Society*, v. 57, n. 7, p. 759-765, 2006.

ROY, B. **Multicriteria Methodology for Decision Aiding**. Kluwer Academic Publishers, 1996.

SEBRAE. **Estudo econômico do Arranjo Produtivo Local de confecções do Agreste Pernambucano**, 2012. p. 151, 2013.

SHA, D.Y.; CHEN, C. **A new approach to the multiple objective facility layout problem**. Integrated Manufacturing Systems, MCB University Press, v. 12, n. 1, p. 59-66, July 2001.

Shimizu, M.; Wainai K.; Avedillo-cruz, E. **Value added productivity measurement and its practical applications with linkage between productivity and profitability**. Tokyo: Japan Productivity Center for Socio-Economic Development, p.223, 1997.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**; trad. Eduardo Schaan – 2. ed. – Porto Alegre: Artmed, 1996.

SILVEIRA, G. **Layout e Manufatura Celular**. Porto Alegre: PPGEP/UFRGS Apostila não publicada, 1998.

SLACK, N. **Administração da Produção**, edição compacta. São Paulo: Atlas, 2006.

SLACK, N. et al. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

SLACK, N; CHAMBERS, S; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2009.

SLACK, Nigel et al. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, SLACK, N.8 ed. São Paulo: Atlas, 2018.

Tam, K. Y. e LI, S. G., **A hierarchical approach to the facility layout problem**, International Journal of Production Research. vol. 29, no. 1, 165 - 184, 1991.

TOMPKINS, J. A.; WHITE, J. A.; BOZER, Y. A. et al. **Facilities Planning**. 2 ed. New York: John Wiley, 1996.

VITAYASAK, S.; PONGCHAROEN, P.; HICKS, C.; **Robust machine layout design under dynamic environment**: Dynamic customer demand and machine maintenance. Expert Systems With Applications: X, Vol. 3, p.100015, 2019.

WEBER, M; BORCHERDING, K. **Behavioral influences on weight judgments in multi-attribute decision making**. European Journal of Operational Research, 67, 1–12, 1993.

YANG, T.; PETERS, B.A. **A spine layout design method for semiconductor fabrication facilities containing automated material handling systems**. International Journal Of Operations Production Management, vol. 17, n. 5, p. 490-501, 1997.

ZENG, J.; PHAN, C. A.; MATSUI, Y. **The impact of hard and soft quality management on quality and innovation performance**: An empirical study. International Journal of Production Economics, v. 162, p. 216–226, 2015.