



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

MARIA FERNANDA CAVALCANTI SOUSA VELOSO

SISTEMA DE INFORMAÇÃO E APOIO A DECISÃO PARA FRAMEWORK DE
CONSTRUÇÃO DE MODELOS DE DECISÃO MULTICRITÉRIO

Recife
2023

MARIA FERNANDA CAVALCANTI SOUSA VELOSO

SISTEMA DE INFORMAÇÃO E APOIO A DECISÃO PARA FRAMEWORK DE
CONSTRUÇÃO DE MODELOS DE DECISÃO MULTICRITÉRIO

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

Área de concentração: Gerência da Produção.

Orientadora: Profa. Dra. Lucia Reis Peixoto Roselli

Recife

2023

Catálogo na fonte
Bibliotecário Gabriel Luz CRB-4 / 2222

V443s Veloso, Maria Fernanda Cavalcanti Sousa.
Sistema de informação e apoio a decisão para framework de construção de modelos de decisão multicritério / Maria Fernanda Cavalcanti Sousa Veloso. 2023.
95 f: il.

Orientadora: Profa. Dra. Lucia Reis Peixoto Roselli.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco.
CTG.
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Recife, 2023.
Inclui referências.

1. Engenharia de produção. 2. Decisão multicritério. 3. Construção de modelos de decisão. 4. Estruturação de problemas. 5. Sistema de apoio a decisão. I. Roselli, Lucia Reis Peixoto (Orientadora). II. Título.

UFPE

658.5 CDD (22. ed.)

BCTG / 2023 - 67

MARIA FERNANDA CAVALCANTI SOUSA VELOSO

SISTEMA DE INFORMAÇÃO E APOIO A DECISÃO PARA FRAMEWORK DE
CONSTRUÇÃO DE MODELOS DE DECISÃO MULTICRITÉRIO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção. Área de concentração: Gerência da Produção.

Aprovada em: 03/02/2023.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Lucia Reis Peixoto Roselli (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dra. Ana Paula Cabral Seixas Costa (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Helder Gomes Costa (Examinador Externo)
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC RIO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por todas as oportunidades e realizações que me foram concedidas. Poucas pessoas têm a oportunidade de ter acesso a tudo o que tive para chegar até aqui.

Agradeço a meu marido, Jorge, a meu filho Bernardo e a minha filha Maria Júlia (que chega em breve). Vocês são minha motivação diária e aqueles que fazem tudo valer a pena. Obrigada por nunca me deixar desistir, sempre me motivar e entender as ausências ao longo deste tempo. Amo vocês demais.

Agradeço aos meus pais, ao meu padrasto, meus irmãos, minhas avós, demais familiares e todos aos meus amigos que me acompanharam ao longo dessa jornada. O apoio de vocês foi fundamental.

À Professora Lúcia Roselli, obrigada por toda atenção, ensinamentos e compreensão. Sua trajetória é muito inspiradora e seu jeito de ser cativa a todos. Um agradecimento especial ao Professor Adiel Almeida, que acreditou em mim e me proporcionou as melhores experiências que eu poderia ter ao longo do meu mestrado. Sou grata por cada ensinamento e por todos os esforços para que eu pudesse ter um desenvolvimento diferenciado. Sei que, sem isto, nada seria possível.

Às Professoras Eduarda Frej, Danielle Morais e Ana Paula Cabral, agradeço pelo direcionamento e todo suporte ao longo do meu mestrado. Aos meus companheiros de laboratório, obrigada pela parceria diária e pela troca de conhecimentos constante. Vocês são os melhores que eu poderia ter.

RESUMO

Este trabalho propõe o desenvolvimento de um sistema de apoio a decisão (SAD) *web-based* para construção de modelos de decisão multicritério, agregando conceitos dos métodos de estruturação de problemas. O SAD é baseado no Framework de 12 etapas, em que a fase preliminar corresponde desde a contextualização do problema até o desenvolvimento da matriz de consequências. Assim, a utilização de um sistema que auxilie nesta fase garante que um problema de decisão seja melhor contextualizado, descrito e detalhado, aumentando as chances de sucesso na tomada de decisão. Além disso, ao implementar o processo de construção de modelos com o uso da ferramenta, foi possível direcionar o decisor ao longo das etapas, permitindo o refinamento sucessivo do modelo. Em outras palavras, é possível voltar às etapas anteriores a fim de se conseguir um melhor resultado nas etapas seguintes. O referido sistema também foi aplicado em um problema de decisão de ordenação das potenciais iniciativas para otimizar a produtividade de colaboradores no regime de teletrabalho, a fim de demonstrar o fluxo de funcionamento do SAD e gerar insights de melhorias de usabilidade. Por fim, foi possível constatar, por meio de um estudo comportamental feito com um grupo de usuários, que o SAD auxilia os usuários a compreender o contexto de decisão de forma global, identificar os objetivos do problema e criar melhores critérios e mais alternativas para o seu problema, o que é crucial para se fazer boas decisões.

Palavras-chave: decisão multicritério; construção de modelos de decisão; estruturação de problemas; sistema de apoio a decisão.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Processo geral de tomada de decisão (Fonte: Sabaei, Erkoyuncu e Roy, 2015).....	22
Figura 2 - Framework 12 etapas. Fonte: (de Almeida, Roselli, Frej, Morais, Costa, 2021).....	23
Figura 3 - Estágios em decisão multicritério (Fonte: Pomerol e Barba-Romero, 2000).	35
Figura 4 - Processo de decisão multicritério (Fonte: Belton e Stewart, 2002). ...	36
Figura 5 - Tela de login do sistema	41
Figura 6 - Cadastrar ou continuar um problema no SID-FW.	41
Figura 7 - Inserção de um novo problema no SID-FW.	42
Figura 8 - Problemas cadastrados, por usuário, no SID-FW.	43
Figura 9 - Possibilidade de refinamentos sucessivos no software SID-FW.	44
Figura 10 - Primeira etapa do SID-FW.	45
Figura 11 - Figura rica do método SSM.....	46
Figura 12 - Elementos CATWOE.....	47
Figura 13 - Modelo conceitual.	48
Figura 14 - Dispositivos VFT no SID-FW.....	51
Figura 15 - Divisão dos objetivos em estratégico, superior e inferior.	53
Figura 16 - Definição de uma hierarquia entre os objetivos.....	54
Figura 17 - Definição dos critérios no SID-FW.	55
Figura 18 - Input dos dados da matriz de consequências.	58
Figura 19 - Matriz de consequências.....	59
Figura 20 - Seleção da racionalidade do problema.	61
Figura 21 - Apresentação de caso hipotético para seleção da racionalidade.....	61
Figura 22 - Validação da racionalidade pelo decisor.	62
Figura 23 - Avaliação intracritério no SAD FITradeoff.	63
Figura 24 - Avaliação holística para problemática de ordenação no SAD FITradeoff.....	65
Figura 25 - Diagrama de Hasse final.	66
Figura 26 - Análise de sensibilidade.....	67
Figura 27 - Etapas do estudo.	70
Figura 28 - Ordenação das etapas do software por grau de contribuição	72
Figura 29 - Pergunta objetiva sobre as etapas específicas do SAD.....	72

Figura 30 - Escolha da racionalidade do problema pelo usuário.	73
Figura 31 - Gráfico hipotético apresentado pelo SAD	74
Figura 32 - Seleção de justificativa da racionalidade.....	74
Figura 33 - Pergunta do questionário referente ao grau de segurança do usuário nas respostas do SAD.....	76
Figura 34 - Pergunta do questionário referente a resposta do usuário no gráfico hipotético do SAD.....	76
Figura 35 - Análise dos questionários dos participantes.....	78
Figura 36 - Colocações da Etapa 1 na ordenação.	79
Figura 37 - Colocações da Etapa 4 na ordenação.	80
Figura 38 - Colocações da Etapa 3 na ordenação.	80
Figura 39 - Colocações da Etapa 2 na ordenação.	81
Figura 40 - Colocações da Etapa 6 na ordenação.	81
Figura 41 - Colocações da Etapa 5 na ordenação.	82
Figura 42 - Análise da racionalidade selecionada pelo usuário.....	82
Figura 43 - Dispositivos utilizados por participante.....	85

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Métodos compensatórios e não-compensatórios.....	29
Tabela 2 -	Métodos de decisão multicritério	30
Tabela 3 -	Processos de transformação.....	48
Tabela 4 -	Mudanças desejáveis e factíveis.....	49
Tabela 5 -	Lista geral de objetivos por dispositivo utilizado.....	52
Tabela 6 -	Descrição dos critérios.	56
Tabela 7 -	Descrição dos níveis dos critérios construídos.	57
Tabela 8 -	Descrição das alternativas	57
Tabela 9 -	Problemas cadastrados no SAD.	84
Tabela 10 -	Plano de Ação baseado no questionário pós-experimento.	87

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	JUSTIFICATIVA.....	12
1.2	OBJETIVOS DO TRABALHO.....	14
1.2.1	<i>Objetivo Geral.....</i>	<i>14</i>
1.2.2	<i>Objetivos Específicos</i>	<i>14</i>
1.3	ESTRUTURA DO TRABALHO	15
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1.1	<i>Decisão Multicritério</i>	<i>16</i>
2.1.2	<i>Métodos de Estruturação de Problemas.....</i>	<i>18</i>
2.1.3	<i>Framework para Construção de Modelos de Decisão Multicritério.....</i>	<i>21</i>
2.1.4	<i>Escolha de Métodos em Decisão Multicritério.....</i>	<i>27</i>
2.2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE CONSTRUÇÃO DE MODELOS E ESTRUTURAÇÃO DE PROBLEMAS EM DECISÃO MULTICRITÉRIO.....	32
2.2.1	<i>Construção de Modelos de Decisão Multicritério.....</i>	<i>32</i>
2.2.2	<i>Métodos de Estruturação de Problemas.....</i>	<i>36</i>
2.2.3	<i>Síntese do estado da arte e posicionamento deste trabalho</i>	<i>38</i>
3	SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA O FRAMEWORK DE CONSTRUÇÃO DE MODELOS DE DECISÃO.....	39
3.1	DESCRIÇÃO DO CASE PARA APLICAÇÃO DO FRAMEWORK	39
3.2	SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA O FRAMEWORK E SUA APLICAÇÃO.....	40
3.2.1	<i>Etapa 1 – Contexto do problema</i>	<i>44</i>
3.2.1.1	<i>Estágios 1 e 2 – Explorar e Expressar a situação problema</i>	<i>45</i>
3.2.1.2	<i>Estágio 3 – Formular definições raiz.....</i>	<i>47</i>
3.2.1.3	<i>Estágio 4 – Elaborar modelos conceituais.....</i>	<i>47</i>
3.2.1.4	<i>Estágio 5 – Comparar modelo conceitual com a realidade.....</i>	<i>48</i>
3.2.1.5	<i>Estágios 6 e 7 – Mudanças possíveis e desejadas e Ações para transformação.....</i>	<i>49</i>
3.2.2	<i>Etapa 2 – Identificação dos Objetivos.....</i>	<i>50</i>
3.2.3	<i>Etapa 3 – Definir critérios</i>	<i>54</i>
3.2.4	<i>Etapa 4 – Estabelecer espaço de ações</i>	<i>57</i>
3.2.5	<i>Etapa 5 – Matriz de conseqüências.....</i>	<i>58</i>

3.2.6	<i>Etapa 6 – Efetuar a modelagem de preferências e pré-avaliação da escolha do método</i>	59
3.2.7	<i>Etapas 7 a 12</i>	63
3.2.7.1	<i>Etapa 7 – Efetuar avaliação intracritério</i>	63
3.2.7.2	<i>Etapa 8 – Efetuar avaliação intercritério</i>	63
3.2.7.3	<i>Etapa 9 – Avaliar alternativas</i>	65
3.2.7.4	<i>Etapa 10 – Efetuar análise de sensibilidade</i>	66
3.2.7.5	<i>Etapa 11 – Analisar resultados e elaborar recomendação</i>	67
3.2.7.6	<i>Etapa 12 – Implementar decisão</i>	68
4	ESTUDO COMPORTAMENTAL SOBRE USO DO SAD	
	FRAMEWORK	69
4.1	DESCRIÇÃO DO ESTUDO.....	69
4.2	APLICAÇÃO DO ESTUDO	70
4.2.1	<i>Seleção do grupo de participantes</i>	70
4.2.2	<i>Realização do experimento</i>	70
4.3	PÓS-ESTUDO COMPORTAMENTAL	71
4.3.1	<i>Aplicação do questionário</i>	71
4.3.2	<i>Análise dos dados</i>	77
4.3.2.1	Contribuição do SAD nas etapas do Framework.....	77
4.3.2.2	Ordenação das etapas por contribuição	79
4.3.2.3	Análise da racionalidade.....	82
4.3.2.4	Análise da utilização de dispositivos.....	85
4.3.3	<i>Interpretação dos resultados</i>	86
5	CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	88
5.1	CONCLUSÕES	88
5.2	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	89
	REFERÊNCIAS	91

1 INTRODUÇÃO

A decisão multicritério (Multi-criteria Decision Making/Aiding – MCDA) está intimamente relacionada com a forma como os seres humanos tomam suas decisões (CHEUNG et al., 2001). Em um problema de decisão multicritério, o desafio do decisor consiste em avaliar os múltiplos objetivos de forma integrada (DE ALMEIDA et al., 2013).

A fim de fornecer auxílio ou suporte aos tomadores de decisão na busca de soluções satisfatórias para um problema, torna-se necessário construir algum tipo de modelo para representar as preferências e julgamentos de valor dos decisores. Sendo assim, o propósito da modelagem para auxílio à decisão multicritério é construir uma visão ou percepção das preferências do decisor consistente com um certo conjunto de suposições, de modo a fornecer orientação coerente ao decisor na busca da melhor solução (BELTON; STEWART, 2002).

Neste contexto, um modelo de decisão multicritério corresponde a uma representação formal e com simplificação do problema de decisão com os múltiplos objetivos enfrentados pelo decisor. Esse modelo de decisão deve incorporar a estrutura de preferências do decisor para o problema em questão (DE ALMEIDA et al., 2013).

É importante lembrar que, segundo de Almeida et al. (2015), problemas de decisão multicritério possuem ao menos duas alternativas de ação, que devem ser avaliadas em dois ou mais atributos/critérios. Identificar as alternativas e os critérios de um determinado problema não é uma tarefa fácil e, muitas vezes, o decisor não se considera capaz de estruturar um problema de decisão.

Diante da complexidade supracitada e as consequências associadas a uma escolha inadequada, uma preocupação dos decisores está na estruturação destes problemas e na resolução dos mesmos, visando encontrar a melhor solução (DE ALMEIDA et al., 2015).

Estudos mostram uma grande oportunidade na área de estruturação de problemas, uma vez que diversas melhorias são mapeadas nessa fase de construção de um modelo de decisão. Segundo Bond et al. (2008), vários objetivos considerados fundamentais para o problema, muitas vezes não são considerados pelos decisores. Além disso, a maioria dos decisores não conseguem gerar uma lista completa de alternativas (SIEBERT; KEENEY, 2015).

Com a utilização de métodos de estruturação de problemas, o decisor tem uma maior chance de compreender o problema e alcançar um resultado satisfatório em sua decisão. Além disso, com o intuito de reforçar a importância e os benefícios de uma boa estruturação do problema, após vários estudos, Siebert e Keeney (2015) conseguiram mostrar que estimular participantes com objetivos aumenta o número e a qualidade das alternativas geradas situações de decisão.

Outro ponto relevante é a escassez de sistemas de apoio à decisão que auxiliem no processo de estruturação, uma vez que a grande maioria dos SAD (Sistema de Apoio a Decisão) desenvolvidos referem-se a métodos de apoio à decisão e não incluem a fase de modelagem e construção de modelos de decisão multicritério.

Neste contexto, a ideia principal deste trabalho consiste em desenvolver um sistema de apoio a decisão, com o objetivo principal de auxiliar os decisores na estruturação, construção de modelos e resolução de problemas de decisão multicritério.

1.1 Justificativa

Os problemas de tomada de decisão estão presentes no dia a dia de todos. Segundo Roselli (2020), devido à complexidade envolvida nas diversas situações onde problemas MCDM/A se fazem presentes, e as consequências atreladas à escolha inadequada de uma solução, uma preocupação dos decisores está na estruturação destes problemas e na sua resolução, visando encontrar a melhor solução. Assim, uma grande oportunidade para o sucesso na utilização dos métodos de decisão multicritério é a correta contextualização e estruturação do problema.

O framework de 12 etapas, proposto por de Almeida (2013), apresenta uma abordagem para o processo de construção de um modelo de decisão para dar suporte a uma situação prática de tomada de decisão. De acordo com o referido autor, o procedimento para resolução de problemas de decisão inclui a escolha do método mais apropriado, em função de suas características fundamentais.

As características supracitadas são identificadas na análise preliminar do problema, mais especificamente na primeira fase do framework proposto, em que é realizada a estruturação dos elementos básicos do problema de decisão. Esta etapa tem um impacto significativo no sucesso do processo decisório e pode contar o apoio de um método de estruturação de problemas (Problem Structuring Methods – PSM).

Os métodos de estruturação de problemas oferecem maneiras de representar a situação (ou seja, um modelo ou modelos) que permitirão aos participantes esclarecer a situação, convergem para um potencial problema ou uma questão dentro dele, e chegam a acordos que resolverão pelo menos parcialmente o problema (MINGERS e ROSENHEAD, 2004).

De acordo com Belton e Stewart (2012), "um problema bem estruturado é um problema já resolvido pela metade". Desse modo, a etapa de estruturação é crucial para resolução do problema e deve guiar a identificação dos múltiplos objetivos de um problema, bem como suas alternativas e seus critérios.

Problemas não-estruturados são caracterizados pela existência de múltiplos atores, múltiplas perspectivas, interesses de difícil mensuração e/ou conflituosos e incertezas-chaves (MINGERS; ROSENHEAD, 2004). Com isso, os métodos de estruturação de problema oferecem uma forma de representar uma situação de modo que os decisores entendam melhor o problema, engajem-se na solução e consigam convergir para um problema mútuo.

Ademais, estes métodos permitem: analisar diversas perspectivas em conjunto, sem que os participantes precisem ter conhecimentos matemáticos; desenvolver um processo participativo de estruturação do problema, sendo cognitivamente acessível para os atores; ter interatividade, de forma que a representação do problema pode ser constantemente ajustada.

Os PSMs são um campo em desenvolvimento e existem várias metodologias que são atualmente pouco teorizadas ou não resolvidas. Com o intuito de guiar o decisor no processo de estruturação e solucionar a limitação de utilizar corretamente os mecanismos subjacentes à modelagem, este trabalho busca desenvolver um sistema de informação e apoio à decisão para construção de um modelo robusto de representação de problemas multicritérios.

O uso de sistemas de informação para auxiliar na aplicação de métodos de decisão está se tornando cada vez mais relevante, uma vez que se trata de uma questão importante para a facilidade de entendimento e confiabilidade do processo. Sprague e Watson (1989) citam sobre os vários tipos de sistemas de informação existentes. Dentre eles, devem ser destacados os Sistemas de Apoio a Decisão (SAD), que são sistemas de informação utilizados para apoiar a tomada de decisão em qualquer nível (DAVIS, 1985).

Além disso, os sistemas do tipo SAD ainda permitem um alto nível de interatividade com o usuário, a construção de uma base de conhecimento acerca do caso em estudo e a gestão dos modelos cadastrados. Com isso, a opção de desenvolvimento de um SAD é assertiva para o contexto de auxílio na construção de modelos de decisão.

Assim, especialmente em virtude da subjetividade na aplicação de métodos de estruturação, a utilização de um sistema pode ser peça chave no sucesso da solução do problema. Ademais, a fim de analisar a eficiência e eficácia do sistema desenvolvido, um estudo comportamental foi desempenhado, visando esclarecer, de forma objetiva, como o processo de estruturação assistido pode auxiliar o decisor na elicitação dos objetivos e na resolução do problema.

O SAD proposto neste trabalho é do tipo de sistema de informação e decisão, que operacionaliza a etapa de estruturação de problemas de decisão multicritério, com base nas informações fornecidas pelo decisor.

1.2 Objetivos do Trabalho

1.2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo geral desenvolver um sistema de apoio à decisão para construção de modelos de decisão multicritério, com ênfase na utilização de ferramentas características dos métodos de estruturação de problemas. Como processo base para a construção de modelos de decisão, foi utilizado o Framework de 12 etapas proposto por De Almeida (2013). Além disso, foi realizado um estudo comportamental, em que o referido sistema foi utilizado por um grupo amostral de estudantes, a fim de avaliar a eficácia e eficiência na resolução de problemas.

1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Mapear as etapas necessárias para estruturação de um problema de decisão multicritério, desde a análise do contexto de decisão até a identificação das alternativas e dos critérios, bem como da matriz de consequências, com base em uma abordagem robusta para dar suporte a uma situação prática de tomada de decisão.

- Gerar recomendações a respeito do processo de elaboração de alternativas e critérios para um determinado problema.
- Integrar o uso de conceitos de estruturação de problemas na primeira etapa do Framework de 12 etapas (de Almeida, 2013), em que elementos básicos para a formulação do problema de decisão são estruturados.
- Desenvolver um SAD, utilizando a linguagem de programação Delphi, para auxiliar os decisores a construir um modelo de decisão e estimular suas habilidades de estruturação.
- Demonstrar a utilização do SAD, bem como suas funcionalidades disponíveis.
- Realizar um estudo comportamental e analisar os resultados obtidos, a fim de realizar e propor melhorias, bem como trabalhos futuros.

1.3 Estrutura do Trabalho

O trabalho está estruturado em cinco capítulos, conforme listado a seguir:

O Capítulo I, a Introdução, apresenta as motivações e justificativas para o desenvolvimento do trabalho e os objetivos do estudo.

O Capítulo II apresenta a fundamentação teórica deste trabalho, trazendo os principais conceitos relacionados a decisão multicritério, escolha de métodos de decisão multicritério, métodos de estruturação de problemas e framework para construção de modelos de decisão multicritério. Além disso, é realizada a síntese do estado da arte a respeito dos trabalhos desenvolvidos para auxiliar na construção de modelos de decisão e é feito o posicionamento deste trabalho no contexto proposto.

O Capítulo III apresenta o sistema de informação e apoio à decisão proposto neste trabalho, bem como ilustra a utilização deste na aplicação de um problema de decisão multicritério de aumento de produtividade no regime de teletrabalho.

O Capítulo IV expõe um estudo comportamental realizado com um grupo de estudantes do curso de Engenharia de Produção, a fim de validar o SAD desenvolvido, analisar o fluxo das informações e expor as principais oportunidades de melhoria.

O Capítulo V, por fim, apresenta as principais conclusões deste trabalho e sugestões para possíveis trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo apresenta uma fundamentação teórica que traz um embasamento conceitual relacionado aos temas de decisão multicritério, escolha de métodos de decisão multicritério, métodos de estruturação de problemas e framework para construção de modelos de decisão multicritério. É realizada também a síntese do estado da arte a respeito dos trabalhos desenvolvidos para auxiliar na construção de modelos de decisão e é feito o posicionamento deste trabalho no contexto proposto.

2.1 Fundamentação Teórica

A base conceitual utilizada para este trabalho é apresentada a seguir e consiste em quatro tópicos. O primeiro tópico compreende o campo de estudo de decisão multicritério, no segundo tópico são analisados os métodos de estruturação de problemas, no terceiro tópico é detalhado o framework de 12 etapas utilizado neste trabalho e, por fim, é abordada a escolha de métodos de decisão multicritério.

2.1.1 Decisão Multicritério

Diferentemente dos problemas clássicos de pesquisa operacional, em que apenas a função objetivo e as restrições são levadas em consideração para resolução do problema, na decisão multicritério existe a presença do decisor, que será uma peça chave para definição da solução ótima. Com isso, duas principais correntes de pensamento multicritério se desenvolveram: Multicriteria Decision Making (MCDM) e Multicriteria Decision Aid (MCDA). A grande diferença entre elas é que na MCDM busca-se desenvolver um modelo matemático para explicar uma situação e chegar a uma decisão ótima, independente dos envolvidos no processo, já a MCDA propõe-se a modelar o contexto decisório, com objetivo de gerar conhecimento aos envolvidos no processo, de tal modo a permitir a construção de um modelo em que as decisões são baseadas em função do que se acredita ser o mais adequado a realidade (ENSSLIN et al., 2000).

As preferências do indivíduo são utilizadas, no processo decisório, em busca da obtenção da alternativa de ação que apresente o melhor compromisso entre os critérios (FREJ, 2017). Ao analisar a estrutura do problema, 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.

Com isso, ao escolher uma posição entre alternativas, o decisor realiza uma avaliação de acordo com uma das problemáticas existentes. Uma problemática, por sua vez, consiste numa forma de classificar o tipo de problema de decisão a partir da forma como o decisor deseja ter uma posição comparativa sobre o conjunto de alternativas.

De acordo com Roy (1996), um determinado problema pode ser identificado entre quatro tipos de problemática: (1) Problemática de escolha ($P.\alpha$): decisão pela escolha de um subconjunto do espaço de alternativas; (2) Problemática de classificação ($P.\beta$): alocação de cada alternativa a uma classe, em que as diferentes categorias são definidas a priori, a partir de normas aplicáveis ao conjunto de ações; (3) Problemática de ordenação ($P.\gamma$): ordenação das alternativas; (4) Problemática de descrição ($P.\delta$): apoio a decisão por meio de uma descrição das alternativas e de suas consequências.

É importante lembrar que também pode ser considerada a problemática de portfólio, que envolve selecionar uma ou várias alternativas de um conjunto, com determinadas restrições, que limitam a quantidade de itens e em que o resultado é determinado pelo conjunto dos itens selecionados.

Além disso, é importante ressaltar que a alternativa é avaliada em função das consequências, de modo que o decisor busca a alternativa que forneça a consequência mais desejável. Então, de forma simples, para avaliar as alternativas considera-se uma matriz de consequências (DE ALMEIDA, 2013). Com o objetivo de auxiliar na avaliação da matriz de consequências e tendo em vista a relevância e a complexidade relacionadas a situações que envolvem múltiplos objetivos, surgiram estudos e desenvolvimento de diversos métodos de apoio a decisão, que buscam agregar preferências e traduzi-las em recomendações coerentes (ROSELLI, 2018).

Em geral, existem duas linhas principais de métodos multicritério de apoio a decisão: os métodos de agregação a critério único de síntese e os métodos de sobreclassificação (DE ALMEIDA et al., 2015). A principal diferença entre os métodos de critério único de síntese e os métodos de sobreclassificação é a racionalidade dos problemas a serem resolvidos.

Enquanto os métodos de sobreclassificação possuem uma racionalidade não-compensatória, isto é, o desempenho de um critério não pode ser compensado pelo de outro, os métodos de critério único de síntese possuem uma racionalidade compensatória, isto é, pode haver compensação (trade-off) entre o desempenho dos critérios. Assim, nos métodos de critério único de síntese é realizada uma agregação aditiva para definir o valor global de cada alternativa, e nos métodos de sobreclassificação é realizada uma comparação par a par entre as alternativas para cada critério, buscando uma relação de sobreclassificação entre elas.

2.1.2 Métodos de Estruturação de Problemas

Os métodos de estruturação de problemas são considerados uma abordagem soft da pesquisa operacional (PO Soft). Estes, em geral, eram vistos como adequados para problemas bem-estruturados, isto é, problemas que permitem uma formulação consensual em termos de medidas de desempenho, restrições e relações por meio das quais a ação produz consequências. Com isso, foram excluídas categorias de problemas mal estruturados para os quais, de diferentes maneiras, os PSMs em desenvolvimento pretendiam ser relevantes (Mingers and Rosenhead, 2002).

Problemas não-estruturados são caracterizados pela existência de múltiplos atores, múltiplas perspectivas, interesses de difícil mensuração e/ou conflituosos e incertezas-chaves (Mingers and Rosenhead, 2004). Alguns críticos perceberam que estes problemas, devido a sua complexidade e à dificuldade de serem modelados matematicamente, necessitam destes métodos para serem modelados e solucionados de forma satisfatória.

A estruturação é uma etapa crucial do processo de tomada de decisão, uma vez que para realizar a escolha do método de decisão multicritério se faz necessário compreender de forma clara e completa o problema a ser solucionado. De acordo com Rosenhead and Mingers, os métodos de estruturação de problemas oferecem uma maneira de representar a situação, isto é, um modelo, permitindo que os atores envolvidos entendam melhor o problema, engajem-se na solução e consigam convergir para um problema mútuo. Além disso, os PSMs permitem: analisar diversas perspectivas em conjunto, sem que os participantes precisem ter conhecimentos matemáticos; desenvolver um processo participativo de estruturação do problema,

sendo cognitivamente acessível para os atores; ter iteratividade, de forma que a representação do problema pode ser constantemente ajustada.

Dentro deste processo, identificar oportunidades de decisão é uma das tarefas mais desafiadoras. Identificar o problema de decisão, criar alternativas e articular objetivos corretamente tornam o processo de decisão proativo e possibilitam que o decisor identifique as melhores situações de decisão.

Os objetivos nem sempre são articulados adequadamente para muitas decisões importantes. Como, muitas vezes, não existe uma estruturação adequada para a formulação dos objetivos em um contexto de decisão, os decisores podem ter a falsa certeza de que possuem a compreensão total dos seus objetivos. Assim, a identificação lógica e estruturada de objetivos pode fornecer ajuda relevante para o processo decisório.

Podem ser identificadas duas abordagens de PSMs: AFT (*Alternative Focused Thinking*) e VFT (*Value Focused Thinking*). Os métodos focados em alternativas (AFT) são orientados para a escolha do espaço de ações, ou seja, visam descobrir quais alternativas estão disponíveis e escolher a melhor entre elas. Esta é a forma natural que aprendemos para lidar com decisões.

Por outro lado, no método focado em valor (VFT), os valores são mais fundamentais para um problema do que alternativas. As atividades do VFT estão direcionadas para selecionar decisões significativas, criar melhores alternativas do que as já identificadas e avaliar mais cuidadosamente a desejabilidade das alternativas.

A abordagem VFT é um caminho para identificar situações desejáveis de decisão e então coletar os benefícios dessas situações para resolvê-las, ou seja, essencialmente, ela consiste de duas atividades: decidir o que você deseja e então descobrir como alcançá-lo. Além disso, fornece uma forma estruturada de pensar sobre as decisões, de desenvolver e de apoiar julgamentos subjetivos que são fundamentais para decisões eficientes (ALMEIDA; MORAIS; ALMEIDA, 2013).

Pensar sobre os valores auxilia na criação de alternativas, revela objetivos não conhecidos, gera oportunidades de decisão, evita que se tomem decisões desconectadas dentro da organização, facilita as decisões por parte dos stakeholders e melhora a comunicação, dentre outros benefícios (ALENCAR; MOTA; ALENCAR, 2011).

De acordo com Siebert e Keeney (2015), mesmo para decisões em que seja útil dedicar muito esforço para criar alternativas, os decisores tendem a identificar alternativas óbvias e, com isso, perdem muitas alternativas melhores. Além disso, a maior parte do esforço na tomada de decisão é gasto na avaliação das alternativas identificadas.

Para a maioria das decisões, dedicar esforço na criação de alternativas pode resultar em melhorias para alcançar os objetivos do decisor (SIEBERT, 2016). Logo, gerar boas alternativas é fundamental para o sucesso na tomada de decisão.

É importante ressaltar que estimular a identificação dos múltiplos objetivos pelo decisor aumenta a qualidade das alternativas de decisão (SIEBERT, 2016). Assim, a qualidade das alternativas é fortemente impactada não só pela experiência do decisor com relação ao problema em questão, mas também o quão esses decisores são estimulados em relação aos objetivos do problema.

De acordo com Keeney (1992), os valores dos decisores são explicitados com os objetivos. Com isso, o conjunto de objetivos desenvolvidos para um problema de decisão é absolutamente crítico. Os objetivos fundamentais são a base para qualquer interesse na decisão em análise. Esses objetivos expressam qualitativamente tudo com o que o decisor deve se preocupar no contexto da decisão.

De acordo com Almeida et al. (2013), os objetivos fundamentais do problema são aqueles que justificam a razão essencial de interesse na situação da decisão. Os objetivos-meio, por sua vez, contêm a importância devido a sua aplicação no grau em que os outros objetivos (mais fundamentais) podem ser atingidos.

Segundo Keeney (1992), para um objetivo ser fundamental, todas as alternativas que podem influenciar significativamente a realização daquele objetivo fundamental precisam ser incluídas no contexto de decisão correspondente. Com isso, a hierarquia dos objetivos fundamentais indica o conjunto de objetivos sobre os quais os atributos devem ser definidos.

Já a rede de meios-fins indica que o objetivo deve ser considerado no desenvolvimento de um modelo para relacionar as alternativas às consequências. Em geral, o conjunto de alternativas identificadas para uma dada situação de decisão é muito pequena.

Em uma perspectiva inicial para geração de alternativas, Keller e Ho (1988) caracterizam cinco abordagens para a criação de alternativas. Três abordagens usam

atributos, estados de natureza ou ambos, e geram alternativas concentrando-se em diferentes atributos, estados ou combinações para estimular a criação de alternativas.

Entretanto, os estudos desempenhados por Siebert e Keeney (1995) comprovaram que o uso de objetivos para estimular a criação de alternativas aumenta tanto a qualidade quanto a quantidade de um conjunto de alternativas criadas, e essa influência é muito maior do que usar a mesma quantidade de tempo para criar alternativas sem o estímulo dos objetivos.

Sendo assim, a identificação completa tanto dos objetivos fundamentais, quanto dos objetivos meios-fins, é essencial para listar corretamente os critérios e as alternativas. Consequentemente, é possível a construção de uma matriz de consequências que modele corretamente o problema de decisão em questão.

Por sua vez, dentre os métodos AFT, podemos citar o SODA (*Strategic options development and analysis*), SSM (*Soft systems methodology*) e SCA (*Strategic choice approach*).

O SODA é um método que usa o mapeamento cognitivo como um dispositivo para elicitar diferentes visões de uma situação-problema. A fusão dos mapas cognitivos individuais (ou um mapa conjunto desenvolvido em um workshop, por exemplo) propicia as discussões e direciona a um portfólio de ações.

Já o SSM é um método para redesenho do sistema. Neste caso, os atores constroem modelos conceituais ideais, um para cada visão relevante (perspectivas diferentes). Em seguida, são comparadas as percepções do sistema existentes, a fim de gerar debate sobre quais mudanças são culturalmente viáveis e sistemicamente desejáveis.

Por fim, o SCA é uma abordagem centrada na gestão da incerteza em situações estratégicas. Neste caso, os facilitadores auxiliam os participantes a modelar a interconectividade das diferentes áreas de decisão. A comparação interativa ajuda a identificar as principais incertezas. Com isso, são identificadas as áreas prioritárias para atuação e planos de contingência.

2.1.3 Framework para Construção de Modelos de Decisão Multicritério

De acordo com de Almeida (2013), todos os modelos são errados, no entanto, precisa-se encontrar um modelo útil à problemática. Sendo assim, cabe verificar se, de fato, os critérios estabelecidos refletem as principais preocupações do decisor

quanto a iniciativa a ser escolhida. Além disso, uma vez que o modelo possui algumas limitações e simplificações, é necessário que o decisor analise com cautela a solução obtida.

Existem alguns procedimentos apresentados para a construção de um modelo de decisão multicritério. Segundo Sabaei et. al (2015), o processo comum de decisão possui oito etapas, de acordo com a Figura 1. Para os autores, escolher o método de decisão multicritério apropriado para o tipo de problema é o primeiro passo no processo de tomada de decisão. Em seguida, o decisor, em conjunto com o analista, caso haja no processo, deve definir os requisitos da decisão, estabelecer os objetivos, identificar as alternativas, realizar a avaliação dos critérios, selecionar e posteriormente aplicar a ferramenta de tomada de decisão e, por fim, verificar a resposta.

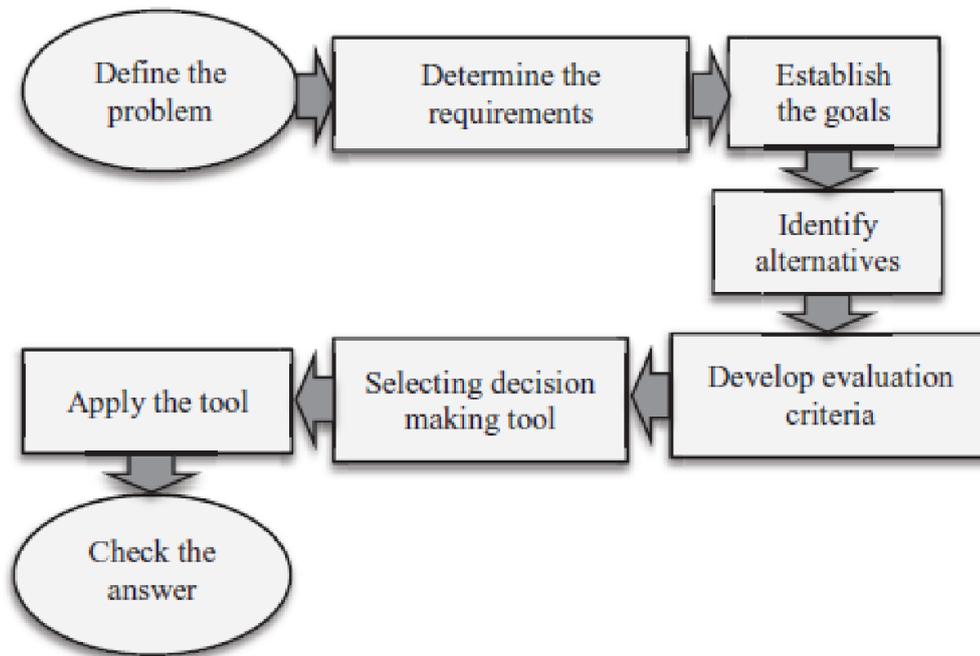


Figura 1 - Processo geral de tomada de decisão (Fonte: Sabaei, Erkoyuncu e Roy, 2015).

Neste trabalho será tomado como base o procedimento apresentado por De Almeida (2013) que consiste de três fases principais: a preliminar, a de modelagem de preferências e escolha do método e a de finalização.

Na primeira fase, é realizada a estruturação dos elementos básicos para a formulação do problema de decisão. Na fase de modelagem de preferências e escolha do método, o modelo de decisão é construído e é considerado pronto para utilização, embora seja possível realizar revisões, por meio do conceito de refinamentos

sucessivos. Por fim, na fase de finalização, são desenvolvidas as etapas finais para a resolução do problema e implementação da ação recomendada (DE ALMEIDA, 2013).

O referido framework, utilizado como base para este trabalho, foi apresentado em versão anterior em de Almeida (2013) e de Almeida et al (2015), sendo apresentado em sua versão atual (de Almeida, Roselli, Frej, Moraes, Costa, 2021) na Figura 2.

A versão atual do Framework contempla, especificamente na fase 1, conceitos de métodos de estruturação de problemas que auxiliam no entendimento do contexto e na construção do modelo de decisão. Além disso, alguns detalhamentos foram adicionados a fim de facilitar o processo de resolução do problema pelas partes interessadas.

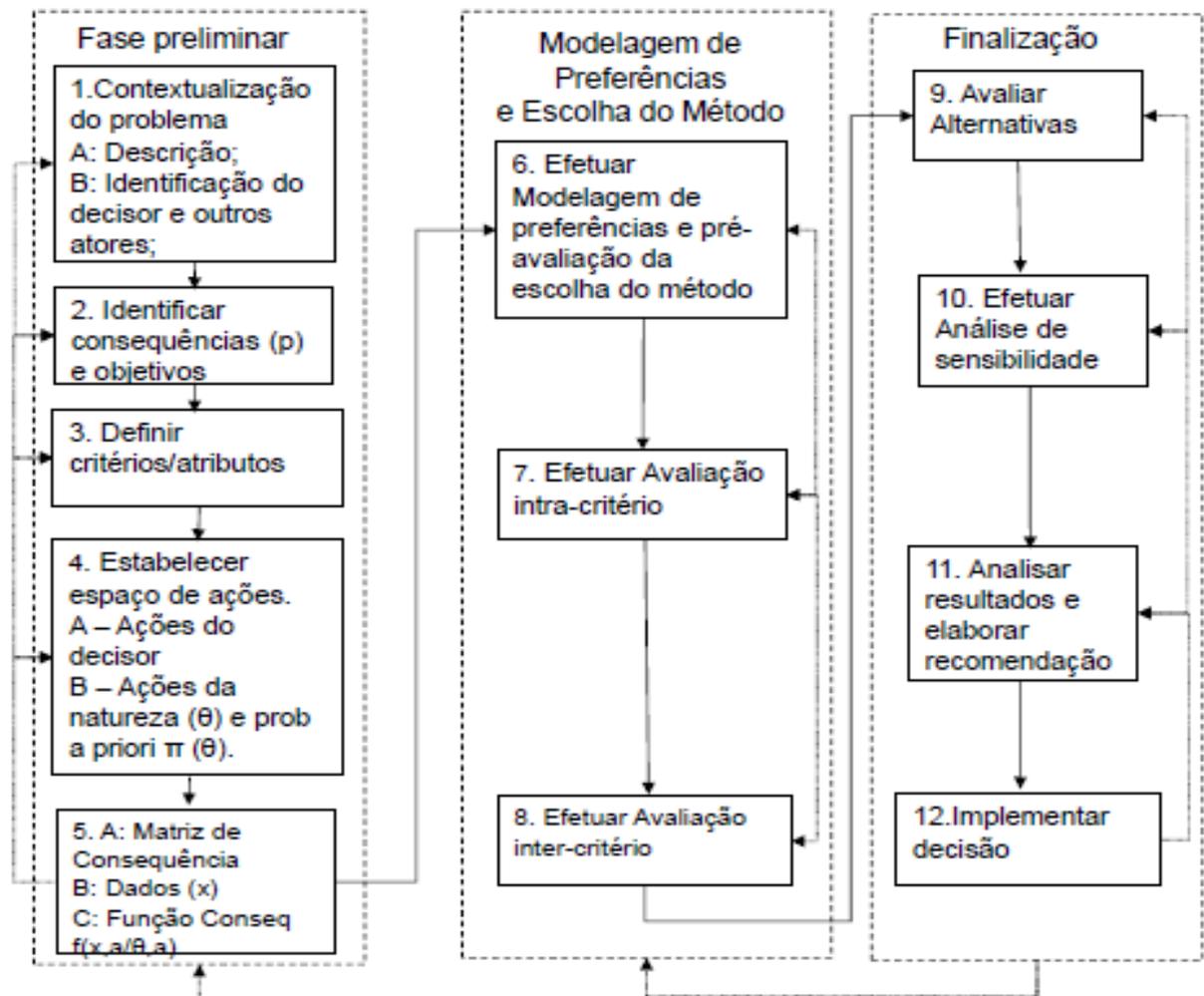


Figura 2 - Framework 12 etapas. Fonte: (de Almeida, Roselli, Frej, Moraes, Costa, 2021).

A fase preliminar do Framework é fundamental para o sucesso da resolução de um problema de decisão. Ela destina-se a compreensão, contextualização e descrição da questão, caracterização dos atores, identificação dos objetivos, estabelecimento tanto dos critérios, quanto das alternativas, bem como da problemática a ser trabalhada, e, por fim, a construção da matriz de consequências e da função consequência.

Ao contextualizar e definir, o decisor (ou outro ator responsável) começa a entender, de fato, qual é o problema. Embora pareça simples, a etapa 1-A permite que as ideias sejam sistematizadas e que o decisor analise se há um problema de decisão multicritério. Essa foi uma das etapas incluídas nesta nova versão do Framework, principalmente pela necessidade de listar os aspectos gerais e preliminares do problema.

Para identificar o decisor é necessário estabelecer, de forma clara, quem irá informar as preferências para o problema em questão na etapa 1-B. O problema pode envolver tanto uma decisão individual (só um decisor), quanto uma decisão em grupo (envolvimento de dois ou mais decisores). Além disso, existem outras partes interessadas que poderão estar envolvidas no processo, tais como, analista, especialista, cliente, dentre outros.

Na identificação das consequências e dos objetivos, os métodos PSM podem ser muito úteis e o uso deste tipo de método pode ter um impacto considerável na qualidade do processo decisório (DE ALMEIDA, 2013). Existem várias metodologias para a estruturação de problemas, dentre elas estão a abordagem focada em valor (Value-Focused Thinking – VFT) e a abordagem focada nas alternativas (Alternative-Focused Thinking – AFT). Enquanto a primeira é considerada uma abordagem mais proativa, em que defende inicialmente o foco nos valores e, a partir deles, a busca pelas alternativas, a segunda enfatiza a escolha dentre alternativas já conhecidas pelo decisor.

Ao definir o conjunto das consequências, na etapa 2-A, é possível iniciar a identificação dos critérios, que será mais elaborado posteriormente. Na etapa 2-B, por sua vez, são reconhecidos os objetivos do problema, não só aqueles que identificam a razão essencial para o interesse na situação de decisão, mas também aqueles que servem como meio para atingir a razão essencial.

Na terceira etapa da primeira fase, é feita a identificação dos critérios, também conhecidos como atributos, medidas de eficácia ou medidas de desempenho, responsáveis por medir o grau em que um objetivo é alcançado (KEENEY, 1992). Assim, os critérios irão definir o conjunto de alternativas que são apropriadas a serem consideradas no contexto de decisão, ou seja, eles são essenciais na avaliação das alternativas. Em outras palavras, os critérios avaliam o grau de atingimento dos objetivos pelas alternativas.

De acordo com Roy (1996), os atributos devem atender às seguintes propriedades: não redundância, exaustividade (todos os objetivos precisam ser representados) e consistência. Além disso, segundo Keeney (1992), eles podem ser classificados em atributos naturais, atributos construídos e atributos proxy.

Os atributos naturais são aqueles que são do entendimento comum, isto é, todos possuem a mesma interpretação sobre ele. Um exemplo é o tempo. Já os atributos construídos são aqueles que exigem a construção de uma escala qualitativa para o seu detalhamento.

Nem todas as pessoas possuem o mesmo entendimento para os atributos construídos, uma vez que eles dependem do contexto de decisão. Por exemplo, para uma receita culinária ser considerada fácil, ela precisa ser executável em até 30 minutos. Assim, tanto uma receita executada em 5 minutos, quanto uma receita executada em 29 minutos, são consideradas fáceis. Quando o contexto é modificado para a realização de uma prova de matemática, por exemplo, ela pode ser considerada fácil quando é possível finalizá-la em até 2 horas. Neste caso, tanto para o aluno que a realizou em 1 hora, quanto para aquele que realizou em 2 horas, o teste é considerado fácil. Pode-se concluir que, embora os dois contextos utilizem o tempo para descrição da escala, o critério de classificação depende das características do problema e pode abranger intervalos de consequências. Cabe ressaltar que os atributos construídos só devem ser utilizados quando é difícil, senão impossível, atribuir critérios naturais.

Por fim, os atributos *proxy* consistem em uma medida indireta que pode ser associada ao que se quer medir. A principal dificuldade ao utilizar um atributo proxy é que ele não descreve diretamente as consequências, tornando difícil para os decisores compreendê-las e avaliar valores razoáveis de *trade-offs*.

A próxima etapa refere-se ao estabelecimento da estrutura do espaço de ações, a definição da problemática e a geração de alternativas (DE ALMEIDA, 2013). Com relação à estrutura do espaço de ações, este pode ser classificado em discreto ou contínuo. Além disso, este conjunto ainda pode ser considerado como estável (não se altera no decorrer do processo decisório) ou evolutivo (o conjunto pode se alterar ao longo do processo de decisão, em virtude de resultados intermediários ou à dinâmica do ambiente no processo decisório). Por fim, ainda há a classificação em globalizado (cada elemento do conjunto exclui o outro elemento) ou fragmentado (envolve a combinação de vários elementos do conjunto).

Não se pode esquecer que estas ações podem ser tanto do decisor, quanto da natureza. Enquanto a primeira pode ser considerada controlável, a segunda é identificada a partir de fatores não controlados, que consiste na avaliação e identificação de fatores relevantes que não estão sob o controle do decisor, tais como variáveis que se comportam como estado da natureza (DE ALMEIDA, 2013). O fato de comportar-se tal como o estado da natureza está associado à incerteza do problema e pode ser tratada como decisão sob risco (é utilizada uma distribuição de probabilidade sobre o comportamento do estado da natureza) ou decisão sob incerteza (em que a incerteza é tratada na formulação do problema).

Os métodos de estruturação de problemas auxiliam bastante na identificação das alternativas. Na abordagem VFT proposta por Keeney (1992), por exemplo, os valores vêm antes das alternativas. A intenção é ampliar o leque de alternativas consideradas, eliminando qualquer ancoragem em alternativas já identificadas.

Por fim, a última etapa desta primeira fase corresponde a construção da matriz de consequências e a identificação da função consequência para cada um dos critérios. A matriz de consequências é fundamental para a etapa de modelagem de preferências inicia a segunda fase do procedimento, em que é efetuada a escolha do método multicritério e chega-se ao modelo consolidado. Esta etapa 6 de modelagem de preferências do decisor é desenvolvida de forma integrada com as etapas 7 (avaliação intracritério) e 8 (avaliação intercritério), de forma que os resultados dessas três etapas fornecem os elementos mais importantes para a escolha do método multicritério.

Na etapa de modelagem deve ser avaliada, dentre outros pontos, a estrutura de preferências adequada, a racionalidade adequada para o decisor no problema

considerado (compensatória ou não) e a escolha do método multicritério. É importante ressaltar que a seleção do método é feita de modo preliminar e, caso necessário, pode ser revisado.

A avaliação intracritério está associada à definição da função valor marginal para o referido problema. Assim, cada alternativa i será avaliada para cada critério j , levando ao valor da função $v_i(A_i)$.

Já na etapa de avaliação intercritério é feita a elicitación das constantes de escala. Essas constantes irão permitir efetuar a combinação quantitativa dos critérios para o processo de agregação com vistas à avaliação das alternativas. Existem vários procedimentos para realizar este procedimento, como o ratio, swing e Tradeoff.

Por fim, é realizada a avaliação global das alternativas, a análise de sensibilidade e análise de robustez do problema. Enquanto a análise de sensibilidade trata do estudo e análise do impacto provocado na saída do modelo, por variações na entrada deste.

Concluídas as etapas anteriores e não havendo necessidade de retorno às etapas antecedentes, têm-se então a análise final dos resultados e a elaboração de recomendação para o decisor (DE ALMEIDA, 2013). Em outras palavras, é obtida a solução para o problema de decisão multicritério.

2.1.4 Escolha de Métodos em Decisão Multicritério

De acordo com De Almeida (2013), a seleção de um método de apoio a decisão é um elemento fundamental no processo de construção de modelos de decisão. Além disso, segundo Wallenius (1975), a facilidade de uso e a compreensão pelo usuário são fatores importantes para que o usuário escolha um método.

Segundo Pomerol e Barba-Romero (2000), é importante ressaltar que independentemente de qual seja o esforço cognitivo real para utilização de um método, nem sempre este é sentido pelo usuário. Com isso, o que pode ser tido como difícil para o especialista, pode ser considerado fácil pelo decisor ingênuo.

A escolha de um método é uma etapa no processo de construção do modelo de decisão e dependerá de alguns elementos, tais como, a estrutura de preferências, os critérios e as relações de dominância definidos para o problema, a avaliação intercritério e intracritério.

Existem diferentes formas de classificar os métodos de decisão multicritério. De acordo com Roy (1985), os métodos podem ser classificados em: critério único de síntese, sobreclassificação e interativos. Os métodos de critério único de síntese agregam os critérios, estabelecendo um valor global para cada uma das alternativas do problema. Já os métodos de sobreclassificação se baseiam na comparação par a par entre as alternativas. Por fim, os métodos interativos são desenvolvidos predominantemente no âmbito da Programação Linear Multi-Objetivo (PLMO), buscando uma alternativa que seja superior em todos os objetivos estabelecidos.

Outra classificação, segundo De Almeida (2013), é a que divide os métodos, de acordo com a racionalidade do problema, em duas classes: compensatórios e não compensatórios. A racionalidade com a qual o decisor pretende avaliar a situação-problema deve também ser avaliada de forma adequada e concatenada com o método a ser adotado (DE ALMEIDA, 2013). A definição da racionalidade pode ser considerada crucial na decisão do método, uma vez que, ao defini-la, já se pode saber qual a classe de métodos mais adequada a ser utilizada no problema.

A racionalidade compensatória permite que haja uma compensação de valor entre os critérios do problema, isto é, um critério com um bom desempenho pode compensar um critério com um mau desempenho. Os métodos de critério único de síntese são métodos compensatórios.

Por outro lado, para a racionalidade não-compensatória, não importa o quão melhor um critério foi melhor do que outro, apenas se ele é melhor ou não. Assim, não há uma compensação entre critérios com alto e baixo desempenho. Os métodos de sobreclassificação são métodos não compensatórios.

Na Tabela 1, pode-se observar os principais métodos classificados de acordo com a sua racionalidade.

Tabela 1 – Métodos compensatórios e não-compensatórios

Método	Compensatório	Não-compensatório
FITradeoff	x	
AHP	x	
Macbeth	x	
UTA	x	
Método aditivo com veto	x	
SMARTS / SMARTER	x	
TOPSIS	x	
ELECTRE		x
PROMETHEE		x

Fonte: Esta pesquisa (2012)

Cabe ressaltar que há questões contextuais da organização que podem estabelecer condicionantes tanto na escolha do método quanto na elaboração de outras fases do processo de construção do modelo. Por exemplo, o tempo disponível para a tomada da decisão e sua implementação pode ser um fator decisivo. O esforço requerido por uma dada abordagem ou método, que seja inicialmente indicado, pode não ser compatível com o tempo disponível (DE ALMEIDA, 2013).

Na Tabela 2 estão descritos alguns dos métodos de decisão multicritério, bem como uma breve descrição sobre eles.

Tabela 2 – Métodos de decisão multicritério

Método	Descrição
<p style="text-align: center;">FITradeoff (<i>Flexible Interactive Tradeoff</i>) (DE ALMEIDA et al., 2016)</p>	<p>Baseado no procedimento tradicional de tradeoff para a elicitaco das constantes de escala dos critérios, incorporando o conceito de informao parcial e as características de flexibilidade e interatividade.</p>
<p style="text-align: center;">AHP (<i>Analytic Hierarchy Process</i>) (SAATY, 1996)</p>	<p>Baseia-se na capacidade humana de usar a informao e a experiência para estimar magnitudes relativas com a realizao de comparaes par a par (<i>pairwise comparisons</i>).</p>
<p style="text-align: center;">Macbeth (<i>Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation TecHnique</i>) (BANA E COSTA et al., 2005)</p>	<p>Processo sócio-técnico com várias fases, que “combina elementos técnicos da análise multicritério com aspectos sociais de <i>decision conferencing</i>” (Phillips e Bana e Costa, 2007). Por definio, mede a atratividade por uma técnica de avaliao baseada em categorias.</p>
<p style="text-align: center;">UTA (<i>UTilit Additive</i>) (JACQUET-LAGREZE; SISKOS, 1982)</p>	<p>Utiliza técnicas especiais de programao linear para avaliar funes de valor aditivo, de modo que as classificaes obtidas por meio dessas funes nas aes de referências sejam o mais consistente possível.</p>
<p style="text-align: center;">Método aditivo com veto (ALMEIDA, 2013)</p>	<p>Método aditivo em que o veto permite rejeitar alternativas que</p>

	<p>seriam aceitas, ou seja, a função do veto é impedir que uma alternativa que tenha um baixo desempenho em um critério, tenha seu valor global compensado por um bom desempenho em outro critério.</p>
<p>SMARTS / SMARTER (<i>Simple MultiAttribute Rate Technique Swing Weights / Simple MultiAttribute Rate Technique Exploiting Ranks</i>) (EDWARDS; BARRON, 1994)</p>	<p>Utilizam o procedimento <i>swing</i>, aceitando apenas função valor linear e são conhecidos pela simplicidade tanto das respostas exigidas pelo decisor, quanto das análises sobre essas respostas. Críticos ressaltam que essa simplicidade faz com que o método deixar de capturar alguns detalhes importantes do problema.</p>
<p>TOPSIS (<i>Technique for Order Performance by Similarity to Ideal Solution</i>) (HWANG; YOON, 1981)</p>	<p>Situa as alternativas em relação aos pontos de referência: ponto ideal e ponto anti-ideal (ou Nadir) (HWANG; YOON, 1981).</p>
<p>ELECTRE (<i>Elimination et Choix Traduisant la Réalité</i>) (FIGUEIRA et al, 2016)</p>	<p>Utiliza a ideia de pesos para quantificar a importância relativa dos critérios e foca na comparação par a par. Os métodos da família ELECTRE se diferenciam de acordo com o grau de complexidade, detalhamento da informação disponível ou problemática.</p>

<p>PROMETHEE (<i>Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluations</i>) (BRANS; DE SMET, 2016)</p>	<p>Adequado para problemas que possuem um número finito de alternativas. Produzem uma relação de sobreclassificação valorada.</p>
--	---

Fonte: Esta pesquisa (2012)

Diante do exposto, é possível perceber a grande relevância da utilização dos métodos de estruturação de problemas e de um processo bem estruturado de construção de modelos de decisão na definição do método a ser utilizado para a resolução do problema. Com o propósito de obter um aprofundamento do tema em questão, uma revisão bibliográfica é apresentada a seguir.

2.2 Revisão Bibliográfica sobre Construção de Modelos e Estruturação de Problemas em Decisão Multicritério

O sistema de informação e apoio à decisão proposto neste trabalho baseia-se em um framework para construção de modelos de decisão multicritério, utilizando métodos de estruturação de problema para auxiliar na etapa de definição preliminar. Assim, esta revisão da literatura tem por objetivo analisar as principais abordagens relacionadas a construção de um modelo de decisão multicritério e a métodos de estruturação de problemas.

2.2.1 Construção de Modelos de Decisão Multicritério

Na construção de modelos de decisão multicritério, é importante que seja observado o paradoxo: simplicidade vs. robustez. O modelo deve ser simples, para que seja bem compreendido, ao mesmo tempo em que deve ser preciso o suficiente para retratar a realidade.

Outro ponto relevante a ser observado é a diferença entre construção de modelos e estruturação de problemas. Enquanto o primeiro refere-se ao desenvolvimento de um framework para a avaliação de alternativas, o segundo tem como objetivo garantir o entendimento do problema e as decisões que precisam ser tomadas.

Segundo Bouyssou et al. (2006), definir o “modelo perfeito” pode ser uma tarefa difícil, se não impossível. Este ainda ressalta que conduzir o apoio à tomada de decisão é a combinação de habilidades pessoais e formais, que são caracterizadas pela definição de artefatos precisos a serem utilizados pelos atores do problema a fim de representar o problema e sua definição.

A construção de modelos é desenvolvida numa visão de refinamentos sucessivos (ACKOFF; SASIENI, 1968). Dessa forma, é possível que o decisor retorne a qualquer uma das etapas anteriores e revise as subsequentes. Com isso, pode-se garantir uma maior iteratividade, bem como um melhor resultado do processo, uma vez que se busca sempre melhorar o resultado obtido.

Os métodos de estruturação de problema, por sua vez, auxiliam na construção dos modelos, facilitando a compreensão dos problemas e permitindo a identificação do melhor espaço de ações para a questão. De acordo com Checkland (1981), a utilização dos PSMs ajuda os atores a entender melhor o problema, aprendendo a melhor forma de intervir de forma sustentável e sistêmica.

Para a construção de modelos de decisão multicritério, conforme De Almeida (2013), o analista deverá ter conhecimento de seus elementos básicos e fundamentos, além de uma boa visão conceitual dos principais métodos de apoio a decisão. Com isso, este poderá escolher um o procedimento que melhor se adequa para a construção do seu modelo.

Alguns, dentre os processos para construção de modelos mais conhecidos, serão explicados abaixo.

Roy (1996) propôs uma metodologia baseada em 4 níveis. No primeiro nível, é definido o objeto da decisão e a forma de recomendação (ou participação) do analista e do decisor. É importante ressaltar que é utilizada a palavra recomendação uma vez que a atuação do decisor é livre e de acordo com suas preferências. No segundo nível, é feita análise de consequências e o desenvolvimento dos critérios. Neste o analista deve construir os critérios apropriados e analisar o potencial destes para formar uma base de comparações entre as ações. No penúltimo nível, o terceiro, é feita a modelagem de preferência global com a agregação operacional das performances. Por fim, no nível quatro, é feita a investigação e desenvolvida uma recomendação.

Já Pomerol e Barba-Romero (2000), na Figura 3, propuseram estágios que, embora sigam um padrão estritamente linear, podem ser revistas de forma recursiva.

Este tipo de processo interativo, que contribuem para o apoio à decisão, é a regra em situações de negociação.

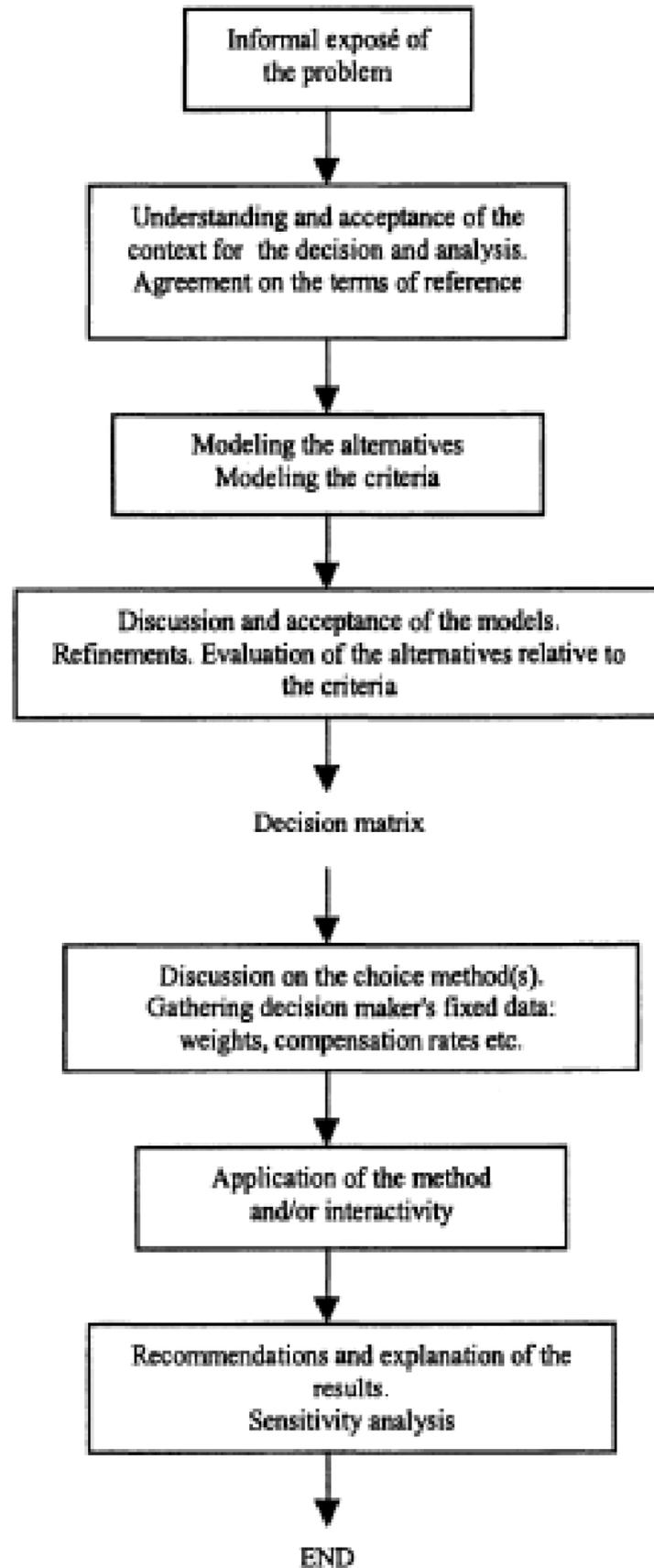


Figura 3 - Estágios em decisão multicritério (Fonte: Pomerol e Barba-Romero, 2000).

A proposta de Belton e Stewart (2002) apresenta uma visão para o processo de decisão multicritério com 5 etapas, conforme ilustrado na Figura 4.



Figura 4 - Processo de decisão multicritério (Fonte: Belton e Stewart, 2002).

2.2.2 Métodos de Estruturação de Problemas

A fim de demonstrar o modo como a estruturação de problemas vem sendo aplicada em casos de decisão multicritério, alguns trabalhos relacionados foram coletados na literatura.

O estudo realizado por Monte e Morais (2019) apresenta um modelo construído com base no VFT e utilizando o método de decisão multicritério FITradeoff. O modelo desenvolvido foi aplicado na empresa de abastecimento de água da região de Olinda no estado de Pernambuco, Brasil. Com isso, foi possível realizar uma análise aprofundada do raciocínio do decisor, o gerente de operações, que foi transcrita para uma hierarquia e gerou uma solução para os problemas do sistema de abastecimento de água local. O VFT permitiu a exploração da estrutura e dos próprios objetivos do decisor, de acordo com as características da decisão a ser tomada.

Um caso detalhado foi exposto por Keeney (1996), em que o VFT foi aplicado a uma grande hidroelétrica, a BC Hydro, que se preparava para uma demanda adicional e em que a tomada de decisão era feita de forma separada, o que demandou a criação

de um Comitê. Foram aplicados os dispositivos VFT e este método ajudou os decisores principalmente a: reconhecer e identificar oportunidades de decisão, criar melhores alternativas e desenvolver um guia consistente.

Em outra publicação, Keeney (2001) listou alguns tipos de decisão que são de grande interesse na área de gestão de telecomunicações, com seus respectivos valores e regras de decisão. Com isso, ele demonstrou como construir um modelo de valor este setor, o que incluiu procedimentos para construir uma base robusta, em que são identificados os valores e estes são estruturados como objetivos.

Zhou et al. (2018), por sua vez, realizaram uma revisão do VFT basicamente sob três aspectos: estratégia empresarial, inovação em modelo de decisão e aquisição de equipamentos de defesa.

Sob a perspectiva dos métodos AFT, várias publicações já foram realizadas demonstrando suas aplicações e os respectivos resultados. Eden e Ackermann (2004) relataram um experimento, usando a metodologia SODA e o software *Decision Explorer*, projetado para gravar, analisar e apresentar dados qualitativos e modelos como mapas cognitivos. O referido estudo foi aplicado no escritório do Departamento do Serviço Prisional da Inglaterra.

Em 2018, Eden e Ackermann demonstraram como o SODA tornou-se gradualmente uma metodologia para elaborar estratégias. O estudo ainda ilustra como a teoria de uma variedade de disciplinas pode desenvolver a prática e como o processo de implementação do método desenvolve a teoria.

Ademais, foi publicado o resultado de uma pesquisa destinada a descobrir o quão a metodologia SSM era usada na prática (MINGERS; TAYLOR, 1992). Foram distribuídos questionários a pessoas que já haviam tido contato com o SSM e, ao descrever em detalhes o uso, a maioria delas relatou como uma experiência bem-sucedida.

Ingram (2000) analisou o uso do SSM para entender a complexidade das operações hoteleiras e demonstrou o quanto a análise exigida pela metodologia pode ajudar na revisão da estratégia e na resolução de problemas.

Já Todella et al. (2018) promoveu um debate sobre o uso do SCA e uma possível fusão com projetos arquitetônicos, analisando também como os microprocessos podem funcionar na prática. Neste caso, a metodologia SCA foi utilizada como uma ferramenta de design para fornecer uma alternativa para transformação de cenários.

2.2.3 Síntese do estado da arte e posicionamento deste trabalho

A aplicação de métodos de estruturação de problemas, embora seja fundamental para uma melhor compreensão e contextualização da decisão, ainda gera dúvidas por parte dos usuários em virtude da complexidade dos problemas a serem representados. Além disso, percebe-se que muitos decisores não utilizam métodos de estruturação de problemas e partem diretamente para a escolha do método de decisão multicritério, com o objetivo de acelerar o processo decisório. Com isso, nem sempre o método selecionado é o mais adequado para o caso em questão.

Não se pode esquecer o fato de que, após vasta pesquisa na literatura, foi verificada a escassez de softwares que auxiliem na construção de um modelo de decisão, desde a etapa de estruturação do problema até a apresentação de uma possível decisão para o caso. Assim, esta pesquisa pode contribuir para o enriquecimento da área, disponibilizando um SAD que ainda não tem seu escopo atendido.

3 SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA O FRAMEWORK DE CONSTRUÇÃO DE MODELOS DE DECISÃO

Neste capítulo, foi escolhido o caso de um artigo que foi publicado em um simpósio nacional, a fim de aplicar o Framework de 12 Etapas e demonstrar o funcionamento do SAD desenvolvido. Como o sistema está em fase de desenvolvimento, as etapas do Framework que ainda não estão implementadas serão resolvidas utilizando outros sistemas de apoio.

3.1 Descrição do Case para Aplicação do Framework

Com o advento da pandemia do COVID-19, a maioria das empresas precisou adaptar-se à nova realidade e desenvolver um serviço de atendimento ao cliente de forma remota. Esse fenômeno do trabalho remoto, também referido como home office e/ou teletrabalho, no qual muitas empresas tiveram o trabalho transferido para o ambiente doméstico como principal medida para se evitar o contágio da COVID-19, favoreceu a experimentação dessa modalidade de trabalho pelos mais diferentes setores econômicos. Independentemente do setor de atuação, a questão é que, em muitos casos, não houve tempo suficiente de capacitar a equipe de colaboradores para prestar um serviço de qualidade e de forma produtiva.

Não se pode esquecer que alguns colaboradores tiveram suas funções modificadas, uma vez que a função original exigia a presencialidade, e iniciaram o trabalho no regime remoto sem treinamento ou equipamentos adequados. Com isso, estes não apresentaram um bom desempenho e resultado. Além disso, muitos profissionais sofreram danos socioemocionais neste período, o que impactou diretamente os resultados organizacionais.

É importante lembrar também que, embora esse movimento de mudança tenha se iniciado com a pandemia, com o regime de teletrabalho, é possível dar celeridade à prestação do serviço e reduzir os custos fixos das empresas, tais como os custos referentes às instalações físicas. Assim, com as vantagens deste modo de trabalho evidenciadas nos últimos tempos, o teleatendimento ganhou espaço no mercado e tornou-se uma tendência.

Nesse contexto, diversas dificuldades foram enfrentadas pelos trabalhadores devido à necessidade de terem de se adaptar ao trabalho emergencial remoto. Esse trabalho constitui uma modalidade de teletrabalho, mas tem distinções, justamente

pelo caráter emergencial e por ter remetido categorias profissionais de diversos setores econômicos e de serviços para o trabalho em domicílio.

O problema de decisão multicritério utilizado para aplicação do framework está inserido em um contexto de uma empresa que deseja realizar um estudo sobre quais as possíveis iniciativas para otimizar a produtividade de colaboradores no regime de teletrabalho. Para isto, a empresa visa elencar todos os possíveis objetivos, bem como as alternativas e os critérios deste caso, por meio da estruturação do problema.

A seleção do caso, para aplicação no sistema, é justificada pelo fato de que seu artigo já foi aceito para publicação nos anais do evento LIV Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional (VELOSO et al., 2022).

3.2 Sistema de Informação para o Framework e sua Aplicação

Foi desenvolvido um sistema de apoio a decisão para auxiliar na construção de modelos e estruturação de problemas de decisão. É importante ressaltar que o fluxo do sistema segue basicamente as mesmas etapas propostas no Framework 12 etapas detalhado anteriormente. Até o momento de conclusão deste trabalho, o sistema foi desenvolvido até a primeira parte da Etapa 6 do Framework. As etapas subsequentes já estão processo de desenvolvimento no laboratório CDSID, da UFPE.

A Figura 5 ilustra a tela inicial do sistema. Neste momento, o usuário irá se registrar, para ter o primeiro acesso ao sistema, ou efetuar o seu login, caso já tenha efetuado o cadastro previamente.

Framework for Multicriteria Decision Process

 E-mail:

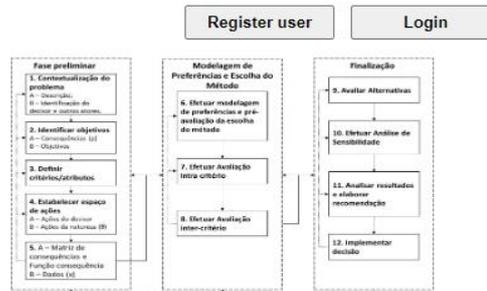
 Password:


Figura 5 - Tela de login do sistema

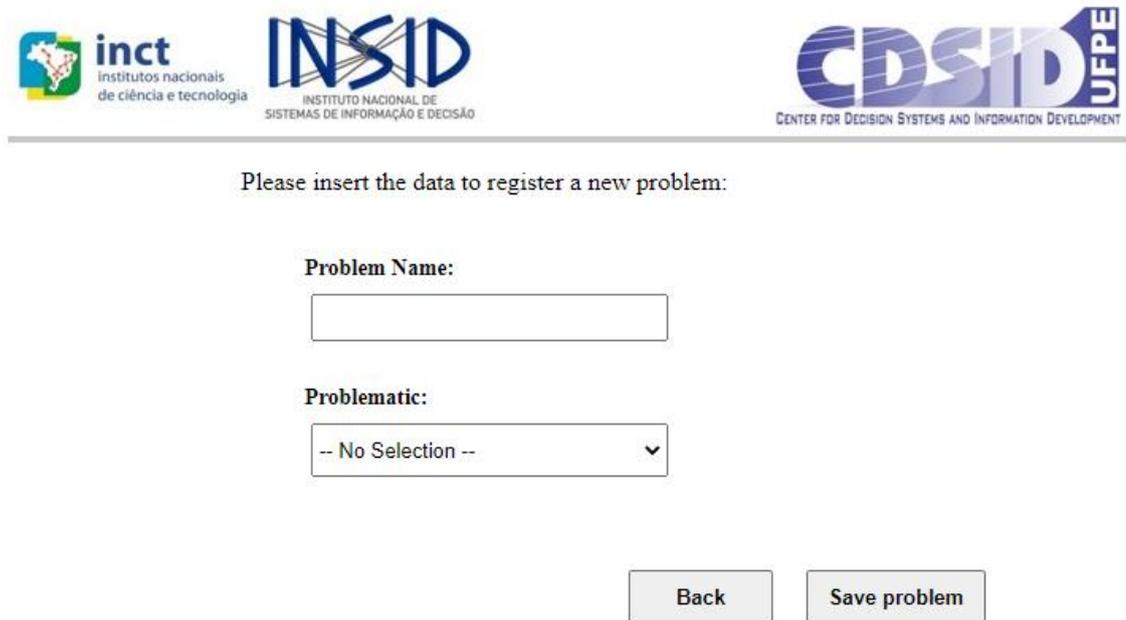
Após efetuar o login, o usuário poderá cadastrar um novo problema no sistema ou dar continuidade a um problema já iniciado anteriormente, conforme a Figura 6.

Please, choose an option:

Figura 6 - Cadastrar ou continuar um problema no SID-FW.

Caso seja cadastrado um novo problema, o usuário precisa informar um nome para este e a que problemática se refere. Assim, ele precisa definir se será um problema de seleção, ordenação, portfólio, dentre outros (Figura 7). Por outro lado, o

usuário pode simplesmente retomar um problema que já foi iniciado previamente para complementar as etapas já realizadas ou dar sequência a um trabalho interrompido. Para isto, ao realizar o login, o sistema disponibiliza todos os problemas cadastrados por este usuário para continuação, com a data inicial do registro (Figura 8).



inct
institutos nacionais
de ciência e tecnologia

INSID
INSTITUTO NACIONAL DE
SISTEMAS DE INFORMAÇÃO E DECISÃO

CDSID UFPE
CENTER FOR DECISION SYSTEMS AND INFORMATION DEVELOPMENT

Please insert the data to register a new problem:

Problem Name:

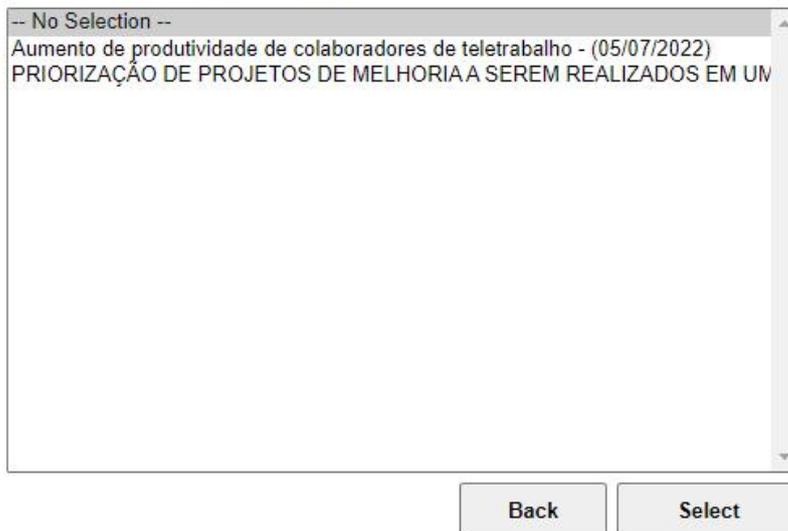
Problematic:

-- No Selection --

Back Save problem

Figura 7 - Inserção de um novo problema no SID-FW.

Choose a problem to continue:



-- No Selection --
Aumento de produtividade de colaboradores de teletrabalho - (05/07/2022)
PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS DE MELHORIA A SEREM REALIZADOS EM UM

Back Select

Figura 8 - Problemas cadastrados, por usuário, no SID-FW.

É importante perceber que, por se tratar de um processo com refinamentos sucessivos, o usuário sempre pode retornar às etapas anteriores, a fim de aprimorar o seu resultado. No entanto, as etapas subsequentes são disponibilizadas à medida que o usuário avança no Framework, uma vez que as informações das etapas anteriores são necessárias para as etapas futuras, mesmo que de forma incompleta inicialmente (Figura 9).

Framework 12 Etapas - Fase Preliminar

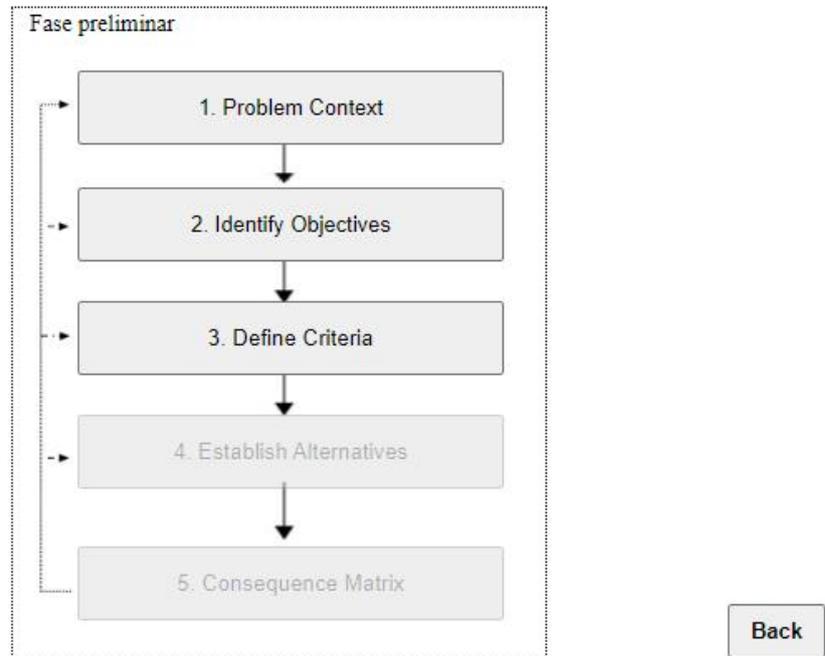


Figura 9 - Possibilidade de refinamentos sucessivos no software SID-FW.

3.2.1 Etapa 1 – Contexto do problema

Na primeira etapa do sistema de apoio a decisão, será detalhado o problema de decisão, o contexto, os aspectos conjunturais relacionados ao problema e os atores participantes do processo decisório. Na Figura 10 pode-se perceber o preenchimento das informações referentes ao case em questão.

Decision Problem: * Estudo sobre quais as possíveis iniciativas para otimizar a produtividade da ec

Context: * Com a pandemia, a grande maioria das empresas precisou se adaptar à nova

Conjunctural aspects related to the problem: * Com as vantagens percebidas, o teletrabalho ga

Decision process actors:

Actor: -- No Selection -- Description: +

Actor Type: (?) Add

Actor:	Description:
Decisor	gestor direto da equipe
Expert	Empresa de consultoria

Fase preliminar

1. Caracterização do problema
 - A - Descrição
 - B - Identificação do decisor e outros atores
2. Identificar objetivos
 - A - Caracterização (A)
 - B - Objetivos
3. Definir critérios/atributos
4. Estabelecer espaço de ações
 - A - Ação do decisor
 - B - Ação da natureza (B)
5. A - Matriz de correspondências e função correspondência
 - B - Dados (B)

Export Information Main Menu Next Step

Figura 10 - Primeira etapa do SID-FW.

Conforme explicado anteriormente, os métodos de estruturação de problemas são aliados na compreensão e detalhamento do problema. Para ter uma informação mais clara e detalhada, foi realizada a aplicação do método SSM. O SSM é um método para tratar problemas complexos, que utiliza um sistema de aprendizagem e, com isso, permite o refinamento sucessivo da análise do problema. Seu objetivo principal é identificar e estruturar problemas, relacionando o mundo real e o mundo do pensamento sistêmico, para se chegar às ações que promovam a solução de um problema com o propósito de alcançar um sistema desejável. Para maior clareza, o SSM será descrito como uma série de etapas ou estágios.

3.2.1.1 Estágios 1 e 2 – Explorar e Expressar a situação problema

Nos dois primeiros estágios do SSM busca-se expressar, com o maior nível de riqueza possível, a situação problemática extraída da realidade e sem estrutura pré-concebida. Com esse objetivo, foi utilizada a seguinte pergunta para nortear o

processo: Quais as principais ações com impacto positivo na produtividade dos funcionários da equipe de teletrabalho?

Em seguida, alguns fatores atuais que ocasionam o problema principal foram identificados e divididos em grupos:

- **Motivação:** A maioria das empresas não teve tempo hábil, em virtude da pandemia, de estruturar o processo de teletrabalho e capacitar a equipe, que estava acostumada a realizar o atendimento presencial, a realizar o atendimento remoto.
- **Conhecimento:** Existe um desconhecimento dos gestores sobre como lidar com o atendimento remoto e com a satisfação dos colaboradores ao trabalhar de uma maneira diferente. Além disso, os próprios colaboradores não tiveram treinamento nem direcionamento sobre quais as especificidades deste modelo de atendimento.
- **Recursos:** Muitas empresas não possuem os recursos (hardware, software, equipe capacitada) necessários para atender ao mercado de maneira remota, nem conseguiram direcionar investimentos para este fim, uma vez que sofreram bastante com os impactos da pandemia.

Neste contexto, foi criada uma figura rica, Figura 11, a fim de representar a situação real em que o problema é percebido.



Figura 11 - Figura rica do método SSM.

3.2.1.2 Estágio 3 – Formular definições raiz

Após desenhar as figuras ricas, é necessário construir uma definição raiz para o problema dentro do pensamento sistêmico. Como um apoio para definir no que consiste o sistema, foram identificados os elementos chamados CATWOE (Figura 12).

Client	• Os funcionários das organizações.
Actors	• Os gestores diretos e a equipe de Recursos Humanos.
Transformation process	• Treinamento + disponibilidade de recursos + satisfação dos colaboradores = aumento da produtividade
Weltanschauung	• A falta de produtividade e treinamento dos funcionários de teleatendimento.
Owner	• Os tomadores da decisão sobre as possíveis mudanças, responsáveis pela organização.
Enviromental Constraints	• Relacionados à mudança cultural e organizacional, uma vez que nem todos irão concordar com as possíveis mudanças/melhorias.

Figura 12 - Elementos CATWOE.

Com estes elementos, a definição raiz foi, então, formulada: “A mudança do modelo de atendimento foi realizada de forma abrupta e não houve a participação dos colaboradores, nem treinamento destes. Além disso, não houve a adequação da própria organização para o atendimento remoto. Com isso, se faz necessária a adoção de ações direcionadas aos colaboradores afetados, a fim de retomar a produtividade destes nas empresas”.

3.2.1.3 Estágio 4 – Elaborar modelos conceituais

Neste estágio, ainda no mundo sistêmico, é elaborado um mapa conceitual, conforme Figura 13, para o problema em estudo.

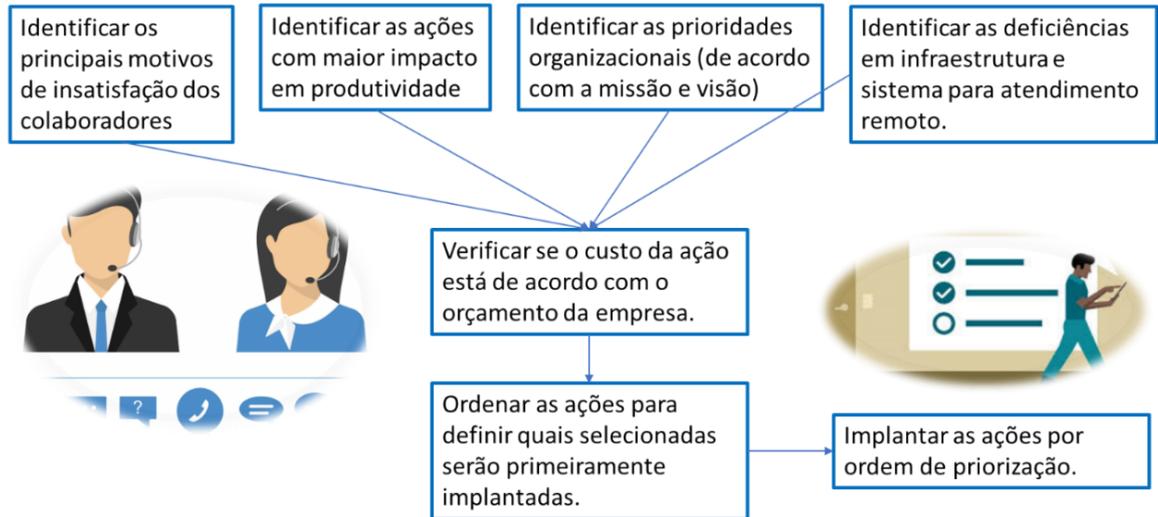


Figura 13 - Modelo conceitual.

A fim de facilitar a análise, os processos e subprocessos do processo de transformação foram detalhados na Tabela 3.

Tabela 3 – Processos de transformação.

Processos	Sub-processos
Identificar os principais motivos de insatisfação dos colaboradores.	- Deve ser realizada uma pesquisa de satisfação confidencial com os colaboradores, a fim de identificar os principais pontos de insatisfação/desmotivação dos colaboradores.
Identificar as ações com maior impacto em produtividade.	- Os gestores, em trabalho conjunto com a consultoria (analista técnico), devem elencar quais as principais ações com impactos positivos na produtividade. Estas ações podem vir de cases de sucesso de outras organizações, publicações, etc.
Identificar as deficiências em infraestrutura e sistema para atendimento remoto.	- Os gestores, junto com a equipe de operações, devem avaliar quais as principais mudanças necessárias em termos de software, hardware e infraestrutura para um melhor teleatendimento.
Identificar as prioridades organizacionais (de acordo com a missão e visão).	- Os gestores devem compartilhar os resultados da pesquisa com a diretoria da organização (tomadores de decisão). - A diretoria geral da organização deve detalhar, junto aos gestores de equipe, a missão e os valores institucionais para o estabelecimento de critérios (indicadores prioritários).
Verificar se o custo da ação está de acordo com o orçamento da empresa.	- As alternativas elicitadas a partir das insatisfações dos colaboradores, do alto impacto em produtividade e das deficiências da organização devem ser avaliadas de acordo com os critérios determinados. Além disso, deve-se avaliar o custo de implantação das alternativas e verificar se estão dentro do orçamento disponível.
Ordenar as ações para definir quais selecionadas serão primeiramente implantadas.	- A diretoria geral, junto com os gestores de teleatendimento, deve efetuar a priorização das alternativas em relação aos critérios determinados anteriormente.
Implantar as ações por ordem de priorização.	- O gestores devem direcionar as ações a serem implantadas e designar responsáveis.

Fonte: Esta pesquisa (2022).

3.2.1.4 Estágio 5 – Comparar modelo conceitual com a realidade

Neste estágio é importante voltar ao processo atual e comparar os modelos dos estágios 4 e 2, definidos anteriormente. Com isso, se comparam as atividades do

modelo conceitual e a situação problemática expressada. É importante perceber que existem as mesmas necessidades para conseguir o objetivo, ou seja, as mudanças sugeridas no enfoque sistêmico representam as mudanças necessárias do mundo real.

3.2.1.5 Estágios 6 e 7 – Mudanças possíveis e desejadas e Ações para transformação

Neste penúltimo estágio são identificadas as mudanças sistematicamente desejáveis e culturalmente viáveis, de acordo com a Tabela 4.

Tabela 4 – Mudanças desejáveis e factíveis.

Alternativas	Mudança Desejável?	Mudança Factível?
Implantar remuneração variável por produtividade	Sim	Não
Flexibilizar os horários de trabalho	Sim	Sim
Disponibilizar refeitório ou ticket alimentação	Sim	Não
Realizar treinamentos / desenvolvimento profissional	Sim	Sim
Criar programas de incentivo	Sim	Sim
Implantar ações de desenvolvimento pessoal	Sim	Sim
Automatizar tarefas repetitivas	Sim	Sim
Estabelecer metas individuais bem definidas	Sim	Sim
Padronização dos processos	Sim	Sim
Garantir uma comunicação efetiva	Sim	Sim
Intensificar o acompanhamento dos indicadores de desempenho	Sim	Sim
Adquirir novos softwares/aplicativos	Sim	Sim
Realizar melhorias na infraestrutura	Sim	Sim

Fonte: Esta pesquisa (2022).

As alternativas “Implantar remuneração variável por produtividade” e “Disponibilizar refeitório ou ticket alimentação” são mudanças não factíveis momentaneamente, pois, em virtude dos impactos da pandemia, a organização está passando por restrições financeiras. Com isso, é improvável que a diretoria aprove o direcionamento de recursos para este fim.

Por fim, para monitorar e controlar o sistema, uma vez que se trata de um método de aprendizagem, foram definidos os 3 E’s:

- **Eficácia:** Acompanhar a gestão do conhecimento, promovendo tanto a formação básica dos colaboradores que realizam o trabalho quanto o compartilhamento do conhecimento entre os membros da equipe.

- Eficiência: Assegurar que a adaptação dos processos (ou implantação dos novos), em consonância com a definição raiz, obedecerá à sistemática proposta.
- Efetividade: Verificar se as mudanças desejáveis e viáveis estão baseadas nos objetivos e critérios institucionais e se, de fato, possuem um impacto positivo nos indicadores estratégicos da organização em questão.

Com isso, chega-se ao fim dos estágios do SSM e foi obtido um melhor entendimento global do sistema. A fim de resolver o problema multicritério e se chegar a uma proposta de solução para o problema, será utilizado o modelo de apoio a decisão multicritério com base na estruturação em 12 etapas proposta por De Almeida (2013).

3.2.2 Etapa 2 – Identificação dos Objetivos

Na identificação dos objetivos, a abordagem VFT foi utilizada. Os dispositivos VFT ajudam a obter uma lista de objetivos potenciais e uma base para investigações adicionais. No sistema, ilustrado na Figura 14, estão disponíveis todos os dispositivos do método VFT. Para o problema em estudo, foram utilizados: lista de desejos, alternativas e problemas e deficiências (Tabela 5).

Fill up VFT devices to identify important elements of your problem.

Wishlist ▼

Wish List

To identify new objectives, you should ask: "What would you like to achieve in this situation?"

To expand the objectives using a wish list, you may ask "If you had no limitations at all, what would your objectives be? What if you have unlimited resources?"

Add one item to your wishlist:

Add

-- No Selection --

- Implantar iniciativas inovadoras
- Realizar/incentivar treinamentos
- Investir na saúde dos colaboradores
- Incentivar financeiramente os colaboradores por Produtividade
- Entender a necessidade dos colaboradores
- Investir em recursos tecnológicos/infraestrutura
- Desenvolver um programa de comunicação

Next Step - Create objectives

Figura 14 - Dispositivos VFT no SID-FW.

Tabela 5 – Lista geral de objetivos por dispositivo utilizado.

Lista de Desejos	Alternativas	Problemas e Deficiências
"Se você não tivesse nenhuma limitação, quais seriam seus objetivos?"	"Descreva uma alternativa perfeita"	Formalize objetivos a partir de circunstâncias que preocupam/problematizam o decisor
Aumentar a capacidade de atendimento por colaborador	Garantir o cumprimento dos procedimentos operacionais	Aumentar a produtividade dos colaboradores
Implantar iniciativas inovadoras	Gerar relatórios para análises estratégicas	Melhorar a excelência operacional
Realizar/incentivar treinamentos	Minimizar a taxa de abandono	Diminuir o tempo médio de atendimento
Investir na saúde dos colaboradores	Aumentar a taxa de conversão	Melhorar o clima organizacional
Incentivar financeiramente os colaboradores por Produtividade	Maximizar a taxa de aderência	Minimizar o absenteísmo
Entender a necessidade dos colaboradores	Maximizar a taxa de utilização do agente	Reduzir o turnover (ou rotatividade dos funcionários)
Investir em recursos tecnológicos/infraestrutura	Atingir a nota máxima na avaliação do atendimento pelo cliente	Analisar o custo das iniciativas
Desenvolver um programa de comunicação	Gerar engajamento	Identificar o grau de inovação proposto
Oferecer horários flexíveis de jornada de trabalho		Melhorar a qualidade do atendimento
Oferecer ginástica laboral		Aumentar a satisfação do cliente final
Elaborar um guia de Boas Práticas de Atendimento		Otimizar os processos
Implantar um Programa de Ideias de melhoria contínua		Melhorar a imagem interna da empresa
Estar alinhada com a expectativa dos colaboradores		Realizar reuniões de feedback
Ser um dos pilares estratégicos da organização		Cumprir o orçamento
Adquirir novos softwares/aplicativos que ajudem os colaboradores		
Realizar melhorias na infraestrutura		
Realizar treinamentos in-Company		
Subsidiar a qualificação externamente		

Fonte: Esta pesquisa (2022).

Uma vez identificados os objetivos do problema, estes precisam ser classificados em estratégicos, superiores e inferiores (Figura 15), para posteriormente ser criada uma hierarquia (Figura 16). Os objetivos estratégicos devem fornecer orientação às decisões e oportunidades de decisão, direcionando a solução com a intenção de alcançar uma visão de longo prazo. Estes objetivos são mais amplos e podem ser detalhadas por objetivos superiores e inferiores.

Os objetivos superiores, por sua vez, são mais específicos e devem influenciar o alcance de ao menos um objetivo estratégico a que estão atrelados. Os superiores agrupam os objetivos inferiores em segmentos de atuação similares, a fim auxiliar na identificação do espaço de ações ideal.

Já os objetivos inferiores são os mais detalhados e auxiliam na identificação dos critérios (ou atributos) de um problema. Estes atributos permitiram avaliar o grau de atingimento dos objetivos.



inct
institutos nacionais
de ciência e tecnologia



INSID
INSTITUTO NACIONAL DE
SISTEMAS DE INFORMAÇÃO E DECISÃO



CDSID UFPE
CENTER FOR DECISION SYSTEMS AND INFORMATION DEVELOPMENT

Classify your objectives

Problem Objectives:

Strategic Objectives:

-- No Selection --

Aumentar a produtividade dos colaboradores

Superior Objectives:

-- No Selection --

Melhorar a excelência operacional

Gerar engajamento

Cumprir o orçamento

N/A

Inferior Objectives:

-- No Selection --

Diminuir o tempo médio de atendimento

Aumentar a capacidade de atendimento por

Minimizar a taxa de abandono

Aumentar a taxa de conversão

Maximizar a taxa de aderência

Objectives Linkage

Main Menu

Fase preliminar

1. Contextualização do problema

A - Descrição

B - Identificação do cliente e necessidades

2. Modificar objetivos

A - Características geográficas

B - Objetivos

3. Definir critérios/atributos

4. Estabelecer espaço de ações

A - Ações do cliente

B - Ações da empresa (SE)

5. A - Estado de características e função consequência

B - Dados (xi)

Figura 15 - Divisão dos objetivos em estratégico, superior e inferior.

Create an objective hierarchy

Select the link between the objectives:

Strategic Objective:

Superior Objective:

Inferior Objective:

- Aumentar a produtividade dos colaboradores
- Melhorar a excelência operacional
 - Diminuir o tempo médio de atendimento
 - Aumentar a capacidade de atendimento por cola
 - Minimizar a taxa de abandono
 - Aumentar a taxa de conversão
 - Maximizar a taxa de aderência
 - Minimizar o absenteísmo
 - Reduzir o turnover (ou rotatividade dos funcion
- Gerar engajamento
 - Estar alinhada com a expectativa dos colaborad
 - Ser um dos pilares estratégicos da organização
- Cumprir o orçamento
 - Analisar o custo das iniciativas

Fase preliminar

1. Caracterização do problema

A - Descrição

B - Identificação das causas e soluções

2. Modificar objetivos

A - Caracterização de objetivos

3. Definir critérios/atributos

4. Estabelecer espaço de ações

A - Ações de decisão

B - Ações de resposta (R)

5. A - Status de caracterização e função consequência

B - Dados (x)

Figura 16 - Definição de uma hierarquia entre os objetivos.

3.2.3 Etapa 3 – Definir critérios

Os critérios permitem avaliar as alternativas e devem atender à determinadas propriedades, tais como mensurabilidade, operacionalidade e compreensibilidade. Com relação à mensurabilidade, esta pode ser comprovada uma vez que todos os critérios listados podem ser quantificados, medidos. Já com relação à operacionalidade, podemos comprovar essa propriedade pela possibilidade de expressar preferências relativas para diferentes níveis de realização de um objetivo, conforme indicado pelos níveis de atributo. Por fim, os atributos são compreensíveis, pois não há ambiguidade na descrição das consequências em termos de atributos. Assim, não há perda de informações quando uma pessoa atribui um nível de atributo para descrever uma consequência e outra pessoa interpreta esse nível de atributo.

Por fim, pode-se perceber que os critérios não são redundantes, pois tratam de perspectivas diferentes acerca da avaliação das alternativas, e são exaustivos, visto que abrangem todos os objetivos definidos para o problema de decisão.

Na Figura 17 e na Tabela 6, é possível verificar o detalhamento dos atributos com as devidas especificações (descrição, tipo, unidade de medida, dentre outros). Cada critério está atrelado a um objetivo definido na etapa anterior, uma vez que é necessário que todos os objetivos sejam mensurados precisamente e corretamente. Com isso, o sistema exige que, ao estabelecer um critério, seja selecionado um objetivo relacionado.



inct
institutos nacionais
de ciência e tecnologia



INSID
INSTITUTO NACIONAL DE
SISTEMAS DE INFORMAÇÃO E DECISÃO



CDSID UFPE
CENTER FOR DECISION SYSTEMS AND INFORMATION DEVELOPMENT

Define criteria for the objectives defined previously:

Objective:

Unit of measurement:

Criterion Name:

Direction:

Type:

Consequence nature:

Fase preliminar

1. Contextualização do problema
A - Descrição
B - Identificação do cliente e suas atividades

2. Identificar objetivos
A - Caracterização (p)
B - Objetivos

3. Definir critérios/atributos

4. Estabelecer o passo de ação
A - Ação de decisão
B - Ação de implementação

5. A - Matriz de consistência e direção de consequência
B - Dados (d)

Critérios				
Objective	Criteria	Type	Levels	Measur
Analisar o custo das iniciativas	Custo da Iniciativa	Natural		Reais
Diminuir o tempo médio de atendimento	Redução do TMA	Natural		%
Aumentar a capacidade de atendimento por colaborador	% de aumento de clientes atendidos	Natural		Número
Minimizar a taxa de abandono	% da taxa de abandono	Natural		%
Aumentar a taxa de conversão	% da taxa de conversão	Natural		%
Maximizar a taxa de aderência	% da taxa de aderência	Natural		%
Minimizar o absenteísmo	redução do absenteísmo	Constructed	3	Discret
Reduzir o turnover (ou rotatividade dos funcionários)	redução do turnover	Constructed	3	discret
Grau de inovação	Grau de Inovação	Constructed	3	Discret

Figura 17 - Definição dos critérios no SID-FW.

Tabela 6 – Descrição dos critérios.

Critério	Descrição	Tipo	Direção	Unidade de Medida
Custo da Iniciativa	Valor para desenvolvimento/implantação da iniciativa proposta	Natural	Minimização	Valor monetário (R\$)
Redução do TMA	Expectativa da redução do tempo médio de atendimento	Natural	Maximização	Porcentagem (%) esperada de redução do tempo de atendimento
% de aumento de clientes atendidos	Expectativa do número de clientes adicionais a serem atendidos	Natural	Maximização	Número de clientes adicionais atendidos
% da taxa de abandono	Busca identificar os clientes que desligam a ligação sem concluir o assunto com a empresa	Natural	Minimização	% dos clientes que desligam sem concluir o assunto
% da taxa de conversão	Razão entre o número de problemas resolvidos e o total de ligações recebidas/contatos feitos	Natural	Maximização	Aumento do % dos atendimentos convertidos
% da taxa de aderência	Cumprimento dos horários estabelecidos para entradas, saídas e pausas (ponto eletrônico)	Natural	Maximização	Aumento do % da taxa de aderência
Redução do absenteísmo	Indica se a iniciativa possui impacto na redução do absenteísmo da empresa (dias sem trabalho)	Construída	Maximização	Impacto Direto, Impacto Indireto, Indiferente.
Redução do turnover	Indica se a iniciativa possui impacto na redução do turnover da empresa	Construída	Maximização	Impacto Direto, Impacto Indireto, Indiferente.
Grau de Inovação	Busca identificar se a iniciativa é inovadora ou não na empresa	Construída	Maximização	Totalmente Inovadora, Parcialmente Inovadora, Sem Inovação
Nota na pesquisa de Satisfação dos Colaboradores	Busca identificar a percepção dos colaboradores diante da iniciativa (0-10)	Natural	Maximização	Nota na pesquisa
É um dos pilares estratégicos da empresa?	Identifica se a iniciativa faz parte de algum dos pilares estratégicos de empresa	Construído (Dicotômico)	Maximização	0 – Não 1 – Sim

Fonte: Esta pesquisa (2022).

Para os atributos construídos, foram detalhadas as escalas utilizadas para avaliar o nível de realização de um objetivo para este problema de decisão específico (Tabela 7).

Tabela 7 – Descrição dos níveis dos critérios construídos.

Nível /Critério	Redução do absenteísmo	Redução do turnover	Grau de inovação
2	<i>Impacto Direto:</i> caso a iniciativa seja implantada existe a CERTEZA por parte do decisor de que o absenteísmo reduzirá.	<i>Impacto Direto:</i> caso a iniciativa seja implantada existe a CERTEZA por parte do decisor de que o turnover reduzirá.	<i>Totalmente Inovadora:</i> não há nenhuma iniciativa similar desenvolvida na empresa; todos os conceitos apresentados são inovadores.
1	<i>Impacto Indireto:</i> caso a iniciativa seja implantada o decisor acredita que É PROVÁVEL o absenteísmo seja reduzido.	<i>Impacto Indireto:</i> caso a iniciativa seja implantada o decisor acredita que É PROVÁVEL o turnover seja reduzido.	<i>Parcialmente Inovadora:</i> há conceitos similares aos da iniciativa já implantados na empresa.
0	<i>Indiferente:</i> o decisor não considera relação entre a iniciativa a ser implantada e o indicador de absenteísmo.	<i>Indiferente:</i> o decisor não considera relação entre a iniciativa a ser implantada e o indicador de turnover.	<i>Sem Inovação:</i> não há nenhum conceito inovador na iniciativa.

Fonte: Esta pesquisa (2022).

3.2.4 Etapa 4 – Estabelecer espaço de ações

As alternativas foram majoritariamente elencadas com foco em alternativas de alto valor. Dentre as identificadas, em virtude de projetos já encaminhados na instituição, o decisor permaneceu com 8 alternativas finais, conforme Tabela 8.

Tabela 8 – Descrição das alternativas

	Alternativas	Descrição
A1	Implantar um Programa de Ideias de melhoria contínua	Desenvolver um Repositório de Ideias, em que os colaboradores farão sugestões relacionadas à melhoria do teletrabalho da organização. As ideias serão avaliadas, caso sejam aprovadas, serão implantadas. O colaborador que teve sua ideia implantada é recompensado.
A2	Realizar treinamentos in-Company	Realizar treinamentos na empresa tanto com profissionais convidados, quanto com profissionais internos, com temas relacionados ao teletrabalho e produtividade. É importante ter uma agenda com treinamentos periódicos, a fim de manter o hábito na equipe e garantir a consolidação da iniciativa.
A3	Subsidiar a qualificação externamente	Custear 50% dos cursos feitos por funcionários. O funcionário escolherá o curso, mas, para pagamento do valor, será feita uma análise de pertinência da ementa do curso, além de haver um limite trimestral.
A4	Conceder auxílio plano de saúde aos colaboradores	Pagar um auxílio aos funcionários que possuem plano de saúde. A ideia é, além de estimular o colaborador a se preocupar com sua saúde, participar dessa decisão. Não há dúvidas de que um funcionário saudável é mais produtivo, independentemente do regime de trabalho.
A5	Incentivar financeiramente os colaboradores por Produtividade	Desenvolver um programa de metas/recompensas por produtividade de colaborador em teletrabalho. O programa terá periodicidade trimestral.
A6	Oferecer ginástica laboral	Contratar uma empresa que preste serviços de ginástica laboral no formato híbrido, a fim de evitar LER (Lesão por Esforço Repetitivo) e outras doenças ocupacionais. Os colaboradores terão 15 minutos do seu horário de trabalho investidos para essa prática, custeada pela organização.
A7	Adquirir novos softwares/aplicativos	Adquirir um software inovador no mercado a fim de auxiliar no teletrabalho/gestão da rotina. O software possui um valor para implantação e custos mensais de suporte. O custo dessa alternativa será calculado com 5 anos de utilização do software (a fim de justificar a implantação).
A8	Realizar melhorias nos equipamentos	Aquisição de novos equipamentos utilizados pela equipe no regime de teletrabalho. Essa iniciativa inclui a análise das necessidades e compra/ajustes de equipamentos.

Fonte: Esta pesquisa (2022).

3.2.5 Etapa 5 – Matriz de consequências

A fim de fornecer a informação da matriz de consequências no sistema, o usuário pode tanto importar a planilha com dados de input, quanto preencher os dados na matriz disponibilizada, conforme mostrado na Figura 18. Desta forma, o decisor pode clicar no botão “Import Spreadsheet”, para importar uma planilha já pronta que esteja salva em seu computador, ou preencher com dados a matriz de consequências e clicar em “Save”.

É importante perceber que o usuário precisa atentar-se para a descrição dada aos critérios, uma vez que o sistema irá validar, antes de aceitar, a informação. Além disso, o SAD também oferece uma opção de arquivo modelo para os usuários, a fim de facilitar o preenchimento da planilha de input.

Consequence Values

Please enter the consequence values for each attribute:

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
Alt1											
Alt2											
Alt3											
Alt4											
Alt5											
Alt6											
Alt7											

Import Spreadsheet
Save

Criteria information:

Name	Type	Number of levels	Direction	Unit of Measurement
Custo da Iniciativa	Natural	---	Minimization	Reais
Redução do TMA	Natural	---	Maximization	%
% de aumento de clientes atendidos	Natural	---	Maximization	Número
% da taxa de abandono	Natural	---	Maximization	%
% da taxa de conversão	Natural	---	Maximization	%

Alternatives information:

Alt 1	Programa de Ideias de melhoria continua
Alt 2	Realizar treinamentos in-Company
Alt 3	Subsidiar a qualificação externamente
Alt 4	Conceder auxílio plano de saúde
Alt 5	Incentivo financeiro
Alt 6	Ginástica laboral
Alt 7	...

Figura 18 - Input dos dados da matriz de consequências

Ao dar sequência no sistema, será disponibilizada a matriz de consequências com os valores informados pelo usuário para que ele possa confirmar os valores definidos (Figura 19).

Consequence matrix

Criteria:	Custo da Iniciativa	Redução do TMA	% de aumento de clientes atendidos	% da tax
Type:	Natural	Natural	Natural	Natural
Number of levels of discrete criteria:				
Consequence nature:	Deterministic	Deterministic	Deterministic	Determi:
Consequence Matrix:				
Programa de Ideias de melhoria contínua	8	9	0	3
Realizar treinamentos in-Company	9	8	7	6
Subsidiar a qualificação externamente	5	0	4	10
Conceder auxílio plano de saúde	6	5	5	0
Incentivo financeiro	2	10	3	0
Ginástica laboral	3	4	6	6
Novos softwares/ aplicativos	7	11	7	1

Figura 19 - Matriz de consequências

3.2.6 Etapa 6 – Efetuar a modelagem de preferências e pré-avaliação da escolha do método

Nesta etapa, um ponto importante é avaliar a racionalidade do problema, a fim de seguir na pré-avaliação da escolha do método. No intuito de verificar a racionalidade adequada para o decisor no problema considerado, foi identificado que um maior custo de implementação pode ser compensado por um maior impacto nos indicadores de desempenho dos colaboradores. De modo semelhante, percebe-se que uma nota menor na pesquisa de satisfação dos colaboradores pode ser compensada por um aumento no desempenho dos indicadores. Diante do exposto, a racionalidade é tida como compensatória, visto que pode haver compensação de um menor desempenho de uma alternativa em um dado critério por meio de um melhor desempenho em outro critério. Assim, existe uma compensação entre os critérios no modelo de agregação.

No SAD, o usuário precisa definir qual a racionalidade do problema e justificar a sua escolha, conforme Figura 20. Na mesma tela, o usuário precisa escolher entre duas alternativas do seu problema. Para selecionar as duas alternativas a serem

apresentadas no gráfico, é calculado o valor global de todas as alternativas do problema utilizando o mesmo peso para todos os critérios. Após isto, são selecionadas as duas alternativas com maior valor global.

Outro ponto importante é que, para exibição no gráfico, é utilizada a escala local. Com isso, a alternativa com o maior valor em cada critério terá o valor 1 e o valor da outra alternativa será representado como um percentual da primeira. A vantagem dessa representação é permitir ao decisor que leve em consideração, especificamente nesta análise, apenas as duas alternativas apresentadas, reduzindo o esforço cognitivo necessário.

Após a seleção da melhor alternativa de acordo a racionalidade do problema, o sistema apresenta uma situação hipotética em que o usuário deve escolher com a mesma racionalidade (Figura 21). Cabe ressaltar que o caso hipotético foi estruturado de modo que, caso a racionalidade seja compensatória, o usuário deve escolher uma alternativa e, se for não compensatório, deve escolher a outra. Com isso, o sistema avalia se o usuário definiu a racionalidade de maneira consciente e se, de fato, entendeu qual a diferença entre os dois casos.

Ao final desta etapa, o sistema exibe os dois gráficos, lado a lado, com as respectivas alternativas escolhidas, conforme ilustrado na Figura 22. Além disso, é solicitado ao usuário informar com base em que opção ele fez a sua escolha: (A) Considerando a alternativa que teve o melhor desempenho na maior parte dos critérios; ou (B) Compensando o baixo desempenho em um critério com um alto desempenho em outro critério.

How do you classify your problem?

Compensatory Non Compensatory

Explain your answer:

The criteria values can compensate.

Ok

Choose the best alternative

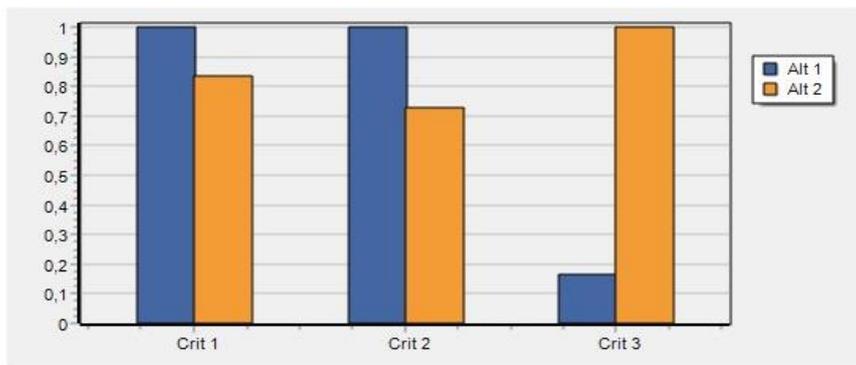


Please, choose an alternative:
 -- No Selection --
 Ok

Next Step

Figura 20 - Seleção da racionalidade do problema.

Choose in this case with the same rationale as you did in the previous:



Please, choose an alternative:
 -- No Selection --
 Ok

Next Step

Figura 21 - Apresentação de caso hipotético para seleção da racionalidade.

3.2.7 Etapas 7 a 12

Conforme já mencionado, as próximas etapas do Framework estão sendo desenvolvidas no SAD proposto, mas, para este problema, foram resolvidas utilizando o processo de construção de modelos de decisão do Framework de 12 Etapas.

3.2.7.1 Etapa 7 – Efetuar avaliação intracritério

A avaliação intracritério está associada à definição da função valor marginal para cada um dos critérios. O valor global da alternativa A_i é obtido por meio da soma ponderada das constantes de escala dos critérios w_j pelo valor $v_j(A_i)$. Assim, v_j representa a função valor do critério c_j , obtida através de uma avaliação intracritério, que será definida nesta etapa.

Como foi utilizado o SAD FITradeoff, a avaliação intracritério foi feita por meio do próprio software. Este, por sua vez, permite declarar a função valor como linear ou fazer a elicitación por meio das perguntas com os valores das consequências. Como a determinação da função valor marginal é crucial para a resolução do problema e deve estar de acordo com as preferências do decisor, foi feita a opção pela elicitación intracritério para todos os critérios contínuos. Já para os discretos, a função valor foi definida como linear.

A Figura 23 exemplifica tanto uma pergunta para um dos critérios, quanto o gráfico apresentado ao final da elicitación, com os pontos estabelecidos pelo decisor.

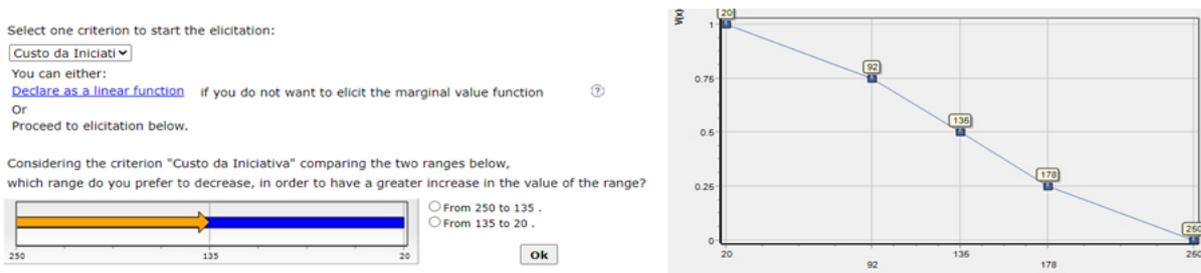


Figura 23 - Avaliação intracritério no SAD FITradeoff

3.2.7.2 Etapa 8 – Efetuar avaliação intercritério

Na etapa de avaliação intercritério, é feita a elicitación das constantes de escala. Como citado anteriormente, este é um dos desafios dos métodos de agregação aditiva. Essas constantes irão permitir efetuar a combinação quantitativa dos critérios para o processo de agregação com vistas à avaliação das alternativas.

O SAD do FITradeoff permite que, por meio da análise das consequências feitas pelo decisor, seja elicitado os valores das constantes de escala. A primeira parte do procedimento refere-se à ordenação dos critérios. A ordem dos critérios, por sua vez, também pode ser feita por meio da avaliação das consequências ou por meio da ordenação direta. Para o problema em questão optou-se pela ordenação direta, de acordo com as preferências do decisor. A ordem final estabelecida para os critérios foi: C1 (Custo) > C11 (Pilar estratégico) > C2 (Redução TMA) > C3 (Clientes atendidos) > C4 (taxa de abandono) > C10 (Pesquisa de satisfação) > C5 (Conversão) > C6 (Aderência) > C7 (Absenteeísmo) > C8 (Turnover) > C9 (Inovação).

Após a ordenação, inicia-se o processo de elicitación do valor das constantes. O SAD FITradeoff permite que o decisor opte pela avaliação por decomposição ou pela avaliação holística, a depender da situação e agindo de acordo com seu estilo cognitivo. É importante observar que, em geral, existem casos específicos em que é sugerida a utilização da avaliação holística. Para a problemática de ordenação, se o decisor define holisticamente uma relação de dominância entre duas alternativas, em meados do processo de elicitación, por exemplo, esta relação é acrescentada ao modelo, refinando assim o ranking. Com isso, o ranking se torna mais completo e o processo de elicitación pode ser encurtado.

Cabe ressaltar que, no referido SAD, diferentemente do que ocorre nos métodos aditivos com informação completa, é definido um espaço de pesos final ao fim do processo, e não valores exatos para as constantes escalas. Dessa forma, existe um conjunto de pesos para os quais a alternativa escolhida pelo FITradeoff é a melhor alternativa.

Além disso, à medida em que é estabelecido um intervalo de valores para as constantes de escala, o sistema utiliza essa informação como parte do problema de programação linear a ser resolvido, encontrando novas relações de dominância, de forma que o ranking vai sendo refinado [FREJ et al. 2019]. Desta forma, ao mesmo tempo em que é feita a avaliação intercritério (etapa 8 do framework), o decisor já realiza concomitantemente a avaliação das alternativas (etapa 9).

Ao iniciar o processo, em virtude da grande quantidade de alternativas e das poucas relações de dominância estabelecidas, o decisor optou por iniciar a elicitación por decomposição. É importante ressaltar que, a qualquer momento da elicitación, o

decisor pode analisar o diagrama de Hasse com as relações de dominância entre as alternativas, a fim de entender como a ordenação está sendo estabelecida.

Após 17 perguntas respondidas na elicitação por decomposição, o decisor, ao analisar o diagrama de Hasse, optou por fazer uma avaliação holística, uma vez que foi possível decidir dentre duas alternativas específicas (Figura 24).

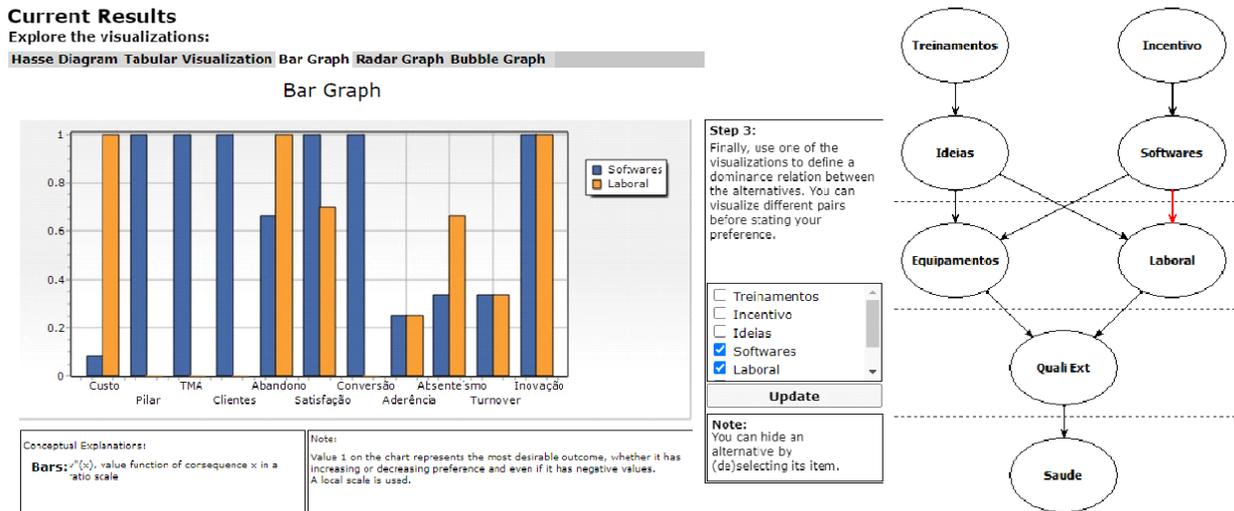


Figura 24 - Avaliação holística para problemática de ordenação no SAD FITradeoff.

É importante ressaltar que o SAD do FITradeoff ainda permite que o decisor diferencie entre as relações de dominância estabelecidas por meio da elicitação por decomposição e da avaliação holística, uma vez que no diagrama de Hasse elas são identificadas por cores diferentes.

3.2.7.3 Etapa 9 – Avaliar alternativas

Esta etapa inicia a terceira fase do processo de decisão. Assim, após ter sido aplicado o método multicritério, foram avaliadas as consequências possíveis a fim de gerar um possível ranking, de acordo com as preferências do decisor. Essa ordenação é feita utilizando as funções citadas na etapa 7 e as constantes definidas na etapa 8.

Como citado anteriormente, o diagrama de Hasse é uma ferramenta muito útil em problemas de tomada de decisão na problemática de ordenação, pois possibilita que o decisor visualize graficamente as relações de dominância entre as alternativas a qualquer momento durante o processo de elicitação. Ao final do processo, obteve-se o diagrama final da Figura 25.

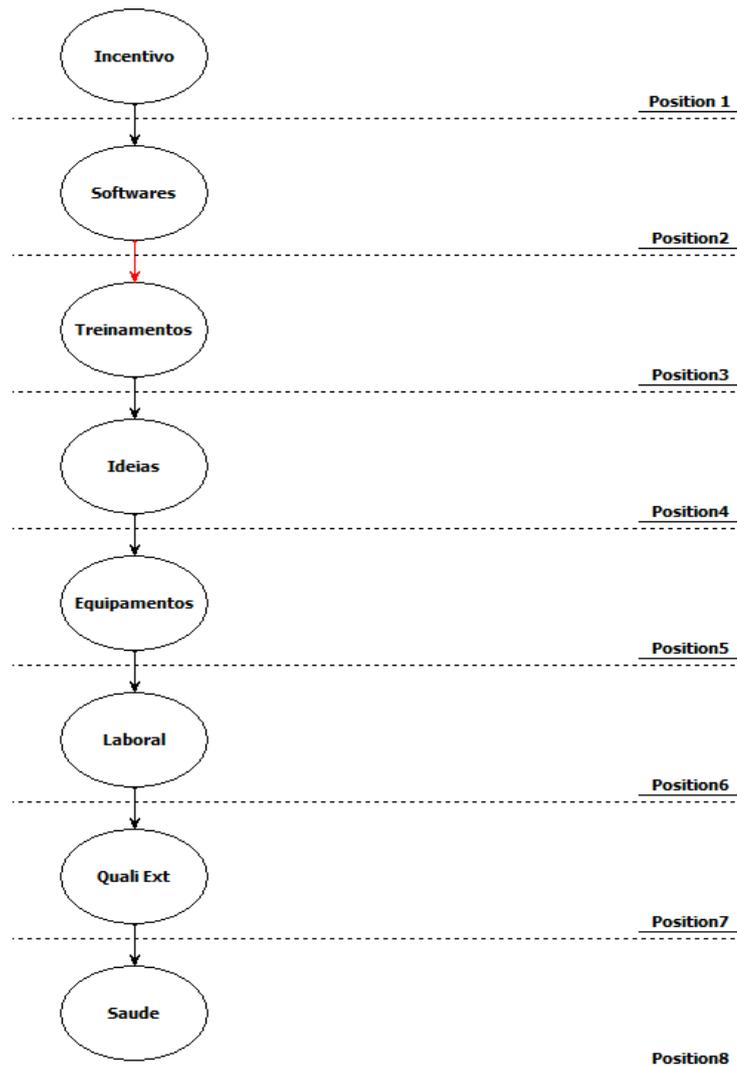


Figura 25 - Diagrama de Hasse final

Para verificar as informações cedidas por meio da avaliação holística e da elicitação por decomposição, as respostas do decisor passam por um teste de consistência executado pelo próprio SAD. Neste caso, não foi identificada nenhuma inconsistência nas respostas do decisor.

É importante ressaltar que a seta em vermelho do diagrama indica que a relação de dominância entre duas alternativas foi estabelecida por meio da avaliação holística.

3.2.7.4 Etapa 10 – Efetuar análise de sensibilidade

Nesta etapa, precisa ser realizada a análise de sensibilidade e análise de robustez do problema. A análise de sensibilidade trata do estudo e análise do impacto provocado na saída do modelo, por variações na entrada deste. Esta análise é crucial,

uma vez que ela ajuda a identificar o quão estável é o ranking apresentado, assegurando a posição de cada iniciativa na ordenação.

A análise de sensibilidade foi feita também utilizando o SAD FITradeoff. Este permite que o decisor determine as variações de quais critérios ele deseja analisar. A fim de avaliar a robustez do modelo, foi analisada a mudança no ranking com uma variação de 20% para mais e para menos nos seguintes critérios: custo da iniciativa, nota na pesquisa de satisfação, % do aumento de clientes atendidos e redução do tempo médio de atendimento.

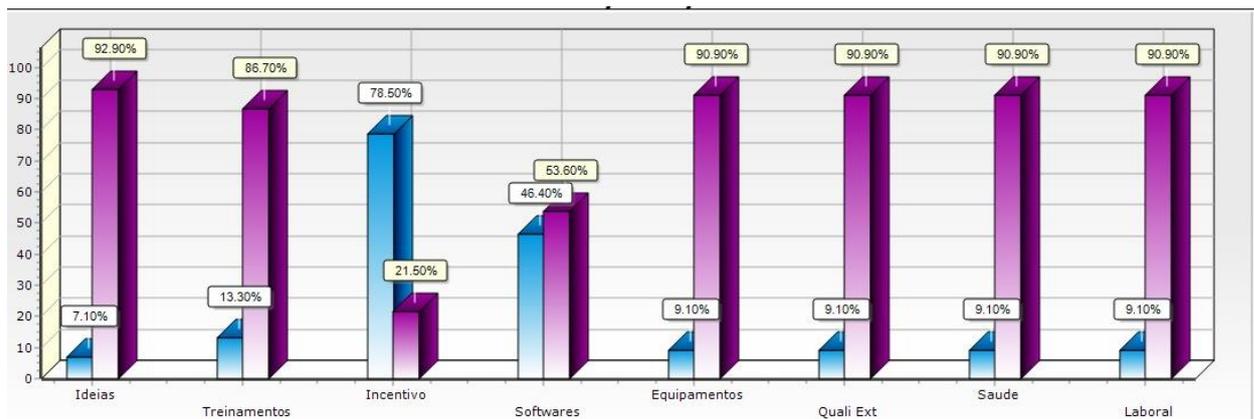


Figura 26 - Análise de sensibilidade

No gráfico da Figura 25, é possível observar o percentual de vezes em que uma alternativa permaneceu em sua posição original (série azul) e o quanto foi alterado, independentemente da posição ocupada (série roxa). Pode-se perceber que as duas primeiras alternativas do ranking final (Incentivo Financeiro e Investimentos em Softwares) são as que menos apresentaram variações em sua posição original, o que garante uma robustez para o modelo estudado.

3.2.7.5 Etapa 11 – Analisar resultados e elaborar recomendação

Com base nos resultados obtidos e na ordenação exposta na etapa 9, recomenda-se ao decisor implantar inicialmente a iniciativa de conceder um incentivo financeiro aos colaboradores que tiverem uma produtividade acima da meta. Assim, o modelo ratificou o que muitas organizações já vivenciam na prática, uma vez que a resposta a incentivos financeiros é, em geral, bem expressiva. É desejável também que seja implementada mais de uma ação concomitantemente, visto que algumas delas possuem impactos em áreas consideradas complementares. Não se pode

esquecer que, como todo modelo, este possui algumas limitações e simplificações, logo o decisor deve analisar com cautela a solução obtida.

Para o contexto do problema, uma vez que o decisor aprovou o resultado da priorização das ações com a diretoria geral da empresa, a sugestão é que a implementação das ações seja gradativa, como já exposto inclusive pelo próprio gestor. Essa recomendação é reforçada pelo fato de que as mudanças nem sempre são bem recebidas pelos colaboradores. Some-se a isso o fato de que muitas mudanças já foram realizadas a priori, de forma desestruturada, o que gera um certo desconforto geral.

3.2.7.6 Etapa 12 – Implementar decisão

É importante iniciar com a apresentação da análise geral e os benefícios deste estudo para a organização e qualidade de vida dos funcionários. Além disso, deve ser apresentado o cronograma pré-estabelecido de cada atividade a ser realizada e a comunicação e a apresentação precisam ser claras e direcionadas para a equipe. Com isso, evita-se resistências nas implantações e é possível garantir a adesão de um número expressivo de colaboradores.

Uma sugestão é ouvir os colaboradores após a implementação de cada uma das ações, de forma a aprimorar o processo de acordo com as características específicas do negócio. Por fim, após toda a análise realizada e as recomendações propostas, cabe ao decisor iniciar as ações e analisar os benefícios para o negócio.

4 ESTUDO COMPORTAMENTAL SOBRE USO DO SAD FRAMEWORK

Este capítulo apresenta um estudo comportamental, a fim de analisar como o uso do SAD teve influência na construção de um modelo de decisão feita por um grupo de usuários e qual a percepção destes acerca da usabilidade do SAD desenvolvido. É realizada também a análise das respostas dos usuários e a aplicação de um questionário posteriormente, a fim de obter *insights* para contribuir com a melhoria do software.

4.1 Descrição do estudo

O SAD desenvolvido visa auxiliar o usuário na construção de modelos de decisão, utilizando o Framework de 12 etapas, proposto por De Almeida, 2021. Além disso, é proposto ao usuário comparar a racionalidade do seu modelo de decisão com o de um modelo hipotético, a fim de analisar se o conceito de racionalidade e, conseqüentemente, a escolha do método está sendo feita de forma consistente por este.

Diante do exposto, foi feito um estudo com um grupo de 18 estudantes de graduação e pós-graduação, do curso de Engenharia de Produção. O SAD foi disponibilizado por meio de um link aos usuários e, posteriormente à criação do modelo de decisão, foi aplicado um questionário aos estudantes.

Cabe ressaltar ainda que foi solicitado aos usuários utilizar um problema que eles já houvessem resolvido previamente, utilizando o Framework de 12 Etapas sem auxílio de sistema para construção de modelos de decisão, com o objetivo de possibilitar a comparação da resolução com e sem o SAD proposto. Por fim, foi feito o tratamento e análise dos dados e a interpretação dos resultados.

A Figura 27 detalha as etapas do estudo realizado.

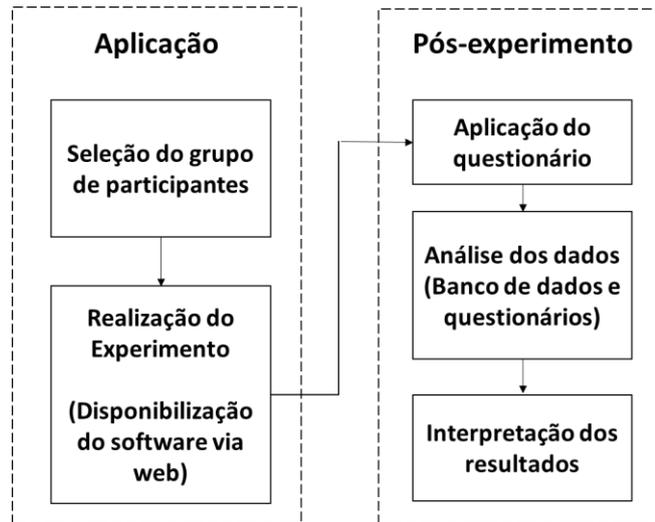


Figura 27: Etapas do estudo.

4.2 Aplicação do estudo

4.2.1 Seleção do grupo de participantes

Esta etapa corresponde à seleção do grupo de 18 estudantes que participaram do estudo. Foram selecionados 12 estudantes da graduação, 2 do mestrado e 4 do doutorado, da área de Engenharia de Produção, entre 20 e 35 anos. A média de idade dos alunos é de 25 anos. Além disso, aproximadamente 78% são do sexo masculino (14 estudantes), enquanto 22% são do sexo feminino (4 estudantes). Os alunos selecionados estavam cursando a disciplina de Estruturação de Problemas e já haviam cursado anteriormente a disciplina de Decisão Multicritério.

Embora a proposta do SAD seja para o público em geral, optou-se por selecionar os participantes deste primeiro estudo, a fim de obter feedbacks mais direcionados. Ademais, como todos já tinham algum conhecimento prévio em decisão multicritério, foi possível analisar questões referentes à indicação da racionalidade do problema.

4.2.2 Realização do experimento

A realização do experimento consistiu em disponibilizar o SAD aos participantes, solicitando que eles o utilizassem para construir um modelo de decisão já trabalhado por eles anteriormente. Não foram dadas informações prévias, exceto que o SAD auxiliaria na construção de modelos, e não foi detalhado o Framework, nem o propósito do sistema.

Os estudantes tiveram cerca de 3 dias para completar a atividade e, caso desejassem, poderiam cadastrar mais de um problema ou até cadastrar o mesmo problema mais de uma vez, estando ciente que seria considerado o último problema cadastrado por usuário. Por fim, foi informado aos participantes que seria aplicado um questionário pós-experimento e foi informada a data em que eles deveriam comparecer para respondê-lo presencialmente.

4.3 Pós-estudo comportamental

Nesta fase é realizada a aplicação do questionário e a posterior análise dos dados, a fim de listar as principais contribuições dos usuários para o sistema.

4.3.1 Aplicação do questionário

Foi aplicado um questionário com 32 perguntas, a fim de captar a experiência do usuário ao utilizar o SAD e analisar a etapa crucial da construção dos modelos, a definição da racionalidade. O questionário foi aplicado individualmente e de forma presencial. Os participantes tiveram cerca de 30 minutos para responder o questionário e havia um professor à disposição para tirar possíveis dúvidas.

Foi solicitado aos usuários que ao terminar uma seção de perguntas, não retornasse mais a ela, a fim de evitar desvios nas respostas com mudanças posteriores. Para garantir essa sequência, durante a aplicação do questionário, o professor também atuava como fiscal do processo.

O questionário foi dividido em 8 seções: (1) Informações Pessoais; (2) Contribuição do SAD; (3) Feedback das Etapas 1 e 2; (4) Feedback da Etapa 3; (5) Feedback da Etapa 4; (6) Feedback da Etapa 5; (7) Feedback da Etapa 6; (8) Feedback Geral.

Na primeira seção, o usuário precisa se identificar por meio de informações básicas, tais como nome, idade, sexo, nível de escolaridade e curso de informação. Já na segunda, é solicitado ao usuário que ordene, por ordem de contribuição, quais as etapas que foram mais beneficiadas com o uso do SAD (Figura 28).

Com relação ao uso do SAD do Framework, enumere as etapas abaixo colocando 1 naquela que foi MAIS beneficiada pelo SAD e 6 naquela que foi MENOS beneficiada pelo SAD. Entende-se como mais beneficiada aquela que o SAD mais auxiliou para a construção do modelo de decisão. *

- Etapa 1 - Contextualização do problema
- Etapa 2 - Identificação das consequências e dos objetivos
- Etapa 3 - Definição dos critérios/atributos
- Etapa 4 - Estabelecer as alternativas
- Etapa 5 - Matriz de consequências
- Etapa 6 - Efetuar modelagem de preferências

Figura 28: Ordenação das etapas do software por grau de contribuição

A partir da terceira seção até a sétima, o usuário irá responder perguntas referente às etapas específicas do software (Figura 29). Esse padrão de pergunta foi seguido para todas as etapas, a fim de evitar desvios nas respostas.

De que forma o SAD do Framework contribuiu para a construção da "Etapa 1 - Contextualização do problema" no modelo de decisão, comparado com a experiência anterior sem o SAD.

- Ajudou muito
- Ajudou
- Ajudou pouco
- Ajudou muito pouco
- Não ajudou

Figura 29: Pergunta objetiva sobre as etapas específicas do SAD.

A fim de extrair o máximo de informação a respeito da experiência do usuário, algumas perguntas são objetivas e outras subjetivas. Por exemplo, para saber se o usuário teve alguma dificuldade no estabelecimento da hierarquia dos objetivos, era importante entender qual o entendimento dos participantes a respeito da classificação dos objetivos. Neste caso, foi utilizada uma pergunta discursiva.

É importante também ressaltar que algumas perguntas foram escolhidas a fim de avaliar os próprios recursos ofertados no sistema, com o objetivo de evitar a oferta de recursos "inúteis" do ponto de vista do usuário. Um exemplo é a possibilidade de fazer o download dos dados de cada etapa estruturados em uma planilha, isto é, uma

planilha com as informações dos objetivos, outra com as dos critérios, e assim por diante.

A racionalidade é um ponto chave de análise do SAD. Isto porque ela irá definir o grupo de métodos de decisão multicritério que poderá ser utilizado para o problema em questão, ou seja, é esta definição que irá direcionar a escolha do método de decisão multicritério que levará o decisor à solução do problema.

Utilizando uma abordagem diferente, o SAD testa a confiabilidade da racionalidade informada pelo participante por meio da apresentação de um gráfico hipotético. Neste gráfico apresentado, fica evidente que uma alternativa deve ser selecionada caso a racionalidade seja compensatória, enquanto a outra deve ser selecionada caso seja não-compensatória. Assim, o intuito é verificar se o raciocínio do participante está de acordo com os conceitos teóricos não só por meio de perguntas diretas, mas também por meio de exemplos práticos.

Para esta análise, o SAD disponibiliza as duas melhores alternativas, utilizando critérios com pesos iguais, para que o participante, além de selecionar qual ele prefere, indique qual a racionalidade estabelecida para o problema (Figura 30).

The screenshot displays the SAD interface for problem classification. At the top, logos for INCT, INSID, and CDSID/UFPE are visible. The main question is "How do you classify your problem?" with radio buttons for "Compensatory" (selected) and "Non Compensatory". A text box below asks "Explain your answer:" with the text "The criteria values can : compensate." and an "Ok" button. A bar chart titled "Choose the best alternative" compares two alternatives, "Novos" (green) and "Gimás" (purple), across criteria: Custo, Reduç %, de %, da %, da %, da %, reduç, reduç, Grau, Pesqu, and Pilar. A dropdown menu prompts "Please, choose an alternative:" with "No Selection" selected and an "Ok" button. Red boxes highlight the classification question and the alternative selection dropdown.

Figura 30: Escolha da racionalidade do problema pelo usuário.

A fim de validar a resposta dada, é apresentado um gráfico de uma situação hipotética, com duas alternativas e três critérios, também utilizando critérios com pesos iguais, conforme Figura 31: Gráfico hipotético apresentado pelo SAD. Neste gráfico hipotético, o usuário deve escolher uma das alternativas de acordo com a mesma racionalidade do seu problema real. Além disso, no gráfico hipotético fica evidente, para o usuário que entende a diferença entre a racionalidade compensatória

e não-compensatória, qual alternativa deve ser escolhida para que seja mantida a racionalidade selecionada anteriormente. Uma alternativa (Alt 2 na Figura 31) é a melhor quando os valores são compensados entre os critérios e a outra alternativa (Alt 1 na Figura 31) é melhor quando é verificado para quantos critérios ela é melhor. Neste último caso, quem tiver o melhor desempenho para o maior número de critérios, é a melhor.

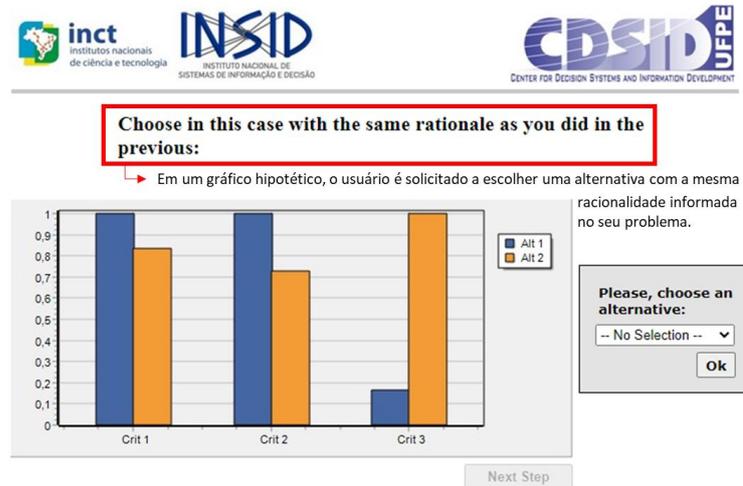


Figura 31: Gráfico hipotético apresentado pelo SAD.

Após esta escolha, os gráficos são apresentados lado a lado, indicando qual a alternativa escolhida em cada caso, no real e no hipotético (Figura 32).

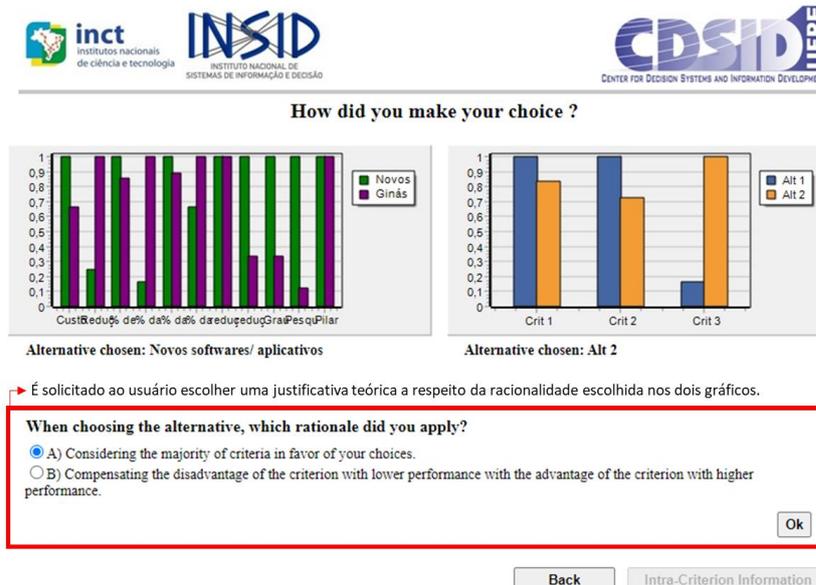


Figura 32: Seleção de justificativa da racionalidade.

Ao final, é feita uma última pergunta (Figura 32), referente a esta questão, ao usuário com o objetivo de entender se ele selecionou as alternativas utilizando a teoria da racionalidade. A pergunta é objetiva e detalha as duas situações para que ele possa escolher:

1. Foram selecionadas as alternativas com melhor desempenho para a maioria dos critérios;
2. Foi selecionada a alternativa compensando a desvantagem de um critério com um pior desempenho com a vantagem de um critério com um melhor desempenho.

A resposta dada a pergunta citada anteriormente também é levada em consideração para verificar possíveis inconsistências nas respostas dos participantes.

Por fim, são feitas perguntas para entender a percepção dos participantes quanto ao grau de insegurança e precisão nas respostas dadas. Independentemente de ter escolhido as respostas de forma coerente ou não, é importante analisar se o decisor se sente confiante ao avançar nas etapas do Framework e se as respostas dadas, na opinião dele, são fidedignas ou não.

Logo, para análise por meio do questionário, na sétima seção, o usuário foi direcionado a responder uma sequência de perguntas sobre o grau de precisão/imprecisão em suas respostas, principalmente no que se refere à racionalidade do problema (Figura 33 e Figura 34). Percebeu-se que, embora, na maioria das vezes, os usuários declarem ter segurança em suas respostas, no que diz respeito à racionalidade, quando são direcionados a escolher em diferentes contextos usando a mesma racionalidade, nem sempre apresentam respostas consistentes.

Qual o seu grau de segurança sobre a definição da racionalidade de seu problema?

Nenhuma imprecisão

Pouca imprecisão

Média imprecisão

Muita imprecisão

No momento em que os gráficos foram apresentados, você teve dificuldade para selecionar a melhor alternativa? Justifique sua resposta.

Texto de resposta longa

Figura 33: Pergunta do questionário referente ao grau de segurança do usuário nas respostas do SAD.

Ao analisar o gráfico com o caso hipotético, a escolha da alternativa deveria ser feita seguindo a racionalidade declarada anteriormente. Você fez essa escolha com base na racionalidade? E qual o seu nível de segurança ao responder essa questão?

Sim e estava muito seguro ao responder.

Sim, mas estava inseguro ao responder.

Sim, mas não soube escolher a alternativa e escolhi a alternativa aleatoriamente.

Não percebi que deveria seguir a racionalidade declarada anteriormente

Outros...

Ao comparar os dois gráficos lado a lado, qual o grau de segurança da sua resposta?

Nenhuma imprecisão

Figura 34: Pergunta do questionário referente a resposta do usuário no gráfico hipotético do SAD.

Em outras palavras, os participantes declaram que o seu problema possui determinada racionalidade e escolhem, no gráfico hipotético, uma alternativa com racionalidade diferente, o que demonstra uma incoerência, já que o SAD solicita que seja utilizada a mesma racionalidade nas duas respostas. Além disso, as perguntas dessa seção visam entender também se, os usuários que respondem com segurança, apresentam respostas corretas ao serem expostos a diferentes realidades.

Por fim, a última seção possui perguntas sobre o grau de segurança nas respostas dadas no questionário. Somado a isto, foi disponibilizado um espaço para que o participante pudesse deixar livremente comentários e sugestões.

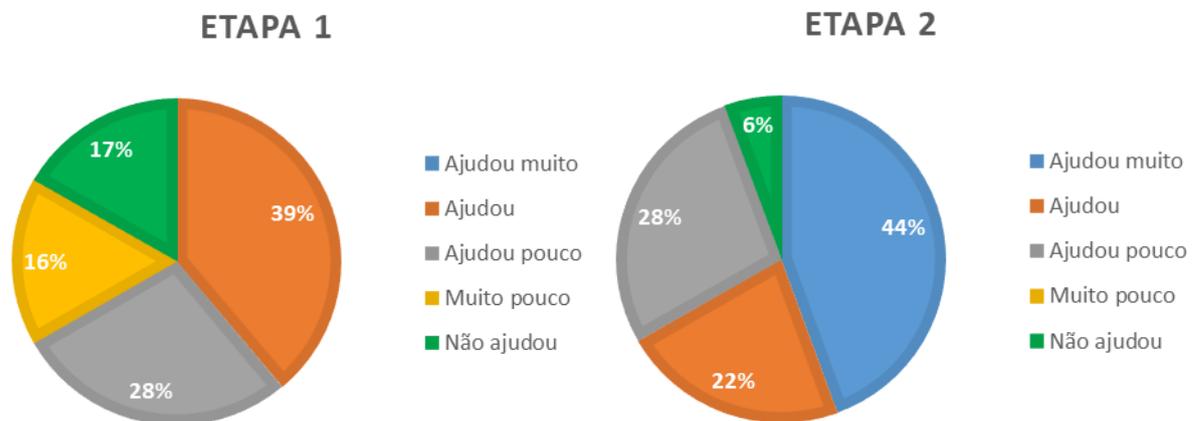
4.3.2 Análise dos dados

Os dados provenientes do banco de dados e do questionário respondido pelos participantes foram extraídos e diversas análises feitas a partir deles. A primeira análise consistiu em entender o quanto, cada uma das etapas, teve de contribuição com a utilização do software. De forma complementar, a segunda identificou a ordenação feita pelos usuários e quantas vezes cada etapa esteve em determinada posição.

Já a terceira análise foi direcionada para entender se a racionalidade do problema foi compreendida corretamente pelos usuários. Por fim, a quarta versou sobre a quantidade de dispositivos VFT utilizados por usuário.

4.3.2.1 Contribuição do SAD nas etapas do Framework

Para analisar a contribuição do SAD nas etapas individuais do Framework, foi utilizada uma pergunta objetiva feita para cada uma das etapas disponíveis no software. A resposta foi selecionada pelo participante em uma escala likert de 5 níveis (ajudou muito, ajudou, ajudou pouco, ajudou muito pouco e não ajudou), conforme a Figura 35.



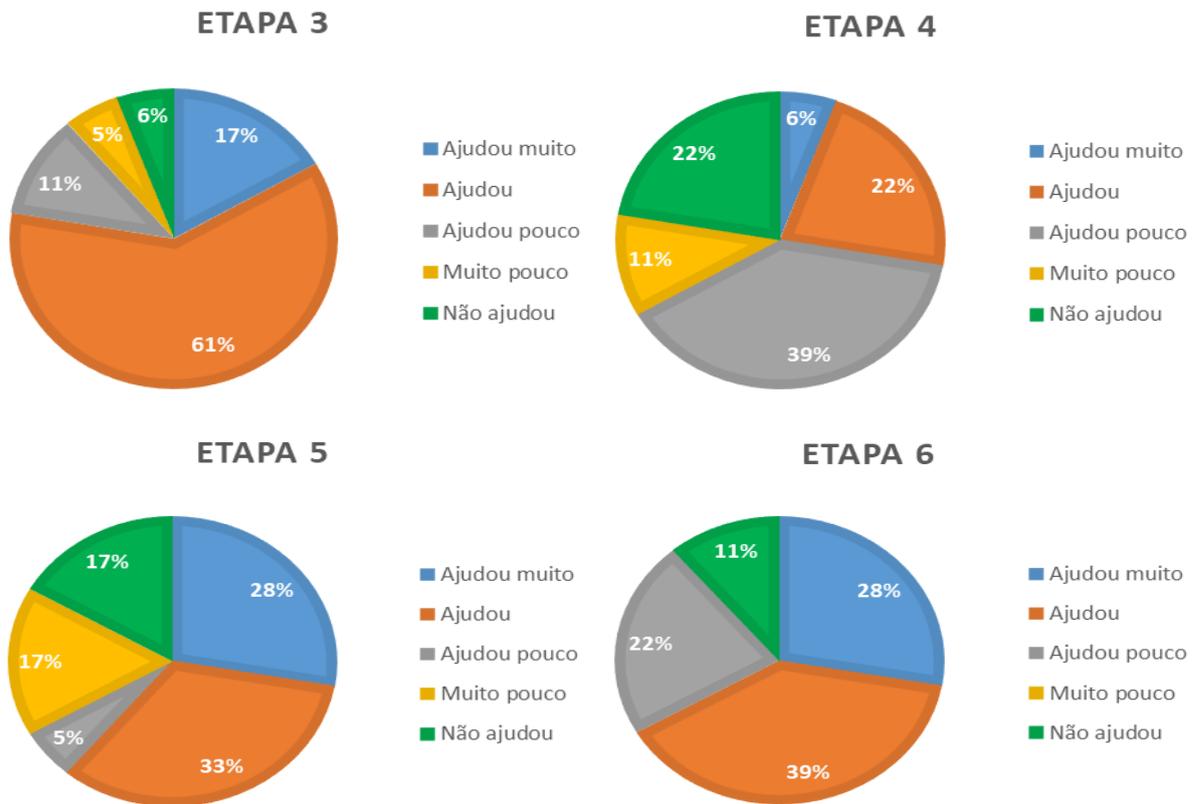


Figura 35: Análise dos questionários dos participantes.

Por meio da análise da Figura 35, pode-se perceber que a maioria dos participantes acredita que o uso do SAD para construção de modelos de decisão multicritério:

- Não ajudou, ajudou pouco ou ajudou muito pouco no desenvolvimento da Etapa 1 – Contextualização do problema (61%);
- Ajudou muito ou ajudou no desenvolvimento da Etapa 2 – Identificação das consequências e dos objetivos (66%);
- Ajudou muito ou ajudou no desenvolvimento da Etapa 3 – Definição dos critérios / atributos (78%);
- Não ajudou, ajudou pouco ou ajudou muito pouco no desenvolvimento da Etapa 4 – Estabelecer as alternativas (72%);
- Ajudou muito ou ajudou no desenvolvimento da Etapa 5 – Matriz de consequências (61%);
- Ajudou muito ou ajudou no desenvolvimento da Etapa 6 – Modelagem de preferências (67%).

Logo, o SAD teve uma boa contribuição na maioria das etapas, exceto nas etapas 1 e 4, em que foram identificadas mais oportunidades de melhoria pelos usuários. A partir dessas oportunidades, foram estabelecidas as prioridades e traçado um plano de ação que será detalhado na fase de interpretação dos resultados.

4.3.2.2 Ordenação das etapas por contribuição

Com o objetivo de verificar se os participantes responderam de forma consistente o quanto o SAD contribuiu para cada etapa na seção anterior, é relevante analisar também quantas vezes cada uma das etapas esteve em determinada colocação. A primeira etapa, por exemplo, foi considerada como uma das etapas em que o software não teve tanta atuação quando analisada individualmente. Isto teve um impacto direto na ordenação. De acordo com a Figura 36, a etapa 1 não esteve em 1º nem 3º lugar no ranking, e esteve em 2º lugar apenas 6% das vezes. Pode-se perceber que a maioria das vezes esta etapa assumiu as colocações entre 4º e 6º lugares.

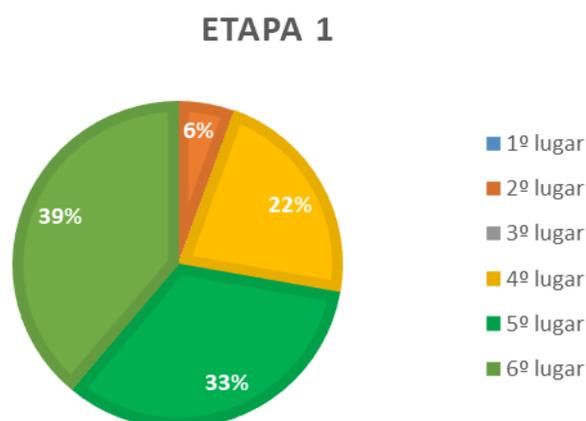


Figura 36: Colocações da Etapa 1 na ordenação.

De modo semelhante, a etapa 4 também não foi considerada como uma das que teve muitas contribuições por parte do software. No entanto, já é possível observar que, na ordenação, ela aparece 34% das vezes entre a 1ª e a 3ª colocação e 66% das vezes entre a 4ª e a 6ª posição (Figura 37).

ETAPA 4

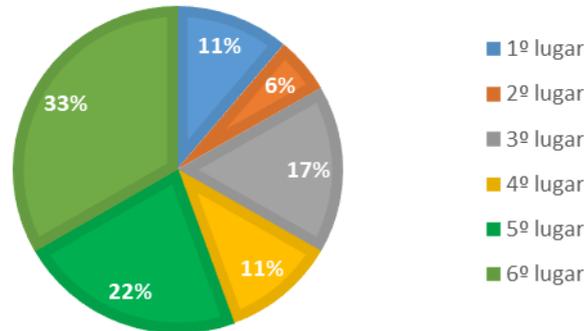


Figura 37: Colocações da Etapa 4 na ordenação.

A etapa 3, por sua vez, foi a mais escolhida dentre as que o SAD teve muita contribuição. De acordo com a Figura 38, ela ficou 83% das vezes entre a primeira e a terceira colocação. Quando avaliada individualmente, de acordo com a seção anterior, ela também obteve um resultado expressivo em termos de contribuição.

ETAPA 3

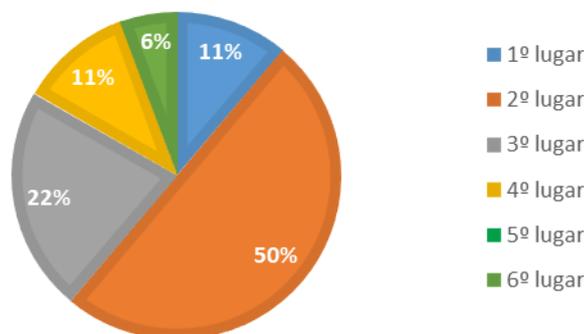


Figura 38: Colocações da Etapa 3 na ordenação.

A etapa 2 foi a que ficou mais vezes em primeiro lugar do ranking, com 44%, conforme Figura 39. Como esta etapa refere-se à descrição das consequências e dos objetivos, é importante a percepção de valor por parte dos usuários, uma vez que ela é a base para geração dos critérios e das alternativas que irão compor a matriz de consequências.

ETAPA 2

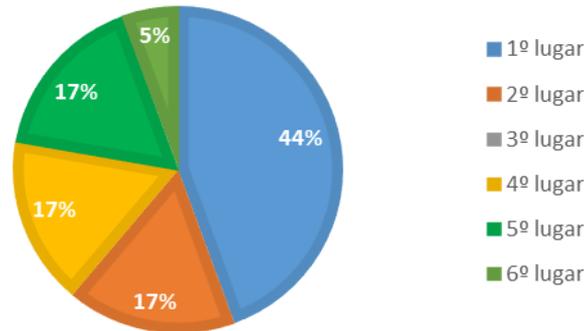


Figura 39: Colocações da Etapa 2 na ordenação.

A etapa 6, por sua vez, é a que detalha a racionalidade do problema. De acordo com a Figura 40, esta etapa esteve 66% das vezes entre a primeira e a terceira colocação. Embora tenha sido um resultado expressivo, era esperado que este valor fosse mais alto, o que demonstra a necessidade de detalhar e explicar melhor esta etapa, a fim de obter resultados mais consistentes com o uso do SAD.

ETAPA 6

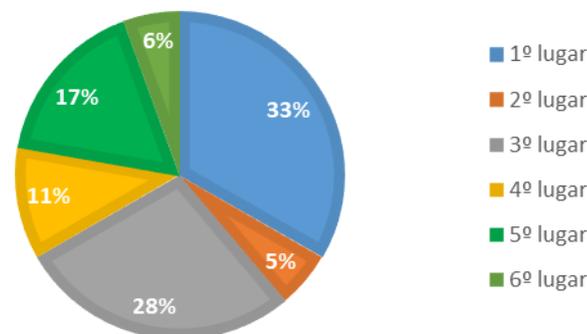


Figura 40: Colocações da Etapa 6 na ordenação.

Por fim, a etapa 5 (Figura 41) ficou 50% das vezes em segundo e terceiro lugares, o que demonstra a eficácia do software ao ajudar a elaborar a matriz de consequências. Um dos pontos cruciais de melhoria do software consiste na forma de fornecer os dados desta matriz, uma vez que, para matrizes muito extensas, o SAD se mostrou mais eficaz com o upload dos dados ao invés do preenchimento. Com isso, a etapa 5 não ocupou, na opinião dos participantes, nenhuma vez o primeiro lugar, mas ficou 50% das vezes na segunda ou terceira colocação.

ETAPA 5

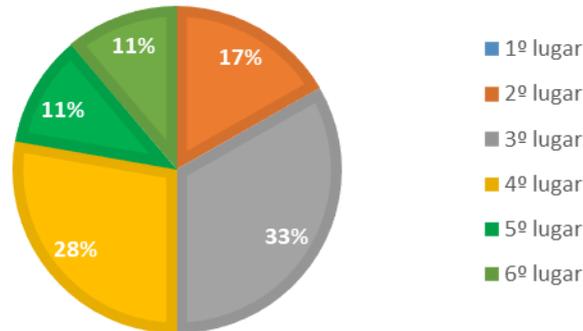


Figura 41: Colocações da Etapa 5 na ordenação.

4.3.2.3 Análise da racionalidade

Na Figura 42 é apresentado um gráfico em que foi analisada a racionalidade informada pelo participante para o seu problema, a seleção da alternativa no gráfico hipotético e a resposta dada à pergunta final da racionalidade. Como dito anteriormente, na pergunta final o usuário seleciona uma explicação para a racionalidade selecionada na representação gráfica, isto é, ele escolherá dentre duas definições, qual é a correta para o problema representado, conforme Figura 32.

% DE RESPOSTAS

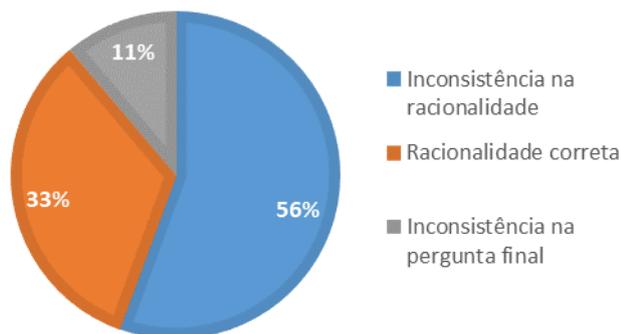


Figura 42: Análise da racionalidade selecionada pelo usuário.

Pela análise acima, é possível verificar que 56% dos participantes apresentaram inconsistências ao selecionar a racionalidade. Em outras palavras, estes participantes informaram que o problema deles possuía racionalidade compensatória, mas, no gráfico hipotético, selecionaram a melhor alternativa utilizando a racionalidade não compensatória. Logo, a inconsistência foi apresentada ao não selecionar as

alternativas nos dois gráficos com base na mesma racionalidade, independente de qual seja.

Por outro lado, 33% dos usuários selecionaram as alternativas com base na mesma racionalidade, isto é, selecionaram a melhor alternativa no gráfico hipotético utilizando a mesma racionalidade do seu problema cadastrado. Finalmente, 11% dos usuários apresentaram inconsistência ao responder à pergunta final, ou seja, selecionaram a racionalidade compensatória para o problema, mas utilizaram como explicação o conceito de racionalidade não compensatória.

Outro ponto a ser analisado é a racionalidade dos problemas atrelada ao contexto de decisão e à relação de critérios. Embora seja discricionariedade do decisor estabelecer a racionalidade do problema, a análise do contexto pode deixar evidente uma racionalidade diferente. Para o estudo em questão, não houve nenhuma inconsistência evidente.

Tabela 9 – Problemas cadastrados no SAD.

Contexto de Decisão	Relação de Critérios	Racionalidade
Escolha de um tecido mais sustentável para a produção de roupas	Reciclagem; Percentual de couro; Percentual de Poliéster; Valores dos recursos; Percentual de tinta; Percentual de água utilizada; Percentual de algodão utilizada	Compensatória
Escolha de um computador	Memória; PP de Horas Extras; Anos de vida; Preço; Duração da bateria; Núm. Programas não rodados; Turnover; Custo com manutenção; Tempo de descarga	Compensatória
Escolha de um carro para compra	Multimídia; Sensor farol; Autonomia; Sensor de estacionamento; Itens de série; Potência; Preço	Compensatória
Decidir a localização de instalações de um serviço	Lucro; Acessibilidade; Infraestrutura de varejo; Lucro; Tamanho da população; Distância média; Distância média de fornecedores	Compensatória
Ranqueamento de atividades passíveis de terceirização	Impacto da atividade no negócio-fim da organização; Investimento para executar a atividade com competitividade; Risco de Erros Internos; Nível de dificuldade com a mão de obra própria para a atividade; Satisfação com o desempenho atual da atividade.	Compensatória
Aquisição de um notebook	Preço em reais; Conforto; Pixels; Gigahertz; Quilograma; Milissegundos.	Compensatória
Alocação do capital levantado no fundo de investimentos	Investir mais com menos; Investir no menor valor da empresa; Investir em empresas de setores já consolidados; Investir no máximo de oportunidades; Potencial adquirido da empresa investida.	Compensatória
Escolha de um computador	Peso; Duração da bateria; Preço; Armazenamento; Processamento.	Compensatória
Avaliação da eficiência das placas de sinalização contra ataques de tubarões na cidade de Recife	Informações sobre riscos de acidentes; Idiomas; Fácil visualização; Elementos de distração; Acesso as placas.	Compensatória
Escolha de um restaurante	Preço; Distância; Sabor; Ambiente; Atendimento.	Compensatória
Escolha de um país para morar	Sustentabilidade (EPI); Idade; IDH; PIB; Educação (PISA); Poder de compra; Seg saúde; Inflação; Roubos; Violência.	Compensatória
Definir problema a ser utilizado como tema para o TCC	FDD1; FDA1; DVT1; MAS1; MDS1; MUS1.	Compensatória
Problema de seleção de fornecedor de medicamento quimioterápico	Preço; Frete; Lead Time; Mix de produtos; Pontualidade; Flexibilidade; Qualidade; Acuracidade.	Compensatória
Gerenciamento de inundações urbanas: Estruturação da alocação de recursos na fase de resposta à catástrofe	Hosp; Resc; Seg; Temp; help; dist; estoq; capac.	Compensatória
Problema multicritério associado à escolha da melhor cidade para exercer a profissão de engenheiro de produção	Custo de vida; Média salarial; Fluxo de trânsito; Clima; Taxa de homicídio.	Compensatória
Decidir qual celular deve comprar	Capacidade bateria; Valor; Velocidade processador; Qualidade câmera; Resolução Tela.	Compensatória
Escolha de um FII	DY (12 meses); P/VP; Diversificação.	Compensatória
Escolha de fabricante na terceirização da produção de camisetas básicas para a empresa de moda Kamale	Grau de qualidade do tecido; Percentual de desconto; Leadtime; Flexibilidade (quantidade mínima por cor); Preço de custo; Compatibilidade (identificação com a Private Label).	Compensatória

Fonte: Este autor (2022).

4.3.2.4 Análise da utilização de dispositivos

Por tratar-se de uma ferramenta que visa estimular a estruturação de dados, é importante verificar a utilização dos dispositivos VFT pelos usuários. Estes dispositivos ajudam a estimular a identificação de possíveis objetivos. O ideal é que a identificação dos objetivos seja a mais completa possível, a fim de que o contexto do problema seja corretamente identificado e, tanto os critérios, quanto as alternativas, sejam corretamente elicitados. Os dispositivos utilizados no SAD em questão são: lista de desejos (*wish list*); alternativas; consequências; problemas e deficiências; objetivos, restrições e orientações; perspectivas diferentes; e objetivos preliminares.

No SAD, são fornecidas explicações nas telas de cada um dos dispositivos, a fim de auxiliar o usuário na utilização destes. O intuito ao fornecer essas informações sobre os dispositivos e sua utilização é principalmente instigar o usuário a usá-los mais e, assim, gerar mais elementos para o problema. Estes posteriormente podem gerar critérios que garantam a mensuração dos objetivos e alternativas mais assertivas.

DISPOSITIVOS / PARTICIPANTE

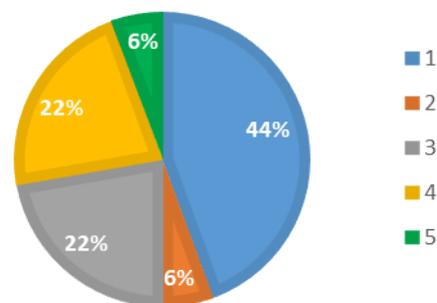


Figura 43: Dispositivos utilizados por participante.

Para o estudo em questão, a maioria dos participantes, 44%, utilizou apenas 1 dispositivo VFT. Deste percentual, a maioria usou o dispositivo Lista de Desejos, também conhecido como *wishlist*. No entanto, é possível analisar também que 44% dos usuários optou por utilizar 3 ou 4 dispositivos diferentes, o que sinaliza bom indicador para o uso do SAD. Na média, ficamos com cerca de 2,4 dispositivos por participante.

4.3.3 Interpretação dos resultados

Por meio da análise dos resultados, identificou-se que as etapas que mais foram influenciadas positivamente pelo uso do SAD foram: “Etapa 2 – Identificação das consequências e dos objetivos” e “Etapa 3 – Definição dos critérios/atributos”. Isto pode ser justificado pelo fato de o SAD guiar a navegação do usuário de forma sistemática, estimulando o pensamento sequencial, além de disponibilizar os dispositivos VFT de maneira intuitiva.

Além disso, muitos participantes tiveram dificuldades, em sua primeira vez atuando como analistas/decisores, ao detalhar os critérios. O SAD, por sua vez, lista todos os campos necessários para que os critérios sejam compreendidos por qualquer pessoa que tenha acesso ao problema de decisão, tendo ou não conhecimento prévio. Ademais, o sistema garante o atendimento à propriedade de exaustividade dos critérios, ou seja, todos os objetivos são representados por pelo menos um critério.

Por outro lado, as etapas que sofreram uma menor contribuição com o uso do software foram: “Etapa 1 – Contextualização do problema” e “Etapa 4 – Estabelecer as alternativas”. Após uma análise detalhada, pode-se concluir que, como a Etapa 1, de contextualização do problema, é uma etapa em que muitas informações são cedidas pelos usuários, e não é feita a utilização de ferramentas ou recursos gráficos e de software, os decisores podem ter a impressão de que o SAD não causa grande interferência.

Com relação à Etapa 4, a percepção dos usuários pode ser justificada pelo fato de não ter sido implementada uma relação direta entre os objetivos meios e as alternativas. Assim, alguns participantes relataram não ter uma base prévia intuitiva para criação das alternativas. Isto já foi mapeado e precisa ser melhor implementado no sistema.

Após uma análise geral, pôde-se perceber que os participantes tiveram uma boa experiência com o uso do SAD e que este se mostrou eficaz quando feita uma comparação da construção de um modelo, com base no Framework de 12 Etapas, com o uso do software e sem o uso. Além disso, os usuários ainda confirmaram ter utilizado o sistema e respondido o questionário do estudo comportamental com um grau significativo de precisão e demonstraram pouca insegurança nas respostas.

No entanto, foi possível perceber que, apesar da confiança dos participantes, houve uma alta taxa de inconsistência quando comparada a resposta dos

participantes em relação à racionalidade. Embora tenha sido solicitado para usar a mesma racionalidade no seu problema e, no gráfico hipotético apresentado pelo SAD, por exemplo, uma parcela significativa dos usuários respondeu de forma incoerente. Assim, estes escolheram uma racionalidade para o seu problema e outra diferente para o gráfico hipotético.

Portanto, os resultados apresentados na seção anterior demonstram que, embora ainda haja muita oportunidade de melhoria no SAD desenvolvido, este já demonstrou auxiliar de modo satisfatório os usuários na construção de modelos de decisão. Em algumas etapas, o software se mostrou mais eficiente, enquanto, em outras, os participantes não perceberam muita diferença.

Diante das sugestões dadas e análise feita com o questionário comportamental, foi estruturado um plano de ação para cada uma das etapas, com foco nas etapas identificadas com uma menor contribuição.

Tabela 10 – Plano de Ação baseado no questionário pós-experimento.

	Plano de Ação
Etapa 1 – Contextualização do problema	<ul style="list-style-type: none"> - Inserir descrição de cada campo para preenchimento. - Dar mais detalhes sobre a informação a ser concedida, a fim de auxiliar quem não tem experiência prévia em decisão multicritério. - Analisar a utilização de recursos de métodos AFT, com o objetivo de estimular a interatividade. - Permitir inserir figura relacionada ao contexto / decisor.
Etapa 2 – Identificação das consequências e dos objetivos	<ul style="list-style-type: none"> - Descrever os níveis hierárquicos dos objetivos (estratégico, superior e inferior). - Permitir a inserção de mais de um nível inferior, antes do detalhamento dos critérios. - Explicar, com mais detalhes, os dispositivos individualmente e estimular o uso com recursos gráficos. - Acrescentar outros métodos de estruturação de problemas na definição dos objetivos. Ex.: métodos AFT (<i>Alternative Focused Thinking</i>).
Etapa 3 – Definição dos critérios / atributos	<ul style="list-style-type: none"> - Inserir descrição de cada campo para preenchimento. - Incluir informativo com o que deve ser descrito nos critérios construídos.
Etapa 4 – Estabelecer as alternativas	<ul style="list-style-type: none"> - Fazer o link entre os objetivos meio e as alternativas, utilizando os conceitos do VFT (Um objetivo que representa o meio de atender um objetivo fundamental auxilia na geração de alternativas). - Inserir rede meios-fins.
Etapa 5 – Matriz de consequências	<ul style="list-style-type: none"> - Para matrizes maiores do que 4x4 sugerir, no SAD, o uso da planilha para upload. - Acrescentar a possibilidade de utilizar diferentes vetores de pesos.
Etapa 6 – Modelagem de preferências	<ul style="list-style-type: none"> - Explicar com mais detalhes o propósito do gráfico hipotético. - Inserir descrição mais detalhada na tela em que aparecem os dois gráficos lado a lado.

5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Este capítulo tem por objetivo discorrer sobre as principais conclusões advindas deste trabalho, e também apresentar sugestões para possíveis trabalhos futuros na linha do que foi desenvolvido e apresentado nesta dissertação.

5.1 Conclusões

Este trabalho propôs o desenvolvimento de um sistema web de apoio a decisão para construção de modelos de decisão multicritério, a fim de facilitar e, em determinados casos, possibilitar a estruturação de problemas, fundamental para o sucesso na resolução de problemas de decisão multicritério. Um dos pontos fundamentais é a vantagem de o sistema auxiliar os usuários a compreender o contexto de decisão de forma global e criar melhores critérios e mais alternativas para o seu problema, o que é crucial para se fazer boas decisões.

A partir do exposto, o SAD apresentado segue um framework robusto, Framework 12 Etapas (de Almeida et al, 2021), para construção de modelos de decisão, que, além de detalhar a fase preliminar, também especifica as fases de modelagem de preferências e a escolha do método, terminando com a fase de finalização, que engloba desde a avaliação das alternativas até a implantação das ações. Com isso, o SAD integrou conceitos de métodos de estruturação na fase preliminar, buscando desenvolver melhor o problema e auxiliar o decisor na resolução deste.

Em outras palavras, o sistema desenvolvido, em sua versão preliminar, auxiliou os decisores a pensar mais e melhor sobre o problema em questão e a melhorar o nível de detalhamento no processo de estruturação. Com isso, foi possível sistematizar melhor as informações e chegar a um conjunto de critérios robusto e um espaço de ações bem definido.

Conforme especificado, até o momento, o SAD está com a implementação do Framework até a Etapa 6 – Modelagem de preferências. Cabe ressaltar que as etapas posteriores estão em fase de desenvolvimento, concomitantemente à realização de melhorias nas etapas já implementadas.

O SAD desenvolvido foi utilizado para resolver o problema de um artigo publicado nos anais do evento LIV Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional,

intitulado “Uso do método FITradeoff para priorização de iniciativas que visam aumentar a produtividade de colaboradores no regime de teletrabalho”. Como o sistema proposto ainda não foi totalmente desenvolvido, o problema foi resolvido, a partir da etapa 7 do Framework, usando o software FITradeoff.

Além disso, o SAD foi disponibilizado na web, em caráter experimental, e foi realizado um estudo comportamental com uma amostra de usuários, sendo estes estudantes da disciplina de estruturação de problemas, com o objetivo de testar o sistema e fornecer feedbacks em um questionário pós-experimento. Estes usuários, ao preencherem o questionário, permitiram uma análise em relação ao fluxo de informações do SAD, às ferramentas oferecidas, à usabilidade e à interface do sistema.

A partir da análise do questionário pós-experimento foi traçado um plano de ação com o intuito de mapear as melhorias sugeridas e direcionar o desenvolvimento do sistema também por meio da percepção de usuários externos. Como os usuários eram estudantes que já tinham cursado a disciplina de Decisão Multicritério, estes foram capazes de fornecer insights mais técnicos e até mesmo relacionados a recursos que não foram implementados no sistema.

Por fim, pôde-se perceber que a utilização do sistema por este grupo de usuários foi proveitosa e que o feedback geral a respeito do SAD foi positivo.

5.2 Sugestões para Trabalhos Futuros

Como sugestão para trabalhos futuros, primeiramente, podemos citar o desenvolvimento do plano de ação traçado, bem como a complementação do sistema com todas as etapas do Framework de 12 Etapas. É importante lembrar que este trabalho já está sendo implementado pela equipe do laboratório CDSID da UFPE.

Além disso, pode-se destacar o estudo já iniciado na área de avaliação comportamental do usuário na utilização do sistema e conseqüentemente na estruturação de problemas, com o objetivo de melhorar o sistema de apoio a decisão proposto. A análise feita neste trabalho foi desenvolvida com um pequeno grupo amostral, de modo que ampliar este para um grupo maior seria de grande contribuição.

Uma outra sugestão para trabalho futuro é o desenvolvimento deste sistema de apoio a decisão em uma linguagem de programação com uma interface gráfica mais interativa, para estimular a criatividade e o interesse do usuário. Além disso, com o

sistema mais facilmente acessível, é possível ainda prever melhores resultados nas situações de decisão multicritério.

Outra linha de trabalho futuro consiste na integração do sistema desenvolvido com os softwares disponíveis com os métodos de decisão multicritério. Assim, o usuário não precisaria inserir os resultados obtidos com a utilização do método, de modo que este processo seria automatizado. Para isto, é importante perceber que esta integração deve ser feita tanto com um software de um método compensatório, quanto de um não-compensatório. Com isso, é permitido que o decisor atue livremente e possa identificar corretamente a racionalidade do problema proposto.

REFERÊNCIAS

ACKOFF, R. L.; SASIENI, M. W. *Fundamentals of operations research*. New York: John Wiley, 1968.

ALENCAR, LUCIANA HAZIN; MOTA, CAROLINE MARIA DE MIRANDA; ALENCAR, MARCELO HAZIN. The problem of disposing of plaster waste from building sites: problem structuring based on value focus thinking methodology. *Waste Management*, [S.L.], v. 31, n. 12, p. 2512-2521, Dez/2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2011.06.015>.

ALMEIDA, Adiel Teixeira de. Additive-veto models for choice and ranking multicriteria decision problems. *Asia-Pacific Journal Of Operational Research*, [S.L.], v. 30, n. 06, p. 1350026, dez. 2013. World Scientific Pub Co Pte Ltd. <http://dx.doi.org/10.1142/s0217595913500267>.

ALMEIDA, SIMONE DE; MORAIS, DANIELLE COSTA; ALMEIDA, ADIEL TEIXEIRA DE. Agregação de pontos de vista de stakeholders utilizando o Value-Focused Thinking associado à mapeamento cognitivo. *Production*, [S.L.], v. 24, n. 1, p. 144-159, 2 jul. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-65132013005000037>.

BANA E COSTA, Carlos A.; BEINAT, Euro. Model-structuring in public decision-aiding. Operational Research Group, Department of Management, London School of Economics and Political Science, 2005.

BELTON, VALERIE; STEWART, THEODOR. *Multiple criteria decision analysis: an integrated approach*. Springer Science & Business Media, 2002.

BOND, SAMUEL D.; CARLSON, KURT A.; KEENEY, RALPH L. Generating Objectives: can decision makers articulate what they want? *Management Science*, [S.L.], v. 54, n. 1, p. 56-70, jan. 2008. Institute for Operations Research and the Management Sciences (INFORMS). <http://dx.doi.org/10.1287/mnsc.1070.0754>.

BOUYSSOU, D., MARCHANT, T., PIRLOT, M., TSOUKIAS, A., & VINCKE, P. *Evaluation and decision models with multiple criteria: Stepping stones for the analyst* (Vol. 86). Springer Science & Business Media. 2006.

BRANS, Jean-Pierre; DE SMET, Yves. PROMETHEE methods. Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys, p. 187-219, 2016.

CARLOS A. BANA E COSTA, JEAN-MARIE DE CORTE, JEAN-CLAUDE VANSNICK. Guia do utilizador M-MACBETH. Disponível em: www.m-macbeth.com. Acesso em 22 de novembro de 2022.

CHECKLAND, P., 1981. *Systems Thinking Systems Practice*. Wiley, Chichester.

CHEUNG, SAI-ON; LAM, TSUN-IP; WAN, YUE-WANG; LAM, KA-CHI. Improving Objectivity in Procurement Selection. *Journal of Management In Engineering*, [S.L.],

v. 17, n. 3, p. 132-139, jul. 2001. American Society of Civil Engineers (ASCE). [http://dx.doi.org/10.1061/\(asce\)0742-597x\(2001\)17:3\(132\)](http://dx.doi.org/10.1061/(asce)0742-597x(2001)17:3(132)).

DAVIS, G. B.; OLSON, M. H. *Management information systems: conceptual foundations, structure, and development*. McGraw-Hill, Inc., 1984.

DE ALMEIDA, A. T.; ROSELLI, L. R.P.; FREJ, E.A.; MORAIS, D. C.; COSTA, A.P.C.S. A framework for building multicriteria decision models. *Working paper CDSID*. (www.cdsid.org.br). 2021.

DE ALMEIDA, A. T. *Processo de Decisão nas Organizações: Construindo Modelos de Decisão Multicritério*. Segunda Edição. IPSID, 2022.

DE ALMEIDA, A.T. *Processo de Decisão nas Organizações: Construindo modelos de decisão multicritério*. São Paulo. Editora Atlas, 2013.

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. 416P.

DE ALMEIDA, A. T.; ROSELLI, L. R.P. (2022) A Framework for Building Multicriteria Decision Models with Regard to Reliability, Risk and Maintenance. In: De Almeida, A. T.; Ekenberg, L; Scarf, P; Zio, E; Zuo, M J.; Multicriteria Decision Models and Optimization for Risk, Reliability, and Maintenance Decision Analysis - Recent Advances. *International Series in Operations Research & Management Science*. Vol 321. New York: Springer, 2022.

DE ALMEIDA, A.T.; MORAIS, D. C.; COSTA, A.P.C.S; ALENCAR, L. H; DAHER, S.F.D; (2019). *Decisão em Grupo e Negociação – Métodos e Aplicações*. Editora Interciência. 2ª Edição.

DE ALMEIDA, A.T.; CAVALCANTE, C.A.V.; FERREIRA, R.J.P.; ALMEIDA FILHO, A.T.; ALENCAR, M.H.; GARCEZ, T.V. Risk, Reliability and Maintenance Decision Analysis using Multicriteria and Multiobjective Models. *International Series in Operations Research & Management Science*. New York: Springer, 2015.

DE ALMEIDA, A.T.; RAMOS, F.S. *Gestão da Informação na Competitividade das Organizações*. 2. Ed. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2002.

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*, V. 29, P. 7-47, 2021. DOI: 10.1007/S10100-020-00728-Z.

DE ALMEIDA, A.T. e et al. A new method for elicitation of criteria weights in additive models: flexible and interactive tradeoff. *European Journal Of Operational Research*, [S.L.], v. 250, n. 1, p. 179-191, abr. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2015.08.058>.

DE ALMEIDA, A.T.; DE ALMEIDA, J.A.; COSTA, A.P.C.S.; DE ALMEIDA -FILHO, A.T. (2016) 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.

EDEN, Colin; ACKERMANN, Fran. Cognitive mapping expert views for policy analysis in the public sector. *European Journal Of Operational Research*, [S.L.], v. 152, n. 3, p. 615-630, fev. 2004. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0377-2217\(03\)00061-4](http://dx.doi.org/10.1016/s0377-2217(03)00061-4).

EDWARDS, Ward; BARRON, F. Hutton. SMARTS and SMARTER: Improved simple methods for multiattribute utility measurement. *Organizational behavior and human decision processes*, v. 60, n. 3, p. 306-325, 1994.

ENSSLIN, L., ENSSLIN, S. R., DUTRA, A. MCDA: a constructivist approach to the management of human resources at a governmental agency. *International Transactions in Operational Research*, Estados Unidos, v. 7, p. 79-100, 2000.

FIGUEIRA, José Rui; MOUSSEAU, Vincent; ROY, Bernard. ELECTRE methods. *Multiple criteria decision analysis: State of the art surveys*, p. 155-185, 2016.

FREJ, EDUARDA ASFORA; ROSELLI, LUCIA REIS PEIXOTO; ALMEIDA, JÔNATAS ARAÚJO DE; ALMEIDA, ADIEL TEIXEIRA DE. A Multicriteria Decision Model for Supplier Selection in a Food Industry Based on FITradeoff Method. *Mathematical Problems in Engineering*, [S.L.], v. 2017, p. 1-9, 2017. Hindawi Limited. <http://dx.doi.org/10.1155/2017/4541914>.

INGRAM, H. (2000). Using soft systems methodology to manage hotels: a case study. *Managing Service Quality*, 10, 6-10.

JACQUET-LAGREZE, Eric; SISKOS, Jean. Assessing a set of additive utility functions for multicriteria decision-making, the UTA method. *European journal of operational research*, v. 10, n. 2, p. 151-164, 1982.

KEENEY, R. L. Value-Focused Thinking: A Path to Creative Decisionmaking. *Harvard University Press*. (1992) ISBN: 9780674931985.

KELLER L.R., HO J.L. (1988) *Decision problem structuring: Generating options*. *IEEE Trans. Systems* 18(5):715–728.

KEENEY, Ralph L., (1996), Value-focused thinking: Identifying decision opportunities and creating alternatives, *European Journal of Operational Research*, 92, issue 3, p. 537-549, <https://EconPapers.repec.org/RePEc:eee:ejores:v:92:y:1996:i:3:p:537-549>.

KEENEY, R.L.. Modeling values for telecommunications management. *Ieee Transactions On Engineering Management*, [S.L.], v. 48, n. 3, p. 370-379, 2001. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). <http://dx.doi.org/10.1109/17.946536>.

MARTINS, R. A. Abordagens Quantitativa e Qualitativa. In: CAUCHICK MIGUEL, P.A. *Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações*. (2ed.) Rio de Janeiro, Elsevier, p. 47-63, 2012.

MINGERS, JOHN; ROSENHEAD, JONATHAN. Problem structuring methods in action. *European Journal Of Operational Research*, [S.L.], v. 152, n. 3, p. 530-554, fev. 2004. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0377-2217\(03\)00056-0](http://dx.doi.org/10.1016/s0377-2217(03)00056-0).

MINGERS, JOHN; ROSENHEAD, JONATHAN, 2001. *Diverse unity: Looking inward and outward*. In: Rosenhead, J., Mingers, J. (Eds.), *Rational Analysis for a Problematic World Revisited: Problem Structuring Methods for Complexity, Uncertainty and Conflict*. Wiley, Chichester, pp. 337–355.

MINGERS, John; TAYLOR, Sarah. (1992). The Use of Soft Systems Methodology in Practice. *Journal of the Operational Research Society*. 43. 10.1057/jors.1992.47.

MONTE, Madson Bruno da Silva; MORAIS, Danielle Costa. A Decision Model for Identifying and Solving Problems in an Urban Water Supply System. *Water Resources Management*, [S.L.], v. 33, n. 14, p. 4835-4848, nov. 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11269-019-02401-w>.

POMEROL, JEAN-CHARLOS; BARBA-ROMERO, SERGIO. *Multicriterion decision in management: principles and practice*. Kluwer, 2000.

ROSELLI, L. R. P. Avaliação de aspectos comportamentais no desenho e análise do FITradeoff com apoio de neurociência em decisão. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia de produção), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.

ROSELLI, L. R. P. Uso de neurociência em decisão para modular métodos de decisão multicritério com visualização gráfica e tabular com aplicações no desenho e análise do FITradeoff. 2020. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2020.

ROY, B. *Multicriteria methodology for decision aiding*. Berlim: Kluwer Academic Publishers, 1996.

SABAEI, DAVOOD; ERKOYUNCU, JOHN; ROY, RAJKUMAR. A review of multi-criteria decision making methods for enhanced maintenance delivery. *Procedia Cirp* 37. United Kingdom, p. 30-35. dez. 2015.

SAATY, Thomas L. *Decision making with dependence and feedback: The analytic network process*. Pittsburgh: RWS publications, 1996.

SIEBERT, JOHANNES; KEENEY, RALPH L. Creating More and Better Alternatives for Decisions Using Objectives. *Operations Research*, [S.L.], v. 63, n. 5, p. 1144-1158, out. 2015. Institute for Operations Research and the Management Sciences (INFORMS). <http://dx.doi.org/10.1287/opre.2015.1411>.

SIEBERT, JOHANNES. Can Novices Create Alternatives of the Same Quality as Experts? *Decision Analysis*, [S.L.], v. 13, n. 4, p. 278-291, dez. 2016. Institute for Operations Research and the Management Sciences (INFORMS). <http://dx.doi.org/10.1287/deca.2016.0339>.

SPRAGUE JR, R. H.; WATSON, H. J. DSS bibliography. *Decision Support Systems: Putting Theory into Practice*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 403-411, 1989.

TODELLA, Elena; LAMI, Isabella Maria; ARMANDO, Alessandro. Experimental Use of Strategic Choice Approach (SCA) by Individuals as an Architectural Design Tool. *Group Decision And Negotiation*, [S.L.], v. 27, n. 5, p. 811-826, 10 mar. 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10726-018-9567-9>.

VELOSO, MARIA FERNANDA CAVALCANTI SOUSA; FERREIRA, EVANIELLE BARBOSA; ALMEIDA, ADIEL TEIXEIRA DE. Uso do método FITradeoff para priorização de iniciativas que visam aumentar a produtividade de colaboradores no regime de teletrabalho. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 54, 2022, Juiz de Fora, Anais. SBPO, 2022.

ZHOU, Zhexuan et al. A review of value-focused thinking (VFT) application. In: *2018 IEEE 4th International Conference on Control Science and Systems Engineering (ICCSSE)*. IEEE, 2018. p. 555-558.