



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

TARSILA RANI SOARES DE VASCONCELOS

**INVESTIGAÇÃO DO PARADIGMA DE AVALIAÇÃO HOLÍSTICA PARA
MODELAGEM DE PREFERÊNCIAS USANDO VISUALIZAÇÕES GRÁFICAS E
TABULARES**

Recife

2025

TARSILA RANI SOARES DE VASCONCELOS

**INVESTIGAÇÃO DO PARADIGMA DE AVALIAÇÃO HOLÍSTICA PARA
MODELAGEM DE PREFERÊNCIAS USANDO VISUALIZAÇÕES GRÁFICAS E
TABULARES**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção.

Área de concentração: Pesquisa Operacional

Orientador (a): Lucia Reis Peixoto Roselli

Coorientador (a): Adiel Teixeira de Almeida

Recife
2025

.Catalogação de Publicação na Fonte. UFPE - Biblioteca Central

Vasconcelos, Tarsila Rani Soares de.

Investigação do paradigma de avaliação holística para modelagem de preferências usando visualizações gráficas e tabulares / Tarsila Rani Soares de Vasconcelos. - Recife, 2025.
167f.: il.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2025.

Orientação: Lucia Reis Peixoto Roselli.

Coorientação: Adiel Teixeira de Almeida.

Inclui Referências e Apêndices.

1. Avaliação Holística; 2. MCDM/A; 3. Modelagem de Preferências; 4. método FITradeoff; 5. estudos comportamentais; 6. tomada de decisão. I. Roselli, Lucia Reis Peixoto. II. Almeida, Adiel Teixeira de. III. Título.

UFPE-Biblioteca Central

TARSILA RANI SOARES DE VASCONCELOS

**INVESTIGAÇÃO DO PARADIGMA DE AVALIAÇÃO HOLÍSTICA PARA
MODELAGEM DE PREFERÊNCIAS USANDO VISUALIZAÇÕES GRÁFICAS E
TABULARES**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção.

Área de concentração: Pesquisa Operacional

Aprovada em: 03/11/2025

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Lucia Reis Peixoto Roselli (Orientadora)

Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dra. Danielle Costa Morais (Examinador Interno)

Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dra. Eduarda Asfora Frej (Examinador Interno)

Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dra. Regiane Máximo Siqueira (Examinador Externo)

Universidade Estadual Paulista

Prof. Dr. Sergio Eduardo Gouvea da Costa (Examinador Externo)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela força e perseverança concedidas a mim, para me permitir finalizar esse ciclo de estudos e superar dificuldades;

À minha mãe, Valéria Kilma Soares de Melo, que não pôde vivenciar toda essa fase da minha vida, mas que me deu seu exemplo de força, honestidade e dedicação e a base para que eu pudesse continuar seguindo meus sonhos, e ao meu pai, Afonso de Vasconcelos Pereira, por ser um exemplo constante de energia e superação e por estar ao meu lado em todos os momentos, cuidando de mim;

Aos meus irmãos, Paloma e Gustavo, e ao meu sobrinho Nícolas, por me incentivarem e acreditarem no meu potencial quando eu mesma duvidei;

À Universidade Federal de Pernambuco pela oportunidade, estrutura e recursos oferecidos, bem como à CAPES e à Facepe por fornecerem apoio financeiro para propiciar minha formação;

Aos meus orientadores, Lucia e Adiel, por todos os aprendizados, paciência, suporte e apoio, fundamentais para a realização do meu doutorado. Vocês são referências para mim, foi uma honra ser orientada por ambos;

À equipe de professores e alunos dos laboratórios CDSID e NSID pela companhia, aprendizados, cafés e apoio fornecidos para minha formação;

Às minhas melhores amigas, Flaviane, Joyce e Raíssa, pelas risadas, lágrimas, suporte, força e companhia de sempre. Sem vocês eu não teria ido tão longe!

Aos amigos de universidade e da vida, Jefferson, Evair, Manuel, Yara, Manoel, Elvira, Laura, Pedro, Nath, Nilton, Marília, Ingridy, Wagner, Joyce e Plínio, por permaneceram me apoiando, ensinando e proporcionando momentos de alegria em todos esses anos. Vocês foram fundamentais;

À minha gata Becky por ser sempre tão incrível, companheira e amorosa, estando comigo em todos os meus estudos, programações do BASHE e escritas de trabalhos, além do Arctic Monkeys, por ser a trilha sonora de todos os estudos e das noites sem dormir;

À Ariane e à Dra. Valéria pelo acompanhamento, incentivo, força e apoio nos meus momentos mais difíceis;

E a todos os demais familiares e amigos, que não consegui nomear, mas que sempre torceram pelo meu sucesso e que se fizeram presentes mesmo à distância, o meu muito obrigada.

“Keep reminding me that it ain't a race
When my invincible streak turns onto the final
straight”. Perfect Sense (Arctic Monkeys, The
Car, 2022).

RESUMO

Em um cenário de Tomada de Decisão Multicritério (MCDM/A), a escolha entre alternativas conflitantes representa um desafio complexo. Esta tese se propôs a investigar, por meio de uma abordagem comportamental, o uso de avaliações holísticas para a elicitação de preferências do decisor, visando o aprimoramento de Sistemas de Apoio à Decisão (SAD). O estudo foi estruturado em dois experimentos comportamentais, conduzidos para comparar a eficácia de diferentes características de tarefas de decisão. A pesquisa se concentrou em dois processos decisórios, a seleção da melhor alternativa versus a eliminação da pior, bem como em duas formas de visualização, tabelas versus gráficos de barras. De modo a avaliar essas características em termos do desempenho dos participantes dos experimentos, foram consideradas como métricas a taxa de sucesso obtida (HR – Hit Rate) e o tempo gasto para realizar cada tarefa de decisão. Além disso, o estudo se aprofundou em como esse desempenho é influenciado por características pessoais dos participantes, como idade, gênero, escolaridade e nível de fadiga, explorando aspectos pouco abordados na literatura. Os resultados obtidos fornecem evidências que demonstram como as diferentes características de tarefas e os perfis individuais influenciam o desempenho do decisor. A tese demonstra a eficiência das avaliações holísticas na simplificação e melhoria dos processos decisórios e permite a identificação de quais características aperfeiçoam a performance na avaliação holística. Por fim, os achados oferecem insights para o aprimoramento do design do SAD do método FITradeoff. A contribuição da tese estende-se além do FITradeoff, permitindo que os insights sejam aplicados a outros métodos MCDM/A, auxiliando analistas no suporte a tomadores de decisão em ambientes organizacionais. Desse modo, a pesquisa contribui para a tomada de decisões mais assertivas em contextos econômicos, sociais, ambientais e financeiros, áreas nas quais o FITradeoff já é amplamente utilizado.

Palavras-chave: avaliação holística; MCDM/A; modelagem de preferências; método FITradeoff; estudos comportamentais; tomada de decisão.

ABSTRACT

In a Multi-Criteria Decision Making (MCDM/A) scenario, choosing between conflicting alternatives represents a complex challenge. This thesis sets out to investigate, through a behavioral approach, the use of holistic evaluations to elicit decision-maker preferences, with a view to improving Decision Support Systems (DSS). The study was structured around two behavioral experiments conducted to compare the effectiveness of different characteristics of decision-making tasks. The research focused on two decision-making processes, selecting the best alternative *versus* eliminating the worst, as well as two forms of visualization, tables *versus* bar graphs. In order to evaluate these characteristics in terms of the participants' performance, the metrics considered were the hit rate (HR) and the time taken to perform each decision task. In addition, the study delved into how this performance is influenced by participants' personal characteristics, such as age, gender, education, and fatigue level, exploring aspects that have been little addressed in the literature. The results obtained provide evidence demonstrating how different task characteristics and individual profiles influence decision-maker performance. The thesis demonstrates the efficiency of holistic evaluations in simplifying and improving decision-making processes and allows the identification of which characteristics improve performance in holistic evaluation. Finally, the findings offer insights into improving the design of the FITradeoff DSS. The contribution of the thesis extends beyond FITradeoff, allowing the insights to be applied to other MCDM/A methods, assisting analysts in supporting decision makers in organizational environments. Thus, the research contributes to more assertive decision making in economic, social, environmental, and financial contexts, areas in which FITradeoff is already widely used.

Keywords: holistic evaluation; MCDM/A; preference modeling; FITradeoff method; behavioral studies; decision making.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fluxograma do escopo do trabalho	25
Figura 2 – Exemplo de elicitação por decomposição.....	29
Figura 3 - Exemplo de avaliação holística com tabela.....	30
Figura 4 - Exemplo de avaliação holística com gráfico de barras	31
Figura 5 – Relação entre os sistemas BASHE	47
Figura 6 – Tela do menu inicial do BASHE de gerenciamento	48
Figura 7 – Tela de acesso aos relatórios	49
Figura 8 - Tela de registro de pesquisador(a).....	49
Figura 9 – Primeira tela de configuração do problema de decisão.....	50
Figura 10 - Segunda tela de configuração do problema de decisão	51
Figura 11 - Tela de sequência dos problemas de decisão	51
Figura 12 - Tela de finalização do cadastro do experimento	52
Figura 13 - Gráfico de barras para eliminação da pior alternativa	53
Figura 14 - Tabela e gráfico de barras com mesma matriz de consequências	55
Figura 15 - Tabela <i>versus</i> gráfico de barras	63
Figura 16 - Matrizes de contingência das visualizações compensatórias	64
Figura 17 - Matrizes de contingência das decisões compensatórias	66
Figura 18 – Exemplo de <i>Shift</i> e <i>difference assymetry functions</i>	68
Figura 19 - Diferenças entre distribuições de formas de visualização compensatórias	69
Figura 20 -Diferenças entre as distribuições sobre processos de decisão compensatórios	71
Figura 21 - Matrizes de contingência das visualizações não compensatórias	77
Figura 22 - Matrizes de contingência das decisões não compensatórias	78
Figura 23 - Diferenças entre distribuições de tabelas e gráficos de barras.....	79
Figura 24 - Diferenças entre distribuições de seleção e eliminação.....	81
Figura 25 - Diagrama das hipóteses de pesquisa.....	91
Figura 26 - <i>Shift function</i> para Tempo e HR	102
Figura 27 - <i>Shift function</i> para Tempo e Nível de Fadiga	103
Figura 28 - <i>Shift function</i> para Tempo e Idade.....	104
Figura 29 - <i>Shift function</i> para Tempo e Gênero.....	105
Figura 30 - <i>Shift function</i> para Tempo e Nível de escolaridade	106
Figura 31 - <i>Shift function</i> para tempo e HR.....	116
Figura 32 - <i>Shift function</i> para Tempo e Nível de Fadiga	117
Figura 33 - <i>Shift function</i> para Tempo e Idade.....	118
Figura 34 - <i>Shift function</i> para Tempo e Gênero.....	119
Figura 35- <i>Shift function</i> para tempo e nível de escolaridade.....	120
Figura 36 - Regressão de Theil-Sen	121
Figura 37 - Interação entre os atores no processo decisório.....	125
Figura 38 - Hierarquia dos objetivos fundamentais e seus critérios	126
Figura 39 - Rede de objetivos-meio e suas alternativas	128
Figura 40 - Escolha do tipo de elicitação	131

Figura 41 - Sumário de resultados do Cenário 1	132
Figura 42 - Avaliação holística de seleção do Cenário 2.....	132
Figura 43 - Sumário de resultados do Cenário 2	133
Figura 44 - Avaliação holística de eliminação do Cenário 3	133
Figura 45 - Avaliação holística de seleção do Cenário 3.....	134
Figura 46 - Sumário de resultados do Cenário 3	134

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Matriz de consequências para pesos iguais e rationalidade compensatória.....	57
Tabela 2 - Matriz de consequências para pesos diferentes e rationalidade compensatória	57
Tabela 3 - Configuração das tarefas compensatórias	57
Tabela 4 - Matriz de consequências para pesos iguais e rationalidade não compensatória	59
Tabela 5 - Matriz de consequências para pesos diferentes e rationalidade não compensatória	59
Tabela 6 - Configuração das tarefas não compensatórias	59
Tabela 7 - Medidas das tarefas compensatórias	61
Tabela 8 - Matriz de contingência de TI Sel X BI Sel	64
Tabela 9 - Teste de hipóteses para visualizações compensatórias	65
Tabela 10 - Teste de hipóteses para decisões compensatórias.....	66
Tabela 11 - Medidas das tarefas não-compensatórias	75
Tabela 12 - Teste de hipóteses para visualizações não compensatórias	77
Tabela 13 - Teste de hipóteses para decisões não compensatórias.....	78
Tabela 14 - Escalas de medida qualitativas	93
Tabela 15 - Características da Turma I.....	95
Tabela 16 - Características da Turma II.....	95
Tabela 17 - Características da Turma III.....	95
Tabela 18 - Características da Turma IV	96
Tabela 19 - Características da Turma V	96
Tabela 20 - Características da Turma VI	96
Tabela 21 - Características da Turma VII	96
Tabela 22 - Características da Turma VIII	97
Tabela 23 - Características da Turma IX	97
Tabela 24 - Sumário de características das turmas.....	97
Tabela 25 - ρ entre HR e outras variáveis	98
Tabela 26 - ρ entre Tempo e outras variáveis	98
Tabela 27 - Características da Turma A	110
Tabela 28 - Características da Turma B	111
Tabela 29 - Características da Turma C	111
Tabela 30 - Características da Turma D	111
Tabela 31 - Características da Turma E	111
Tabela 32 - Características da Turma F	112
Tabela 33 - Características da Turma G	112
Tabela 34 - Características da Turma H	112
Tabela 35 - Características da Turma I.....	112
Tabela 36 - Características da Turma J	113
Tabela 37 - Sumário das características das turmas.....	113
Tabela 38 - ρ entre HR e outras variáveis	114
Tabela 39 - ρ entre Tempo de outras variáveis	114
Tabela 40 - Resumo sobre as hipóteses de pesquisa	123

Tabela 41 - Descrição dos critérios	126
Tabela 42 - Matriz de Consequências	129

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 – Modelo Aditivo do MAVT	27
Equação 2 - Ordenação das constantes de escala	130

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	<i>Justificativa.....</i>	20
1.2	<i>Objetivos do trabalho.....</i>	21
1.2.1	<i>Objetivo geral.....</i>	21
1.2.2	<i>Objetivos específicos.....</i>	21
1.3	<i>Estrutura do Trabalho</i>	22
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO DA LITERATURA.....	26
2.1	<i>Fundamentação teórica</i>	26
2.1.1	<i>Decisão multicritério</i>	26
2.1.2	<i>Método <i>FI</i>Tradeoff</i>	28
2.1.3	<i>Avaliação holística na decisão multicritério</i>	33
2.2	<i>Revisão da literatura</i>	34
2.2.1	<i>Processos de seleção versus eliminação</i>	36
2.2.2	<i>Avaliação holística nas rationalidades compensatória e não compensatória</i>	39
2.2.3	<i>Experimentos prévios e aplicação de avaliação holística no método <i>FI</i>Tradeoff.....</i>	41
2.2.4	<i>Análises de características de participantes</i>	42
2.3	<i>Síntese do estado da arte e posicionamento deste trabalho</i>	44
3	EXPERIMENTOS COMPORTAMENTAIS PARA MODULAR DECISÃO MULTICRITÉRIO COM AVALIAÇÃO HOLÍSTICA.....	46
3.1	<i>Desenvolvimento do BASHE para realização de experimentos comportamentais.....</i>	46
3.2	<i>Experimentos comportamentais com oito problemas de decisão.....</i>	52
3.3	<i>Experimento comportamental de rationalidade compensatória</i>	56
3.4	<i>Experimento comportamental de rationalidade não compensatória</i>	58
4	ANÁLISES SOBRE CARACTERÍSTICAS DAS TAREFAS DOS EXPERIMENTOS COMPORTAMENTAIS	60
4.1	<i>Análise dos resultados e insights para a rationalidade compensatória</i>	60
4.1.1	<i>Amostra de participantes do experimento compensatório</i>	60
4.1.2	<i>Resultados de HR e tempos do experimento compensatório</i>	61
4.1.3	<i>Testes de McNemar para o experimento compensatório</i>	61

4.1.4	<i>Shift e difference assymetry functions do experimento compensatório</i>	66
4.1.5	<i>Discussões sobre os resultados do experimento compensatório</i>	72
4.2	Análise dos resultados e insights para racionalidade não compensatória	74
4.2.1	<i>Amostra de participantes do experimento não compensatório</i>	74
4.2.2	<i>Resultados de HR e tempos do experimento não compensatório</i>	75
4.2.3	<i>Testes de McNemar para o experimento não compensatório</i>	76
4.2.4	<i>Shift e difference assymetry functions do experimento não compensatório</i>	78
4.2.5	<i>Discussões sobre os resultados do experimento não compensatório</i>	82
4.3	<i>Insights gerais sobre as características das tarefas</i>	84
5	ANÁLISES SOBRE OS TIPOS DE PERFIL DE DECISORES NOS EXPERIMENTOS COMPORTAMENTAIS	88
5.1	Hipóteses de pesquisa	88
5.2	Limpeza dos dados	91
5.3	Aspectos relevantes sobre as variáveis qualitativas	92
5.4	Análise e <i>insights</i> para racionalidade compensatória	94
5.4.1	<i>Amostra de participantes do experimento compensatório</i>	94
5.4.2	<i>Resultados da análise de perfis do experimento compensatório</i>	94
5.4.2.1	Estatística descritiva do experimento compensatório	94
5.4.2.2	Correlações de Spearman no experimento compensatório	98
5.4.2.3	<i>Shift function</i> do experimento compensatório	101
5.4.2.4	As dificuldades de verificar a relação entre HR e gênero no experimento compensatório	107
5.4.3	<i>Discussões da análise de perfis para racionalidade compensatória</i>	108
5.5	Análise e <i>insights</i> para a racionalidade não compensatória	109
5.5.1	<i>Amostra de participantes do experimento não compensatório</i>	109
5.5.2	<i>Resultados da análise de perfis do experimento não compensatório</i>	110
5.5.2.1	Estatística descritiva do experimento não compensatório	110
5.5.2.2	Correlações de Spearman no experimento não compensatório	114
5.5.2.3	<i>Shift function</i> do experimento não compensatório	115

5.5.2.4	As dificuldades de verificar a relação entre HR e gênero no experimento não compensatório	120
5.5.3	<i>Discussões da análise de perfis para rationalidade não compensatória</i>	121
5.6	<i>Insights gerais sobre os perfis dos participantes</i>	122
6	APLICAÇÃO DE MODULAÇÕES DO SAD DO FITRADEOFF	124
6.1	Estudo de caso	124
6.2	Aplicação do método FITradeoff	129
6.2.1	<i>Usando apenas a elicitação por decomposição</i>	131
6.2.2	<i>Usando apenas avaliação holística</i>	132
6.2.3	<i>Usando elicitação por decomposição e avaliação holística</i>	133
6.3	Síntese da aplicação	135
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	137
7.1	Conclusões do trabalho	137
7.2	Impactos do trabalho	141
7.2.1	<i>Impactos para a Engenharia de Produção</i>	141
7.2.2	<i>Impactos sociais, ambientais e econômicos</i>	142
7.3	Limitações do trabalho	143
7.4	Sugestões para trabalhos futuros	144
	REFERÊNCIAS	146
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO COMPORTAMENTAL	161
	APÊNDICE B - TELAS DO EXPERIMENTO COMPENSATÓRIO	162
	APÊNDICE C - TELAS DO EXPERIMENTO NÃO COMPENSATÓRIO	164

1 INTRODUÇÃO

Em decisões cotidianas e organizacionais, diversos problemas podem demandar a escolha entre múltiplas opções ou alternativas, as quais são avaliadas com base em, no mínimo, dois critérios ou atributos. Nesse cenário, é estabelecido o conceito de tomada de decisão multicritério (*Multi-Criteria Decision Making/Aiding - MCDM/A*) que compõe parte frequente e essencial na gestão de empresas. Nesses problemas, os diferentes objetivos do problema, representados por critérios, geralmente apresentam conflitos entre si (Keeney; Raiffa, 1976; Belton; Stewart, 2002; Figueira; Greco; Ehrgott, 2005; de Almeida et al., 2015), o que torna sua resolução desafiadora. Desse modo, essa área de estudos é responsável pelo desenvolvimento de métodos, ferramentas e sistemas que visam auxiliar tomadores de decisão, também chamados de decisores, na resolução de problemas de escolha, mas também de ordenação, classificação e portfólio.

Em MCDM/A, o objetivo não é apenas ajudar os decisores a compreender relações complexas, mas também a formar impressões gerais, capacitando-os a discernir entre as alternativas antes de fazer uma escolha final (Miettinen, 2014). Uma vez que essas alternativas são avaliadas em critérios, formando as consequências do problema, há dois tipos principais de racionalidade que determinam a forma de compensação para agregação de critérios, a saber: compensatória e não compensatória (Vincke, 1992; Roy, 1996). Considera-se que, se os decisores são capazes de realizar *trade-offs* (compensações) entre critérios, eles possuem uma racionalidade compensatória, no entanto, quando não há *trade-off* entre os critérios, esses decisores possuem racionalidade não compensatória (de Almeida et al., 2015).

Em modelos MCDM/A, independentemente da racionalidade do decisor, é incorporada sua estrutura de preferências, além de questões específicas de um determinado problema de decisão (de Almeida et al., 2015). Nesse contexto, segundo de Almeida et al. (2021), existem dois paradigmas para a modelagem de preferências do decisor: a elição por decomposição, que é conduzida no espaço de consequências, e a avaliação holística, que é conduzida no espaço de alternativas, permitindo uma avaliação global. Em avaliações holísticas, diferentes ferramentas de visualização gráfica podem ser usadas para apoiar e ajudar o decisor a entender as

semelhanças e diferenças entre as alternativas, sendo elas partes muito importantes em sistemas MCDM/A (Miettinen, 2014).

As avaliações holísticas podem ser utilizadas para permitir aos decisores a seleção ou eliminação de alternativas de um conjunto. Às vezes, conduzir o processo de eliminação pode ser mais fácil do que fazer uma seleção, conforme discutido por Timmermans (1993). No entanto, o processo de seleção é mais amplamente utilizado, estimulado por sistemas eleitorais ou jogos, por exemplo. Mas, mesmo ao fazer uma seleção, estratégias de eliminação podem ser usadas como uma forma de filtrar alternativas potenciais. Por exemplo, no sistema eleitoral, onde as escolhas podem ser feitas primeiro sobre quais candidatos não serão votados. Nesse cenário, observa-se que a abordagem e a análise de ambos os processos de decisão, seleção e eliminação de alternativas, especialmente em um contexto multicritério, são um ponto importante de investigação para a literatura.

Outro fator importante a se considerar é o de que modelos de decisão em geral precisam ir além de dados objetivos e incorporar fatores cognitivos e comportamentais do decisior para o representarem mais fielmente no processo decisório (Ferreira et al., 2025). Desse modo, estudos comportamentais e de neurociência têm sido conduzidos desde 2017 para investigar o comportamento dos decisores quando o método FITradeoff é aplicado. Vários experimentos foram construídos para investigar os dois paradigmas de modelagem de preferências, a elicitação por decomposição, que, de modo geral, são realizados para avaliar o esforço cognitivo exigido durante o processo (Silva; Costa, 2019; Roselli; de Almeida, 2020a; Silva; Costa; de Almeida, 2022a; Silva; Costa; de Almeida, 2022b) e avaliação holística (Roselli; de Almeida, 2020b; Roselli; de Almeida, 2022; Roselli; de Almeida, 2023; Vasconcelos; Roselli; de Almeida, 2024).

Esses estudos com avaliações holísticas se dedicam a analisar, além de aspectos cognitivos, quais formas de visualização propiciam uma maior probabilidade de sucesso em uma tomada de decisão. Em seu estudo, Miettinen (2014) destaca o impacto de diferentes formatos gráficos na avaliação de alternativas em cenários MCDM/A, e como eles podem servir como ferramentas para facilitar o processo de decisão. De acordo com Ribeiro et al. (2024), resultados de milhares de simulações sugeriram que o uso da avaliação holística pode encurtar o processo de tomada de decisão no FITradeoff. Portanto, esta tese buscou investigar dois tipos de escolha em

avaliações holísticas: seleção da melhor alternativa *versus* eliminação da pior. Além disso, foram investigadas as formas de visualização de alternativas, a saber: tabelas e gráficos de barras.

Com esse propósito, este trabalho apresenta dois experimentos comportamentais com oito problemas de decisão, aqui chamados de tarefas. As visualizações aplicadas são distribuídas entre gráficos de barras e tabelas, que possuem critérios com pesos com valores de distribuição iguais ou diferentes, o que está em consonância com estudos anteriores (Roselli et al., 2019; Roselli; de Almeida, 2023). Em cada um desses experimentos é explorada uma forma de racionalidade, a compensatória e a não compensatória, e, seguindo cada uma delas, os participantes (decisores) foram solicitados a selecionar a melhor alternativa ou eliminar a pior. Em complemento, os participantes também foram solicitados a responder a um questionário comportamental sobre suas percepções e preferências em relação às tarefas.

Outro aspecto investigado é acerca de como a diversidade de perfis de decisores (participantes) pode afetar seu desempenho no processo de decisão. Para isso, esta tese também se debruçou sobre a relação entre as características pessoais dos participantes com seu desempenho durante os experimentos. Neste estudo, as características pessoais estudadas foram idade, gênero, escolaridade e nível de fadiga durante a realização dos experimentos, enquanto as características de desempenho foram a taxa de sucesso obtida (HR – *Hit Rate*) e o tempo gasto para realizar cada tarefa. Compreender como os perfis dos participantes afetam seu desempenho é algo pouco discutido na literatura de decisão multicritério. Portanto, a novidade do trabalho reside no fato de que poucos estudos sobre decisão multicritério investigam características específicas dos tomadores de decisão para aprimorá-la.

Com os dados e respostas dos participantes de ambos os experimentos, foi possível realizar testes e análises de diversos aspectos. Primeiramente, foram analisados os dois tipos de processos de decisão, bem como os dois tipos de visualização dos dados, acerca das medidas de desempenho, HR e Tempo. Para isso, foram desenvolvidas algumas hipóteses, testadas através do Teste de McNemar, bem como foram utilizadas as *Shift* e *difference asymmetry functions*.

Para a análise do perfil dos participantes, com base na literatura comportamental e psicológica, foi proposto um conjunto de nove hipóteses de

pesquisa que tratam da combinação de todas as características pessoais e de desempenho em estudo. Como resultado, a partir da análise das correlações de Spearman, da *Shift function* e da regressão de Theil-Sen, este estudo pode servir de base para sugerir como ou se diferentes perfis de participantes afetam seu desempenho em um processo de tomada de decisão multicritério. Essas relações identificadas podem ajudar organizações a entenderem o desempenho de uma diversidade de tomadores de decisão presentes em equipes.

Apesar de tratar de ambas as rationalidades, esta tese apresenta um estudo de caso com avaliações holísticas aplicado apenas no Sistema de Apoio à Decisão (SAD) do método FITradeoff, voltado para a rationalidade compensatória. A escolha de utilizar exclusivamente o FITradeoff é uma decisão metodológica deliberada e coerente com os objetivos deste trabalho. Embora aborde ambas as rationalidades, o foco principal da investigação é o uso da avaliação holística para a adição de informações e a finalização de processos decisórios, buscando aprimorar o desempenho dos decisores. Em contraste, em métodos não compensatórios como o ELECTRE (Roy, 1968), a avaliação holística é mais comumente empregada para inferência dos parâmetros como um processo de desagregação de preferências do decisior (Mousseau; Slowinski, 1998; Mousseau; Figueira; Naux, 2001; The; Mousseau, 2002; Greco et al., 2011). Portanto, o uso de um SAD não compensatório não seria tão representativo da contribuição específica que o trabalho busca oferecer. Desse modo, o estudo é finalizado com a aplicação de algumas das transformações feitas no SAD do FITradeoff, de modo a destacar como a aplicação de avaliações holísticas tem papel fundamental na redução de ciclos de elicitação de preferências.

Portanto, a principal contribuição desta tese é que ela busca promover melhorias em processos de tomada de decisão, demonstrando como as decisões de seleção e eliminação, e visualizações em gráficos de barras e tabelas, geram resultados diferentes em diferentes configurações de tarefas de decisão. A aplicação dos resultados deste estudo também pode contribuir para a melhoria de sistemas de suporte à decisão que utilizam avaliações holísticas, especificamente o SAD do método FITradeoff, oferecendo *insights* que podem ser aplicados para aperfeiçoar processos de tomada de decisão em geral. Essas melhorias têm como finalidade permitir a decisores e analistas desenvolverem mais aplicações com o método,

facilitando escolhas mais assertivas em setores onde a ferramenta já possui ampla aplicação, como os âmbitos econômico, social, ambiental e financeiro.

1.1 Justificativa

Esta tese se justifica como um esforço para preencher lacunas na literatura. Uma lacuna observada foi no que diz respeito à abordagem conjunta de processos decisórios de seleção e eliminação realizados por meio de avaliações holísticas. De acordo com estudos de simulação, como o de Ribeiro et al. (2024), foi possível observar que a realização de avaliações holísticas é capaz de acelerar a obtenção de resultados no FITradeoff, bem como que os procedimentos de seleção e de eliminação têm um potencial significativo para reduzir o número de questões durante o processo de elição de preferências do decisor. Desse modo, este tema de pesquisa tem potencial para propiciar a melhoria de métodos MCDM/A no geral.

Neste âmbito, a literatura ainda apresenta uma lacuna significativa em relação ao uso de avaliações holísticas em métodos de decisão que empregam racionalidade compensatória. Essa lacuna se expande no que diz respeito ao uso de avaliações holísticas em métodos com racionalidade não compensatória. Métodos não compensatórios, como os métodos de sobreclassificação, são bastante “hostis à otimização” quando usados em aplicações reais (Mousseau; Dias, 2004), uma vez que são mais complexos de modelar do que a sua contraparte. No entanto, o uso dessa racionalidade pode ser facilitado pelo uso de avaliações holísticas, e essa exploração é um ponto de contribuição para a literatura. Isso se confirma mediante a elaboração da revisão da literatura desta tese, onde pode-se observar que a maioria dos estudos não compensatórios foca na aplicação dessas avaliações para desagregar preferências dos decisores. Assim, este estudo foi desenvolvido para considerar usos diferentes: a aplicação de avaliações holísticas para adicionar informações ou para finalizar processos de tomada de decisão, com o auxílio de visualizações gráficas e tabulares. Essas duas formas de uso podem ser consideradas como janelas de oportunidades de modulações em SAD não compensatórios, ampliando as possibilidades de uso de avaliações holísticas nesses métodos.

Outra lacuna observada foi em termos das características individuais dos decisores em tomadas de decisão. Através da revisão da literatura desta tese, observou-se que a grande maioria dos estudos encontrados sobre este tema foca em

decisões sobre sistemas de saúde, no entanto, esses estudos carecem de analisar como os perfis dos participantes afetam seu desempenho em tomadas de decisão no contexto multicritério.

A contribuição e novidade deste trabalho, além de contribuir para a literatura, são intrínsecas aos resultados obtidos com os experimentos desenvolvidos. Isso se dá, pois os achados podem promover *insights* com vistas a auxiliar analistas no suporte a tomadores de decisão, além de compor futuras modulações do SAD do FITradeoff, que podem ser expandidas e adaptadas para outros métodos MCDM/A.

1.2 Objetivos do trabalho

Esta seção apresenta o objetivo geral desta tese, e a partir deste objetivo são elaborados seus objetivos específicos.

1.2.1 *Objetivo geral*

O objetivo geral desta tese é investigar o comportamento dos decisores diante de visualizações gráficas e tabulares em avaliações holísticas, visando aprimorar Sistemas de Apoio à Decisão (SAD), com foco especial no SAD do FITradeoff, e oferecer *insights* que aprimorem processos de tomada de decisão em geral.

1.2.2 *Objetivos específicos*

1. Mapear e sintetizar o estado da arte sobre avaliação holística, processos de seleção *versus* eliminação, e sua aplicação em métodos multicritério (como o FITradeoff), estabelecendo o referencial teórico da tese.
2. Compreender a influência de fatores cognitivos e contextuais, como o tipo de processo decisório e o tipo de visualização de dados, no desempenho de decisores em tarefas de avaliação holística aplicadas à adição de informações e à finalização de processos decisórios.
3. Avaliar estatisticamente o desempenho dos participantes dos experimentos e a influência de seus perfis nas diferentes configurações de tarefas de avaliação holística.

4. Analisar a relação entre as configurações de avaliação holística (tipo de visualização e de processo decisório), o perfil do decisor, e o desempenho, a fim de desenvolver *insights* preditivos sobre a eficácia das tarefas de decisão.
5. Estabelecer *insights* para o aprimoramento de SAD e para a aplicação de métodos MCDM/A, como o FITradeoff e métodos não compensatórios, especialmente no contexto da adição de informações e finalização de processos decisórios, visando maior coerência com o processamento cognitivo humano em avaliações holísticas.

1.3 Estrutura do Trabalho

Este trabalho está estruturado em sete capítulos. A “Introdução” (Capítulo 1) apresenta o tema central da pesquisa, destacando sua relevância e o contexto em que se insere. A “Justificativa” apresenta os motivos que fundamentam a realização do estudo, destacando a importância e contribuição para a área. Na seção seguinte estão os “Objetivos do Trabalho”, destacando as metas alcançadas, desdobradas em “Objetivo Geral” e “Objetivos Específicos”, com suas contribuições pontuais. Por fim, a “Estrutura do Trabalho” oferece uma visão geral da organização do documento.

O Capítulo 2, intitulado “Fundamentação Teórica e Revisão da Literatura”, é dedicado a construir a base de conhecimento necessária para a compreensão do estudo. Na “Fundamentação Teórica”, são exploradas as bases conceituais da pesquisa, com uma contextualização sobre “Decisão Multicritério”, uma visão geral sobre o “Método FITradeoff”, e a apresentação da “Avaliação Holística na Decisão Multicritério”. Na sequência, a “Revisão da Literatura” apresenta as palavras-chave e termos utilizados nas buscas de estudos e examina estudos prévios relevantes começando com aqueles que abordam “Processos de seleção *versus* eliminação”, estudos que aplicam a “Avaliação holística na racionalidade compensatória e não compensatória”, “Experimentos prévios e aplicação de Avaliação Holística no método FITradeoff”, demonstrando o uso prático desse método, além de achados sobre “Análises de características de participantes” de experimentos diversos. Este capítulo é concluído com a “Síntese do Estado da Arte e Posicionamento deste Trabalho”, onde são apresentadas as lacunas identificadas na literatura e a contribuição e originalidade desse estudo.

O Capítulo 3, “Experimentos Comportamentais para Modular Decisão Multicritério com Avaliação Holística”, descreve os experimentos e procedimento para aplicação destes. Para esta pesquisa, todos os experimentos foram realizados no sistema BASHE – *Behavioral Analysis System for Holistic Evaluation* (Sistema de Análise Comportamental por Avaliação Holística). Desse modo, no “Desenvolvimento do BASHE para realização de experimentos comportamentais”, é detalhada a criação e estrutura da ferramenta utilizada para coletar e permitir a análise dos dados. A seção “Experimentos Comportamentais com oito problemas de decisão” apresenta a estrutura e o design das diferentes formas de apresentação de dados exploradas neste estudo. Em seguida, a seção “Experimento Comportamental de Racionalidade Compensatória” detalha como foram feitos os experimentos focados em decisões que permitem compensação entre critérios. Complementarmente, a seção “Experimento Comportamental de Racionalidade Não Compensatória” descreve o design e a condução do experimento para decisões sem compensação.

As “Análises Sobre Características das Tarefas dos Experimentos Comportamentais” são o foco do Capítulo 4. A seção “Análise dos resultados e insights para a racionalidade compensatória” apresenta os achados desse experimento, iniciando com a caracterização da “Amostra de participantes”, seguida pela apresentação dos “Resultados de HR e Tempo”, onde HR (*Hit Rate*) refere-se à taxa de acerto dos participantes e tempo refere-se ao tempo médio gasto para a realização das tarefas do experimento. As análises estatísticas incluem os “Testes de McNemar” e as “Shift e difference assymetry functions”, fornecendo insights sobre os dados. A seção “Discussões sobre os resultados” interpreta e discorre sobre os resultados já apresentados. A seção seguinte, “Análise dos resultados e insights para a racionalidade não compensatória”, possui a mesma estrutura supracitada, descrevendo todos os resultados para a racionalidade não compensatória. O capítulo é finalizado com a seção “*Insights* gerais sobre as características das tarefas”, onde é feito um resumo dos achados.

O Capítulo 5, intitulado “Análises Sobre os Tipos de Perfil de Decisores nos Experimentos Comportamentais”, aprofunda a investigação ao relacionar as características dos participantes com seu desempenho durante a tomada de decisão. Inicialmente são detalhadas as “Hipóteses de Pesquisa”, seguida da forma como foi realizada a “Limpeza dos dados” e dos “Aspectos relevantes sobre as variáveis

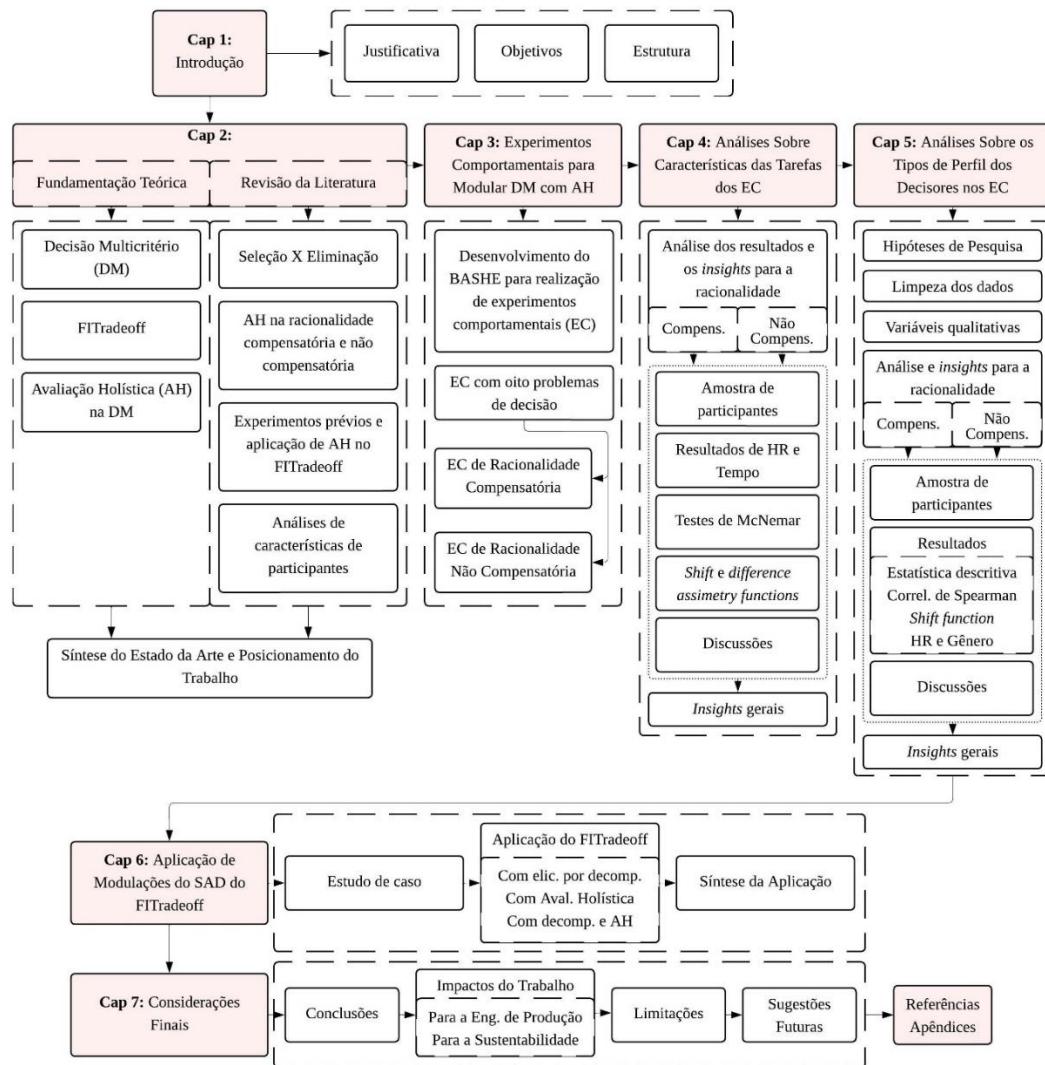
qualitativas” do estudo de perfis dos participantes. Em seguida, a “Análise e insights para racionalidade compensatória” explora como os perfis dos decisores impactam nas decisões do experimento. Isso é feito através da apresentação da “Amostra de participantes”, dos “Resultados da análise de perfis” (incluindo a “Estatística descritiva”, as “Correlações de Spearman”, a “Shift function”, e “As dificuldades de verificar a relação entre HR e Gênero”), e das “Discussões da análise de perfis”. As análises para o experimento não compensatório seguem a mesma estrutura. O capítulo é finalizado com a seção “*Insights* gerais sobre os perfis dos participantes”, onde é feito um resumo dos achados.

O Capítulo 6, nomeado “Aplicação de modulações do SAD do FITradeoff”, demonstra o impacto prático da pesquisa. O “Estudo de Caso” apresenta um problema de decisão multicritério na área de segurança pública, onde os conceitos apresentados podem ser aplicados. Em seguida, a “Aplicação do método FITradeoff” detalhará como esse método foi empregado para resolver o problema proposto no estudo de caso e, para isso, conta com a apresentação de três cenários: “Usando apenas a elição por decomposição”, “Usando apenas a avaliação holística” e “Usando elição por decomposição seguida por avaliações holísticas”. O capítulo é finalizado com a seção “Síntese da Aplicação”, com um resumo dos cenários abordados e a implicação dos experimentos para o estudo de caso.

Por fim, o Capítulo 7, “Considerações Finais”, encerra o trabalho. A seção “Conclusões do Trabalho” sintetiza os principais resultados e contribuições da pesquisa, conectando-os aos objetivos iniciais. A seção seguinte conta com os “Impactos do Trabalho”, primeiramente com os “Impactos para a Engenharia de Produção”, que destaca as contribuições do trabalho nos mais diversos campos de aplicação da área. Em seguida com os “Impactos sociais, ambientais e econômicos” com a contribuição do estudo para os pilares da sustentabilidade. A seção “Limitações do Trabalho” destaca pontos fracos do estudo que conversam com as “Sugestões para Trabalhos Futuros”, onde são apontadas direções para futuras investigações e possíveis desdobramentos do estudo. O trabalho é finalizado com as “Referências”, listando todas as fontes bibliográficas consultadas, além dos “Apêndices” o questionário comportamental aplicado e com a exposição dos problemas de decisão de cada experimento.

A Figura 1 apresenta um fluxograma com a estrutura da tese e o capítulo seguinte contém a base conceitual do trabalho.

Figura 1 - Fluxograma do escopo do trabalho



Fonte: Este trabalho (2025).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo são desenvolvidas a Fundamentação Teórica e a Revisão da Literatura com a base de conhecimento necessária para a compreensão do estudo. O capítulo é finalizado com a Síntese do Estado da Arte e Posicionamento deste Trabalho.

A Fundamentação Teórica começa com a contextualização da Decisão Multicritério, seguida por uma visão geral do Método FITradeoff e, por fim, pela apresentação da Avaliação Holística na Decisão Multicritério. Na sequência é apresentada a Revisão da Literatura, onde são examinados estudos prévios relevantes. A seção inicia com trabalhos que tratam de Processos de seleção *versus* eliminação, seguidos por estudos que aplicam a Avaliação holística na racionalidade compensatória e não compensatória. Também são abordados Experimentos prévios e aplicação de Avaliação Holística no método FITradeoff, demonstrando seu uso prático, e os além de estudos sobre Análises de características de participantes de diversos experimentos. Este capítulo é concluído com a Síntese do Estado da Arte e Posicionamento deste Trabalho, onde são apresentadas as palavras-chave e termos utilizados nas buscas, bem como a contribuição deste trabalho para a área de estudo.

2.1 Fundamentação teórica

Esta tese possui uma base conceitual composta por uma contextualização sobre Decisão Multicritério, sobre o Método FITradeoff, e traz informações sobre a utilização da Avaliação Holística na Decisão Multicritério.

2.1.1 *Decisão multicritério*

A abordagem de tomada de decisão multicritério, do inglês *Multicriteria Decision-Making/Aid* (MCDM/A), se concentra em auxiliar a tomada de decisões quando múltiplos critérios conflitantes precisam ser considerados simultaneamente (Keeney; Raiffa, 1976; Belton; Stewart, 2002; Figueira; Greco; Ehrgott, 2005; de Almeida et al., 2015). Nesse contexto, há dois tipos principais de racionalidade que representam as preferências decisor, a saber: compensatória e não compensatória (Vincke, 1992; Roy, 1996; de Almeida et al., 2015). De acordo com Keeney e Raiffa

(1976) e Belton e Stewart (2002), a racionalidade compensatória é baseada em *trade-offs* entre os critérios de decisão, permitindo que um desempenho inferior em um critério seja compensado por um desempenho superior em outro.

Considerando a racionalidade compensatória, uma das teorias mais conhecidas e empregadas é a *Multi-attribute Value Theory* (MAVT) ou Teoria do Valor Multiatributo (Keeney; Raiffa, 1976). Em métodos que seguem conceitos da MAVT, a agregação aditiva de consequências é realizada para obter o valor global de cada uma das alternativas. Para isso, de acordo com Fischer (1995), as funções valor de critério único são determinadas separadamente e, então, as constantes de escala dos critérios são usadas na ponderação e combinação dessas funções na função valor global. Assim, em problemas de seleção, a alternativa que apresentar maior global será escolhida no problema. Nos modelos aditivos, a forma mais usada de função de valor é (Belton; Stewart, 2002):

Equação 1 – Modelo Aditivo do MAVT

$$V(a) = \sum_{i=1}^n w_i v_i(a)$$

Fonte: Belton e Stewart (2002).

onde $V(a)$ é o valor global da alternativa a , $v_i(a)$ é a pontuação de valor que reflete o desempenho da alternativa a no critério i , w_i é o valor da constante de escala do critério i .

Já no que diz respeito a uma racionalidade não compensatória, os *trade-offs* entre os critérios não ocorrem (Fishburn, 1976; Bouyssou, 1986). Em MCDM/A, a racionalidade não compensatória é considerada principalmente em métodos de sobreclassificação, mais especialmente nos métodos ELECTRE (*Elimination et Choix Traduisant la Réalité*) e PROMETHEE (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation*) (Bouyssou, 1986; Vincke, 1992; Roy, 1996; de Almeida et al., 2015). Eles são baseados em relações de sobreclassificação (S), ou seja, se aSb significa que uma alternativa a supera uma alternativa b . Assim, pode-se dizer que a alternativa a é pelo menos tão boa quanto b , e essa relação deve ser construída para

todos os pares de alternativas do conjunto considerado (Roy, 1996; Belton; Stewart, 2002; de Almeida et al., 2015).

Uma diferença importante entre as rationalidades compensatória e não compensatória está na definição dos valores de constantes de escala ou pesos. Em métodos de rationalidade não compensatória, os pesos utilizados representam o grau de importância dos critérios. Estes devem ser definidos pelo decisor, de modo que sua a complexidade na definição de vários parâmetros em métodos de sobreclassificação pode levar a uma menor aplicação destes na resolução de problemas de decisão (Mousseau; Dias, 2004). Já em métodos de rationalidade compensatória, as constantes de escala definidas para os critérios representam uma taxa de substituição, ou seja, representam o nível de desempenho em um critério ao qual o decisor deve renunciar para obter um incremento no desempenho de outro, de modo que o valor global da alternativa permaneça constante (Keeney; Raiffa, 1976; Belton; Stewart, 2002; Figueira; Greco; Ehrgott, 2005; de Almeida et al., 2015).

Sendo assim, o maior desafio no uso de métodos de agregação aditiva dentro do MAVT está na definição dos valores de constante de escala. Nesta perspectiva, o método FITradeoff (*Flexible and Interactive Tradeoff* – de Almeida et al., 2016; de Almeida; Frej; Roselli, 2021) foi desenvolvido para eliciar as constantes de escala para dar suporte a problemas de decisão determinísticos e no contexto do MAVT. O método FITradeoff será apresentado no próximo item.

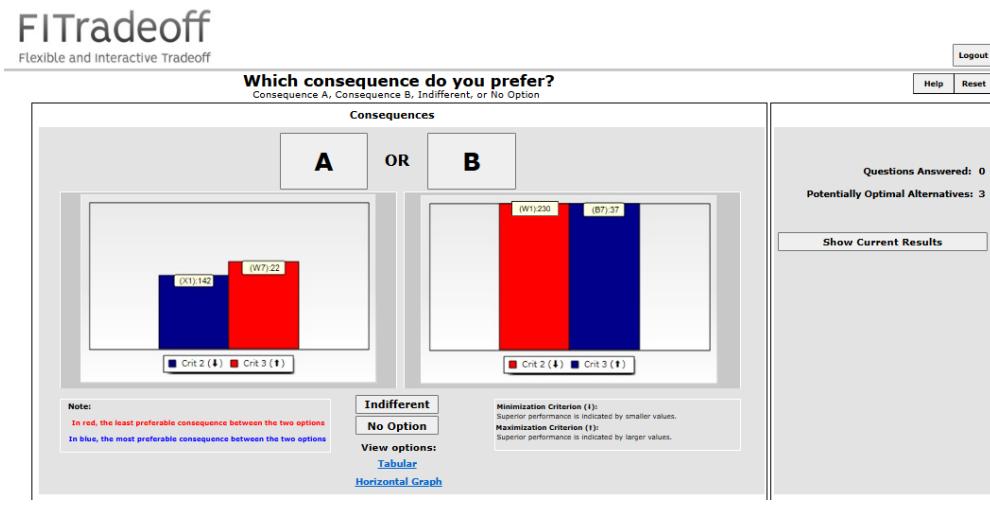
2.1.2 Método FITradeoff

Como abordado na seção anterior, ao considerar o MAVT, a elição por decomposição é realizada através do procedimento de *trade-off*. De acordo com Weber e Borcherding (1993), o *trade-off* tem uma base axiomática robusta, porém, ao exigir que o decisor determine valores de indiferença entre alternativas hipotéticas, pode resultar em muitas inconsistências no processo. Nesse contexto surgiu o método FITradeoff. O FITradeoff foi desenvolvido para eliciar constantes de escala e surge como uma forma de evolução do procedimento *trade-off* tradicional (Keeney; Raiffa, 1976), uma vez que, devido à sua flexibilidade, permite que o procedimento de elição não siga todos os passos que o *trade-off* tradicional exige (de Almeida et al., 2016; de Almeida; Frej; Roselli, 2021). Em outras palavras, segundo de Almeida et al. (2016), a flexibilidade do método está em avaliar sistematicamente a possibilidade de

encontrar uma solução para o problema enquanto o procedimento de elicitação ainda está sendo conduzido.

De acordo com de Almeida et al. (2016), o método FITradeoff é interativo com o decisor, uma vez que ele fornece suas informações de forma flexível e que, por meio dessa interatividade, o processo pode ser finalizado a qualquer momento se uma solução única for encontrada ou se ele não for mais apto a fornecer informações adicionais. Além disso, o método FITradeoff é capaz de combinar as duas perspectivas para modelagem de preferências: a elicitação por decomposição e a avaliação holística (de Almeida; Frej; Roselli, 2021; de Almeida et al., 2023). A elicitação por decomposição ocorre no espaço de consequências, onde essas consequências em pares são decompostas em critérios do problema e o decisor precisa considerar as compensações entre eles para declarar suas preferências (de Almeida et al., 2024), mas sem considerar todos os critérios simultaneamente. Por outro lado, a avaliação holística ocorre no espaço de alternativas, onde os decisores avaliam holisticamente alternativas do problema considerando todos os critérios. No SAD do método FITradeoff uma tela de elicitação por decomposição pode ser visualizada na Figura 2.

Figura 2 – Exemplo de elicitação por decomposição



Fonte: SAD do FITradeoff (2025).

Na Figura 2, as consequências são apresentadas ao decisor de forma visual, neste caso, usando um gráfico de barras e a elicitação de suas preferências é feita através de perguntas de *trade-off* entre pares de consequências da seguinte forma: "Qual consequência você prefere? Consequência A, Consequência B, Indiferente, ou Nenhuma Opção". Nas consequências A e B são exibidas as performances em dois critérios por vez, nesse caso, Critério 2 (de minimização) e Critério 3 (de maximização), onde a cor vermelha representa a consequência menos preferível entre as duas opções apresentadas, enquanto a cor azul indica a consequência mais preferível. Assim, a Consequência A mostra um desempenho bom no critério 2 e o pior no critério 3, e a Consequência B mostra o pior desempenho no critério 2 e o melhor no critério 3. No lado direito da tela, o SAD fornece *feedback* do progresso ao decisor, indicando o quão próximo ele está de uma solução final, com a quantidade de perguntas respondidas até o momento (0, nesta imagem) e a quantidade de alternativas potencialmente ótimas (3, na imagem). À medida que o decisor responde, o número de perguntas aumenta e o número de alternativas diminui. O processo continua até que o conjunto seja reduzido ou até que o decisor decida parar.

Além disso, para o SAD do método FITradeoff, exemplos de avaliações holísticas são apresentadas nas Figuras 3 e 4, sendo uma por visualização tabular e outra por gráfico de barras, respectivamente.

Figura 3 - Exemplo de avaliação holística com tabela

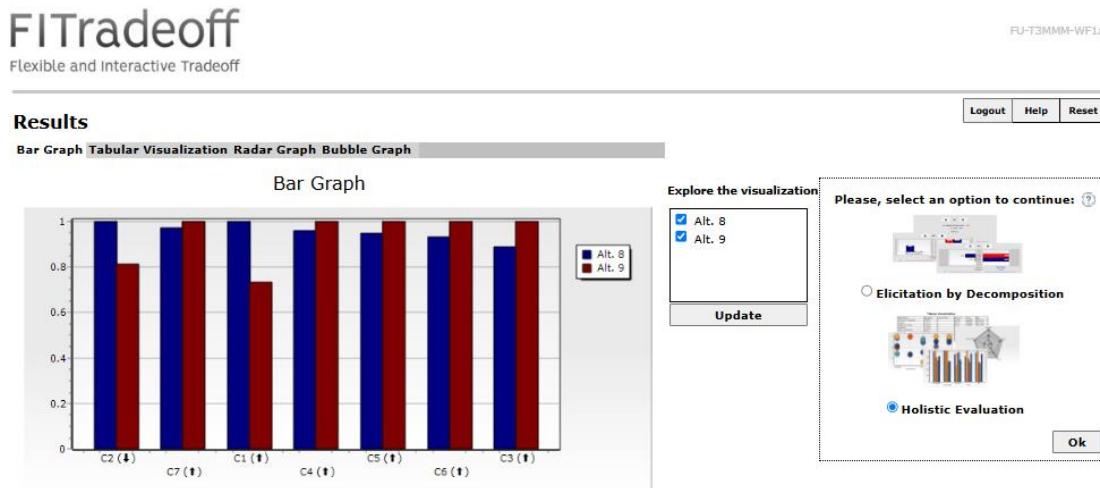
The screenshot shows the FITradeoff software interface. At the top, there is a header with the text "FITradeoff" and "Flexible and interactive Tradeoff". On the right side of the header, there are buttons for "Logout", "Help", and "Reset". The main area is titled "Results" and contains four tabs: "Bar Graph", "Tabular Visualization" (which is selected), "Radar Graph", and "Bubble Graph". The "Tabular Visualization" tab displays a table titled "Tabular Visualization" with the following data:

Alternatives	Crit 2	Crit 7	Crit 1	Crit 4	Crit 5	Crit 6	Crit 3	Max Overall Value	Min Overall Value
Alt. 8	80	185	67	460	19	850	32	0.84	0.80
Alt. 9	65	190	49	480	20	910	36	0.87	0.80

Below the table, it says "Questions Answered: 1". To the right of the table, there is a "Logout" button. Further down, there is a section titled "Explore the visualization" with a list of options: "Alt. 8" and "Alt. 9", with "Alt. 8" checked. There is also an "Update" button. To the right of this, there is a "Please, select an option to continue" dialog with two radio buttons: "Elicitation by Decomposition" and "Holistic Evaluation", with "Holistic Evaluation" selected. At the bottom right of the dialog is an "Ok" button.

Fonte: SAD do FITradeoff (2025).

Figura 4 - Exemplo de avaliação holística com gráfico de barras



Fonte: SAD do FITradeoff (2025).

Para as Figuras 3 e 4 são exibidos os mesmos dados das alternativas 8 e 9, neste caso, com seus desempenhos em todos os critérios, assim o decisor pode optar por seguir com uma avaliação holística ou continuar com a elicitação por decomposição. Vale ressaltar que o SAD do FITradeoff oferece, além de visualizações holísticas em tabelas e gráficos de barras, visualizações em gráficos de radar e de bolhas.

Uma vez que ambas as perspectivas podem ser combinadas durante o processo de decisão, os decisores podem alternar entre aquelas que melhor se adaptam ao seu estilo cognitivo (Ferreira et al. 2025). Ou seja, de forma interativa, os decisores podem optar por realizarem a elicitação por decomposição ou continuarem o processo por meio de avaliações holísticas, e essa decisão pode ser tomada a qualquer momento da elicitação de preferências, agregando grande flexibilidade ao método. Nesse âmbito, o método FITradeoff utiliza as avaliações holísticas para adicionar informações ou finalizar o processo decisório (de Almeida; Frej; Roselli, 2021).

Para finalizar o processo decisório, a avaliação das alternativas é feita de forma direta e leva à conclusão do processo. Segundo de Almeida et al. (2024), na problemática da escolha, as avaliações holísticas são aplicadas à análise de subconjuntos de alternativas potencialmente ótimas, enquanto na problemática de ordenação, ela permite definir relações de preferência entre alternativas que possuem relação indefinida no ranking parcial. Para ambas as problemáticas, a declaração de

preferência do decisor entre as alternativas gera uma desigualdade que é incorporada ao espaço de pesos como uma nova restrição na programação linear do método FITradeoff (de Almeida et al., 2024). Dessa forma, a avaliação holística é utilizada para a agregação de informações ao modelo matemático.

O FITradeoff pode ser amplamente aplicado, uma vez que foi desenvolvido para solucionar problemas em diversas problemáticas de decisão, tais como escolha (de Almeida et al., 2016), ordenação (Frej; de Almeida; Costa, 2019; Roselli; de Almeida, 2020a), classificação (Kang; Frej; de Almeida, 2020) e portfólio (Frej; Ekel; de Almeida, 2021; Marques et al., 2022). Aplicações do método para auxiliar em processos de escolha, por exemplo, foram feitas por: Frej et al. (2017), Fossile et al. (2020), Santos et al. (2020), Pergher et al. (2020), Carrillo et al. (2022) e Czekajski, Wachowicz e Frej (2023). De forma mais ampla, um sumário do método e apresentação de perspectivas futuras, foi desenvolvido por de Almeida et al. (2023), e um estudo de simulação foi desenvolvido para verificar o impacto das avaliações holísticas na redução do número de perguntas no processo de elição por decomposição foi desenvolvido por Ribeiro et al. (2024). A acessibilidade para aplicação deste método reside no fato de que ele foi implementado em um SAD gratuito, disponível em www.fitradeoff.org.

Devido ao intenso uso do método, o SAD do método FITradeoff tem sido constantemente atualizado com base em estudos comportamentais e de neurociência com vistas à melhoria de seu processo de modelagem de preferências e sua usabilidade. Vários experimentos foram construídos para investigar os dois paradigmas de modelagem de preferências – elição por decomposição (Silva; Costa, 2019; Roselli; de Almeida, 2020a; Silva; Costa; de Almeida, 2022a; Silva; Costa; de Almeida, 2022b) e avaliação holística (Roselli; de Almeida, 2020b; Roselli; de Almeida, 2022; Roselli; de Almeida, 2023; Vasconcelos; Roselli; de Almeida, 2024; Ribeiro et al. 2024; Ferreira et al. 2025).

A importância de transformar métodos e procedimentos com base em aspectos comportamentais observados durante os processos de decisão é destacada por Korhonen e Wallenius (1997), que utilizam o termo “modulação” para se referir a essas transformações. As modulações são importantes não apenas para o SAD do FITradeoff, como também podem ser estendidas a outros métodos multicritério.

Portanto, essa área de pesquisa se destaca como uma megatendência no contexto MCDM/A (Wallenius; Wallenius, 2019).

Nesta perspectiva, esta tese foi desenvolvida para investigar o comportamento dos decisores frente a avaliações holísticas visando assim impulsionar o conhecimento e desenvolver sistemas de apoio a decisão eficazes para os tomadores de decisão (Ferreira et al. 2025). A avaliação holística é abordada em mais detalhes no próximo item.

2.1.3 Avaliação holística na decisão multicritério

Conforme discutido, em métodos MCDM/A, há dois paradigmas de modelagem de preferências: elicitação por decomposição, na qual os decisores realizam a modelagem de preferências no espaço de consequências; e avaliação holística, na qual os decisores realizam a modelagem de preferências no espaço de alternativas (de Almeida; Frej; Roselli, 2021). Ainda segundo esses mesmos autores, as avaliações holísticas dentro do espaço de alternativas envolvem a comparação direta dos elementos. Por exemplo, o decisior afirma explicitamente que uma alternativa *A* é preferida em relação à uma alternativa *B*. Essa distinção é importante, visto que, segundo Dieckmann, Dippold e Dietrich (2009), o modo como as alternativas são apresentadas e o modo de resposta exigido na tomada de decisão afetam a escolha final.

Avaliações holísticas podem ser usadas em três situações: para adicionar informações ao processo de decisão, para finalizar o processo de decisão ou para desagregação de preferências (Figueira; Greco; Ehrgott, 2005; de Almeida et al., 2016). Embora nem todos os autores usem a terminologia "avaliação holística", ela é considerada em muitos estudos visto que sua aplicação não apresenta uma análise de cada critério separadamente, mas sim uma avaliação global das alternativas, que são vistas como um todo ou como um conjunto de critérios (de Almeida et al., 2024).

Para permitir que alternativas sejam comparadas de forma holística, visualizações gráficas e tabulares podem ser usadas, uma vez que elas auxiliam os decisores a entender melhor o desempenho das alternativas em um problema específico de MCDM/A (de Almeida; Frej; Roselli, 2021). De acordo com Miettinen (2014), diferentes visualizações gráficas podem ser usadas para apoiar os decisores na compreensão das semelhanças e diferenças entre as alternativas. Assim,

Julgamentos holísticos baseados em visualizações gráficas são uma forma de reduzir o problema de decisão e economizar tempo e esforço do decisor (Czekajski; Wachowicz; Frej, 2023). Desse modo, o presente estudo apresenta experimentos que utilizam duas formas diferentes de visualização, tabelas e gráficos de barras, aplicadas em avaliações holísticas em processos de seleção e eliminação. Diversos estudos nesta mesma linha de pesquisa são explorados na seção seguinte.

2.2 Revisão da literatura

No intuito de investigar outros estudos com mesma linha de pesquisa e para compreender a extensão dos temas abordados neste trabalho de modo amplo, foram feitas buscas na literatura considerando apenas a plataforma *Web of Science*, sem filtro de limite de tempo, com termos em inglês. O período de coleta dos estudos compreendeu os anos de 2023 e 2024. Primeiramente, acerca do uso de avaliações holísticas, foram feitas buscas com as seguintes composições de palavras-chave: “*Holistic evaluation*”, “*Holistic evaluation*” AND MCDM, “*Holistic evaluation*” AND MCDA, “*Holistic evaluation*” AND *Multicriteria*, “*Holistic evaluation*” AND *Multi-criteria*, “*Holistic evaluation*” AND “*Multiple criteria*”, “*Holistic evaluation*” AND *Multiattribute*, “*Holistic evaluation*” AND *Multi-attribute*, “*Holistic evaluation*” AND “*Multiple objectives*”, “*Holistic evaluation*” AND *Multiobjective*, “*Holistic evaluation*” AND *Multi-objective*, e “*Holistic evaluation*” AND *Decision*. Vale destacar que aspas foram usadas para que duas ou mais palavras separadas fossem encontradas em conjunto, como um único termo, e o operador *AND* foi usado para que todas as palavras-chave fossem encontradas nos mesmos artigos.

Com essas buscas, observou-se que o uso do termo “holístico” possui significados diferentes para diferentes campos de pesquisa e/ou autores. Como já mencionado, no campo de estudos de MCDM/A, o termo “avaliação holística” é utilizado para caracterizar uma forma de elicitação de preferências que pode ser usada para adicionar informações ou finalizar o processo decisório ou para desagregar preferências dos decisores. Os trabalhos abordados na revisão da literatura deste estudo se enquadram nessas formas de utilização.

No entanto, em outros campos de estudo, muitos autores usam o termo “holístico” como sinônimo de “abrangente”, indicando assim que diversos fatores foram utilizados na construção de métricas e índices em seus estudos. Esses artigos

não foram discutidos neste trabalho. Portanto, para filtrar ainda mais os estudos que abordam avaliações holísticas da forma como feito neste trabalho, foi considerada a variação do termo “julgamentos holísticos”. Logo, as buscas foram realizadas com as seguintes palavras-chave: “*Holistic judgments*”, “*Holistic judgments*” AND MCDM, “*Holistic judgments*” AND MCDA, “*Holistic judgments*” AND *Multicriteria*, “*Holistic judgments*” AND *Multi-criteria*, “*Holistic judgments*” AND “*Multiple criteria*”, “*Holistic judgments*” AND *Multiattribute*, “*Holistic judgments*” AND *Multi-attribute*, “*Holistic judgments*” AND “*Multiple objectives*”, “*Holistic judgments*” AND *Multiobjective*, “*Holistic judgments*” AND *Multi-objective*, e “*Holistic judgments*” AND *Decision*. Os artigos encontrados nessas buscas e que se adequavam ao tema, desconsiderando duplicatas, foram abordados no Capítulo 2.

Para tornar as buscas ainda mais específicas em relação aos temas abordados neste trabalho, foram feitas pesquisas direcionadas aos dois processos de escolha estudados: decisões com seleção e eliminação de alternativas. Para isso, foram consideradas as seguintes palavras-chave: “*selection decision process*”, “*elimination decision process*”, *selection* AND “*decision process*”, *elimination* AND “*decision process*”, e *choice* AND *selection* AND *elimination*. Os estudos encontrados foram tratados no decorrer do trabalho e mais especificamente no capítulo 2.2.1.

Muitos dos estudos encontrados não consideram uma racionalidade específica, no entanto, outros tantos consistem em aplicações com os métodos FITradeoff e UTA, ambos de racionalidade compensatória (seção 2.2.2 e 2.2.3). Assim, de modo a fazer uma busca mais especializada para a racionalidade não compensatória, foram usadas as seguintes palavras-chave nas buscas: “*Non-compensatory rationality*” AND “*Holistic evaluation*”, “*Non-compensatory rationality*” AND *Holistic*, *Non-compensatory* AND “*Holistic evaluation*”, *Non-compensatory* AND *Holistic*, *Outranking* AND “*Holistic evaluation*”, e *Outranking* AND *Holistic*. Os artigos encontrados foram discutidos no decorrer do trabalho e mais especificamente na seção 2.2.2.

No que diz respeito às análises de características de indivíduos participantes de estudos, aqui chamadas de perfis de participantes, foram feitas buscas voltadas a verificar como os mais variados campos de aplicação utilizam informações pessoais. Para isso, foram utilizadas as seguintes palavras-chave: “*decision-maker profile*”, “*demographic information of participants*” AND *behavior*, “*demographic information of participants*” AND *decision*, “*participant profile*” AND *behavior*, e “*participant profile*”

AND decision. Os termos “informações demográficas de participantes” e “perfis de participantes” foram observados em diversos artigos, portanto, tais palavras foram utilizadas nas buscas para ampliar os achados. Os estudos encontrados foram tratados no decorrer do trabalho e mais especificamente na seção 2.2.4.

Portanto, este trabalho possui em sua revisão da literatura os seguintes temas: uma contextualização sobre aplicações de processos de seleção e eliminação, sobre o uso de avaliações holísticas nas rationalidades compensatória e não compensatória, sobre experimentos e aplicações com o método FITradeoff, além de sobre o impacto das características dos decisores em diferentes processos decisórios.

2.2.1 Processos de seleção versus eliminação

Muitas decisões organizacionais exigem que um conjunto de alternativas conhecidas seja selecionado. Na literatura, há vários estudos que visam obter a melhor alternativa em um grupo discreto de alternativas. Uma questão organizacional frequente envolve o enfrentamento do problema de seleção de fornecedores (Barla, 2003; Junior; Osiro; Carpinetti, 2013; Junior; Osiro; Carpinetti, 2014; Frej et al., 2017; Kaufmann; Wagner; Carter, 2017). Outros estudos consideraram um problema de localização em que o objetivo é obter o melhor lugar para uma instalação (Schniederjans; Hoffman; Sirmans, 1995; Wang et al., 2018; Ulutaş; Karakuş; Topal, 2020; Tadić et al., 2020; Şahin, 2021) ou o problema de selecionar o equipamento mais apropriado (Dağdeviren, 2008; Wang; Zhu; Huang, 2018; Yilmaz et al., 2020; Goswami; Behera, 2021).

No entanto, a ideia de eliminar alternativas também é uma outra forma de escolher alternativas. Alguns dos estudos que usam esse processo de tomada de decisão são: Timmermans (1993) argumentou que a estratégia de eliminação pode ser útil para reduzir o número de candidatos em um processo de seleção de emprego. Park et al. (1998) usaram um processo de escolha de eliminação hierárquica para dar suporte a decisões de troca de marca, e Mcpherson e Parks (2011) analisaram o processo de eliminação de um concorrente em uma competição por um recurso valioso.

No contexto de eliminação de alternativas, uma estratégia bem conhecida é a *Elimination by Aspects* - EBA (Tversky, 1972a; Tversky, 1972b). Ela postula que as alternativas são avaliadas com base em aspectos específicos, levando à eliminação

de opções que possuem critérios indesejáveis ou que carecem de critérios desejáveis. Por exemplo, essa teoria foi aplicada na escolha de contratos de empresas de eletricidade (Daniel; Persson; Sandorf, 2018) e na assistência durante compra de carros on-line (Rathnam, 2005). Essa é apenas uma das estratégias de tomada de decisão mais conhecidas. Outra regra importante usada na escolha de alternativas é a lexicográfica, onde a melhor opção é escolhida com base no critério mais importante (Fishburn, 1974).

As estratégias EBA e lexicográfica, juntamente com as conjuntivas e disjuntivas, estão entre as quatro principais estratégias não compensatórias, segundo Westenberg e Koele (1994). Nesse contexto, de acordo com Rothrock e Yin (2008), estratégias não compensatórias são mais fáceis de implementar e geralmente requerem menos processamento e integração de informações do que estratégias compensatórias. Mas é importante ressaltar que contrário pode ser dito sobre essas racionalidades em se tratando da aplicação de métodos MCDM/A.

Embora as estratégias de tomada de decisão supracitadas sejam algumas das mais reconhecidas dentre as não compensatórias, muitos estudos encontrados chamam de “estratégia aditiva ponderada” o modelo de agregação aditiva do MAVT (Keeney; Raiffa, 1976), no entanto, nessa estratégia os pesos dos critérios não representam sua taxa de substituição, mas sim a ponderação é feita de acordo com a importância relativa dos atributos (Sauermann, 2005). Vários estudos ao longo das décadas compararam essas e outras técnicas que envolvem selecionar ou eliminar alternativas em um processo de escolha.

Na década de 1990, Todd e Benbasat (1994) exploraram como diferentes características de apoio à decisão podem afetar o esforço necessário para implementar uma determinada estratégia de escolha, focando em EBA e em estratégias de diferença aditiva, que envolvem múltiplas rodadas de seleção. Yaniv e Schul (1997) investigaram se os dois processos, de inclusão e eliminação, levam a escolhas finais equivalentes, concluindo que a equivalência ocorre apenas quando esses processos são complementares, ou seja, quando as probabilidades de incluir ou excluir alternativas somam um.

Na década de 2000, Yaniv e Schul (2000) contrastaram duas estratégias de decisão aparentemente complementares: aceitação (seleção) e eliminação. Eles se concentraram nas consequências lógicas e comportamentais desses dois

procedimentos de escolha em decisões que envolvem várias alternativas e descobriram uma discrepância entre eles: os conjuntos de escolha eram maiores na eliminação do que na aceitação. Heller, Levin e Goransson (2002) examinaram como as características das tarefas consideradas e do tomador de decisão influenciam os resultados da seleção de uma estratégia de pré-triagem, destacando assim as diferenças nas consequências e nos processos psicológicos associados a cada estratégia. Sauermann (2005) propôs um modelo de escolha vocacional que envolve dois processos principais: a seleção de uma estratégia de decisão de acordo com os objetivos da tomada de decisão e a construção de preferências específicas de acordo com a situação. Essas estratégias de decisão incluem a EBA, a lexicográfica e a estratégia aditiva ponderada. Burnett (2008) desenvolveu uma estrutura conceitual para situações que envolvem compras em viagens considerando o uso de diferentes tipos de regras de decisão em diferentes situações ou contextos. Algumas dessas regras são *take-the-best*, lexicográfica, adição ponderada e EBA.

Em meados de 2010, Erdem, Campbell e Thompson (2014) apresentaram um estudo de caso sobre preferências públicas por inovações em serviços de saúde usando as regras EBA e/ou Selection by Aspects. Lurie e Wen (2014) examinam como os processos de decisão afetam a qualidade e o esforço associados às decisões do consumidor, concentrando-se na triagem (seleção) e na eliminação. Uma de suas conclusões é que a combinação desses dois processos pode ajudar a superar as desvantagens individuais, incentivando uma análise sistemática de alternativas após uma avaliação inicial.

Mais recentemente, na década de 2020, Zhu, Ritter e Dijksterhuis (2021) examinaram o efeito da estratégia de ordenação na seleção de um conjunto de ideias criativas, comparando três estratégias diferentes: escolha (selecionar a ideia mais criativa), eliminação (remover a ideia menos criativa) e comparação pareada (fazer uma série de escolhas a partir de pares de ideias). Sureka e Pal (2024) apresentam um processo de tomada de decisão conhecido como *Choice by Elimination then Selection*, no qual um indivíduo reduz um conjunto de alternativas de acordo com sua preferência (relação de eliminação) e depois seleciona a melhor dentre a(s) alternativa(s) restante(s) com base em uma ordem de preferência diferente (relação de seleção).

Todas as estratégias mencionadas são úteis à tomada de decisão, mesmo para decisões multicritério, mas não necessariamente contam o auxílio de ferramentas visuais para facilitar a compreensão do decisor. Sendo assim, o próximo item apresenta estudos que utilizaram esse apoio por meio de avaliações holísticas, para processos de tomada de decisão com rationalidades compensatória e não compensatória.

2.2.2 Avaliação holística nas rationalidades compensatória e não compensatória

Como já exposto na fundamentação teórica, avaliações holísticas podem ser usadas para adicionar informações ao processo de decisão ou finalizá-lo e para desagregar preferências dos decisores. No método FITradeoff, a avaliação holística é aplicada no modelo para finalizar o processo de decisão ou para adicionar informações à elicitação. Esses usos de avaliações holísticas são aplicados para reduzir o espaço de alternativas, o que pode permitir ao decisor tomar uma decisão, finalizando o processo, ou, ao incorporar informações obtidas da comparação das alternativas reais ao modelo, pode-se dar continuidade ao procedimento de elicitação (de Almeida; Frej; Roselli, 2021; de Almeida et al., 2023). Nesse método, a avaliação holística é feita com o uso de visualizações gráficas ou tabulares, considerando todos os critérios de uma mesma vez.

Considerando formas diversas de visualização de alternativas, o estudo de Miettinen (2014) apresentou uma ampla análise de diferentes maneiras de visualizar graficamente um pequeno conjunto de alternativas discretas no cenário MCDM/A. Conforme afirmado por Miettinen (2014), é importante que o decisor seja capaz de diferenciar entre alternativas antes de decidir, mas também deve-se evitar forçá-lo a lidar com ferramentas de visualização que não sejam intuitivas. A autora classificou as técnicas e ferramentas de visualização de acordo com suas principais características, apresentando suas vantagens, fraquezas e usabilidade. Ela concluiu que nenhuma das representações gráficas é melhor do que as outras, mas algumas se encaixam melhor em certas configurações de problemas.

Ainda na rationalidade compensatória, o uso de avaliações holísticas para a desagregação de preferências possui como um dos seus exemplos mais representativos os métodos UTA - *UTilité Additive*, utilizada para inferir parâmetros do

modelo (Jacquet-Lagreze; Siskos, 1982; Siskos; Grigoroudis; Matsatsinis, 2016). De acordo com Mousseau e Dias (2004), a abordagem de desagregação tem sido amplamente usada em modelos aditivos e poucos avanços são explorados para métodos de sobreclassificação. Nesse estudo, Mousseau e Dias (2004) afirmam que o analista deve obter do tomador de decisão valores para os parâmetros preferenciais, tais como valores de pesos, dos limiares de voto, preferência e indiferença e de categorias de classes no ELECTRE TRI. Esse processo pode ser feito de forma direta ou por meio de um procedimento de desagregação que infere esses valores a partir de julgamentos holísticos fornecidos pelo decisor.

As avaliações holísticas também são usadas para determinar uma estrutura de preferência que melhor corresponda a um conjunto de alternativas de referência produzidos pelo decisor em na abordagem de desagregação em métodos ELECTRE (Mousseau; Slowinski, 1998; Mousseau; Figueira; Naux, 2001; The; Mousseau, 2002; Greco et al., 2011). Outros exemplos podem ser destacados.

Kiss, Martel e Nadeau (1994) usaram uma lógica de desagregação de preferências globais para criação de um sistema, em que os decisores expressam preferências sobre um conjunto de alternativas de referência, e esta informação permite que valores iniciais sejam especificados para os parâmetros usados no ELECTRE II. Fernandez; Navarro; Bernal (2009) propuseram um método para inferir parâmetros de um modelo multicritério de sobreclassificação *fuzzy*. Para isso, eles usam julgamentos holísticos fornecidos por um decisor para inferir os valores dos parâmetros do modelo usando desagregação de preferências. Portanto, informações preferenciais são obtidas de um conjunto de referência, uma vez que os decisores identificam declarações de sobreclassificação desse conjunto.

Kadziński e Martyn (2020) usaram três tipos de julgamentos holísticos em sua estrutura ELECTRE Tri-B: exemplos de atribuição, comparações pareadas baseadas em atribuição e cardinalidades de classe desejadas. Eles afirmam que os decisores podem ter dificuldade para especificar diretamente um conjunto coerente de parâmetros, como pesos de critérios, limites de comparação e perfis. Portanto, eles consideram uma abordagem de desagregação de preferências para obter esses parâmetros por meio de inferência indireta. Greco, Słowiński e Wallenius (2025) apresentam uma visão geral da evolução do MCDM/A e destacam a ROR (*Robust Ordinal Regression*). Eles afirmam que a ROR pode ser aplicada a métodos de

sobreclassificação, onde o decisor comunica suas preferências fazendo comparações holísticas pareadas entre alternativas de referência específicas.

Considerando a racionalidade compensatória e um de seus métodos, o FITradeoff, na seção a seguir são referenciadas aplicações feitas com este método, incluindo aquelas que utilizam avaliações holísticas.

2.2.3 Experimentos prévios e aplicação de avaliação holística no método FITradeoff

Experimentos envolvendo o paradigma de avaliação holística visam investigar como os decisores avaliam problemas de MCDM/A quando estes são representados por visualizações tabulares e gráficas para expressar relações de dominância entre as alternativas. Os primeiros experimentos compararam três tipos de gráficos: gráfico de barras, gráfico de radar e gráfico de bolhas (de Almeida; Roselli, 2017; Roselli; Frej; de Almeida, 2018). Depois disso, os experimentos incluíram a comparação de tabelas *versus* gráficos de barras (Roselli; de Almeida, 2020b; Roselli; de Almeida; Frej, 2019; Ferreira et al., 2023; Ferreira et al., 2025).

A utilização da avaliação holística para fornecer informações ao modelo de decisão ou para finalizar o processo decisório pode ser observada em diversas aplicações do método FITradeoff. Em Frej et al. (2017), em um problema de seleção de fornecedores no ramo alimentício, três fornecedores foram apresentados ao decisor por meio de avaliação holística através de um gráfico de barras. Em dos Santos et al. (2020), o decisor usou a avaliação holística para comparar dois fornecedores de uma empresa de atacado e varejo que estavam incomparáveis na oitava posição do ranking. Em Pergher et al. (2020), em um problema de seleção de regras de programação em sistemas de produção job-shop, após nove ciclos de perguntas de elicitação por decomposição, apenas duas alternativas potencialmente ótimas restaram e foram apresentadas ao decisor por meio de um gráfico de radar. Czekajski, Wachowicz e Frej (2023) a avaliação holística foi utilizada pelo decisor para comparar dois produtos de turismo cultural que estavam incomparáveis na quarta posição do ranking.

Diversas modulações foram incorporadas ao método e ao SAD do FITradeoff, com base em pesquisas comportamentais e de neurociência. A principal dessas mudanças foi a integração dos dois paradigmas distintos para a modelagem de

preferências, a elição por decomposição e a avaliação holística (de Almeida; Frej; Roselli, 2021; Roselli; de Almeida, 2022). Nesse quesito, um estudo de simulação foi desenvolvido por Ribeiro et al. (2024) para verificar o impacto das avaliações holísticas na redução do número de perguntas no processo de elição por decomposição, demonstrando o impacto positivo e relevante dessas modulações.

Outra contribuição relevante foi a criação e implementação da *Success-Based Decision Rule* (Regra de Decisão Baseada em Sucesso – SBDR) (Roselli; de Almeida, 2023), que orienta o analista sobre a conveniência de utilizar ou não um determinado tipo de visualização para avaliação holística. Essa recomendação é fundamentada na média das probabilidades de sucesso (π) que essa visualização irá proporcionar, bem como em seus desvios padrão (σ).

Além disso, na versão original do FITradeoff, os decisores podiam apenas realizar seleções entre alternativas durante o processo decisório (de Almeida et al., 2016). No entanto, outra modulação feita com base em achados de estudos comportamentais, passou a permitir também a eliminação de alternativas durante a avaliação holística em problemas de escolha (Roselli, de Almeida & Frej, 2019; Ferreira et al., 2023, Vasconcelos et al., 2024, Ferreira et al., 2024). Essa mudança proporcionou maior flexibilidade ao processo, permitindo que os decisores optem pela estratégia que considerarem mais apropriada durante essa etapa. O analista, por sua vez, pode utilizar a SBDR para indicar ao decisor o tipo de visualização mais adequado e orientá-lo sobre qual tarefa realizar: selecionar a melhor alternativa ou eliminar a pior.

Outro aspecto importante para as modulações de sistemas, é considerar o impacto das características pessoais dos decisores no processo decisório. Portanto, estudos que avaliaram esse impacto são destacados na seção seguinte.

2.2.4 Análises de características de participantes

De acordo com Simon et al. (1987), um dos objetivos mais promissores e importantes da pesquisa científica é compreender como as mentes humanas resolvem problemas e tomam decisões de maneira eficaz. Nesse contexto, fatores como idade, gênero, nível de escolaridade e localização geográfica são considerados para diversos fins, no intuito de investigar como as decisões são influenciadas pelas características dos indivíduos (Guillaume et al., 2017).

Essas características não apenas moldam as escolhas individuais, mas também influenciam os processos de tomada de decisões organizacionais. No que diz respeito às decisões organizacionais, a maioria delas envolve a presença de múltiplos aspectos da vida profissional. Uma vez que a maioria das decisões é tomada por um grupo de tomadores de decisão e envolve múltiplos fatores, as organizações devem levar em consideração a diversidade de sua equipe durante os processos de decisão multicritério (Jackson; Joshi, 2004). Portanto, características pessoais dos indivíduos podem influenciar na decisão tomada por grupos de funcionários, bem como no decorrer dos processos de decisão conduzidos por eles nas organizações.

No que diz respeito à investigação das características individuais no campo da tomada de decisão, dois propósitos foram observados na literatura: estudos envolvendo decisões relativas a sistemas de saúde e estudos que consideram como melhorar e desenvolver métodos e sistemas de tomada de decisão.

A maioria dos estudos encontrados foca em decisões sobre sistemas de saúde, a saber: Paul et al. (2019) investigam os fatores que afetam a tomada de decisão dos pacientes sobre a saúde bucal pública e coletaram características gerais dos participantes, como a idade e a escolaridade dos pacientes. Kubota et al. (2022) investigaram por que os médicos japoneses hesitaram em continuar a telemedicina durante a COVID-19, e a idade foi um fator estatisticamente significativo para essa decisão, com 67,4% dos médicos dispostos a continuar e 32,6% não dispostos. Tabas et al. (2022) determinam a intenção de pacientes com insuficiência renal para usar a tecnologia da informação em saúde e, para isso, esses autores coletaram a idade dos pacientes, gênero, nível de escolaridade, estado civil e há quanto tempo eles têm a doença. Fatores como gênero, idade e escolaridade influenciam na preocupação com a segurança e a confidencialidade na internet.

Nesse mesmo campo, Oguntayo (2023) examinou a relação entre idade, gênero, preocupação ambiental, a pandemia de COVID-19 e pensamentos suicidas. Eles determinaram que os pensamentos suicidas estão negativamente relacionados à idade dos participantes e positivamente correlacionados às preocupações ambientais e à COVID-19. Kliger et al. (2024) examinaram a tomada de decisões durante a COVID-19, descobrindo que a educação e a idade se correlacionavam positivamente com o bem-estar, enquanto o fato de ser pai/mãe ou mulher estava ligado a escores mais baixos de bem-estar.

Quanto ao aprimoramento de sistemas e métodos, Abbasi et al. (2020) determinam o nível de satisfação do usuário ao usar um dado sistema e observaram que a satisfação não teve relação significativa com a idade, mas teve uma relação significativa com as habilidades de informática dos participantes. Perez-Villafuerte et al. (2021) desenvolveram um método de classificação ordinal multicritério, mostrando que o alinhamento das preferências dos tomadores de decisão com os perfis de caracterização estudados melhora a qualidade da solução.

Além disso, Alves et al. (2023) estudaram fatores psicológicos na tomada de decisão apoiada por visualizações, para avaliar se a qualidade de uma última decisão tomada afeta o tempo que os usuários levavam para tomar a próxima decisão do experimento. Para isso, consideraram também o gênero, a idade, a acuidade visual e o letramento sobre o assunto relatados pelos participantes. Seus achados sugerem que o feedback negativo constante faz com que os indivíduos se concentrem em melhorar a escolha, gastando mais tempo para chegar a uma decisão, enquanto receber feedback positivo várias vezes seguidas torna os participantes mais rápidos na tomada de decisões. Crivelli (2023) apresentou uma ferramenta de avaliação para tomada de decisão, onde o autor analisa as respostas e o desempenho dos participantes em tarefas de tomada de decisão, a fim de detectar diferenças interindividuais e delinear perfis individuais específicos de habilidades de tomada de decisão.

Com base em todas essas diferentes abordagens, este estudo também tem como um de seus objetivos investigar a influência dos perfis dos indivíduos em seu desempenho ao realizar tarefas de tomada de decisão com vários atributos.

Para finalizar o capítulo em questão, na próxima seção, foi descrita a síntese do estado da arte e o posicionamento do trabalho.

2.3 Síntese do estado da arte e posicionamento deste trabalho

A revisão da literatura conduzida na plataforma *Web of Science* confirmou o desenvolvimento contínuo dos estudos em Decisão Multicritério. No entanto, poucos trabalhos foram observados até o momento sobre avaliação holística dentro do escopo de decisão multicritério e para métodos de racionalidade compensatória. Já relacionada ao emprego de racionalidade não compensatória, a grande maioria dos estudos foca no uso de avaliações holísticas para desagregação das preferências dos

decisores. Assim, identificou-se uma lacuna em relação a outras formas de uso, como a aplicação para adicionar informações ou finalizar processos de tomada de decisão. Nesta perspectiva, este trabalho foi desenvolvido visando investigar o comportamento dos decisores frente a avaliações holísticas com apoio de visualizações gráficas e tabulares para adicionar informações ou finalizar processos de tomada de decisão.

Adicionalmente, esta tese abordou uma segunda lacuna: a ausência de estudos sobre a relação entre as características pessoais dos tomadores de decisão e seu desempenho em tarefas de avaliação holística. Embora a literatura tangencie a importância de fatores cognitivos, observou-se falta de análises de como variáveis de perfil do participante como idade, gênero, nível de escolaridade e nível de fadiga influenciam diretamente as métricas de desempenho, neste trabalho expressas por HR e Tempo de Resposta. A escassez de trabalhos que abordam a integração dos fatores tipo de processo de escolha, tipo de visualização dos dados e perfil do decisor no contexto MCDM/A configura o principal foco de investigação desta tese.

Portanto, o presente trabalho se posiciona na intersecção dessas lacunas. O objetivo primário é investigar o comportamento dos decisores frente às diferentes configurações de avaliações holísticas (visualizações tabulares *versus* gráficas e processos de seleção *versus* eliminação), integrando a análise do perfil individual. A contribuição e originalidade desta tese reside em fornecer evidências e *insights* preditivos que podem ser utilizados para modular SAD, como o do FITradeoff, tornando-os adaptáveis ao perfil do decisor e mais eficazes na fase de adição de informações e finalização de processos de tomada de decisão. Em suma, o estudo busca elevar a qualidade e a coerência das decisões multicritério, reduzindo a carga cognitiva e o tempo despendido, e ampliando a aplicação de metodologias multicritério.

3 EXPERIMENTOS COMPORTAMENTAIS PARA MODULAR DECISÃO MULTICRITÉRIO COM AVALIAÇÃO HOLÍSTICA

Com o propósito de viabilizar a realização e análise de experimentos comportamentais, foi desenvolvido um sistema de uso online. Com o uso dessa ferramenta, nesta tese, foram realizados dois experimentos cujos decisores deveriam empregar rationalidades compensatória e não compensatória. Nas subseções a seguir esses tópicos são explicados em maior profundidade.

3.1 Desenvolvimento do BASHE para realização de experimentos comportamentais

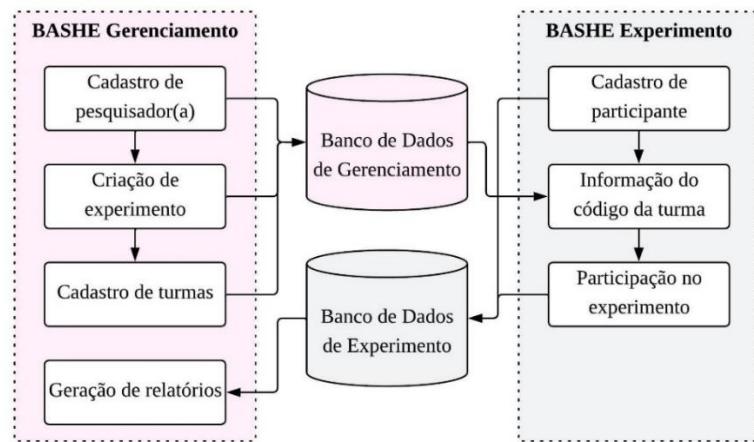
Neste item é descrito o sistema BASHE – *Behavioral Analysis System for Holistic Evaluation* (Sistema de Análise Comportamental por Avaliação Holística), desenvolvido na esfera do laboratório CDSID (Centro de Desenvolvimento em Sistemas de Informação e Decisão) e aplicado nesta tese. As aplicações do presente estudo, bem como de outros trabalhos, forneceram *feedbacks* incorporados na revisão de sua versão original.

O BASHE foi desenvolvido como uma ferramenta que viabiliza a decisores analisarem uma variedade de problemas de decisão e realizarem diversos tipos de avaliações holísticas e, para isso, ele possui duas versões, a de experimento e a de gerenciamento. A versão de gerenciamento é uma ferramenta que permite o desenvolvimento dos experimentos, nas suas mais variadas configurações, bem como a geração de relatórios de resultados obtidos. Na versão de experimento, os experimentos são acessados pelos participantes por meio de códigos de turma, que determinam a configuração do experimento e dos seus problemas de decisão, permitindo a coleta de dados para cada turma específica. Desse modo, as duas versões dos sistemas se retroalimentam, como pode ser visto na Figura 5.

A versão de experimento está registrada no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) sob o número BR512023004128-9, mas a de gerenciamento ainda não possui registro, uma vez que esse sistema ainda está passando por desenvolvimentos e expansões. Assim, o registro de software será solicitado apenas após essas atualizações. Os dois sistemas são disponibilizados de forma online, o

BASHE de gerenciamento através do link: <http://15.229.155.120/BASHE-GER/>, e o BASHE de experimento através de <http://15.229.155.120/BASHE/>. Vale ressaltar que apenas pesquisadores convidados podem acessar o BASHE de gerenciamento, mas quaisquer usuários podem acessar o BASHE de experimento após a realização de um cadastro na plataforma.

Figura 5 – Relação entre os sistemas BASHE



Fonte: Este trabalho (2025).

Para a criação de um experimento, que será aplicado no BASHE de experimento, o pesquisador deve acessar o BASHE de gerenciamento. Nele, todas as características dos problemas de decisão são definidas, a saber: quais matrizes de consequências serão usadas, qual será a distribuição de pesos dos critérios, como os dados devem ser apresentados (em tabelas ou gráficos), qual tipo de decisão será utilizado em cada problema (seleção ou eliminação), qual a quantidade de problemas e a ordem em que devem aparecer, e como é o controle de tempo. No sistema de gerenciamento existem funcionalidades que vão além da criação do experimento e que estão sendo expandidas nas atualizações. Com isso, depois de realizar o Login no BASHE de gerenciamento, o pesquisador acessa um menu com todas essas funcionalidades, menu este apresentado na Figura 6.

Figura 6 – Tela do menu inicial do BASHE de gerenciamento



Fonte: BASHE (2025).

No menu inicial é possível observar as seguintes possibilidades de ação:

- Cadastrar turmas nos experimentos: nesse campo é possível cadastrar turmas nos experimentos já existentes ou coletar informações sobre as turmas já cadastradas.
- Acessar relatórios de pesquisa: nesse campo pode-se gerar “Relatório por experimento” ou “Relatório por turma” e os dados extraídos das bases consistem nas respostas dadas pelos participantes nos experimentos, suas respostas comportamentais, seus tempos de resposta, bem como suas informações pessoais. Nesse campo também é possível realizar análises descritivas, comparar turmas, gerar gráficos de médias, de dados comportamentais e de informações pessoais, e todas essas opções podem ser exportadas em forma de planilha ou imagem. Essa funcionalidade pode ser visualizada na Figura 7.
- Registrar pesquisador(a): Esta função tem como objetivo permitir que pesquisadores do sistema BASHE convide outros a se registrarem na plataforma. As permissões que o novo pesquisador terá dentro do sistema

podem ser definidas e o convite é gerado. Essa funcionalidade é apresentada na Figura 8.

Figura 7 – Tela de acesso aos relatórios

Fonte: BASHE (2025).

Figura 8 - Tela de registro de pesquisador(a)

Fonte: BASHE (2025).

- Inserir matrizes de consequências: Esta funcionalidade é utilizada para o cadastro de novas matrizes de consequências, de acordo com os parâmetros

informados, tais como racionalidade do experimento, número de alternativas e critérios, entre outras.

- Ver ou editar um experimento: Neste campo são listados os experimentos já cadastrados e é permitido que eles sejam utilizados como base para a criação de novos.
- Registrar um novo experimento: Essa é a principal funcionalidade do sistema de gerenciamento, pois é nela que a configuração dos experimentos é realizada. Inicialmente, devem ser informados detalhes do experimento como sua descrição e racionalidade e, em seguida, devem ser inseridas as informações sobre os problemas de decisão a serem apresentados. Para cada problema de decisão os parâmetros são (Figuras 9 e 10):
 - Número de alternativas: de 2 a 5 alternativas;
 - Número de critérios: de 3 a 7 critérios;
 - Distribuição de pesos: iguais ou diferentes;
 - Seleção da matriz de consequências;
 - Seleção do tipo de visualização dos dados: em tabela, gráfico de barras, gráfico de linhas, gráfico de radar, gráfico de bolhas ou gráfico de barras horizontais;
 - Definição da ordem das alternativas;
 - Definição do tipo de decisão: seleção da melhor alternativa ou eliminação da pior.

Figura 9 – Primeira tela de configuração do problema de decisão

The screenshot shows a software interface for 'BASHE'. At the top, there is a logo and a 'Voltar' (Back) button. The main area is divided into two sections: 'Por favor, escolha as características do problema:' (Please choose the characteristics of the problem:) and 'Problemas do experimento:' (Experiments problems:).

Por favor, escolha as características do problema:

- Número de Alternativas:
- Número de Critérios:
- Distribuição de pesos:
- Matriz de Consequências:

Problemas do experimento:

The 'Problemas do experimento:' section contains a scrollable list with the following entries:

- No Selection --
- C2A3CP1M1BSel: 2 Alt. - 3 Crit. - Peso 1 - Matriz 1 - Barras - Seleção

Fonte: BASHE (2025).

Figura 10 - Segunda tela de configuração do problema de decisão

Por favor, escolha um tipo de visualização para o problema:

Tipo de visualização:

Ordenação das alternativas

Modificar ordem das alternativas

Escolha a decisão:

Seleção da melhor alternativa
 Eliminação da pior alternativa

Gráfico das Consequências

Alt1 Alt2 Alt3 Alt4 Alt5

Crit1 Crit2 Crit3 Crit4 Crit5

Opção correta

Seleção da melhor

Eliminação da pior

Ordem normal

Ordem modificada

No Seleção

Alt. 3
Alt. 2
Alt. 4
Alt. 1
Alt. 5

Refazer

Nova ordem

Alt1 Alt2 Alt3 Alt4 Alt5

Criter1 Criter2 Criter3 Criter4 Criter5

CDSID UFPE

INCT INSTITUTO NACIONAL DE CIÉNCIA E TECNOLOGIA

INSTITUTO NACIONAL DE

Fonte: BASHE (2025).

Na configuração do experimento como um todo, o pesquisador define se deverá ser considerado um tempo limite para sua realização e se este será visível para os participantes. Também é possível definir a ordem de apresentação dos problemas (Figura 11). Por fim, o sistema apresenta o enunciado de acordo com os parâmetros definidos. Ao concluir, o experimento é salvo e suas informações são enviadas para o e-mail do pesquisador (Figura 12).

Figura 11 - Tela de sequência dos problemas de decisão

Por favor, defina a sequência em que os problemas aparecerão para o participante:

Deseja manter a ordem atual
 Deseja ordenar de forma diferente
 Deseja utilizar ordenação aleatória

Gráficos Tabelas

Questão C5A5CP1M1BEII

Alt1 Alt2 Alt3 Alt4 Alt5

Criter1 Criter2 Criter3 Criter4 Criter5

Ordem atual:

No Selection
C2A3CP1M1Sel
C5A5CP1M1BEII

Ordem modificada:

Refazer

Confirmar

CDSID UFPE

INCT INSTITUTO NACIONAL DE CIÉNCIA E TECNOLOGIA

INSTITUTO NACIONAL DE

Fonte: BASHE (2025).

Figura 12 - Tela de finalização do cadastro do experimento



Fonte: BASHE (2025).

Na seção seguinte é descrita a forma como foram construídos os experimentos comportamentais aplicados nesta tese, bem como são descritas as características que compõem cada tarefa de decisão.

3.2 Experimentos comportamentais com oito problemas de decisão

Os experimentos comportamentais desenvolvidos neste trabalho foram aplicados com o objetivo de investigar a influência da forma de apresentação dos dados e do tipo de processo de escolha na tomada de decisão entre alternativas. Desse modo, buscou-se investigar se a maneira como os dados são apresentados altera a decisão final de um decisor. Com isso, as análises buscaram determinar se existe uma forma de visualização ou de decisão mais propícia a levar a decisões corretas, fornecendo *insights* sobre a eficácia de diferentes configurações de avaliações holísticas em contextos de escolha.

Nesta tese, foram aplicados dois experimentos, um para cada tipo de racionalidade de decisor no contexto MCDM/A: compensatória e não compensatória. Cada um desses experimentos consistiu na apresentação de oito tarefas de decisão, em que cada tarefa é composta por quatro tipos de elementos:

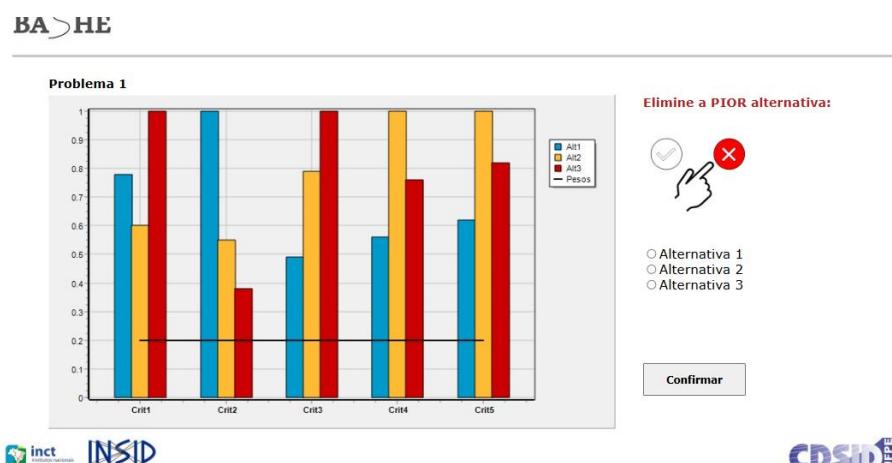
- Matrizes de consequências, todas compostas de três alternativas avaliadas em relação a cinco critérios e cujo desempenho de cada alternativa possui valores que variam entre 0 e 1. Conforme reforçado por Simon (1955), devido à limitação da racionalidade dos seres humanos, avaliações holísticas

geralmente não são recomendadas para um número elevado de alternativas. Por essa razão, foram consideradas apenas três alternativas em cada tarefa. Além disso, estudos prévios (de Almeida; Frej; Roselli, 2021; Roselli; de Almeida, 2023) demonstram que um número elevado de alternativas impacta negativamente na capacidade de sua avaliação pelos decisores.

- Distribuição de pesos dos critérios, sendo eles iguais ou diferentes e, para cada experimento, havia quatro tarefas com pesos iguais e quatro com pesos diferentes;
- Visualização dos dados, sendo em tabela ou gráfico de barras e, para cada experimento, foram utilizados quatro tabelas e quatro gráficos de barras;
- Tipos de decisão, consistindo em seleção da melhor alternativa ou eliminação da pior e, para cada experimento, foram apresentadas quatro decisões de seleção e quatro de eliminação.

Vale ressaltar que as diferentes configurações dos experimentos foram definidas de acordo com estudos anteriores (Roselli; de Almeida; Frej, 2019; Roselli; de Almeida, 2023) e definidas dentro do sistema BASHE de gerenciamento. A Figura 13 apresenta uma dessas tarefas de decisão, composta dos elementos supracitados, e cuja configuração é um gráfico de barras em que os participantes tiveram de eliminar a pior alternativa considerando pesos iguais para os critérios.

Figura 13 - Gráfico de barras para eliminação da pior alternativa



Fonte: BASHE (2025).

Todas as visualizações foram geradas a partir de apenas duas matrizes de consequências, cujos valores podem ser visualizados nas seções seguintes, segundo cada racionalidade. A primeira matriz considera valores iguais para as constantes de escala enquanto a segunda foi gerada com base em pesos de valores diferentes. É importante observar que os pesos iguais foram obtidos calculando-se 1/número de critérios, ou seja, $1/5 = 0,200$. Já os pesos diferentes foram definidos de acordo com uma progressão aritmética, cujos valores são: $k_1= 0,330$; $k_2= 0,270$; $k_3= 0,200$; $k_4= 0,130$; $k_5= 0,070$.

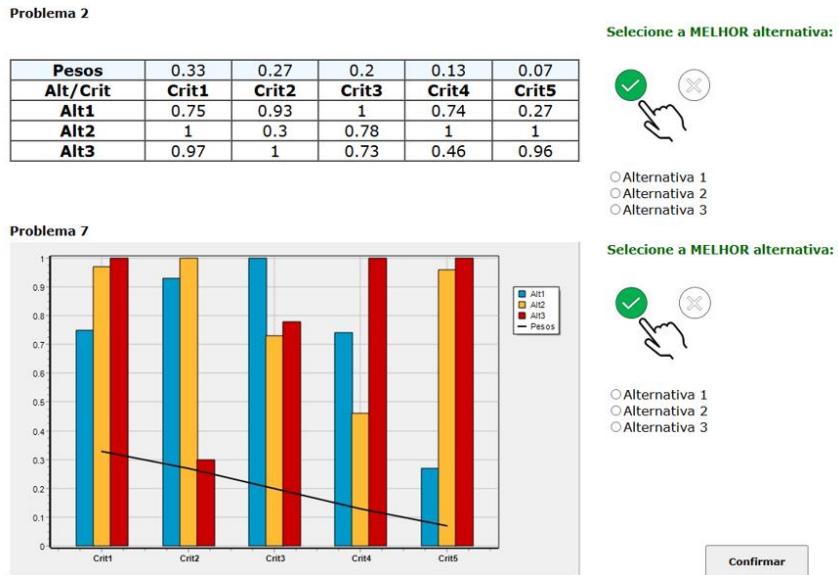
Embora as matrizes de consequências fossem apenas duas, para cada racionalidade, de modo a compor oito tarefas de decisão distintas, elas foram apresentadas aos participantes de formas diferentes. Como já mencionado, as tarefas são compostas pelos quatro tipos de elementos descritos, mas, além disso, a ordem das alternativas foi alterada em cada tarefa, a fim de verificar se essa mudança, por si só, já influenciaria a decisão. A premissa é que, para cada tarefa (seja de seleção da melhor alternativa ou de eliminação da pior), a resposta correta permanece inalterada, uma vez que os valores das matrizes de consequências são os mesmos, independentemente de como os dados são apresentados, seja em gráfico de barras ou em tabela, ou com uma ordem diferente das alternativas.

Um ponto crucial é que os participantes não foram informados de que estavam analisando a mesma matriz de consequências em diferentes formatos. Essa omissão de informação prévia foi essencial para evitar que o conhecimento influenciasse o comportamento dos participantes, garantindo que suas escolhas refletissem apenas o impacto das diferentes formas de avaliações holísticas. Na Figura 14, são apresentados uma tabela e um gráfico de barras, em ambos os casos, o desempenho das alternativas é igual, mas suas ordens foram alteradas, visto que a ordem das Alternativas 2 e 3 é diferente de uma para a outra.

As alternativas e os critérios são numerados (Alternativa 1; Crit1), como visto na Figura 14. Os cinco critérios foram chamados de Crit1, Crit2, Crit3, Crit4 e Crit5. Nos gráficos de barras, a altura das barras representa o desempenho das alternativas em cada critério. As alternativas podem ser distinguidas por suas cores, sendo azul a Alternativa 1, amarela a Alternativa 2 e vermelha a Alternativa 3, e essas cores foram usadas por serem primárias, facilitando a diferenciação entre as barras. Além disso, a distribuição dos pesos foi mostrada no mesmo gráfico com seus valores plotados em

uma linha. Já nas visualizações tabulares, as tabelas foram organizadas com alternativas dispostas nas linhas, os critérios nas colunas e os valores dos pesos na primeira linha.

Figura 14 - Tabela e gráfico de barras com mesma matriz de consequências



Fonte: BASHE (2025).

Sobre as tarefas em si, suas matrizes de consequências não possuíram um contexto de aplicação específico a fim de não introduzir vieses preferenciais no processo de escolha (Roselli; de Almeida; Frej, 2019). Além disso, as tarefas foram apresentadas em sequência aleatória, uma vez que em experimentos prévios foi comprovado que a ordem aleatória promoveu melhores desempenhos (Roselli; Frej; de Almeida, 2018; Roselli; de Almeida; Frej, 2019).

Cada tarefa é representada neste estudo por meio de acrônimos. Por exemplo, 3A5C TI Sel representa que os decisores devem selecionar (Sel) a melhor alternativa de uma tabela (T) com três alternativas (3A) avaliadas em cinco critérios (5C), cujos pesos têm os mesmos valores (I - igual), enquanto 3A5C BD Eli representa que os decisores devem eliminar (Eli) a pior alternativa de um gráfico de barras (B) e os pesos possuem valores diferentes (D). Essa nomenclatura é empregada nas seções e capítulos seguintes.

É importante destacar que antes de cada experimento, aos participantes foi apresentado um texto explicativo acerca das tarefas e da racionalidade que eles

deveriam empregar em seus processos de escolha. Eles foram informados também que, uma vez que o botão de confirmação de resposta fosse pressionado, eles não poderiam voltar para modificar a alternativa selecionada ou eliminada. Outra informação foi de que, para concluir todo o experimento, eles dispunham de um limite de tempo de 15 minutos. Nenhum cronômetro foi exibido na tela a fim de não intensificar a pressão de tempo. Assim, os participantes tiveram a flexibilidade de responder cada tarefa com o tempo que considerassem necessário, com a condição de que todas as oito tarefas fossem avaliadas dentro do tempo estipulado. Essa restrição foi usada porque, de acordo com Persson et al. (2018), um maior envolvimento emocional no processo de tomada de decisão é observado em experimentos em que os participantes estão sob pressão de tempo.

Após o experimento, os participantes responderam a uma pesquisa comportamental composta por onze perguntas, a fim de coletar informações como: as preferências do decisor para cada tipo de problema e seu nível de exaustão ao realizar o experimento. O limite de tempo de 15 minutos não foi imposto ao questionário comportamental e ele pode ser visto no Apêndice A.

Nas seções seguintes são apresentados os experimentos e suas particularidades em termos das diferentes rationalidades, compensatória e não compensatória

3.3 Experimento comportamental de rationalidade compensatória

Uma vez que as decisões a serem tomadas nas tarefas consistem em selecionar a melhor alternativa ou eliminar a pior, no experimento comportamental de rationalidade compensatória os participantes precisaram fazer compensações entre os desempenhos das alternativas nos critérios para a obtenção do valor global de cada alternativa (Keeney; Raiffa, 1976). Em cada tarefa, a melhor alternativa a ser selecionada é aquela com o maior valor global e a pior alternativa a ser eliminada é aquela com o menor valor global, ambas de acordo com a Equação 1 do MAVT. Assim, a resposta correta para cada tarefa de decisão foi calculada previamente usando o modelo aditivo.

As matrizes de consequências foram geradas com valores aleatórios entre 0 e 1 e modificadas para que a diferença no valor global ($V(a)$) de uma alternativa para outra seja igual a 5%. Isso é especialmente justificado porque as decisões dos

participantes são frequentemente influenciadas pela presença de uma opção que é explicitamente inferior a uma das alternativas de um conjunto (BOGARD et al., 2024). Dessa forma, as diferenças entre as alternativas não foram tão óbvias para os decisores. As duas matrizes de consequências utilizadas são apresentadas nas Tabelas 1 e 2, para critérios com pesos iguais e diferentes, respectivamente, e cuja ordem das alternativas é decrescente.

Tabela 1 - Matriz de consequências para pesos iguais e racionalidade compensatória

Alternativas/Critérios	Crit1	Crit2	Crit3	Crit4	Crit5
Alt1	1,00	0,38	1,00	0,76	0,82
Alt2	0,60	0,55	0,79	1,00	1,00
Alt3	0,78	1,00	0,49	0,56	0,62

Fonte: Este trabalho (2025).

Tabela 2 - Matriz de consequências para pesos diferentes e racionalidade compensatória

Alternativas/Critérios	Crit1	Crit2	Crit3	Crit4	Crit5
Alt1	0,97	1,00	0,73	0,46	0,96
Alt2	0,75	0,93	1,00	0,74	0,27
Alt3	1,00	0,30	0,78	1,00	1,00

Fonte: Este trabalho (2025).

Na Tabela 3 e no Apêndice B, todas as tarefas são apresentadas na ordem em que foram mostradas aos participantes.

Tabela 3 - Configuração das tarefas compensatórias

Tarefa	Visualização	Pesos	Processo de Decisão
3A5C BI Eli	Gráfico de barras	Iguais	Eliminação
3A5C TD Sel	Tabela	Diferentes	Seleção
3A5C TI Sel	Tabela	Iguais	Seleção
3A5C BD Eli	Gráfico de barras	Diferentes	Eliminação
3A5C TI Eli	Tabela	Iguais	Eliminação
3A5C TD Eli	Tabela	Diferentes	Eliminação
3A5C BD Sel	Gráfico de barras	Diferentes	Seleção
3A5C BI Sel	Gráfico de barras	Iguais	Seleção

Fonte: Este trabalho (2025).

Na seção seguinte é apresentado o segundo experimento comportamental realizado, bem como suas características em termos da racionalidade não compensatória.

3.4 Experimento comportamental de racionalidade não compensatória

Em cada tarefa do experimento com racionalidade não compensatória, os participantes tiveram de selecionar a melhor alternativa ou eliminar a pior, avaliando o desempenho das alternativas em relação ao conjunto de critérios. Antes de iniciar, os participantes receberam instruções sobre as tarefas. A primeira instrução foi que eles deveriam considerar uma racionalidade não compensatória, considerada para determinar previamente a resposta correta para cada tarefa.

Todos os participantes tiveram aulas sobre abordagem multicritério, então possuíam conhecimento prévio sobre o assunto para considerar a racionalidade não compensatória em suas análises. Desse modo, os participantes tiveram que fazer comparações pareadas entre as três alternativas consideradas, nas quais a preferência da alternativa *a* sobre a alternativa *b* é obtida somando os pesos dos critérios nos quais *a* tem melhor desempenho do que *b*. Isso cria uma escala de 0 a 1, onde 0 significa “nenhuma preferência” e 1 significa “preferência total” por uma alternativa sobre a outra, ou seja, essa preferência reflete a dominância da alternativa. Ao considerar a soma das preferências de uma alternativa sobre todas as outras, bem como a soma das preferências de todas as outras alternativas sobre uma alternativa específica, pode-se determinar se uma alternativa é "estritamente preferida" ou "indiferente" à outra. Dessa forma, para cada tarefa, os participantes seriam capazes de definir a melhor alternativa a ser selecionada ou a pior a ser eliminada.

Vale ressaltar que as matrizes com variação de 5% entre as alternativas utilizadas no experimento compensatório foram adaptadas nesse, considerando a aplicação do PROMETHEE II para a obtenção do ranking. As duas matrizes de consequências utilizadas são apresentadas nas Tabelas 4 e 5, para critérios com pesos iguais e diferentes, respectivamente, e cuja ordem das alternativas é decrescente.

Tabela 4 - Matriz de consequências para pesos iguais e racionalidade não compensatória

Alternativas/Critérios	Crit1	Crit2	Crit3	Crit4	Crit5
Alt1	0,58	0,93	1,00	0,60	1,00
Alt2	0,23	1,00	0,47	1,00	0,93
Alt3	1,00	0,86	0,93	0,50	0,86

Fonte: Este trabalho (2025).

Tabela 5 - Matriz de consequências para pesos diferentes e racionalidade não compensatória

Alternativas/Critérios	Crit1	Crit2	Crit3	Crit4	Crit5
Alt1	1,00	0,30	0,78	1,00	1,00
Alt2	0,97	1,00	0,73	0,46	0,96
Alt3	0,75	0,93	1,00	0,74	0,27

Fonte: Este trabalho (2025).

Na Tabela 6 a ordem das tarefas é a mesma considerada no experimento e essas tarefas são mostradas no Apêndice C.

Tabela 6 - Configuração das tarefas não compensatórias

Tarefa	Visualização	Pesos	Processo de Decisão
3A5C TD Eli	Tabela	Diferentes	Eliminação
3A5C BD Eli	Gráfico de barras	Diferentes	Eliminação
3A5C BI Eli	Gráfico de barras	Iguais	Eliminação
3A5C BD Sel	Gráfico de barras	Diferentes	Seleção
3A5C TD Sel	Tabela	Diferentes	Seleção
3A5C BI Sel	Gráfico de barras	Iguais	Seleção
3A5C TI Eli	Tabela	Iguais	Eliminação
3A5C TI Sel	Tabela	Iguais	Seleção

Fonte: Este trabalho (2025).

Uma vez que as configurações dos dois experimentos foram estabelecidas, no próximo capítulo serão descritas as análises dos resultados referentes às características das tarefas quanto ao tipo de visualização e ao tipo de decisão.

4 ANÁLISES SOBRE CARACTERÍSTICAS DAS TAREFAS DOS EXPERIMENTOS COMPORTAMENTAIS

Nesse capítulo são apresentados os resultados dos experimentos realizados em tomadas de decisão multicritério para rationalidades compensatórias e não compensatórias. As características aqui analisadas são quanto aos tipos de visualização dos dados, sendo tabelas e gráficos de barras, e quanto aos tipos de processos de decisão, sendo seleção da melhor alternativa e eliminação da pior.

4.1 Análise dos resultados e insights para a rationalidade compensatória

Esta seção apresenta a estatística descritiva dos dados do experimento compensatório, bem como todos os testes e ferramentas utilizadas para obtenção de resultados.

4.1.1 *Amostra de participantes do experimento compensatório*

Este experimento foi realizado em português entre setembro de 2021 e dezembro de 2023, com um total de 338 participantes. Desses, 51 não concluíram o experimento, portanto, apenas 287 respostas foram consideradas válidas para análise. Os experimentos foram propostos como atividade adicional aos alunos dos cursos de tomada de decisão com múltiplos critérios, permitindo que todos os participantes tivessem o mesmo nível de conhecimento sobre o assunto.

A idade média dos participantes é de 27,7 anos ($\sigma = 8,4$, faixa etária = 18-54) e, dentre eles, 42% são do gênero feminino, 56% são do gênero masculino e 2% são de outro gênero ou preferiram não responder. Quanto ao nível de escolaridade, 34% dos participantes têm nível de graduação, 32% têm mestrado, 12% têm doutorado, 3% têm especialização e 19% não responderam. Inicialmente, os participantes eram apenas alunos da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e, posteriormente, o experimento foi estendido a outras universidades. O experimento foi aprovado pelo Comitê de Ética da UFPE.

Para essa amostra de participantes, foram calculadas as medidas de HR e Tempo, explicadas e apresentadas na subseção seguinte.

4.1.2 Resultados de HR e tempos do experimento compensatório

Como medida descritiva, foi calculada a taxa de acerto (*Hit Rate* - HR), que consiste na porcentagem de participantes que selecionaram corretamente a melhor alternativa e eliminaram a pior. A HR também foi calculada em estudos anteriores, como em Roselli, de Almeida e Frej (2019) e Roselli e de Almeida (2023).

Usando a HR como estimadora e considerando uma distribuição de Bernoulli, foram obtidas as médias das probabilidades de sucesso (π) entre 0 e 1, bem como os desvios-padrão (σ) (Roselli; de Almeida, 2023). Além disso, outra medida analisada é o tempo gasto pelos participantes para responder a cada tarefa. Esse tempo foi registrado em segundos e foi obtida uma média por tarefa. Essas medidas são apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7 - Medidas das tarefas compensatórias

Tarefa	Número de respostas corretas	HR	π	σ	Tempo médio (s)
3A5C BI Sel	120	42%	0.42	0.49	34
3A5C BI Eli	190	66%	0.66	0.47	60
3A5C BD Sel	155	54%	0.54	0.49	36
3A5C BD Eli	110	38%	0.38	0.48	54
3A5C TI Sel	155	54%	0.54	0.49	45
3A5C TI Eli	198	69%	0.69	0.46	37
3A5C TD Sel	147	51%	0.51	0.50	59
3A5C TD Eli	111	39%	0.39	0.48	38

Fonte: Este trabalho (2025).

De posse desses dados, foi possível desenvolver hipóteses sobre as medidas e aplicar os testes necessários, como descrito na subseção seguinte.

4.1.3 Testes de McNemar para o experimento compensatório

No intuito de averiguar quais características das tarefas levam a um melhor desempenho, em termos de acertos e tempo médio gasto, as comparações feitas neste estudo são entre os dois tipos de visualização e os dois tipos de decisão. Ao aplicar o teste de Anderson-Darling, observou-se que o conjunto de respostas dos participantes não é normalmente distribuído. Considerando que os dados não são

normais, que são binários (0 - erro e 1 - acerto) e pareados por participante, foi usado o teste de McNemar para testar as hipóteses nulas (McNemar, 1947, Siegel; Castellan Júnior, 2006). De acordo com Lachenbruch, (2014), esse teste surgiu no contexto da psicologia, no qual duas respostas dicotômicas correlacionadas deveriam ser comparadas.

O teste de McNemar é usado para analisar a significância de mudanças em dados, uma vez que avalia se as proporções de respostas que mudaram de uma categoria para outra são iguais (Smith; Ruxton, 2020), nesse caso, se as proporções de respostas que mudaram entre tarefas com tabelas e com gráficos de barras são iguais. A estatística de teste do qui-quadrado de McNemar com correção de continuidade é representada por χ^2 e o grau de liberdade para este teste é sempre 1 (McNemar, 1947, Siegel; Castellan Júnior, 2006).

Para comparar os dois tipos de visualização, primeiramente, foram definidos os pares de tarefas com mesmo tipo de distribuição de pesos e mesmo tipo de decisão, mas uma com dados apresentados em tabela e outra em gráfico de barras. Por exemplo, a tarefa 3A5C TI Sel foi comparada à 3A5C BI Sel, pois elas possuem as mesmas características, exceto pelo tipo de visualização empregada, conforme ilustrado na Figura 15. É importante destacar que os acrônimos de todas as tarefas serão reduzidos no restante do trabalho para facilitar a identificação dos pares, dado que todas as tarefas possuem três alternativas e cinco critérios. Logo, o par supracitado será designado por: TI Sel e BI Sel.

A questão avaliada é se tarefas com visualizações em tabelas levam ou não a um melhor desempenho do que tarefas com visualizações em gráficos de barras. Uma vez que não existem dados de uma população de referência, e nem uma base na literatura acerca do desempenho da população, não podemos pré-determinar a direção do teste em unilateral à esquerda ou direita. Portanto, foi utilizado um teste bilateral para verificar apenas se há diferença significativa ou não entre os desempenhos. Assim, considerando um nível de significância de 0,05, a seguinte hipótese nula foi formulada para teste:

H01. Não há diferença significativa de HR entre tarefas com tabela e tarefas com gráfico de barras, no experimento compensatório.

Figura 15 - Tabela versus gráfico de barras



Fonte: BASHE (2025).

Para a aplicação do teste, para cada par de tarefas foi montada uma matriz de contingência 2x2, que mostra as frequências de resposta. É importante destacar que essa matriz não mostra apenas os totais, mas sim o cruzamento dos dados, ou seja, como foi o desempenho de cada participante para as duas observações. Seguindo o exemplo da Figura 15, cujo par é TI Sel X BI Sel. Na Tabela 7, o número de respostas corretas para a tarefa TI Sel é 155, uma vez que a amostra é de 287 participantes, são 132 respostas erradas para essa visualização em tabela. Da mesma, para a tarefa BI Sel, o número de respostas corretas é 120, logo, são 167 respostas erradas para essa visualização em gráfico de barras. Ao fazer cruzamento dos dados de cada participante para as duas tarefas, temos os seguintes agrupamentos:

- 83 participantes erraram na tarefa com tabela (TI Sel) e também erraram na tarefa com gráfico (BI Sel). Assim, esses participantes erraram em ambas.
- 84 participantes acertaram na tarefa com tabela (TI Sel), mas erraram na tarefa com gráfico (BI Sel). Para este grupo, a tabela foi mais eficaz.
- 49 participantes erraram na tarefa com tabela (TI Sel), mas acertaram na tarefa com gráfico (BI Sel). Para este grupo, o gráfico foi mais eficaz.
- 71 participantes acertaram na tarefa com tabela (TI Sel) e também acertaram na tarefa com gráfico (BI Sel). Assim, esses participantes acertaram em ambas.

Desse modo, a matriz de contingência para o par TI Sel X BI Sel pode ser vista na Tabela 8.

Tabela 8 - Matriz de contingência de TI Sel X BI Sel

	Erro em BI Sel (0)	Acerto em BI Sel (1)
Erro em TI Sel (0)	83	49
Acerto em TI Sel (1)	84	71

Fonte: Este trabalho (2025).

Nesse contexto, o teste de McNemar compara os casos de mudança, pois verifica se o número de pessoas que só acertaram com a tabela (84) é significativamente diferente do número de pessoas que só acertaram com o gráfico de barras (49). Desse modo, ele permite averiguar se um tipo de visualização leva a uma taxa de acertos maior que o outro. As matrizes de contingência dos quatro pares de tarefas, podem ser vistas na Figura 16.

Figura 16 - Matrizes de contingência das visualizações compensatórias

		BI Sel		BI Eli					
		0	1	0	1				
		TI Sel	0	83	49	TI Eli	0	41	48
		1	84	71	1	56	142		
		BD Sel		BD Eli					
		0	1	0	1				
		TD Sel	0	85	55	TD Eli	0	130	46
		1	47	100	1	47	64		

Fonte: Este trabalho (2025).

Outra medida interessante, é a razão de chances (*Odds Ratio*), que mede o tamanho do efeito, ou seja, a magnitude da diferença entre as tarefas (Smith; Ruxton, 2020). Essa medida é mais informativa do que apenas informar a rejeição ou não das hipóteses nulas. Considerando o par TI Sel X BI Sel, sua *odds ratio* foi de 1,712 indica que a chance de um participante acertar na tabela e errar no gráfico foi 1,7 vezes maior do que a chance de errar na tabela e acertar no gráfico. Para todos os pares, a *odds ratio* é calculada como a fração entre número de participantes que acertaram com tabela, mas erraram com gráfico pelo número de participantes que erraram com

tabela, mas acertaram com gráfico. Portanto, todas as medidas desses testes podem ser vistas na Tabela 9.

Tabela 9 - Teste de hipóteses para visualizações compensatórias

Tarefas comparadas	X ²	Valor-p	H0 é rejeitada?	Odds Ratio
TI Sel X BI Sel	8,692	0,003	Sim	1,714
TI Eli X BI Eli	0,471	0,493	Não	1,167
TD Sel X BD Sel	0,480	0,488	Não	0,855
TD Eli X BD Eli	0	1	Não	1,022

Fonte: Este trabalho (2025).

Da mesma forma, a outra característica avaliada é quanto aos processos decisórios, logo, há a dúvida se tarefas com decisão de seleção levam ou não a um melhor desempenho do que tarefas com decisão de eliminação. Assim, foram formados os pares de tarefas com mesmo tipo de distribuição de pesos e mesmo tipo de visualização, mas uma com decisão de seleção e outra de eliminação. Para um nível de significância de 0,05, a hipótese nula formulada para teste foi:

H02. Não há diferença significativa de HR entre tarefas de seleção e tarefas de eliminação, no experimento compensatório.

Nesse caso, também foram montadas as matrizes de contingência para os pares de tarefas de seleção e eliminação, seguindo o mesmo raciocínio aplicado para as visualizações. As matrizes de contingência dos quatro pares de tarefas, podem ser vistas na Figura 17. Para o cálculo das *odds ratio* foi considerada a razão entre o número de participantes que acertaram na seleção, mas erraram na eliminação pelo número de participantes erraram na seleção, mas acertaram na eliminação. Todas essas medidas podem ser vistas na Tabela 10.

Figura 17 - Matrizes de contingência das decisões compensatórias

		TI Eli		TD Eli	
		0	1	0	1
TI Sel	0	49	83	0	98
	1	40	115	1	78
		BI Eli		BD Eli	
		0	1	0	1
BI Sel	0	63	104	0	89
	1	34	86	1	67

Fonte: Este trabalho (2025).

Tabela 10 - Teste de hipóteses para decisões compensatórias

Tarefas comparadas	X ²	Valor-p	H ₀ é rejeitada?	Odds Ratio
TI Sel X TI Eli	14,341	< 0,001	Sim	0,482
TD Sel X TD Eli	10,208	0,001	Sim	1,857
BI Sel X BI Eli	34,500	< 0,001	Sim	0,327
BD Sel X BD Eli	14,779	< 0,001	Sim	2,047

Fonte: Este trabalho (2025).

Para as análises dos tempos médios, outras ferramentas serão utilizadas, como pode ser visto a seguir.

4.1.4 *Shift e difference assymetry functions do experimento compensatório*

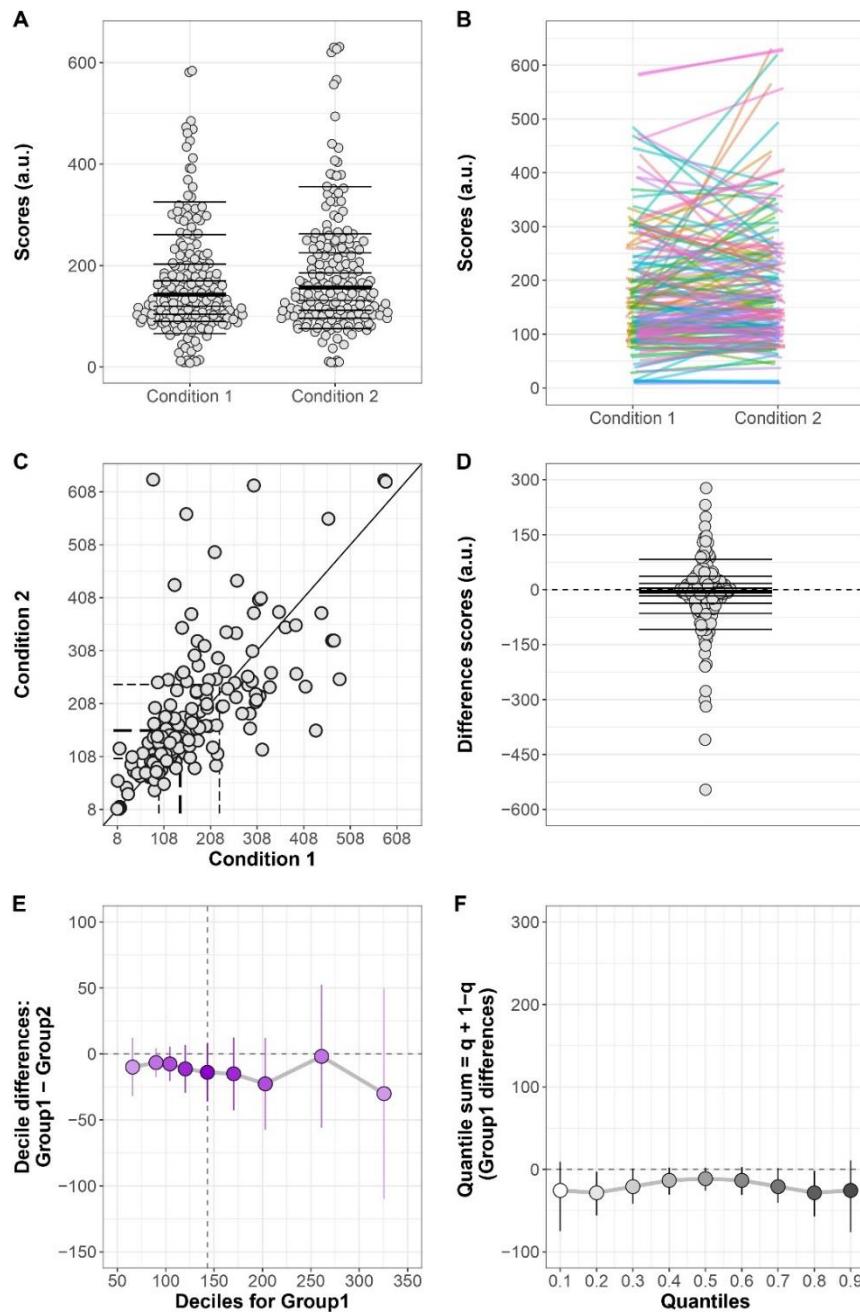
Para as análises dos dados dos experimentos aqui estudados, foram utilizadas diversas ferramentas. De acordo com Wilcox e Rousselet (2018), uma alternativa útil à realização de comparações baseadas em médias é considerar a função de deslocamento, ou *Shift function*. Essa função consiste em ferramentas gráficas que fornecem uma visualização abrangente dos dados. Ela é apoiada por estimadores robustos, como pode ser visto em Wilcox et al. (2013), e fornece uma noção mais detalhada de como grupos de dados diferem além de qualquer comparação baseada em uma única medida de localização ou dispersão (Wilcox; Keselman, 2003). Em outros termos, Rousselet, Pernet e Wilcox (2017) afirmam que a *Shift function* descreve como a distribuição de um grupo deve ser reorganizada para corresponder à distribuição de outro grupo, revelando assim a extensão das diferenças entre as duas distribuições.

Rousselet, Pernet e Wilcox (2017) também afirmam que, juntamente com a *Shift function*, aspectos relacionados à simetria da distribuição de diferenças entre grupos de dados podem ser abordados por meio da função de assimetria de diferença (*difference assymetry function*). Para grupos de dados independentes a *Shift function* é utilizada isoladamente, mas em se tratando de grupos dependentes ela é utilizada em conjunto com a *difference assymetry function*, como apresentado em detalhes em Wilcox e Erceg-Hurn (2012) e Rousselet, Pernet e Wilcox (2017).

Essas funções são apresentadas em seis painéis por figura e cada um é explicado de acordo com Rousselet, Pernet e Wilcox (2017), seguindo o exemplo da Figura 18. O painel A mostra um gráfico com as dispersões de tempos para cada condição, em segundos, e as medianas, que são representadas por linhas mais grossas. Os painéis B e C mostram a correspondência entre as observações pareadas, B por meio de linhas e C por meio de um gráfico de dispersão. O painel D mostra um gráfico de pontos com a dispersão das diferenças entre as condições, representadas pelos tempos dos participantes. O painel E mostra a *Shift function* propriamente dita, enquanto o painel F mostra a *difference assymetry function* real. Todas as aplicações dessas funções no decorrer do trabalho contaram com a utilização dos scripts em R desenvolvidos por Wilcox e Rousselet.

Essas funções foram aplicadas para auxiliar na avaliação do tempo gasto pelos participantes para responder a cada tarefa. É importante destacar que HR não foi analisada usando essa função, pois se trata de uma medida discreta, visto que suas probabilidades de sucesso estão contidas em um universo de nove valores: $\{0, 0,125, 0,250, 0,375, 0,500, 0,625, 0,750, 0,875, 1\}$. Além disso, as tarefas foram comparadas de acordo com pares de características, como foi feito para as hipóteses de HR. Como esses pares derivam do mesmo experimento e da mesma amostra de participantes, a aplicação lida com grupos dependentes.

O primeiro par, referente à forma de visualização das alternativas, tem a seguinte designação: tarefas com tabelas são chamadas de “condição 1” e tarefas com gráficos de barras são chamadas de “condição 2”. As diferenças entre suas distribuições podem ser vistas na Figura 19.

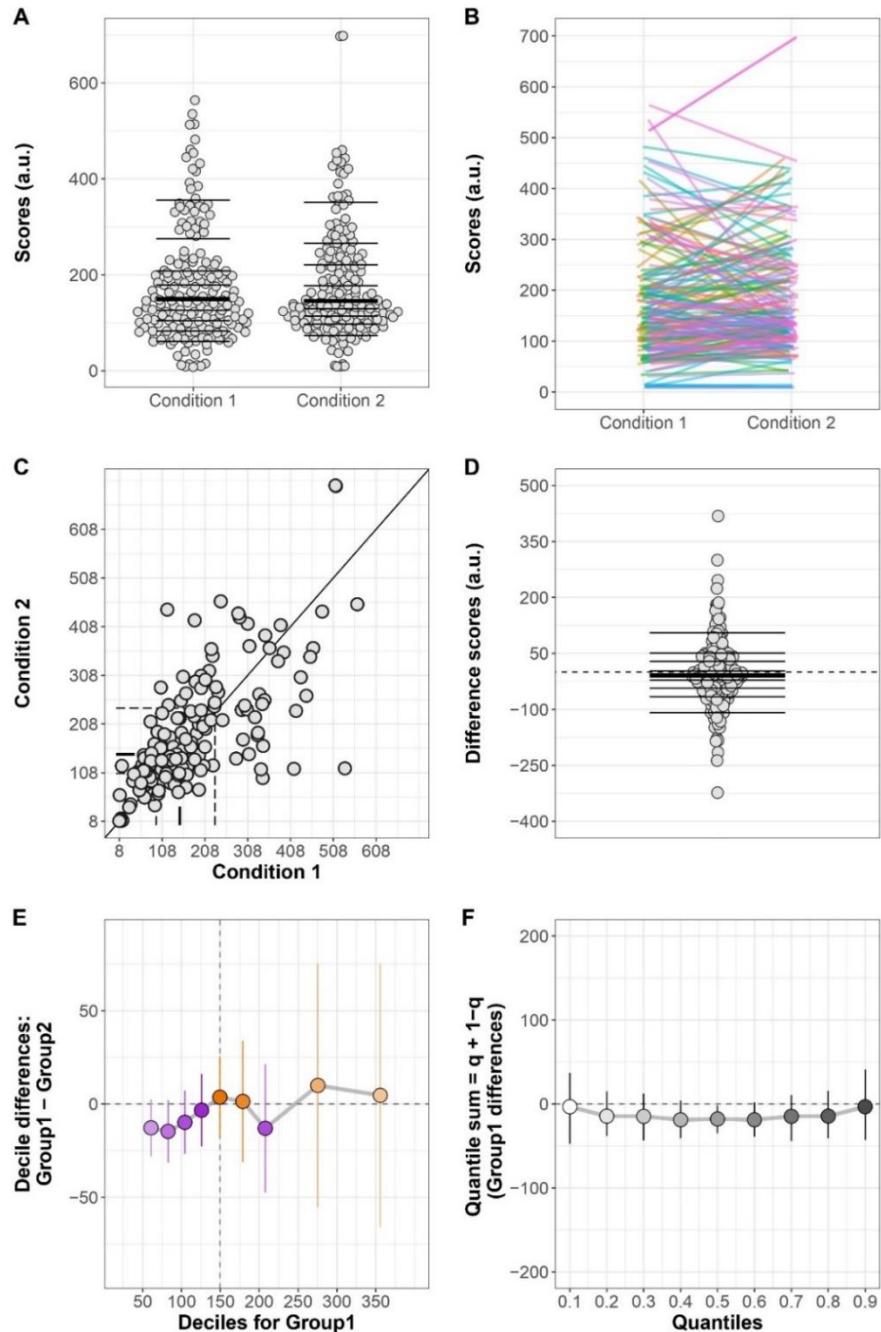
Figura 18 – Exemplo de *Shift* e *difference assymetry functions*

Fonte: Wilcox e Rousselet (2024).

A Figura 19A mostra que as medianas são muito próximas para as duas condições, indicando que há uma pequena diferença entre as distribuições marginais de tarefas com tabelas e aquelas com gráficos de barras. Além disso, essa figura também mostra que a dispersão dos tempos é grande e que há a ocorrência de outliers nos tempos das tarefas com gráficos de barras. As Figuras 19B e 19C indicam que a maioria das diferenças entre as condições está concentrada abaixo de 400

segundos. A Figura 19D mostra que a distribuição das diferenças tem uma grande concentração de tempos próxima de zero, variando entre -100 e 100. Isso indica que não há uma distinção clara entre os tempos dos participantes em tarefas com tabelas e gráficos de barras.

Figura 19 - Diferenças entre distribuições de formas de visualização compensatórias



Fonte: Wilcox e Rousselet (2024).

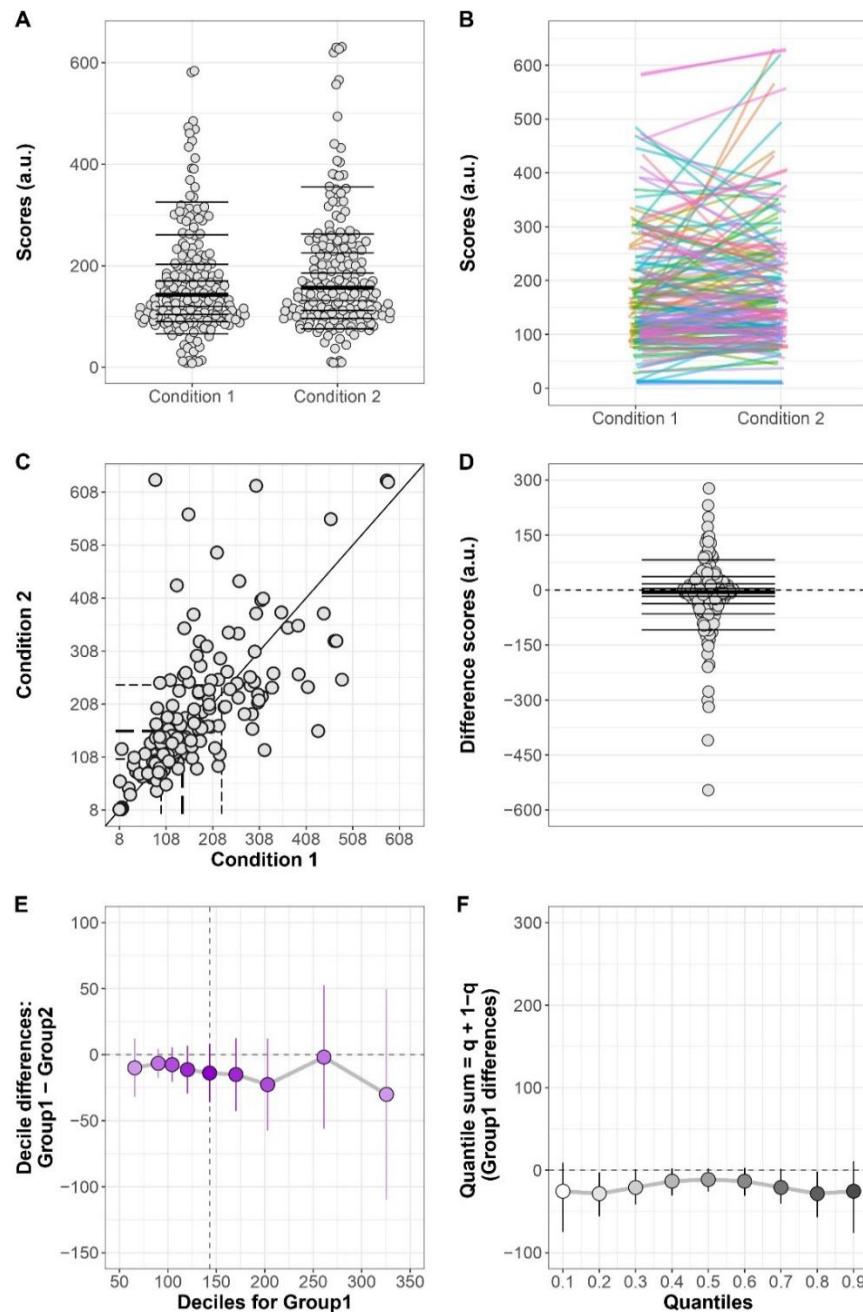
A *Shift function* na Figura 19E demonstra o achado supracitado de que não há uma diferença clara entre os tempos entre tarefas com tabelas e gráficos de barras, já que as diferenças na função variam entre positivas e negativas. A *difference assymetry function* na Figura 19F indica uma função negativa, mas muito próxima de zero e quase plana. Isso sugere, respectivamente, que realmente não há distinções claras entre as condições e que a distribuição de diferenças é consideravelmente uniformemente distribuída.

Para o segundo par, no que diz respeito aos tipos de processos de decisão, as tarefas de seleção são chamadas de “condição 1” e as tarefas de eliminação são chamadas de “condição 2”. As diferenças entre as distribuições de seleção e eliminação podem ser vistas na Figura 20.

A Figura 20A mostra gráficos de faixas com as dispersões dos tempos para cada condição, em segundos, e pode-se observar que as medianas (representadas por linhas mais grossas) são muito próximas, indicando que há apenas uma pequena diferença entre as distribuições marginais de seleção e eliminação. As Figuras 20B e 20C mostram como as observações emparelhadas estão vinculadas, 20B por meio de linhas e 20C por meio de um gráfico de dispersão, indicando que as diferenças entre as condições são pequenas no início, mas aumentam progressivamente. A Figura 20D mostra um gráfico de faixas com a dispersão das diferenças entre as condições, representadas pelos tempos dos participantes, e que essa distribuição de diferenças é deslocada para baixo a partir do zero. Isso indica que alguns participantes demoram mais nas tarefas de eliminação do que nas tarefas de seleção, já que a maioria das diferenças de tempo entre as condições 1 e 2 é negativa.

A Figura 20E mostra a *Shift function* real, que demonstra que, como todas as diferenças são negativas, as tarefas de eliminação (condição 2) devem ter seus tempos deslocados para baixo para corresponder às tarefas de seleção (condição 1). Isso significa que os participantes passam mais tempo analisando as tarefas de eliminação do que as de seleção. A Figura 20F mostra a *difference assymetry function* real, que indica uma função negativa e quase plana. Isso sugere, respectivamente, que as tarefas de eliminação de fato demandam mais tempo para serem analisadas do que as tarefas de seleção e que a distribuição das diferenças é quase uniformemente distribuída.

Figura 20 -Diferenças entre as distribuições sobre processos de decisão compensatórios



Fonte: Wilcox e Rousselet (2024).

De posse de todos esses resultados, discussões foram elaboradas acerca das avaliações holísticas no contexto compensatório e são apresentadas na subseção seguinte.

4.1.5 Discussões sobre os resultados do experimento compensatório

Considerando as diferenças entre os tipos de visualização, a hipótese nula H01 (Não há diferença significativa de HR entre tarefas com tabela e tarefas com gráfico de barras, no experimento compensatório) foi rejeitada apenas pelo par de tarefas TI Sel X BI Sel ($\chi^2 = 8,692$, valor-p = 0,003). Esse é um resultado significativo estatisticamente, indicando que há uma diferença real entre tarefas com tabela e gráfico de barras, quando os pesos dos critérios são iguais e quando a decisão é de seleção. Seu *odds ratio* é de 1,7, ou seja, a chance de um participante acertar ao avaliar tabelas e errar ao avaliar gráfico de barras foi 1,7 vezes a chance de ocorrer o inverso. Isso indica um efeito considerável a favor da visualização em tabela nesse par específico. Para os demais pares, os achados não indicam uma diferença significativa entre os tipos de visualização.

No questionário comportamental, a pergunta referente a essas características foi: “Em relação às formas de visualização no experimento, qual configuração você achou melhor para avaliar?”. A proporção de respostas é: 39,7% preferiram tabelas, 46,7% preferiram gráfico de barras e 13,6% não responderam. Os resultados mostram que a maioria dos participantes preferiu avaliar as alternativas em gráficos de barras do que em tabelas, mas, considerando os resultados do teste da hipótese H01, essa preferência não influencia no desempenho.

No que diz respeito às diferenças entre os tipos de decisão, a hipótese nula H02 (Não há diferença significativa de HR entre tarefas de seleção e tarefas de eliminação, no experimento compensatório) foi rejeitada por todos os pares de tarefas. Uma vez que se pode admitir que há diferenças significativas entre seleção e eliminação, independentemente das outras características (pesos e visualização), o foco da análise será nos efeitos.

Para o par TI Sel X TI Eli, seu *odds ratio* é de 0,48, isso indica que a chance de um participante acertar em tarefas de seleção e errar em eliminação foi de aproximadamente metade da chance de ocorrer o inverso. Isso sugere que a chance de acerto é maior para eliminação quando a tarefa possui pesos iguais e apresenta seus dados em tabela. Para o par TD Sel X TD Eli, o *odds ratio* é de 1,86, isso indica que a chance de um participante acertar em tarefas de seleção e errar em eliminação foi 1,86 vezes a chance de ocorrer o inverso. Isso sugere que a chance de acerto é

maior para seleção quando a tarefa possui pesos diferentes e apresenta seus dados em tabela.

Quanto ao par BI Sel X BI Eli, o *odds ratio* é de 0,33, isso indica que a chance de um participante acertar em tarefas de seleção e errar em eliminação foi de apenas 33% da chance de ocorrer o inverso. Assim, observa-se que a chance de acerto é maior para eliminação quando a tarefa possui pesos iguais e apresenta seus dados em um gráfico de barras. Já para o par BD Sel X BD Eli, o *odds ratio* é de 2,05, isso indica que a chance de um participante acertar em tarefas de seleção e errar em eliminação foi aproximadamente duas vezes a chance de ocorrer o inverso. Isso sugere consideravelmente que a chance de acerto é maior para seleção quando a tarefa possui pesos diferentes e apresenta seus dados em um gráfico de barras.

No questionário comportamental a pergunta referente a essas características foi: “Em relação ao tipo de decisão, no experimento, qual configuração você achou melhor avaliar?”. A proporção de respostas é: 65,5% preferiram seleção, 20,6% preferiram eliminação e 13,9% não responderam. Assim, os resultados mostraram que a maioria dos participantes preferiu selecionar a melhor alternativa do que eliminar a pior, mas, considerando os testes da hipótese H02, essa preferência pode ter efeito apenas nos pares TD Sel X TD Eli e BD Sel X BD Eli. Vale ressaltar que este estudo não avaliou o impacto direto das preferências dos participantes quanto às diferentes características, mas este pode ser um fator de influência nas suas respostas.

Além disso, um padrão observável nos testes de H02 é o de que tarefas de eliminação possuem maior chance de acerto com pesos iguais, enquanto tarefas de seleção possuem maior chance de acerto com pesos diferentes. Observando a proporção de preferências para o tipo de distribuição de pesos, uma vez que pesos iguais são preferidos por 71,4% dos participantes, pode-se dizer, em alguma medida, que as tarefas com esse tipo de distribuição são mais fáceis de analisar do que os problemas com pesos diferentes (preferidos por apenas 14,6% dos participantes). Essa discrepância nas preferências pode ser explicada pelo fato de que pesos iguais são mais compreensíveis devido à sua uniformidade, o que pode fazer com que problemas com pesos diferentes sejam considerados mais difíceis de avaliar.

Portanto, os resultados dos testes indicam que, para situações ditas mais fáceis, com pesos iguais, o processo de eliminação pode ser usado como uma estratégia cognitiva adicional para avaliar alternativas em problemas de decisão e, em

geral, ter melhores resultados em comparação com o processo de seleção. Por outro lado, em situações de decisão difíceis, aquelas cujos pesos dos critérios são diferentes, os decisores devem continuar a considerar o processo de seleção, que é considerado um processo de escolha mais comum.

Com relação à análise do tempo, tanto na *Shift function* quanto na *difference assymetry function*, os gráficos não apresentam distinções claras entre os tempos gastos em tarefas com tabelas ou gráficos de barras. De acordo com o questionário comportamental, uma vez que a maioria dos participantes preferiu avaliar gráficos de barras, pode-se dizer que essa preferência não demonstra impacto evidente nos tempos dispendidos nas tarefas.

Quanto às funções plotadas para os tipos de decisão, os gráficos indicam que os participantes gastam mais tempo analisando tarefas de eliminação do que tarefas de seleção. Ao verificar as respostas ao questionário comportamental com relação à preferência dos decisores por cada tipo de decisão, apenas 20,6% dos participantes preferem analisar tarefas sobre a eliminação da pior alternativa. Essa preferência pode ser um sinal de que os participantes têm mais dificuldade em analisar esse tipo de processo decisório, o que faz com que sua análise seja mais demorada. Como já mencionado na análise das hipóteses, os problemas de decisão sobre a eliminação de alternativas podem incluir a característica de pesos de critérios iguais, para que esse processo de resposta ofereça maiores probabilidades de sucesso.

Da mesma forma como feito para a racionalidade compensatória, todas essas análises e *insights* foram elaborados para a racionalidade não compensatória, como apresentado na seção a seguir.

4.2 Análise dos resultados e insights para racionalidade não compensatória

Nesta seção são descritos o resumo estatístico dos dados do experimento não compensatório e os testes e ferramentas de análise empregados para a obtenção dos resultados.

4.2.1 Amostra de participantes do experimento não compensatório

O experimento foi aprovado pelo Comitê de Ética da UFPE e foi aplicado a 399 participantes, entre setembro de 2021 a junho de 2024. Assim como no experimento

compensatório, o não compensatório foi proposto como atividade adicional aos alunos dos cursos de tomada de decisão com múltiplos critérios, permitindo que todos os participantes tivessem o mesmo nível de conhecimento sobre o assunto. No entanto, vale ressaltar que nem todos os participantes fizeram ambos os experimentos.

Apenas 364 participantes finalizaram a avaliação de todas as tarefas e, destes, 37,6% identificam-se com o gênero feminino, 53% identificam-se com o gênero masculino e 9,3% são de outro gênero ou preferiram não responder. A idade média é de 29,5 anos ($\sigma = 8,9$, faixa etária = 17-69), e o nível educacional dos participantes é distribuído da seguinte forma: 37,4% possuem graduação, 36,8% possuem mestrado, 12,1% possuem doutorado, 4,4% possuem especialização e 9,3% não responderam. O experimento foi aprovado pelo Comitê de Ética da UFPE e os resultados de desempenho desses participantes são apresentados na subseção a seguir.

4.2.2 Resultados de HR e tempos do experimento não compensatório

Para analisar as características das tarefas, foram calculadas medidas importantes, assim como feito para o experimento compensatório. Essas medidas são a taxa de acerto (HR – *Hit Rate*) e o tempo gasto pelos participantes para responder a cada tarefa. Esse tempo foi registrado em segundos e foi obtida uma média por tarefa. Essas medidas são apresentadas na Tabela 11.

A partir dessas medidas, foi possível desenvolver hipóteses e aplicar os testes adequados, como apresentado na subseção seguinte.

Tabela 11 - Medidas das tarefas não-compensatórias

Tarefa	Número de respostas corretas	HR	π	σ	Tempo médio (s)
3A5C TD Eli	180	49%	0.49	0.50	81
3A5C BD Eli	200	55%	0.55	0.50	49
3A5C BI Eli	115	32%	0.32	0.46	38
3A5C BD Sel	153	42%	0.42	0.49	33
3A5C TD Sel	174	48%	0.48	0.50	43
3A5C BI Sel	190	52%	0.52	0.50	35
3A5C TI Eli	151	41%	0.41	0.49	39
3A5C TI Sel	169	46%	0.46	0.50	33

Fonte: Este trabalho (2025).

4.2.3 Testes de McNemar para o experimento não compensatório

Da mesma forma que no experimento compensatório, foram estabelecidos os pares de características a serem comparadas quanto aos tipos de visualização das alternativas e aos processos de decisão. Para determinar em qual dessas características os participantes obtiveram melhor desempenho, primeiramente, foi aplicado o teste de Anderson-Darling, e foi determinado que o conjunto de respostas dos participantes não é distribuído normalmente. Portanto, para esse conjunto de dados também será usado o teste de McNemar (MCNEMAR, 1947), como abordado anteriormente.

O primeiro par de tarefas analisadas são referentes às formas de visualização de alternativas, ou seja, tabelas *versus* gráficos de barras, mas com mesmo tipo de distribuição de pesos e mesmo tipo de decisão. Desse modo, foi utilizado um teste bilateral para verificar apenas se há diferença significativa ou não entre os desempenhos. Assim, considerando um nível de significância de 0,05, a seguinte hipótese nula foi formulada para teste:

H03. Não há diferença significativa de HR entre tarefas com tabela e tarefas com gráfico de barras, no experimento não compensatório.

Para a utilização do teste de McNemar, devem ser montadas as matrizes de contingência dos quatro pares de tarefas, que podem ser vistas na Figura 21. Além disso, todos os resultados dos testes, juntamente com as *odds ratio* de cada par, podem ser vistas na Tabela 12. As *odds ratio* foram calculadas como a fração entre número de participantes que acertaram com tabela, mas erraram com gráfico pelo número de participantes que erraram com tabela, mas acertaram com gráfico.

A outra característica avaliada para esse experimento é quanto aos processos decisórios. Buscou-se verificar se tarefas com decisão de seleção levam ou não a um melhor desempenho do que tarefas com decisão de eliminação. Assim, da mesma forma, foram formados os pares de tarefas com mesmo tipo de distribuição de pesos e mesmo tipo de visualização, mas uma com decisão de seleção e outra de eliminação. Considerando um nível de significância de 0,05, a hipótese nula formulada para este teste foi:

H04. Não há diferença significativa de HR entre tarefas de seleção e tarefas de eliminação, no experimento não compensatório.

Figura 21 - Matrizes de contingência das visualizações não compensatórias

		BI Sel		BI Eli			
		0	1	0	1		
TI Sel		0	115	80			
		1	59	110			
TD Sel		BD Sel		BD Eli			
		0	149	41	0	1	
		1	62	112	1	58	122

Fonte: Este trabalho (2025).

Tabela 12 - Teste de hipóteses para visualizações não compensatórias

Tarefas comparadas	X ²	Valor-p	H0 é rejeitada?	Odds Ratio
TI Sel X BI Sel	2,878	0,089	Não	0,738
TI Eli X BI Eli	10,381	0,001	Sim	1,878
TD Sel X BD Sel	3,884	0,049	Não	1,512
TD Eli X BD Eli	2,654	0,103	Não	0,744

Fonte: Este trabalho (2025).

Além disso, foram montadas as matrizes de contingência para os pares de tarefas de seleção e eliminação, da mesma forma como aplicado para as visualizações. As matrizes de contingência dos quatro pares de tarefas, podem ser vistas na Figura 22, e na Tabela 13 podem ser vistas as medidas dos testes. Para o cálculo das *odds ratio* foi considerada a razão entre o número de participantes que acertaram na seleção, mas erraram na eliminação pelo número de participantes erraram na seleção, mas acertaram na eliminação.

Figura 22 - Matrizes de contingência das decisões não compensatórias

		TI Eli		TD Eli			
		0	1			0	1
TI Sel	0	142	53	TD Sel	0	122	68
	1	71	98		1	62	112
		BI Eli		BD Eli		0	1
		0	1			115	96
BI Sel	0	133	41	BD Sel	0	115	96
	1	116	74		1	49	104

Fonte: Este trabalho (2025).

Tabela 13 - Teste de hipóteses para decisões não compensatórias

Tarefas comparadas	X ²	Valor-p	H ₀ é rejeitada?	Odds Ratio
TI Sel X TI Eli	2,331	0,127	Não	1,339
TD Sel X TD Eli	0,192	0,661	Não	0,912
BI Sel X BI Eli	34,879	<0,001	Sim	2,829
BD Sel X BD Eli	14,593	<0,001	Sim	0,510

Fonte: Este trabalho (2025).

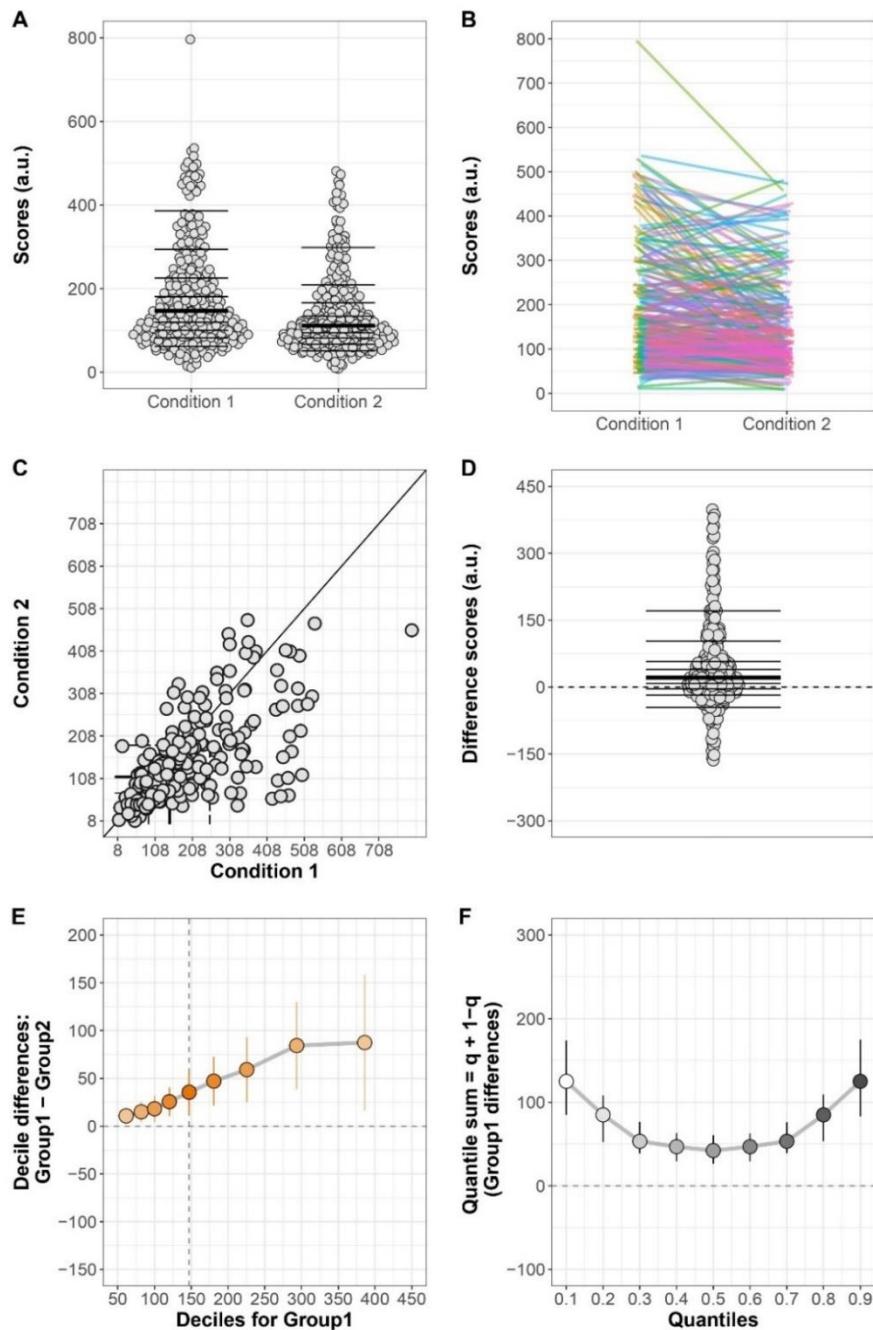
Outras ferramentas foram utilizadas para as análises dos tempos médios, como pode ser visto a seguir.

4.2.4 *Shift e difference assymetry functions do experimento não compensatório*

A outra medida avaliada, além de HR, é o tempo gasto pelos participantes para responder a cada tarefa. Essa medida foi avaliada usando a *Shift function* (Wilcox et al., 2013; Rousselet; Pernet; Wilcox, 2017; Wilcox; Rousselet, 2018). As tarefas foram comparadas de acordo com os pares de características, como foi feito para as hipóteses. Como esses pares derivam do mesmo experimento, a aplicação lida com grupos dependentes.

O primeiro par referente à forma de visualização das alternativas tem a seguinte designação: tarefas com tabelas são chamadas de “condição 1” e tarefas com gráficos de barras são chamadas de “condição 2”. As diferenças entre suas distribuições podem ser vistas na Figura 23.

Figura 23 - Diferenças entre distribuições de tabelas e gráficos de barras



Fonte: Este trabalho (2025).

A Figura 23A mostra que as medianas são muito próximas, indicando que há uma pequena diferença entre as distribuições marginais de tarefas com tabelas e aquelas com gráficos de barras. Além disso, essa figura também mostra que há um outlier nos tempos das tarefas com tabelas. As Figuras 23B e 23C indicam que a maioria das diferenças entre as condições está concentrada abaixo de 300 segundos.

A Figura 23D mostra que a distribuição das diferenças tem uma concentração de pontos próxima de zero, mas é deslocada para cima. Isso indica que alguns participantes demoram mais em tarefas com tabelas do que naquelas com gráficos de barras, já que a maioria das diferenças de tempo entre as condições 1 e 2 são positivas.

A *Shift function* na Figura 23E demonstra que, já que todas as diferenças são positivas, as tarefas com gráficos de barras (condição 2) devem ter seus decis deslocados para cima para corresponder às tarefas com tabelas (condição 1). Isso significa que os participantes gastam mais tempo analisando tarefas com tabelas do que tarefas com gráficos de barras. A *difference assymetry function* na Figura 23F indica uma função positiva, mas não tão plana. Isso sugere, respectivamente, que tarefas com tabelas realmente demandam mais tempo para analisar e que a distribuição de diferenças não é tão uniformemente deslocada de zero. Assim, essa não linearidade sugere que as diferenças não são distribuídas simetricamente.

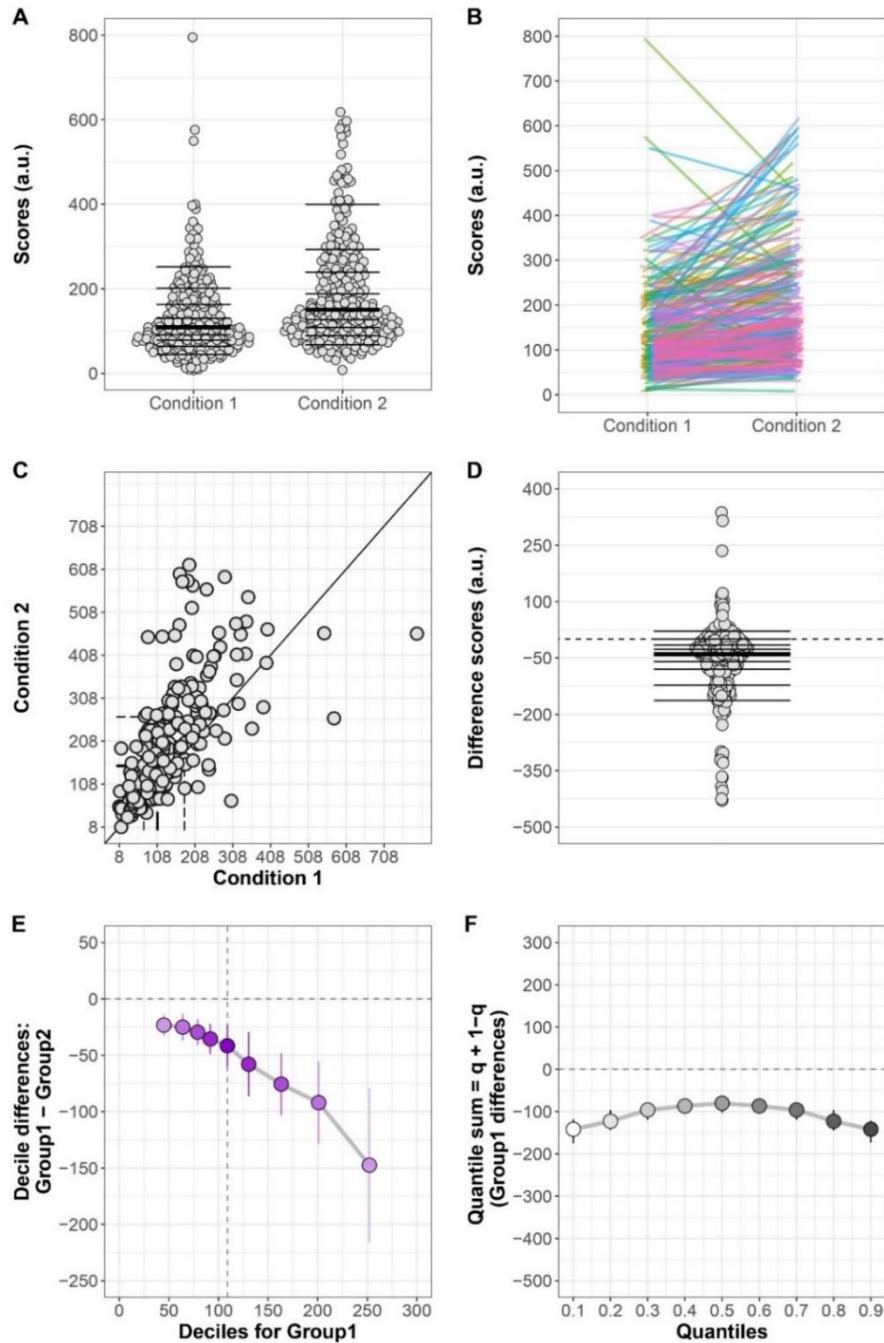
O último par referente aos tipos de processos de decisão tem a seguinte designação: tarefas de seleção são chamadas de “condição 1” e tarefas de eliminação são chamadas de “condição 2”. As diferenças entre suas distribuições podem ser vistas na Figura 24.

A Figura 24A mostra que as medianas são muito próximas, mas há uma maior concentração de pontos na distribuição das tarefas de seleção (abaixo de 400 segundos), com a presença de outliers, enquanto, em comparação, a distribuição das tarefas de eliminação é um pouco mais espaçada. As Figuras 24B e 24C indicam que a maioria das diferenças entre as condições estão concentradas abaixo de 400 segundos. A Figura 24D tem uma concentração de pontos próxima a menos 50 e deslocada para baixo. Isso indica que alguns participantes demoram mais em tarefas de eliminação do que em tarefas de seleção, já que a maioria das diferenças de tempo entre as condições 1 e 2 são negativas.

A *Shift function* na Figura 24E confirma isso, ou seja, já que todas as diferenças são negativas, as tarefas de eliminação (condição 2) devem ter seus decis deslocados para baixo para corresponder às tarefas de seleção (condição 1). Isso significa que os participantes gastam mais tempo analisando tarefas de eliminação do que tarefas de seleção. A *difference assymetry function* na Figura 24F indica uma função negativa e não plana. Isso sugere, respectivamente, que tarefas de eliminação de fato

demandam mais tempo para serem analisadas do que tarefas de seleção e que a distribuição de diferenças não é uniforme e simétrica.

Figura 24 - Diferenças entre distribuições de seleção e eliminação



Fonte: Este trabalho (2025).

Com base nesses resultados, surgem alguns pontos para discussão que são apresentados na subseção a seguir.

4.2.5 Discussões sobre os resultados do experimento não compensatório

No que se refere às diferenças entre os tipos de visualização, a hipótese nula H03 (Não há diferença significativa de HR entre tarefas com tabela e tarefas com gráfico de barras, no experimento não compensatório) foi rejeitada apenas pelo par de tarefas TI Eli X BI Eli ($\chi^2 = 10,381$, valor-p = 0,001). Tal resultado é estatisticamente significativo, pelo baixo valor-p, o que indica que há uma diferença entre tarefas com tabela e tarefas com gráfico de barras, quando os pesos dos critérios são iguais e quando a decisão é de eliminação. Com um *odds ratio* de 1,9, a chance de um participante acertar ao avaliar tabelas e errar ao avaliar gráfico de barras foi 1,9 vezes a chance de ocorrer o inverso. Logo, para esse par de tarefas, com essas características específicas, há um efeito considerável a favor da visualização em tabela. Os achados não indicam uma diferença significativa entre os tipos de visualização para os demais pares.

A pergunta referente a essas características no questionário comportamental foi: “Em relação às formas de visualização no experimento, qual configuração você achou melhor para avaliar?”. A proporção de respostas é: 46,4% preferiram gráfico de barras, 45,9% preferiram tabelas e 7,7% não responderam. Dessa forma, os resultados mostram que a maioria dos participantes preferiu avaliar as alternativas em gráficos de barras do que em tabelas, mas essa diferença é bem pequena. Considerando os resultados do teste da hipótese H03, pode-se dizer que essa preferência não influencia no desempenho.

Quanto às diferenças entre os tipos de decisão, a hipótese nula H04 (Não há diferença significativa de HR entre tarefas de seleção e tarefas de eliminação, no experimento não compensatório) foi rejeitada por dois pares de tarefas, BI Sel X BI Eli e BD Sel X BD Eli. Assim, apenas para esses dois pares, pode-se dizer que há diferenças significativas entre os processos de seleção e eliminação.

Para o par BI Sel X BI Eli, seu *odds ratio* é de 2,8, isso indica que a chance de um participante acertar em tarefas de seleção e errar em eliminação foi de quase três vezes a chance de ocorrer o inverso. Isso sugere que a chance de acerto é maior para seleção quando a tarefa possui pesos iguais e apresenta seus dados em um gráfico

de barras. Para o par BD Sel X BD Eli, o *odds ratio* é de 0,5, isso indica que a chance de um participante acertar em tarefas de seleção e errar em eliminação foi aproximadamente metade da chance de ocorrer o inverso. Isso leva a crer que a chance de acerto é maior para eliminação quando a tarefa possui pesos diferentes e apresenta seus dados em um gráfico de barras.

A pergunta referente a essas características no questionário comportamental foi: “Em relação ao tipo de decisão, no experimento, qual configuração você achou melhor avaliar?”. A proporção de respostas é: 70,1% preferiram seleção, 22,0% preferiram eliminação e 7,7% não responderam. Assim, os resultados mostraram que a maioria dos participantes preferiu selecionar a melhor alternativa do que eliminar a pior, mas, considerando os testes da hipótese H04, essa preferência pode ter efeito apenas no par BI Sel X BI Eli. Da mesma forma que nos experimentos compensatórios, este estudo não avaliou o impacto direto das preferências dos participantes quanto às diferentes características, mas este pode ser um fator de influência nas suas respostas. Isso é especialmente observável dado que a maior parte dos participantes preferiu o processo de seleção e no par BI Sel X BI Eli a chance de acerto em seleção é quase o triplo da chance de acerto em eliminação, o que implica em uma diferença substancial.

Ademais, um padrão observável nos testes de H04 é o de que só há diferenças significativas entre os processos de decisão para tarefas com gráficos de barras. Já para tarefas com tabelas, pode-se dizer que não indícios significativos de diferença entre seleção e eliminação. Esses resultados mostram que não é apenas um aspecto das tarefas que determina uma maior ou menor HR, mas sim que a combinação de diferentes características leva a diferentes tipos de resultados.

Em termos de tempo, a análise da *Shift function* e da *difference assymetry function* mostra que as tarefas que mais consomem tempo são aquelas com as seguintes características: tarefas com alternativas exibidas em tabelas e com a decisão de eliminar a pior alternativa. Como visto, não é um aspecto isolado que gera uma determinada consequência, mas sim as configurações das tarefas como um todo. De fato, olhando apenas para a medida descritiva na Tabela 11, a tarefa com o maior tempo médio (81 segundos) é justamente aquela com essas características combinadas para pesos diferentes (TD Eli). Note que há um fator importante: a tarefa com essa configuração é a primeira a ser mostrada aos participantes. Portanto, esse

tempo maior pode ser explicado pelo fato de que essa tarefa foi o primeiro contato que os participantes tiveram com o experimento e por isso também a usaram para entender como as tarefas funcionariam dali em diante, não necessariamente por essa primeira tarefa ser mais complexa de avaliar.

Como contribuição direta para a tomada de decisão com uma estratégia não compensatória, o uso dessas informações em avaliações holísticas depende do aspecto mais importante durante a decisão. Se o tempo for um elemento crítico e um bom resultado de HR for buscado, as informações sobre os problemas devem ser exibidas em gráficos de barras para decisões de seleção da melhor alternativa. Esse conhecimento é de grande valor para analistas de processos de decisão ao dar suporte a decisores, para que suas recomendações forneçam melhores resultados em avaliações holísticas de processos não compensatórios.

A próxima seção trata de discussões para ambas as racionalidades.

4.3 *Insights gerais sobre as características das tarefas*

A análise demonstrou que o tipo de processo de escolha é um fator de impacto significativo no desempenho dos decisores, mas sua eficácia é variável de acordo com o aspecto dos pesos dos critérios. Para a racionalidade compensatória, em situações com pesos iguais, preferidos pela maioria dos participantes, o processo de eliminação da pior alternativa apresentou maior taxa de acerto (HR). Isso sugere que a eliminação pode ser uma estratégia cognitiva vantajosa quando a informação é mais comprehensível. Já em situações menos preferíveis pelos participantes, aquelas cujos critérios possuem pesos diferentes, o processo de seleção da melhor alternativa tendeu a ter maior taxa de acerto. O processo de seleção, sendo o mais comum e preferido pela maioria dos participantes, deve ser priorizado em cenários de maior complexidade. Além disso, tarefas de eliminação consumiram mais tempo dos participantes e foram menos preferidas, sugerindo uma maior carga cognitiva ou dificuldade de análise percebida.

Embora a maioria dos participantes tenha manifestado maior preferência por gráficos de barras no experimento compensatório, a visualização não demonstrou um impacto positivo no desempenho geral. Inclusive, a visualização em tabela demonstrou vantagem estatisticamente significativa na taxa de acerto para tarefas específicas: para a tarefa de seleção com pesos iguais (TI Sel X BI Sel). Como

implicação observa-se que a preferência visual pelo gráfico de barras não se traduz necessariamente em melhor desempenho. Assim, utilizar tabelas pode ser uma opção mais robusta para garantir o acerto em configurações específicas onde a clareza dos números é crítica.

Quanto à racionalidade não compensatória, as diferenças significativas entre seleção e eliminação ocorreram apenas nas tarefas com gráfico de barras, enquanto as tarefas com tabela não apresentaram diferenças significativas entre os processos de escolha. Isso sublinha que a combinação de características é que determina o desempenho. Em situações com pesos iguais, o processo de seleção da melhor alternativa apresentou maior chance de acerto, enquanto em situações cujos critérios possuem pesos diferentes, o processo de eliminação da pior alternativa tendeu a ter maior chance de acerto.

Além disso, o tempo prolongado na primeira tarefa do experimento não compensatório (TD Eli) sugere a importância da familiarização e do treinamento na interface e no processo de decisão, o que deve ser considerado ao introduzir avaliações holísticas complexas. Desse modo, se o tempo for um elemento crítico e a Taxa de Acerto (HR) for um objetivo primário em um contexto não compensatório, a recomendação é exibir as informações em gráficos de barras para decisões de seleção da melhor alternativa. Essa recomendação se dá, pois 70,1% dos participantes preferiram o processo de seleção e trabalhar com a preferência do decisor reduz a resistência e o esforço cognitivo. Além disso, no par BI Sel X BI Eli (com gráfico de barras e pesos iguais), a chance de acerto em seleção é quase o triplo da chance de acerto em eliminação. Ou seja, quando a visualização é em gráfico, a seleção é estatisticamente muito mais eficaz que a eliminação.

Desse modo, para a racionalidade não compensatória, a recomendação prática de usar gráficos de barras para seleção é uma estratégia de maximização global do desempenho (HR elevado com tempo reduzido e alinhamento com a preferência do decisor). No entanto, a visualização em tabela demonstrou vantagem estatisticamente significativa na taxa de acerto para tarefas específicas: para a tarefa de eliminação com pesos iguais (TI Eli X BI Eli) e esse achado representa uma exceção valiosa. Ele indica que, se o decisor optar por usar a eliminação em um cenário de pesos iguais, ele deve optar pela tabela para maximizar o HR. Mas, como diretriz geral para um

SAD, a combinação “gráfico de barras e seleção” é a recomendação mais forte para obter o melhor equilíbrio entre as métricas e a experiência do usuário.

Ao comparar esses achados, um fenômeno interessante pode ser observado: o fato de as rationalidades compensatória e não compensatória apresentarem padrões de desempenho opostos em relação ao par “processo de escolha e tipos de pesos” sugere que a estrutura da rationalidade muda a forma como o decisão lida com a complexidade cognitiva da tarefa. Como *insight* é possível se basear na análise comportamental e no custo cognitivo demandado dos decisores para determinar como a rationalidade afeta a dificuldade percebida da tarefa e, consequentemente, a estratégia que o decisão adota.

Na rationalidade compensatória, de agregação aditiva, o padrão observado foi:

- Pesos iguais: eliminação tem maior HR.
- Pesos diferentes: seleção tem maior HR.

Como possibilidade de justificativa cognitiva pode-se destacar que quando os pesos são iguais, a tarefa exige apenas uma soma simples de desempenho. Neste cenário, a eliminação é uma estratégia de simplificação cognitiva vantajosa, pois em vez de calcular qual alternativa maximiza o valor global, o decisão pode apenas identificar a pior alternativa e eliminá-la. Essa estratégia de exige menos cálculo mental de compensação total e leva a um acerto maior. Já a consideração de pesos diferentes aumenta a complexidade. O decisão não soma linearmente, mas sim precisa executar a soma ponderada e avaliar o *trade-off* entre critérios. Como a eliminação é um processo que consome mais tempo e é menos preferido, em um cenário já difícil de pesos diferentes, o decisão inverte para o processo mais comum e familiar da seleção. A familiaridade do processo de seleção, mesmo sendo cognitivamente mais exigente, compensa o acréscimo de complexidade dos pesos.

Na rationalidade não compensatória, sem agregação aditiva, o padrão observado foi:

- Pesos iguais: seleção tem maior HR.
- Pesos diferentes: eliminação tem maior HR.

Como possibilidade de justificativa cognitiva pode-se destacar que, na rationalidade não compensatória, a decisão não é baseada em um valor global, mas

sim na comparação de pares, tornando o processo mais complexo do que o compensatório. Quando os pesos são iguais, a tarefa se torna "fácil" dentro do contexto não compensatório e, neste cenário, a seleção se torna a melhor opção, pois o decisior pode focar em identificar a alternativa dominante sem a complexidade da eliminação. Já com pesos diferentes e racionalidade não compensatória, o cenário possui maior complexidade, logo, a tentativa de selecionar a melhor alternativa implica em um fardo cognitivo grande. Assim, o decisior pode adotar uma estratégia defensiva de eliminação. Ele pode considerar mais fácil identificar qual alternativa falha em satisfazer o critério de maior peso e eliminá-la, do que tentar determinar a melhor alternativa. Assim, a eliminação da pior alternativa é um mecanismo de redução de risco e complexidade.

Portanto, neste capítulo foram analisadas medidas referentes ao desempenho dos participantes nos experimentos, no entanto, outros aspectos também podem ser abordados para uma maior compreensão sobre avaliações holísticas. Esses aspectos dizem respeito a características pessoais de indivíduos e como elas impactam ou não no seu desempenho em processos de tomada de decisão, tema detalhado no capítulo seguinte.

5 ANÁLISES SOBRE OS TIPOS DE PERFIL DE DECISORES NOS EXPERIMENTOS COMPORTAMENTAIS

Nesse capítulo são analisados os perfis dos participantes dos experimentos. Para isso, aqui são apresentadas as hipóteses de pesquisa estudadas, como foi realizada a limpeza dos dados, e todos os resultados dos testes aplicados.

5.1 Hipóteses de pesquisa

Para determinar a influência do perfil do decisor no processo de tomada de decisão multicritério, foram realizadas mais aprofundadas sobre características dos participantes dos experimentos. Identificando uma lacuna na literatura sobre o impacto de perfis individuais no comportamento decisório, o foco da investigação é analisar como as características dos participantes afetam seu desempenho ao resolver tarefas de decisão.

As características dos participantes foram divididas em duas categorias: pessoais e de desempenho. As características pessoais consistem em gênero, idade, nível educacional e nível de fadiga dos participantes durante a realização do experimento, enquanto características de desempenho foram aqui definidas como a taxa de acerto dos participantes no processo decisório (HR) e o tempo gasto nessa tomada de decisão. Essas duas medidas de desempenho foram escolhidas visto que, em experimentos voltados ao desempenho humano, a rapidez na execução de uma tarefa e a exatidão das respostas são aspectos fundamentais para a análise dos resultados de tarefas, uma vez que é desejável que o participante busque ter bons resultados nos dois aspectos (Zimmerman, 2011). Tais medidas de desempenho são as mesmas exploradas no Capítulo 4.

Uma vez estabelecidas as variáveis do estudo, a relação entre elas foi por meio da definição de hipóteses de pesquisa. Para isso, essas variáveis pessoais e de desempenho foram consideradas sob a ótica da literatura psicológica e comportamental.

Conforme declarado por Langner et al. (2010), participantes cansados ainda são capazes de executar tarefas automatizadas e bem conhecidas, mas seu desempenho diminui sensivelmente quando as tarefas exigem alocação intencional

de atenção. Com o passar do tempo, ocorre uma sensação de exaustão e diminuição da energia, o que prejudica o desempenho cognitivo (BORRAGÁN et al., 2017). Além disso, de acordo com Li, Zhou e Hao (2024), recursos cognitivos são limitados e sensíveis aos níveis de fadiga, à medida que os recursos disponíveis para a atenção diminuem, resulta em lapsos de atenção. Na literatura há ainda o conceito de *time-on-task effect* (efeito do tempo na tarefa), onde se observa a diminuição do desempenho ao longo da duração de uma tarefa de desempenho e o estudo de Satterfield et al. (2017) afirma que esse efeito é substancialmente amplificado pela privação de sono, que pode ser refletido nesta tese como o nível de cansaço do participante. Outro conceito da literatura é o *Speed–Accuracy Trade-off* (compromisso velocidade-acurácia), onde um indivíduo pode aumentar seu tempo de resposta ao custo de reduzir a precisão de suas respostas (Zimmerman, 2011).

Com base nesses argumentos, são propostas as seguintes Hipóteses de Pesquisa (HP):

- HP1.** Quanto maior o tempo gasto na realização da tarefa cognitiva, menor será a HR dos participantes.
- HP2.** Quanto maior a fadiga durante uma tarefa cognitiva, menor a HR dos participantes.
- HP3.** Quanto maior a fadiga durante uma tarefa cognitiva, mais tempo o participante passa realizando-a.

Ainda considerando o *Speed–Accuracy Trade-off*, segundo Smith e Brewer (1995) apontam que respostas mais rápidas tendem a estar associadas a menor precisão de respostas, e que indivíduos mais velhos, em geral, apresentam desempenho mais lento quando comparados aos mais jovens. Outro estudo, de Salthouse (2000), analisou o fenômeno da desaceleração relacionada à idade, em que a velocidade de execução de uma tarefa declina com a idade. As descobertas de Palmer, David e Fleming (2014) demonstram uma diminuição na eficiência metacognitiva perceptual com a idade, levando em conta as variações no desempenho da tarefa e na função executiva relacionadas à idade. Além disso, pessoas mais velhas precisam usar processos mentais para compensar quando uma tarefa exige circuitos cerebrais que se deterioraram com a idade (Algarabel et al., 2016).

Com base nesses argumentos, são propostas as seguintes hipóteses de pesquisa:

HP4. Quanto mais velho for o participante que estiver realizando uma tarefa cognitiva, menor será sua HR.

HP5. Quanto mais velho for o participante que estiver realizando uma tarefa cognitiva, mais tempo ele passa realizando-a.

Com relação às diferenças de gênero, de acordo com o modelo de seletividade (Meyers-Levy; Sternthal, 1991; Darley; Smith, 1995), mulheres (pessoas do gênero feminino) normalmente assimilam todas as informações disponíveis e as elaboram, sendo processadoras abrangentes, enquanto homens (pessoas do gênero masculino) tendem a ser seletivos no processamento de informações, confiando em técnicas de heurística como substitutas de um processamento detalhado. Com base nesse modelo, pode-se presumir que as mulheres gastam mais tempo em suas análises do que os homens. Vale ressaltar que o processamento abrangente associado ao gênero feminino pode resultar, além de em um maior tempo, em uma maior acurácia de resposta. No entanto, fazendo a análise em conjunto com a HP1 (Quanto maior o tempo gasto em uma tarefa cognitiva, menor será a HR dos participantes?), são propostas as seguintes hipóteses de pesquisa:

HP6. Pessoas do gênero feminino têm uma HR mais baixa do que pessoas do gênero masculino ao executar uma tarefa cognitiva.

HP7. Pessoas do gênero feminino gastam mais tempo do que pessoas do gênero masculino na execução de uma tarefa cognitiva.

Por fim, Stern (2009) trabalha com o conceito de reserva cognitiva, em que há indícios de que a educação e outras experiências de um indivíduo, estão ligadas a menor risco de demência e a um declínio mais lento da memória no envelhecimento. De acordo com Nucci et al. (2023), a educação é um dos fatores que podem melhorar a neuroplasticidade. Isso significa que as atividades educacionais podem fortalecer a eficiência cerebral, resultando na melhoria do desempenho de tarefas cognitivas e tempos de reação. Em outras palavras, indivíduos com maiores níveis de escolaridade tendem a ter uma maior reserva cognitiva e, portanto, melhores desempenhos e respostas mais rápidas. Além disso, indivíduos mais velhos com maior escolaridade

podem usar estratégias cognitivas alternativas para lidar com as mudanças inerentes à idade (Algarabel et al., 2016). Outro fator a se considerar é de que o acesso à educação na infância está fortemente correlacionado com a inteligência psicométrica refletida na capacidade cognitiva de um indivíduo (Deary et al., 2004).

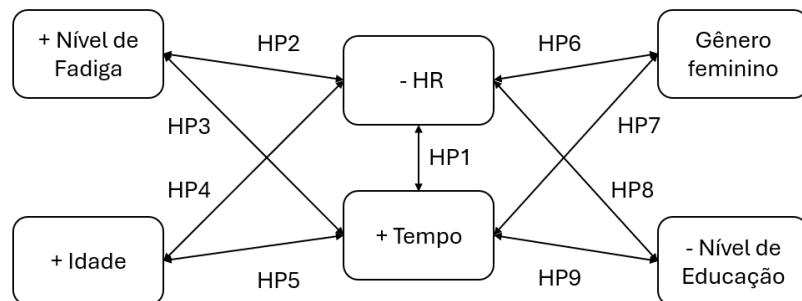
Portanto, com base nesses argumentos, as seguintes hipóteses de pesquisa são propostas:

HP8. Quanto menor o nível de escolaridade de um participante que realiza uma tarefa cognitiva, menor sua HR.

HP9. Quanto menor o nível de escolaridade de um participante que realiza uma tarefa cognitiva, mais tempo ele gasta realizando-a.

Uma vez que as hipóteses relevantes para o estudo foram estabelecidas, a conexão entre elas é apresentada na Figura 25.

Figura 25 - Diagrama das hipóteses de pesquisa



Fonte: Este trabalho (2025).

Para a análise das amostras dos participantes de cada experimento, de acordo com essas hipóteses de pesquisa, a seção seguinte detalha como foi realizada a limpeza dos dados.

5.2 Limpeza dos dados

Uma vez definidas as hipóteses de pesquisa, foi preciso preparar a massa de participantes para análise. O conjunto de participantes foi avaliado de acordo com cada racionalidade separadamente e, para isso, eles foram previamente categorizados em turmas. Os experimentos comportamentais foram propostos como

atividade adicional dos cursos de tomada de decisão com múltiplos critérios, permitindo que todos os participantes tivessem o mesmo nível de conhecimento sobre o assunto. De acordo com esses cursos, eles foram previamente designados para turmas específicas, mas algumas delas foram excluídas da análise porque seus participantes integraram o experimento apenas para fins de demonstração. Ou seja, as turmas cujos participantes não tiveram aulas sobre o assunto e que fizeram o experimento apenas para que os participantes conhecessem a ferramenta, foram removidas. Após a remoção dessas turmas, os demais participantes foram avaliados individualmente. Os critérios considerados para a limpeza dos dados foram:

- Participantes com respostas incompletas, ou seja, aqueles que não realizaram todas as oito tarefas do experimento;
- Participantes com tempo total igual ou inferior a 240 segundos, ou seja, equivalente a 30 segundos por tarefa, em média. Esse critério foi definido porque foi estabelecido um tempo total de 15 minutos (900 segundos) para todo o experimento, e tempos iguais ou inferiores a 4 minutos foram considerados muito baixos para avaliar as oito tarefas;
- Participantes com tempo total superior a 900 segundos, tempo definido para todo o experimento;
- Participantes que não forneceram todas as respostas do questionário comportamental.

É importante mencionar que, após a limpeza dos dados, as turmas com menos de 10 participantes foram desconsideradas, pois, de acordo com Doane e Seward (2014), amostras com 10 ou mais observações são consideradas grandes e não exigem o uso de testes apropriados para amostras pequenas.

Para a utilização dos dados tratados, de antemão foram feitas observações sobre a natureza das medidas analisadas pelas hipóteses de pesquisa, observações estas detalhadas na seção a seguir.

5.3 Aspectos relevantes sobre as variáveis qualitativas

Como o objetivo do estudo é verificar o impacto dos dados pessoais dos participantes em seu desempenho, algumas considerações podem ser feitas sobre os

dados. Antes de realizar qualquer análise estatística, foi aplicado o teste de Anderson-Darling, que indicou que nem todos os dados são distribuídos normalmente. Pode-se observar que as variáveis “nível de fadiga”, “nível de escolaridade” e “gênero” são qualitativas, as duas primeiras sendo ordinais, e a última sendo nominal e binária. Portanto, foi necessário estabelecer suas escalas de medida para posterior análise. As escalas de mensuração utilizadas para essas variáveis são mostradas na Tabela 14.

Tabela 14 - Escalas de medida qualitativas

Nível de Fadiga	Gênero	Nível de escolaridade
0 - Baixo	0 – Masculino	0 - Graduação
1 - Médio	1 - Feminino	1 - Especialização
2 – Alto		2 – Mestrado
		3 - Doutorado

Fonte: Este trabalho (2025).

Nesta tese, o nível de fadiga durante o experimento é uma medida subjetiva. Primeiramente, dado que os participantes relataram seu nível de fadiga usando uma escala de três pontos e também porque a percepção de fadiga é muito particular e depende de vários fatores. Os participantes podiam estar cansados devido a fatores externos ao experimento, como a hora do dia em que realizaram as tarefas ou mesmo ao ambiente em que estavam no momento. Além disso, neste estudo, a análise da fadiga depende inteiramente da resposta do participante. Isso significa que, se os participantes relataram um nível de fadiga diferente de suas percepções reais, este estudo não teve meios de mensurar esse fator. Outro fator que pode impactar a fadiga é a motivação dos participantes. Para casos em que os resultados do processo decisório são relevantes para o decisor, ele pode se mostrar mais motivado a buscar por uma solução. Desse modo, destaca-se que mais estudos precisam ser realizados para uma análise mais robusta da fadiga, incluindo aqueles com o uso de ferramentas de neurociência que já vêm sendo desenvolvidos (de Almeida; Roselli, 2017; Roselli; Frej; de Almeida, 2018; Roselli et al., 2019; Roselli; de Almeida; Frej, 2019; Silva; Costa, 2019; Roselli; de Almeida, 2020a; Roselli; de Almeida, 2020b; Roselli; de Almeida, 2022; Silva; Costa; de Almeida, 2022a; Silva; Costa; de Almeida, 2022b; Ferreira et al., 2025).

Estabelecidas as hipóteses de pesquisa, a limpeza dos dados e os aspectos importantes sobre a natureza das variáveis, na seção seguinte são apresentadas as

análises referentes aos dados dos participantes obtidos no experimento compensatório.

5.4 Análise e *insights* para racionalidade compensatória

Esta seção trata da investigação acerca do impacto dos perfis pessoais dos decisores na sua tomada de decisão ao realizarem um experimento compensatório. Para isso, é apresentada a amostra de participantes após a limpeza dos dados, os resultados da análise, bem como suas discussões.

5.4.1 Amostra de participantes do experimento compensatório

O presente experimento foi aplicado com os 338 participantes já descritos, entre setembro de 2021 e fevereiro de 2024. Após toda a limpeza dos dados, 168 participantes foram considerados para análise estatística (Média de idade = 31,4; Desvio padrão de idade = 9,6, Faixa etária: 19-60), dos quais 36,3% se identificam com o gênero feminino e 63,7% com o gênero masculino. O nível educacional dos participantes está distribuído da seguinte forma: 32,8% possuem nível de graduação, 48,2% de mestrado, 12,5% de doutorado e 3,6% de especialização. Os resultados sobre as medidas pessoais e de desempenho desses participantes são apresentados na subseção a seguir.

5.4.2 Resultados da análise de perfis do experimento compensatório

Esta subseção apresenta a estatística descritiva do experimento compensatório, as correlações de Spearman estabelecidas entre as variáveis, as *Shift functions*, além de discussões sobre a relação entre as variáveis HR e Gênero.

5.4.2.1 Estatística descritiva do experimento compensatório

Este experimento começou em setembro de 2021. Até dezembro de 2022, o tempo gasto para completar cada tarefa não foi registrado, então a análise de tempo não pôde ser feita para as primeiras turmas, mais especificamente as turmas I a III. Embora resultados mais conclusivos possam ser obtidos usando informações de escolha e dados de tempo de resposta juntos (Evans; Holmes; Trueblood, 2019), essas turmas não foram desconsideradas, pois são compostas por um número

significativo de participantes. Portanto, a ausência de dados de tempo dessas turmas pode ser considerada uma limitação do estudo.

Os dados foram coletados em uma janela de tempo de setembro de 2021 a fevereiro de 2024. Os participantes são categorizados em nove turmas (I a IX) e suas características são mostradas nas Tabelas 15 a 23. A HR de todos os 168 participantes é de 56,3% ($\sigma = 21,8$), com o Tempo Médio (TM) para realizar o experimento sendo de 436,6 segundos ($\sigma = 162,1$). A Tabela 24 resumiu algumas das características de destaque dos participantes de cada turma.

Tabela 15 - Características da Turma I

Turma I		Mestrado Profissional / ano 2022	
Nº de participantes	22	Idade média	43
HR	58,5%		
Nível de Fadiga	Baixo 55%	Médio 41%	Alto 5%
Gênero	Todos do gênero masculino		
Nível de escolaridade	Todos possuem nível de mestrado		

Fonte: Este trabalho (2025).

Tabela 16 - Características da Turma II

Turma II		Turmas de pós-graduação de outras universidades / ano 2022	
Nº de participantes	38	Idade média	33
HR	60,5%		
Nível de Fadiga	Baixo 50%	Médio 47%	Alto 3%
Gênero	Feminino 55%	Masculino 45%	
Nível de escolaridade	Graduação 13%	Mestrado 66%	Doutorado 21%

Fonte: Este trabalho (2025).

Tabela 17 - Características da Turma III

Turma III		Masterclass de Pós-Graduação / ano 2022	
Nº de participantes	23	Idade média	29
HR	55,4%		
Nível de Fadiga	Baixo 39%	Médio 52%	Alto 9%
Gênero	Feminino 35%	Masculino 65%	
Nível de escolaridade	Graduação 13%	Mestrado 57%	Doutorado 30%

Fonte: Este trabalho (2025).

Tabela 18 - Características da Turma IV

Turma IV	Departamento de Energia Nuclear / ano 2023		
Nº de participantes	10	Idade média	22
HR	72,5%	Tempo médio	583,2s
Nível de Fadiga	Baixo	Médio	Alto
	50%	50%	0%
Gênero	Feminino	Masculino	
	40%	60%	
Nível de escolaridade	Todos possuem nível de graduação		

Tabela 19 - Características da Turma V

Turma V	Departamento de Administração / ano 2023		
Nº de participantes	19	Idade Média	24
HR	51,3%	Tempo médio	378,8s
Nível de Fadiga	Baixo	Médio	Alto
	74%	21%	5%
Gênero	Feminino	Masculino	
	58%	42%	
Nível de escolaridade	Todos possuem nível de graduação		

Fonte: Este trabalho (2025).

Tabela 20 - Características da Turma VI

Turma VI	Mestrado Profissional / ano 2023		
Nº de participantes	14	Idade média	29
HR	56,3%	Tempo médio	541,6s
Nível de Fadiga	Baixo	Médio	Alto
	43%	50%	7%
Gênero	Feminino	Masculino	
	43%	57%	
Nível de escolaridade	Graduação	Especialização	Mestrado
	50%	21%	29%

Fonte: Este trabalho (2025).

Tabela 21 - Características da Turma VII

Turma VII	Masterclass de Pós-Graduação / ano 2023			
Nº de participantes	11	Idade média	29	
HR	47,7%	Tempo médio	409,9s	
Nível de Fadiga	Baixo	Médio	Alto	
	55%	36%	9%	
Gênero	Feminino	Masculino		
	36%	64%		
Nível de escolaridade	Graduação	Especialização	Mestrado	Doutorado
	9%	18%	55%	18%

Fonte: Este trabalho (2025).

Tabela 22 - Características da Turma VIII

Turma VIII		Turmas de pós-graduação de outras universidades / ano 2023		
Nº de participantes	20	Idade média	37	
HR	46,3%	Tempo médio	411,5s	
Nível de Fadiga	Baixo	Médio	Alto	
	40%	55%	5%	
Gênero	Feminino	Masculino		
	30%	70%		
Nível de escolaridade	Graduação	Especialização	Mestrado	Doutorado
	5%	5%	70%	20%

Fonte: Este trabalho (2025).

Tabela 23 - Características da Turma IX

Turma IX		Departamento de gestão da produção / ano 2023	
Nº de participantes	11	Idade média	23
HR	61,4%	Tempo médio	341,9s
Nível de Fadiga	Baixo	Médio	Alto
	40%	55%	5%
Gênero	Feminino	Masculino	
	36%	64%	
Nível de escolaridade	Todos possuem nível de graduação		

Fonte: Este trabalho (2025).

Tabela 24 - Sumário de características das turmas

Turmas	Nº de participantes	HR (%)	TM (s)	Idade média (anos)	Características de destaque
I	22	58.5	-	43	Mais velha
II	38	60.5	-	33	Maior turma
III	23	55.4	-	29	Sem destaque
IV	10	72.5	583.2	22	Menor turma, mais jovem, segundo maior TM, maior HR
V	19	51.3	378.8	24	Segundo menor TM
VI	14	56.3	660.3	29	Maior TM
VII	11	47.7	409.9	29	Segunda menor turma e segunda menor HR
VIII	20	46.3	411.5	37	Menor HR, segunda mais velha
IX	11	61.4	341.9	23	Segunda menor turma, menor TM, segunda maior HR, segunda mais jovem
Geral	168	56.3	436.6	31.4	

Fonte: Este trabalho (2025).

Para avaliar a relação entre as variáveis em cada turma, os coeficientes de correlação de Spearman – ρ (Doane; Seward, 2014) foram determinados entre HR, Tempo, nível de fadiga, idade e nível de escolaridade.

5.4.2.2 Correlações de Spearman no experimento compensatório

Os coeficientes de Spearman entre HR e nível de fadiga, idade e nível de escolaridade estão na Tabela 25, para todas as turmas, e os coeficientes entre Tempo e essas variáveis estão na Tabela 26, apenas para as turmas IV a IX devido à falta de dados de tempo para as turmas I a III, conforme mencionado anteriormente.

Tabela 25 - ρ entre HR e outras variáveis

Turmas	HR vs Nível de Fadiga	HR vs Idade	HR vs Nível de escolaridade
I	0.116	0.022	-0.085
II	0.003	0.199	0.074
III	-0.197	-0.034	-0.063
IV	0.113	-0.033	-
V	0.138	-0.301	-
VI	0.023	0.640 ^a	0.443
VII	-0.156	-0.734 ^a	-0.281
VIII	-0.302	0.285	0.560 ^a
IX	0.275	-0.211	-

Nota. “-” indica que todas as respostas foram iguais, portanto, não é possível calcular a correlação

^a indica valores cujas correlações foram maiores que 0,5 e que têm valores p baixos

Fonte: Este trabalho (2025).

Tabela 26 - ρ entre Tempo e outras variáveis

Turmas	Tempo vs HR	Tempo vs Nível de Fadiga	Tempo vs Idade	Tempo vs Nível de escolaridade
IV	0.671 ^a	0.035	0.161	-
V	0.400	0.661 ^a	0.078	-
VI	0.181	-0.077	0.073	0.130
VII	-0.120	-0.051	0.180	0.197
VIII	0.044	-0.061	0.197	0
IX	0.507	-0.119	0.353	-

Nota. “-” indica que todas as respostas foram iguais, portanto, não é possível calcular a correlação

^a indica valores cujas correlações foram maiores que 0,5 e que têm valores p baixos

Fonte: Este trabalho (2025).

Os valores marcados nas Tabelas 25 e 26 são aqueles para os quais as correlações foram maiores que 0,5 e que apresentam baixos valores p , uma vez que um valor- p menor que o nível de significância considerado é significativo (Fritz; Morris; Richler, 2012; Doane; Seward, 2014). Assumindo a hipótese nula de que a correlação de Spearman é igual a zero ($H_0: \rho = 0$) e considerando um nível de significância de 0,05, algumas observações podem ser feitas.

Em relação à hipótese de pesquisa HP1 (Quanto maior o tempo gasto em uma tarefa cognitiva, menor será a HR dos participantes) pode-se observar que esta hipótese não foi confirmada neste estudo, uma vez que uma correlação positiva ($\rho = 0,671$, valor- $p = 0,03$) foi encontrada apenas para a turma IV. Embora a correlação tenha sido confirmada (a correlação é diferente de zero, em relação à hipótese alternativa), o sinal positivo do coeficiente indica que as variáveis tempo e HR têm as mesmas direções. Portanto, pode-se sugerir que um tempo maior não implica em uma HR menor, neste estudo. Esta afirmação pode estar associada ao esforço cognitivo necessário para executar as tarefas, o que implica em um tempo de resposta maior que se traduz em uma HR maior, dado que a turma IV tem o segundo maior tempo e a HR mais alta.

Em relação à hipótese de pesquisa HP2 (Quanto maior a fadiga durante uma tarefa cognitiva, menor a HR dos participantes), não foram encontradas correlações significativas para nenhuma das turmas, portanto não se pode dizer que um participante com maior fadiga apresenta menor HR. Mas quanto à hipótese de pesquisa HP3 (Quanto maior a fadiga durante uma tarefa cognitiva, mais tempo o participante passa realizando-a), pode-se observar que esta hipótese foi confirmada neste estudo, uma vez que uma correlação positiva foi observada apenas para a turma V ($\rho = 0,661$, p -valor = 0,002). Assim, a H_0 foi rejeitada, e o sinal positivo do coeficiente indica que, de fato, uma fadiga maior implica em mais tempo para executar as tarefas.

Em relação à hipótese de pesquisa HP4 (Quanto mais velho for o participante que estiver realizando uma tarefa cognitiva, menor será sua HR), pode-se observar que esta hipótese não é confirmada neste estudo, uma vez que uma correlação positiva entre idade e HR foi observada apenas para a turma VI ($\rho = 0,640$, valor- $p = 0,013$). Por outro lado, considerando apenas a turma VII ($\rho = -0,734$, valor- $p = 0,010$), uma correlação negativa entre idade e HR foi encontrada. Em ambos os casos, a hipótese nula foi rejeitada, mas os sinais dos coeficientes estão em direções

diferentes. Para a primeira turma, pode-se sugerir que quanto mais velho o participante não resulta em uma HR menor, mas na última turma, os participantes mais velhos têm uma HR menor. No entanto, em relação à hipótese de pesquisa HP5 (Quanto mais velho for o participante que estiver realizando uma tarefa cognitiva, mais tempo ele passa realizando-a), nenhum efeito significativo foi encontrado entre idade e tempo para nenhuma das turmas neste estudo.

Em relação à hipótese de pesquisa HP6 (Pessoas do gênero feminino têm uma HR mais baixa do que pessoas do gênero masculino ao executar uma tarefa cognitiva), pode-se observar que, apenas para a turma IV, foi encontrada uma correlação negativa ($\rho = -0,769$, valor- $p = 0,009$) entre gênero e HR, sugerindo que pessoas do gênero feminino têm maior HR do que do gênero masculino, ou pessoas do gênero masculino têm menor HR do que do gênero feminino. Isso se deve ao fato de que, neste estudo, o número zero está associado ao gênero feminino e o número um ao gênero masculino. A direção não é testada neste estudo, mas HP6 não pode ser confirmada aqui. Quanto à hipótese de pesquisa HP7 (Pessoas do gênero feminino gastam mais tempo do que pessoas do gênero masculino na execução de uma tarefa cognitiva), não foram encontrados efeitos significativos entre gênero e tempo para nenhuma das turmas neste estudo.

Finalmente, em relação à hipótese de pesquisa HP8 (Quanto menor o nível de escolaridade de um participante que realiza uma tarefa cognitiva, menor sua HR) pode-se observar que uma correlação positiva entre nível de escolaridade e HR foi encontrada apenas para a turma VIII ($\rho = 0,560$, valor- $p = 0,010$), confirmando esta hipótese. Em particular, pode sugerir que quanto maior o nível de escolaridade dos participantes, pode implicar que eles têm uma melhor compreensão da abordagem multicritério, mostrando assim um melhor desempenho na tomada de decisão. Em relação à hipótese de pesquisa HP9 (Quanto menor o nível de escolaridade de um participante que realiza uma tarefa cognitiva, mais tempo ele gasta realizando-a), não foram encontrados efeitos significativos entre nível de escolaridade e tempo para nenhuma das turmas neste estudo.

Da mesma forma como feito para as análises de características das tarefas, foi utilizada a *Shift function* para a avaliação dos tempos médios, como explorado a seguir.

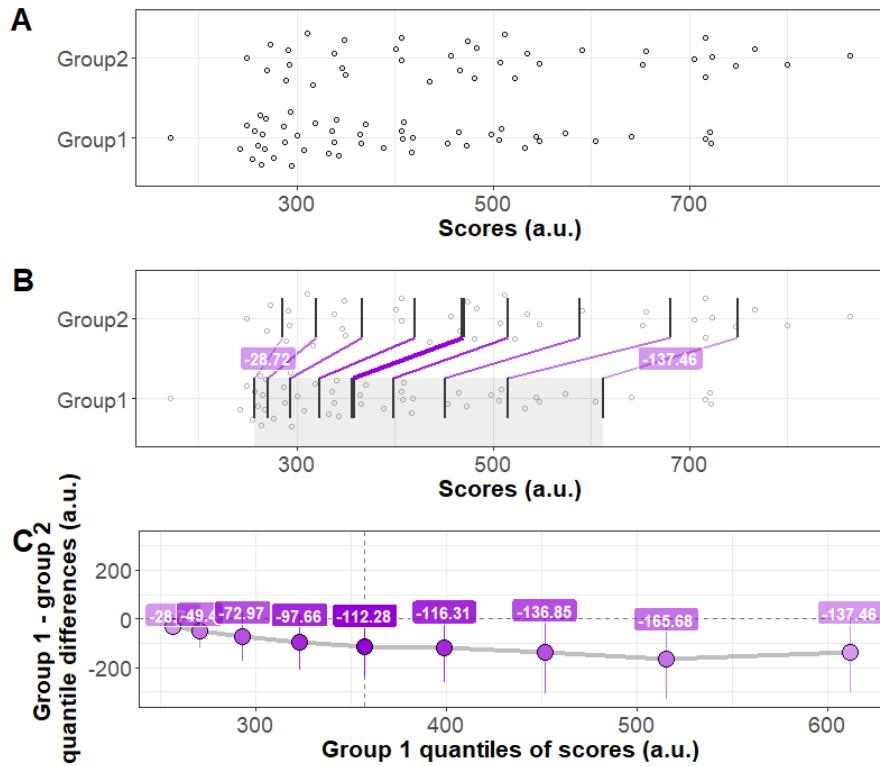
5.4.2.3 *Shift function* do experimento compensatório

Para responder às hipóteses da pesquisa, foram feitas comparações entre seus grupos de participantes (gênero feminino *versus* masculino, participantes jovens *versus* participantes mais velhos, por exemplo), grupos esses independentes. A variável Tempo é contínua e pode ser modelada pela *Shift function* (Wilcox et al., 2013; Rousselet; Pernet; Wilcox, 2017; Wilcox; Rousselet, 2018). Como as turmas IV a IX são as únicas com tempo disponível, os dados utilizados nesta função são somente destas turmas, o que significa um total de 85 participantes.

Para verificar a HP1 (Quanto maior o tempo gasto em uma tarefa cognitiva, menor será a HR dos participantes), os tempos relacionados à HR de cada participante foram divididos em dois grupos. Participantes com HR baixa (igual a 0%, 12,5%, 25%, 37,5% e 50%) foram designados para o Grupo 1 (48 participantes). Participantes com HR alta (igual a 62,5%, 75%, 87,5% e 100%) foram designados para o Grupo 2 (37 participantes). A *Shift function* projetada para Tempo e HR pode ser vista na Figura 26.

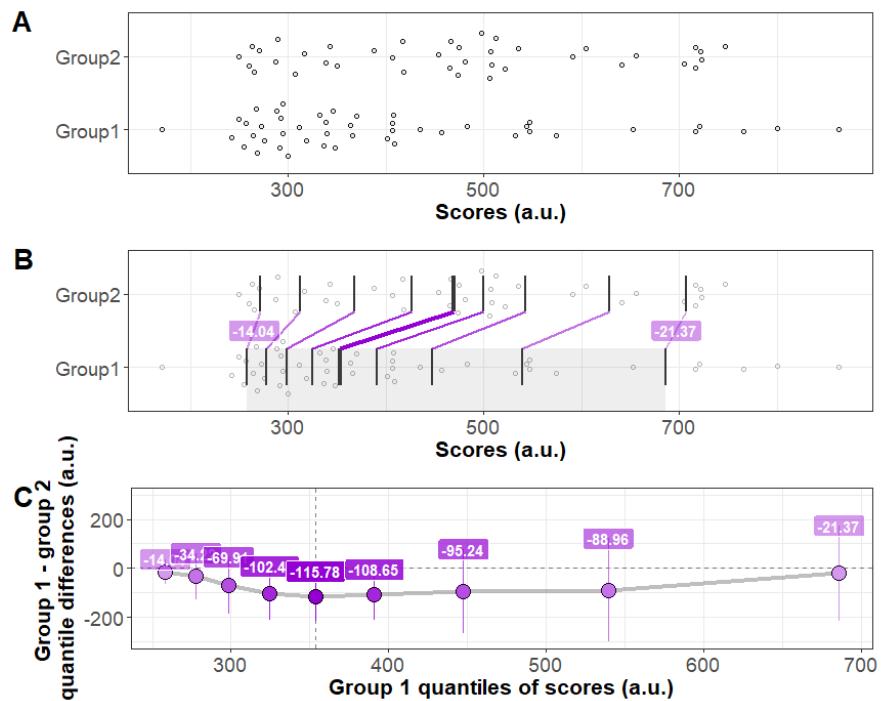
Como todas as diferenças são negativas (Figura 26C), pode-se dizer que o grupo de participantes com maior HR (Grupo 2) deve ter seus tempos deslocados para baixo para corresponder ao grupo de participantes com menor HR (Grupo 1). Isso significa que os participantes com o menor número de respostas corretas realizam as tarefas de tomada de decisão em tempos mais curtos do que os participantes com o maior número de respostas corretas, o que não confirma a HP1.

Para o nível de fadiga, os participantes que marcaram a opção “Baixa fadiga” foram designados para o Grupo 1 (46 participantes). Os participantes que marcaram “Médio nível de fadiga” e “Alto nível de fadiga” foram combinados e designados para o Grupo 2 (39 participantes). A *Shift function* projetada para Tempo e Nível de Fadiga pode ser vista na Figura 27.

Figura 26 - *Shift function* para Tempo e HR

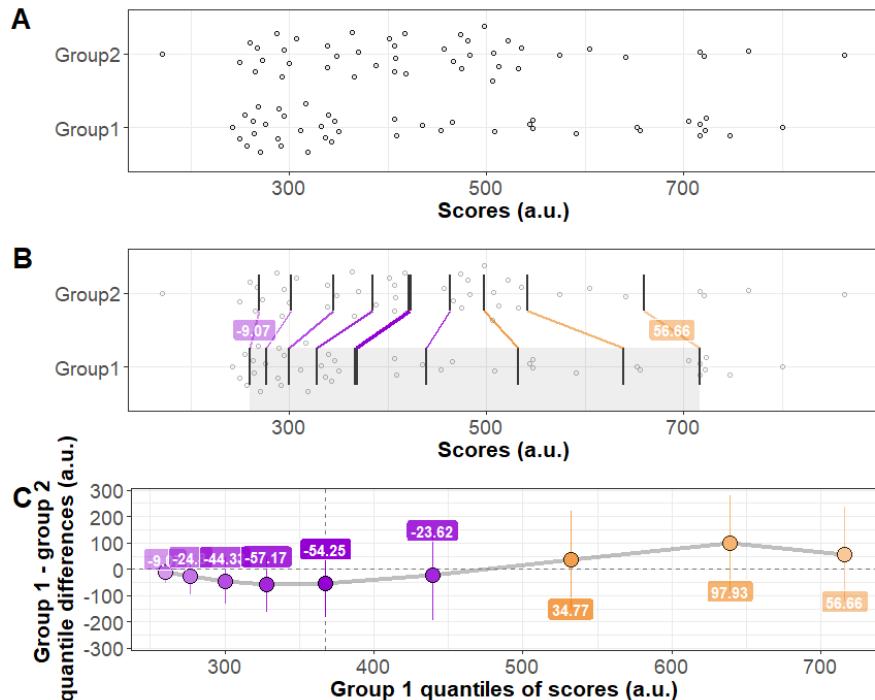
Fonte: Wilcox e Rousselet (2024).

Como todas as diferenças são negativas (Figura 27C), pode-se dizer que o grupo de participantes com níveis médios e altos de fadiga (Grupo 2) deve ter seus tempos deslocados para baixo para corresponder ao grupo de participantes com baixo nível de fadiga (Grupo 1). Isso significa que os participantes com níveis mais baixos de fadiga realizam tarefas de tomada de decisão em tempos mais curtos do que os participantes mais fatigados, o que confirma a HP3 “Quanto maior a fadiga durante uma tarefa cognitiva, mais tempo o participante passa realizando-a”.

Figura 27 - *Shift function* para Tempo e Nível de Fadiga

Fonte: Wilcox e Rousselet (2024).

Para a variável Idade, os grupos tiveram que ser divididos de forma diferente. Os testes estatísticos para determinar se há uma diferença significativa entre os grupos são baseados em diferentes medidas de tendência central. De acordo com Doane e Seward (2014), quando os dados são de amostras independentes e não seguem uma distribuição normal, a mediana pode ser mais apropriada do que a média, razão pela qual a mediana foi usada para dividir os dois grupos etários. Os 85 participantes têm idades entre 19 e 55 anos, com uma idade média de 25 anos. Assim, ao Grupo 1 foram atribuídos os participantes mais jovens, com idades entre 19 e 24 anos (41 participantes), enquanto ao Grupo 2 foram atribuídos os participantes mais velhos, com idades entre 25 e 55 anos (44 participantes). A *Shift function* projetada para Tempo e Idade pode ser vista na Figura 28.

Figura 28 - *Shift function* para Tempo e Idade

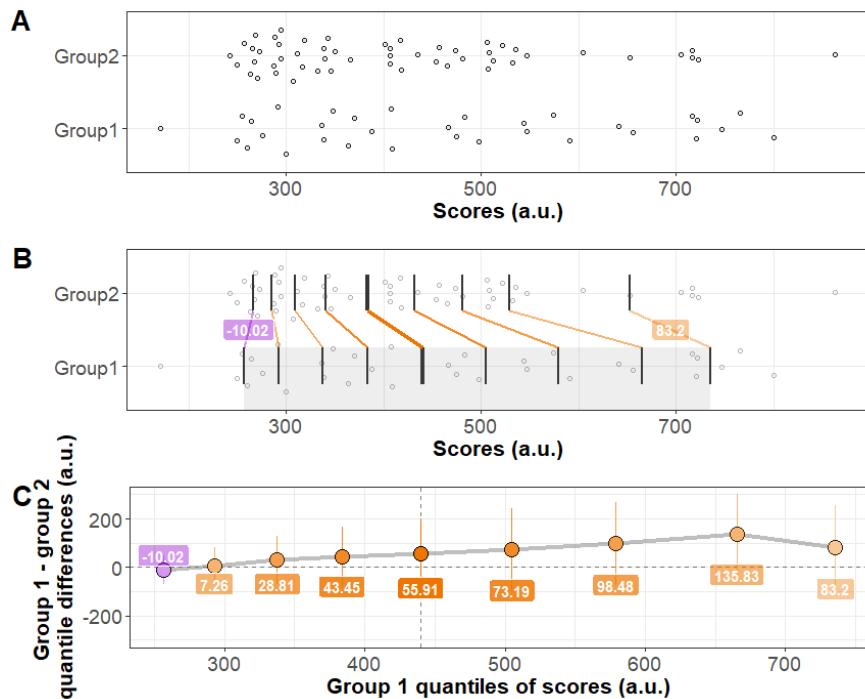
Fonte: Wilcox e Rousselet (2024).

Na Figura 28C, as diferenças mudam seus sinais. Para os primeiros seis decis, as diferenças são negativas, então pode-se dizer que os participantes mais velhos (Grupo 2) devem ter seus tempos deslocados para baixo para corresponder aos participantes mais jovens (Grupo 1). Para os últimos três decis, as diferenças são positivas, então pode-se dizer que os participantes mais velhos devem ter seus tempos deslocados para cima para corresponder aos participantes mais jovens. Isso significa que, para os participantes que realizaram o teste em um tempo menor, os participantes mais velhos são mais lentos do que os participantes mais jovens, mas essa diferença negativa diminui, de modo que, ao final do experimento, os participantes mais velhos são mais rápidos do que os participantes mais jovens (em cerca de 500s do experimento). Este resultado mostra que HP5 (Quanto mais velho for o participante que estiver realizando uma tarefa cognitiva, mais tempo ele passa realizando-a) é apenas parcialmente confirmado, ou seja, é confirmado para o início do experimento, não sendo confirmado para as tarefas finais.

Em termos de gênero, 53 participantes identificados com o gênero feminino foram designados para o Grupo 1, enquanto 32 participantes identificados com o

gênero masculino foram designados para o Grupo 2. A *Shift function* projetada para Tempo e Gênero pode ser vista na Figura 29.

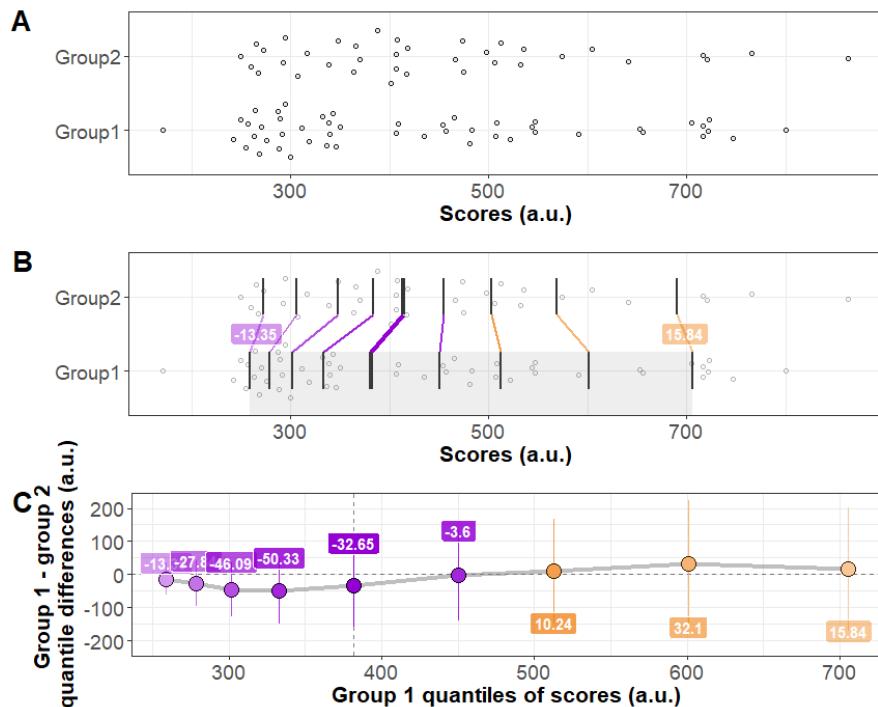
Figura 29 - *Shift function* para Tempo e Gênero



Fonte: Wilcox e Rousselet (2024).

Como quase todas as diferenças são positivas (Figura 29C), pode-se dizer que o gênero masculino (Grupo 2) deve ter seus tempos deslocados para cima para corresponder ao gênero feminino (Grupo 1). Isso significa que participantes do gênero feminino realizam tarefas em tempos maiores do que participantes do gênero masculino, o que confirma a HP7 “Pessoas do gênero feminino gastam mais tempo do que pessoas do gênero masculino na execução de uma tarefa cognitiva”.

Finalmente, para definir os dois grupos em termos de nível de escolaridade, foram divididos os participantes sem pós-graduação, ou seja, aqueles com graduação concluída ou em andamento, e aqueles com pós-graduação, ou seja, aqueles com especializações, mestrados ou doutorados, completos ou incompletos. Dessa forma, os 49 participantes sem pós-graduação foram designados para o Grupo 1 e os 36 participantes com pós-graduação foram designados para o Grupo 2. A *Shift function* projetada para Tempo e Nível de escolaridade pode ser vista na Figura 30.

Figura 30 - *Shift function* para Tempo e Nível de escolaridade

Fonte: Wilcox e Rousselet (2024).

Na Figura 30C, as diferenças mudam seus sinais. Para os primeiros seis decis, as diferenças são negativas, então pode-se dizer que os participantes com pós-graduação (Grupo 2) devem ter seus tempos deslocados para baixo para corresponder aos participantes sem pós-graduação (Grupo 1). Para os últimos três decis, as diferenças são positivas, então pode-se dizer que os participantes com pós-graduação devem ter seus tempos deslocados para cima para corresponder aos participantes sem pós-graduação. Isso significa que, no início das tarefas, participantes com níveis mais altos de escolaridade são mais lentos do que participantes com níveis mais baixos de escolaridade, mas essa diferença negativa diminui, de modo que, no final do experimento, participantes com pós-graduação são mais rápidos do que os participantes sem pós-graduação (em torno de 450s do experimento). Este resultado mostra que HP9 (Quanto menor o nível de escolaridade de um participante que realiza uma tarefa cognitiva, mais tempo ele gasta realizando-a) é confirmado apenas para as primeiras tarefas, não sendo confirmado para o final do experimento.

Todas as relações entre características pessoais e desempenho foram exploradas, exceto entre HR e o gênero dos participantes. Essas variáveis e sua relação são abordadas no tópico seguinte.

5.4.2.4 As dificuldades de verificar a relação entre HR e gênero no experimento compensatório

As relações entre as todas as características pessoais dos participantes e o seu desempenho foram investigadas em profundidade. No entanto, a análise da associação entre o HR e o gênero dos participantes exigiu uma abordagem específica. Em virtude da natureza das variáveis, com HR sendo uma variável discreta e o gênero sendo uma variável categórica binária, além da não normalidade dos dados, as premissas para a aplicação de testes, como o coeficiente de correlação de Spearman e a regressão linear simples, não foram atendidas. Dessa forma, para estimar a relação entre essas variáveis de forma robusta, foi aplicada a análise de regressão não paramétrica de Theil-Sen.

A regressão de Theil-Sen é adequada para dados discretos, como pode ser visto em Wang e Yu (2005) e Öztaş e Erilli (2021), mas a relação entre as variáveis deve ser provada como linear (Sen, 1968; Theil, 1992). Para verificar a linearidade dos dados, foi utilizado o teste Rainbow (Utts, 1982), onde, se o valor-p for maior que 0,05, o modelo pode ser considerado linear. Os resultados obtidos mostraram que há linearidade na relação entre os dados de HR e gênero ($R = 1,05$, valor-p = 0,418).

De acordo com a regressão de Theil-Sen, dado que o coeficiente da variável gênero é zero (coeficiente_gênero = 0, valor-p = 0,138), e a regressão apresenta uma reta horizontal, pode-se dizer que a variação do gênero do participante não tem impacto significativo na HR. Dessa forma, a hipótese HP6 (Pessoas do gênero feminino têm uma HR mais baixa do que pessoas do gênero masculino ao executar uma tarefa cognitiva) não pode ser confirmada.

Uma vez contempladas todas as variáveis estabelecidas e suas relações, discussões sobre os perfis de participantes foram apresentadas na subseção a seguir.

5.4.3 Discussões da análise de perfis para rationalidade compensatória

No que diz respeito à correlação de Spearman, apenas as turmas de IV a VIII apresentaram correlações significativas. Portanto, a discussão segue sobre como as características de destaque de cada turma se relacionam com os resultados descritos anteriormente.

A turma IV é a menor e mais jovem, possui a maior HR e o segundo maior tempo médio, então a afirmação de que quanto maior o tempo implica em uma HR menor, de HP1, não pode ser apoiada pelas características de HR e tempo dessa turma. Além disso, esta é a menor turma (10 participantes), então esses resultados podem ter vieses devido ao tamanho da amostra, o que requer mais estudos. Já a turma V tem o segundo menor tempo médio, o que pode estar relacionado à afirmação de que uma fadiga maior leva a um tempo gasto maior. Esta afirmação pode ser apoiada pelo fato de que 74% dos participantes relataram baixos níveis de fadiga, assim como pelo baixo tempo.

A turma VII tem a segunda HR mais baixa e, para ela, a afirmação de que quanto mais velha a pessoa, menor a HR, foi identificada de acordo com a correlação para HP4. No entanto, há certa contradição nessa afirmação, visto que essa turma tem uma média de idade de 29 anos, abaixo da média geral de 31,4 anos. Ou seja, embora a turma não seja formada por participantes mais velhos, ainda assim ela tem uma HR baixa. Por fim, a turma VIII é a segunda mais velha e tem a HR mais baixa, mas segundo a correlação para HP4, nada pode ser dito entre idade e HR para essa turma. Entretanto, uma característica interessante é observada. A maioria dos participantes dessa turma tem mestrado, o que pode indicar que são mais velhos que os participantes das turmas de graduação, mas ainda assim possuem uma HR mais baixa. Há, portanto, uma certa contradição com o que foi discutido sobre a HP8 para essa turma, pois os resultados não confirmam que quanto maior o nível de escolaridade, maior a HR.

Em relação às análises da *Shift function*, foi possível perceber como e em que medida as diferenças entre os perfis dos participantes afetam o tempo de execução das tarefas de decisão, porém, sem distinguir os participantes de acordo com as turmas. Por meio dessas análises:

- Para HP1, pode-se observar que quanto maior o tempo gasto em uma tarefa cognitiva, não significa necessariamente que os participantes obtiveram uma HR menor.
- Para HP3, pode-se observar que quanto maior a fadiga durante a realização de uma tarefa cognitiva implica em mais tempo para o participante realizá-la.
- Para HP5, é possível observar que quanto mais velho o participante, mais tempo ele gasta realizando as tarefas cognitivas iniciais, mas os tempos vão sendo reduzidos conforme as tarefas avançam.
- Para HP7, é possível observar que pessoas do gênero feminino gastam mais tempo realizando uma tarefa cognitiva do que pessoas do gênero masculino.
- Por fim, para HP9, pode-se observar que quanto maior o nível de escolaridade do participante, mais tempo ele gasta realizando as tarefas cognitivas iniciais, mas o tempo diminui conforme as tarefas progredem.

Os fenômenos observados nas hipóteses HP5 e HP9 podem ser decorrentes de os participantes mais velhos e/ou aqueles com maiores níveis de escolaridade desenvolverem uma curva de aprendizado maior para problemas de decisão do que suas contrapartes.

Da mesma forma como feito para a racionalidade compensatória, todas as análises e *insights* sobre os perfis de participantes foram elaborados também para a racionalidade não compensatória, como apresentado na seção seguinte.

5.5 Análise e *insights* para a racionalidade não compensatória

Esta seção aborda a investigação sobre do impacto dos perfis pessoais dos durante a tomada de decisão considerando uma racionalidade não compensatória. Essa investigação conta com a apresentação da amostra de participantes após a limpeza dos dados, dos resultados da análise, bem como das suas discussões.

5.5.1 Amostra de participantes do experimento não compensatório

Entre setembro de 2021 e junho de 2024, 399 pessoas participaram do experimento com racionalidade não compensatória. Após toda a limpeza dos dados, 227 participantes foram considerados para análise estatística (Idade média = 29,0,

Desvio padrão de idade = 8,1, Faixa etária: 17-59), dos quais 41,0% se identificam com o gênero feminino e 59,0% com o gênero masculino. O nível educacional dos participantes está distribuído da seguinte forma: 39,6% em nível de graduação, 45,4% em nível de mestrado, 10,6% em nível de doutorado e 4,0% em nível de especialização.

Os achados sobre as medidas pessoais e de desempenho desses participantes são descritos na subseção seguinte.

5.5.2 Resultados da análise de perfis do experimento não compensatório

Esta subseção aborda a estatística descritiva do experimento não compensatório, as correlações de Spearman obtidas para as variáveis, o uso da *Shift function*, além de discussões sobre a relação entre HR e Gênero.

5.5.2.1 Estatística descritiva do experimento não compensatório

Os dados dos participantes foram coletados em uma janela de tempo de setembro de 2021 a junho de 2024 e estão categorizados em dez turmas (A a J). No entanto, uma das limitações deste estudo é que as turmas A a C não têm um registro dos tempos de resposta dos participantes. Isso ocorre porque os experimentos de setembro de 2021 a dezembro de 2022 não registraram esses dados, portanto, as análises de tempo não são realizadas para essas primeiras turmas. Essas turmas não foram eliminadas no processo de limpeza de dados, pois têm um número relevante de participantes para a análise geral do experimento.

A taxa de acerto de todos os 227 participantes é de 49,7% ($\sigma = 29,0$), e o tempo médio para realizar o experimento é de 273,4 segundos ($\sigma = 237,4$). As características mais específicas dos participantes são apresentadas nas Tabelas 27 a 36, e algumas de suas características excepcionais são mostradas na Tabela 37.

Tabela 27 - Características da Turma A

Turma A	Masterclass de Pós-Graduação / ano 2022		
Nº de participantes	22	Idade média	34
HR	60,2%		
Nível de fadiga	Baixo	Médio	Alto
	55%	45%	0%
Gênero	Feminino	Masculino	

Nível de escolaridade	36%	64%	Mestrado	Doutorado
	14%	5%		

Fonte: Este trabalho (2025).

Tabela 28 - Características da Turma B

Turma B		Turmas de pós-graduação de outras universidades / ano 2022	
Nº de participantes	28	Idade média	30
HR	57,1%		
Nível de fadiga	Baixo 46%	Médio 54%	Alto 0%
Gênero	Feminino 50%	Masculino 50%	
Nível de escolaridade	Graduação 11%	Mestrado 68%	Doutorado 21%

Fonte: Este trabalho (2025).

Tabela 29 - Características da Turma C

Turma C		Mestrado Profissional / anos 2021 e 2022	
Nº de participantes	14	Idade média	39
HR	50,9%		
Nível de fadiga	Baixo 50%	Médio 50%	Alto 0%
Gênero	Todos do gênero masculino		
Nível de escolaridade	Graduação 36%	Especialização 14%	Mestrado 50%

Fonte: Este trabalho (2025).

Tabela 30 - Características da Turma D

Turma D		Masterclass de Pós-Graduação / anos 2023 e 2024	
Nº de participantes	32	Idade média	28
HR	49,6%	Tempo médio	289,6s
Nível de fadiga	Baixo 63%	Médio 31%	Alto 6%
Gênero	Feminino 62,5%	Masculino 37,5%	
Nível de escolaridade	Graduação 9%	Especialização 3%	Mestrado 78%
			Doutorado 9%

Fonte: Este trabalho (2025).

Tabela 31 - Características da Turma E

Turma E		Turmas de pós-graduação de outras universidades / anos 2023 e 2024	
Nº de participantes	47	Idade média	34
HR	44,7%	Tempo médio	426,9s
Nível de fadiga	Baixo	Médio	Alto

Gênero	49% Feminino 34%	45% Masculino 66%	6%
Nível de escolaridade	Graduação 6%	Especialização 9%	Mestrado 68% Doutorado 17%

Fonte: Este trabalho (2025).

Tabela 32 - Características da Turma F

Turma F		Mestrado Profissional / anos 2023 e 2024	
Nº de participantes	12	Idade média	30
HR	65,6%	Tempo médio	491,9s
Nível de fadiga	Baixo 50%	Médio 42%	Alto 8%
Gênero	Feminino 33%	Masculino 67%	
Nível de escolaridade	Graduação 50%	Especialização 17%	Mestrado 33%

Fonte: Este trabalho (2025).

Tabela 33 - Características da Turma G

Turma G		Turmas de apoio a decisão / anos 2023 e 2024	
Nº de participantes	25	Idade média	23
HR	43,0%	Tempo médio	312,2s
Nível de fadiga	Baixo 64%	Médio 32%	Alto 4%
Gênero	Feminino 36%	Masculino 64%	
Nível de escolaridade	Graduação 76%	Mestrado 20%	Doutorado 4%

Fonte: Este trabalho (2025).

Tabela 34 - Características da Turma H

Turma H		Departamento de Administração / anos 2023 e 2024	
Nº de participantes	20	Idade média	24
HR	41,3%	Tempo médio	371,6s
Nível de fadiga	Baixo 75%	Médio 15%	Alto 10%
Gênero	Feminino 60%	Masculino 40%	
Nível de escolaridade	Todos possuem nível de graduação		

Fonte: Este trabalho (2025).

Tabela 35 - Características da Turma I

Turma I		Turma de outra universidade / anos 2023 e 2024	
Nº de participantes	14	Idade média	26
HR	43,8%	Tempo médio	413,6s
Nível de fadiga	Baixo	Médio	Alto

Gênero	14% Feminino 50%	86% Masculino 50%	0%
Nível de escolaridade	Todos possuem nível de graduação		

Fonte: Este trabalho (2025).

Tabela 36 - Características da Turma J

Turma J		Departamento de Energia Nuclear / ano 2023	
Nº de participantes	13	Idade média	22
HR	50,0%	Tempo médio	446,0s
Nível de fadiga	Baixo 54%	Médio 46%	Alto 0%
Gênero	Feminino 23%	Masculino 77%	
Nível de escolaridade	Todos possuem nível de graduação		

Fonte: Este trabalho (2025).

Tabela 37 - Sumário das características das turmas

Turmas	Nº de participantes	HR (%)	TM (s)	Idade média (anos)	Características de destaque
A	22	60.2	-	34	Segunda mais velha, segunda maior HR
B	28	57.1	-	30	-
C	14	50.9	-	39	Mais velha
D	32	49.6	289.6	28	Menor TM, segunda maior
E	47	44.7	426.9	34	Maior turma, segunda mais velha
F	12	65.6	491.9	30	Menor turma, maior HR, maior TM
G	25	43.0	312.2	23	Segunda mais jovem, segundo menor TM, segunda menor HR
H	20	41.3	371.6	24	Menor HR
I	14	43.8	413.6	26	-
J	13	50.0	446.0	22	Mais jovem, segundo maior TM, segunda menor turma
Geral	227	50.6	393.1	29.0	

Fonte: Este trabalho (2025).

Assim como para os dados do experimento compensatório, de acordo com o teste de Anderson-Darling, nem todos os dados são normalmente distribuídos. Assim, as relações entre as variáveis HR, Tempo, nível de fadiga, idade e nível de

escolaridade são avaliadas inicialmente com os coeficientes de correlação de Spearman – ρ (Doane; Seward, 2014).

5.5.2.2 Correlações de Spearman no experimento não compensatório

A Tabela 38 apresenta os coeficientes de Spearman entre HR e as variáveis pessoais nível de fadiga, idade e nível de escolaridade, para todas as turmas. A Tabela 39 apresenta os coeficientes entre o tempo e essas variáveis pessoais, mas somente para as turmas D a J, devido à falta de dados de tempo para as turmas A a C, conforme explicado anteriormente.

Tabela 38 - ρ entre HR e outras variáveis

Turmas	HR vs Nível de Fadiga	HR vs Idade	HR vs Nível de escolaridade
A	-0,058	0,064	0,065
B	-0,251	-0,070	0,126
C	0,125	-0,324	-0,111
D	-0,020	0,016	0,046
E	-0,117	0,267	0,249
F	0,065	-0,033	-0,167
G	0,186	0,250	0,309
H	0,039	-0,158	-
I	0,051	0,239	-
J	-0,147	0,519	-
F	0,065	-0,033	-0,167

Nota. “-” indica que todas as respostas foram iguais, portanto, não é possível calcular a correlação

Fonte: Este trabalho (2025).

Tabela 39 - ρ entre Tempo de outras variáveis

Turmas	Tempo vs HR	Tempo vs Nível de Fadiga	Tempo vs Idade	Tempo vs Nível de escolaridade
D	-0,024	0,396	-0,258	0,125
E	0,078	0,252	0,039	0,213
F	0,413	0,510	-0,406	-0,168
G	0,095	0,621 ^a	0,027	-0,037
H	0,005	-0,009	-0,261	-
I	-0,156	0,253	-0,418	-
J	-0,156	-0,206	-0,042	-

Nota. “-” indica que todas as respostas foram iguais, portanto, não é possível calcular a correlação

^a indica valores cujas correlações foram maiores que 0,5 e que têm valores p baixos

Fonte: Este trabalho (2025).

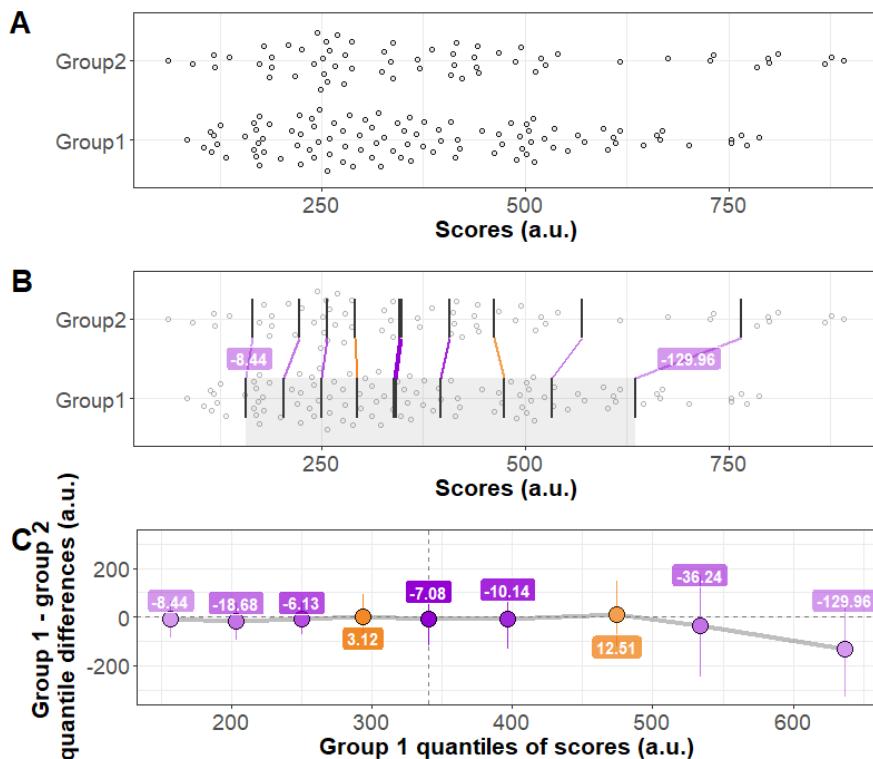
Somente a relação entre Tempo e nível de fadiga para a turma G é maior que 0,5 e tem um valor-p baixo ($p = 0,621$, valor-p $< 0,001$). Como a hipótese nula é de que a correlação de Spearman é igual a zero ($H_0: \rho = 0$) e considerando um nível de significância de 0,05, a pergunta de pesquisa HP3 (O aumento da fadiga durante uma tarefa cognitiva leva a um tempo maior de conclusão da tarefa) foi confirmada somente para a turma G. Em outras palavras, a H_0 foi rejeitada, e o sinal positivo do coeficiente confirma que níveis mais altos de fadiga estão associados ao aumento do tempo de conclusão da tarefa.

As outras relações entre desempenho e variáveis pessoais não foram identificadas para todas as turmas deste estudo usando a correlação de Spearman. Portanto, além da análise de correlação, foi empregada a seguir a *Shift function* para a avaliação dos tempos médios.

5.5.2.3 *Shift function* do experimento não compensatório

Para responder às hipóteses da pesquisa, foram feitas comparações entre os diferentes grupos independentes de participantes, assim como feito para o experimento compensatório. Como a variável Tempo é contínua, ela pode ser modelada com eficiência usando a *Shift function* (Wilcox et al., 2013; Rousselet; Pernet; Wilcox, 2017; Wilcox; Rousselet, 2018). No entanto, como somente as turmas D a J contêm dados de tempo disponíveis, a análise se limitou a esses grupos, que compreendem 85 participantes.

Para a HP1 (Quanto maior o tempo gasto em uma tarefa cognitiva, menor será a HR dos participantes), os tempos relacionados à HR de cada participante foram divididos em dois grupos: O Grupo 1 é composto por 101 participantes com baixa HR (HR igual a 0%, 12,5%, 25%, 37,5% e 50%), enquanto o Grupo 2 é composto por 62 participantes com alta HR (HR igual a 62,5%, 75%, 87,5% e 100%). A *Shift function* para Tempo e HR pode ser vista na Figura 31.

Figura 31 - *Shift function* para tempo e HR

Fonte: Wilcox e Rousselet (2024).

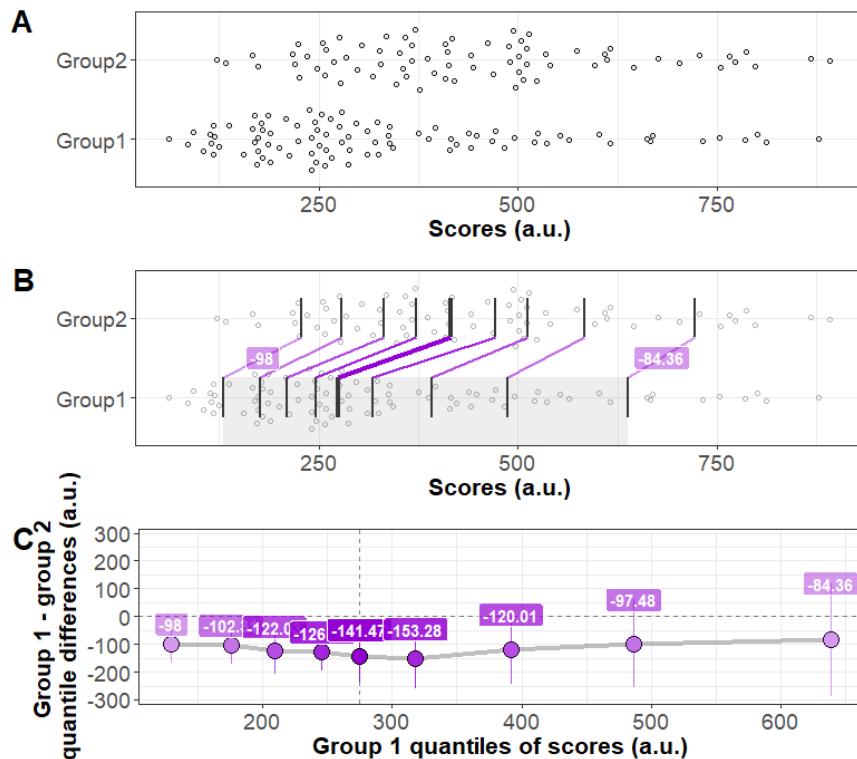
Observa-se na Figura 31C que a *Shift function* não apresenta um padrão claro de tendência. Isso indica que não há uma distinção clara entre as distribuições de tempos entre os grupos. Portanto, pode-se dizer que os tempos gastos por participantes com baixa HR não diferem substancialmente dos tempos gastos por participantes com alta HR, o que não confirma a HP1.

Para a HP3 (Quanto maior a fadiga durante uma tarefa cognitiva, mais tempo o participante passa realizando-a), os tempos relacionados ao nível de fadiga de cada participante foram divididos em dois grupos: O Grupo 1 é composto por 89 participantes que marcaram a opção “Fadiga baixa”, enquanto o Grupo 2 é composto por 74 participantes que marcaram “Fadiga média” e “Fadiga alta”. A *Shift function* projetada para o tempo e o nível de fadiga pode ser vista na Figura 32.

Como todas as diferenças são negativas (Figura 32C), pode-se dizer que o grupo de participantes com níveis médio e alto de fadiga (Grupo 2) deve ter seus tempos deslocados para baixo para se igualar ao grupo de participantes com baixo nível de fadiga (Grupo 1). Isso significa que os participantes com níveis mais altos de

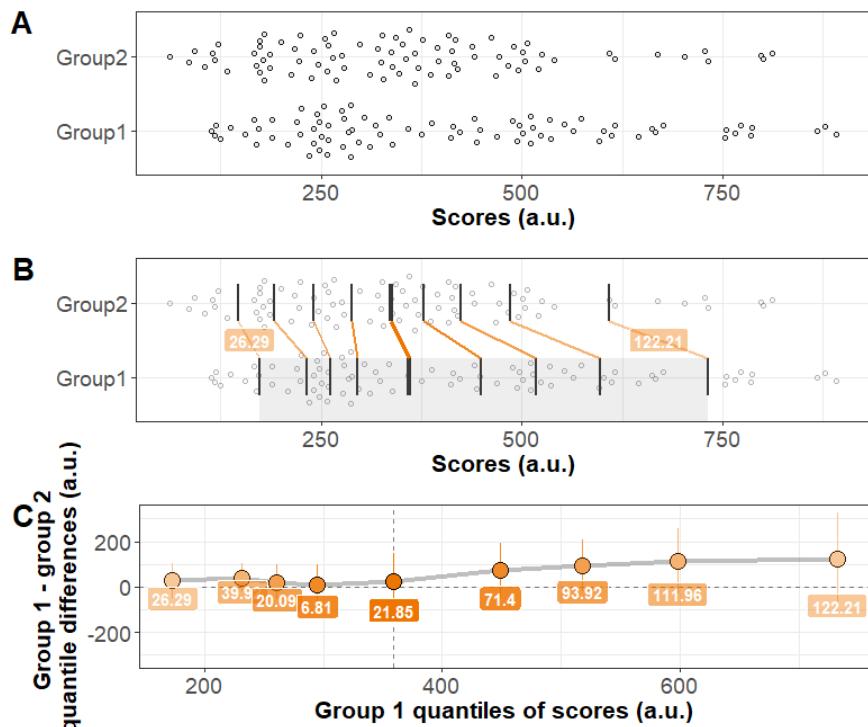
fadiga realizam tarefas de tomada de decisão em tempos mais longos do que os participantes com menos fadiga, o que confirma a HP3.

Figura 32 - *Shift function* para Tempo e Nível de Fadiga



Fonte: Wilcox e Rousselet (2024).

Para a HP5 (Quanto mais velho for o participante que estiver realizando uma tarefa cognitiva, mais tempo ele passa realizando-a), os participantes foram divididos usando a mediana de suas idades, já que essa medida é mais apropriada para dados que não seguem uma distribuição normal e são provenientes de amostras independentes do que a média (Seward e Doane, 2014). A idade dos 163 participantes varia de 18 a 54 anos, com uma mediana de 27 anos, portanto, a divisão é a seguinte: o Grupo 1 é composto por 80 participantes, com idade entre 18 e 26 anos, enquanto o Grupo 2 é composto por 83 participantes, com idade entre 27 e 54 anos. A *Shift function* para Tempo e Idade pode ser vista na Figura 33.

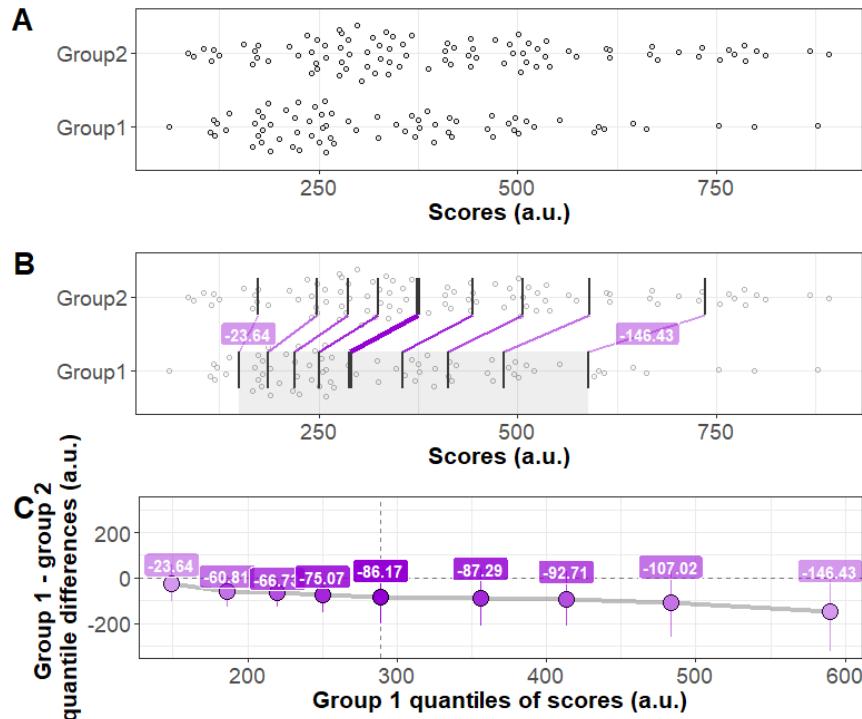
Figura 33 - *Shift function* para Tempo e Idade

Fonte: Wilcox e Rousselet (2024).

Todas as diferenças são positivas e aumentam a partir do quinto decil (Figura 33C), portanto, pode-se dizer que o grupo com participantes mais velhos (Grupo 2) deve ter seus tempos deslocados para cima para se igualar ao grupo de participantes mais jovens (Grupo 1). Isso significa que os participantes mais velhos realizam tarefas de tomada de decisão em tempos mais curtos do que os participantes mais jovens, o que não confirma a HP5.

Para a HP7 (Pessoas do gênero feminino gastam mais tempo do que pessoas do gênero masculino na execução de uma tarefa cognitiva), o Grupo 1 é composto por 71 participantes do gênero feminino, enquanto o Grupo 2 é composto por 92 participantes do gênero masculino. A *Shift function* projetada para Tempo e Gênero pode ser vista na Figura 34.

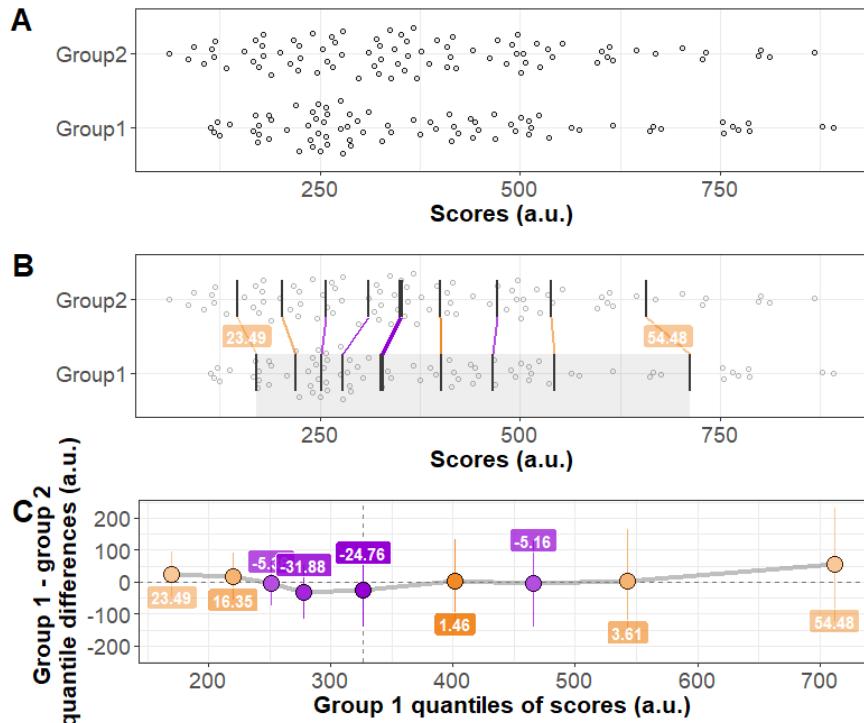
Como todas as diferenças são negativas e decrescentes (Figura 34C), pode-se dizer que os homens (Grupo 2) devem ter seus tempos deslocados para baixo para se igualarem às mulheres (Grupo 1). Isso significa que as participantes do gênero feminino realizam tarefas de tomada de decisão em tempos mais curtos do que os participantes do gênero masculino, o que não confirma a HP7.

Figura 34 - *Shift function* para Tempo e Gênero

Fonte: Wilcox e Rousselet (2024).

Por fim, para a HP9 (Quanto menor o nível de escolaridade de um participante que realiza uma tarefa cognitiva, mais tempo ele gasta realizando-a), os participantes foram divididos em termos de pós-graduação. Assim, os participantes sem pós-graduação são aqueles com graduação concluída ou em andamento, e os com pós-graduação são aqueles com especialização, mestrado ou doutorado, concluído ou não. Os dois grupos são: O Grupo 1 é composto por 78 participantes sem pós-graduação, enquanto o Grupo 2 é composto por 85 participantes com pós-graduação. A *Shift function* projetada para o tempo e o nível de escolaridade pode ser vista na Figura 35.

Observa-se na Figura 35C que a *Shift function* não apresenta um padrão definido de tendência. Isso indica que não há uma distinção clara entre as distribuições de tempos entre os grupos. Portanto, pode-se dizer que os tempos gastos por participantes com menor escolaridade não diferem substancialmente dos tempos gastos por participantes com maior escolaridade, o que não confirma a HP9.

Figura 35- *Shift function* para tempo e nível de escolaridade

Fonte: Wilcox e Rousselet (2024).

As relações entre todas as características pessoais e desempenho foram exploradas, exceto entre HR e o gênero dos participantes. A relação entre essas variáveis é abordada no tópico seguinte.

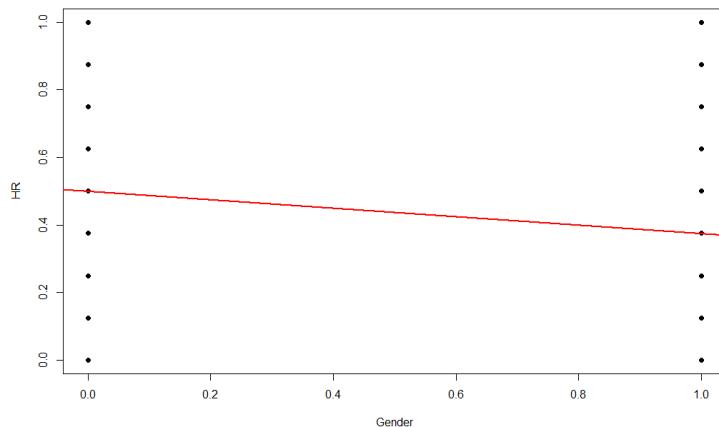
5.5.2.4 As dificuldades de verificar a relação entre HR e gênero no experimento não compensatório

O estudo examinou todas as relações entre as características pessoais e o desempenho, com exceção da conexão entre HR e o gênero dos participantes. Portanto, da mesma forma como feita para o experimento de racionalidade compensatória, a análise da relação entre essas variáveis será feita utilizando a regressão não paramétrica Theil-Sen (Sen, 1968; Theil, 1992). Ao aplicar o teste Rainbow (Utts, 1982), os resultados confirmaram uma relação linear entre os dados de HR e gênero ($R = 1,129$, valor- $p = 0,259$).

A análise de regressão Theil-Sen revelou que o coeficiente da variável de gênero era diferente de zero ($HR = 0,5 - 0,125 \cdot \text{Gênero}$, p -valor $< 0,05$), o que sugere que as variações de gênero têm uma influência leve, mas estatisticamente

significativa, em HR. Consequentemente, a hipótese de pesquisa HP6 (Pessoas do gênero feminino têm uma HR mais baixa do que pessoas do gênero masculino ao executar uma tarefa cognitiva) não é confirmada. Essa evidência também pode ser vista na Figura 36, onde o gênero feminino (0) tem HR ligeiramente mais alta do que o gênero masculino (1).

Figura 36 - Regressão de Theil-Sen



Fonte: Este trabalho (2025).

Uma vez avaliadas todas as variáveis estabelecidas e suas relações, as discussões sobre os perfis dos participantes foram detalhadas na subseção a seguir.

5.5.3 Discussões da análise de perfis para racionalidade não compensatória

Com relação à correlação de Spearman, somente a turma G apresentou uma relação positiva significativa entre o nível de fadiga dos participantes e o tempo gasto para a realização das tarefas. Isso se justifica e pode ser observado nas características dessa turma, uma vez que ela tem o segundo menor tempo médio para realizar o experimento e 64% dos participantes declararam baixos níveis de fadiga, o que confirma a HP3 (Quanto maior a fadiga durante uma tarefa cognitiva, mais tempo o participante passa realizando-a).

Uma análise das *Shift function* forneceu insights sobre até que ponto as diferenças nos perfis dos participantes influenciam o tempo de execução das tarefas, sem categorizá-las por turma. Essas descobertas incluem:

- Para a HP1, a *Shift function* não indicou uma distinção clara entre os tempos gastos por participantes com baixa HR e os tempos gastos por participantes com alta HR.
- Com relação à HP3, quanto maior a fadiga durante uma tarefa cognitiva, maior o tempo que o participante gasta para realizá-la. Esse achado é particularmente evidente na turma G, conforme confirmado pela correlação de Spearman.
- Para a HP5, os participantes mais velhos tendem a concluir as tarefas mais rapidamente do que os mais jovens. Além disso, eles exibem uma curva de aprendizado perceptível após aproximadamente 350 segundos de experimentação (Figura 33C). Uma possível explicação para esse fenômeno é que os participantes mais velhos podem desenvolver uma curva de aprendizado mais acentuada em tarefas de tomada de decisão do que os mais jovens.
- Com relação à HP7, as participantes do gênero feminino concluem as tarefas cognitivas em menos tempo do que os do gênero masculino e demonstram uma curva de aprendizado desde o início do experimento.
- Para a HP9, da mesma forma que na HP1, a *Shift function* não indicou uma distinção clara entre os tempos gastos por participantes com menor escolaridade daqueles com maior escolaridade.

A próxima seção trata das discussões para ambas as rationalidades.

5.6 *Insights gerais sobre os perfis dos participantes*

Os resultados detalhados neste capítulo fornecem uma base para a análise e compreensão dos fatores que influenciam a taxa de acerto e o tempo de resposta em contextos compensatórios e não compensatórios. A suposição sobre o impacto da fadiga (HP3) se mostrou o achado mais consistente em ambos os experimentos: o aumento da fadiga leva a um maior tempo para execução da tarefa. Este padrão corrobora a literatura que sugere uma compensação entre velocidade e acurácia, onde o participante gasta mais tempo devido ao seu nível de cansaço. O estudo revelou ainda resultados que vão de encontro à literatura, como no que diz respeito à influência do tempo, idade e escolaridade em HR, que foi observada apenas em

algumas turmas do experimento compensatório, contradizendo as hipóteses de pesquisa HP1, HP4 e HP8, respectivamente.

Para ambas as rationalidades, a relação entre tempo e HR (HP1) não foi uniforme, indicando que o tempo gasto não é o único preditor do desempenho. Quanto à demografia, observou-se que participantes mais velhos ajustam seu tempo de resposta de forma distinta em contextos compensatórios e não compensatórios, desafiando a ideia de lentidão cognitiva associada à idade e apresentando curva de aprendizado. Já o efeito de gênero (HP7) variou: pessoas do gênero feminino foram mais lentas no cenário compensatório, mas mais rápidas no não compensatório, sugerindo que o tipo de rationalidade influencia no tempo gasto. Além disso, para a rationalidade compensatória, o aprendizado é observado para participantes com maior escolaridade, enquanto para a rationalidade não compensatória, o aprendizado é observado para participantes do gênero feminino. Um resumo dos achados pode ser observado na Tabela 40.

Tabela 40 - Resumo sobre as hipóteses de pesquisa

Hipótese de Pesquisa	Característica	Racionalidade Compensatória	Racionalidade Não Compensatória
HP3	Fadiga	O aumento da fadiga leva a um maior tempo para execução da tarefa	O aumento da fadiga leva a um maior tempo para execução da tarefa
HP4	Idade	Foi observada curva de aprendizado para participantes mais velhos	Foi observada curva de aprendizado para participantes mais velhos
HP7	Gênero	Pessoas do gênero feminino foram mais lentas	Pessoas do gênero feminino foram mais rápidas com curva de aprendizado.
HP8	Escolaridade	Foi observada curva de aprendizado para participantes com maior escolaridade	-

Fonte: Este trabalho (2025).

Considerando o contexto da rationalidade compensatória, o capítulo a seguir apresenta um estudo de caso que demonstra a aplicação de modulações no método FITradeoff. Essas modulações são ilustradas para demonstrar sua contribuição na resolução de processos decisórios, bem como, para a Engenharia de Produção como um todo.

6 APLICAÇÃO DE MODULAÇÕES DO SAD DO FITRADEOFF

Como já abordado em capítulos anteriores, diversas modulações foram incorporadas ao método e ao SAD do FITradeoff, com base em pesquisas comportamentais e de neurociência. Portanto, este capítulo detalha um caso desenvolvido para ilustrar a aplicação de algumas dessas modulações e sua contribuição para a resolução de um processo decisório factível.

6.1 Estudo de caso

Em se tratando da segurança pública, um dos propósitos da Polícia Civil do Estado de Pernambuco (PCPE) é prestar serviços que promovam a segurança da população e a preservação da paz social (Polícia Civil de Pernambuco, 2025). Nesse contexto, a COPLAM (Coordenação de Planejamento e Modernização da PCPE) verificou a necessidade de selecionar meios para tornar as investigações e operações da PCPE quanto a Crimes Violentos Letais Intencionais (CVLI) mais eficientes e eficazes. Para isso, foi desenhado um projeto com propostas de melhorias a fim de apresentá-lo ao gabinete do delegado-geral da PCPE, para análise da sua viabilidade juntamente com outras áreas funcionais e diretorias relacionadas.

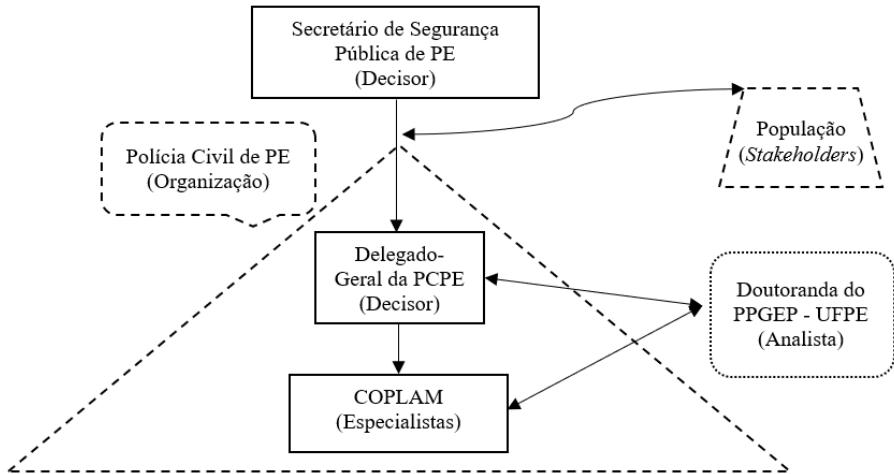
Estatísticas alarmantes motivaram essa iniciativa. De acordo com o Portal G1 PE (2019), para casos ocorridos entre 21 e 27 de agosto de 2017 no estado, a PCPE solucionou menos da metade. Ao todo, 62% das ocorrências ainda não saíram da instância de investigação e dos 106 casos registrados, apenas 39 inquéritos foram concluídos. Esses dados refletem um padrão, fazendo com que a impunidade para tais crimes torne a população menos segura e mais vulnerável.

O decisor demonstrou interesse nas propostas de melhorias das operações policiais e nos objetivos visados, com vistas a promover a missão da instituição de forma mais moderna e efetiva. Desse modo, a decisão refere-se a como priorizar tais ações, tendo a população do Estado de PE como os *stakeholders* desse processo decisório. A Figura 37 ilustra os atores do processo decisório e sua interação.

Os especialistas internos considerados neste problema são os funcionários da COPLAM, responsáveis por desenvolver o projeto, estabelecer objetivos e critérios associados. Além disso, uma doutoranda do Programa de Pós-Graduação em

Engenharia de Produção da UFPE (PPGEP – UFPE) atuou como analista para realizar a aplicação da metodologia de suporte a decisão adequada.

Figura 37 - Interação entre os atores no processo decisório



Fonte: Este trabalho (2025).

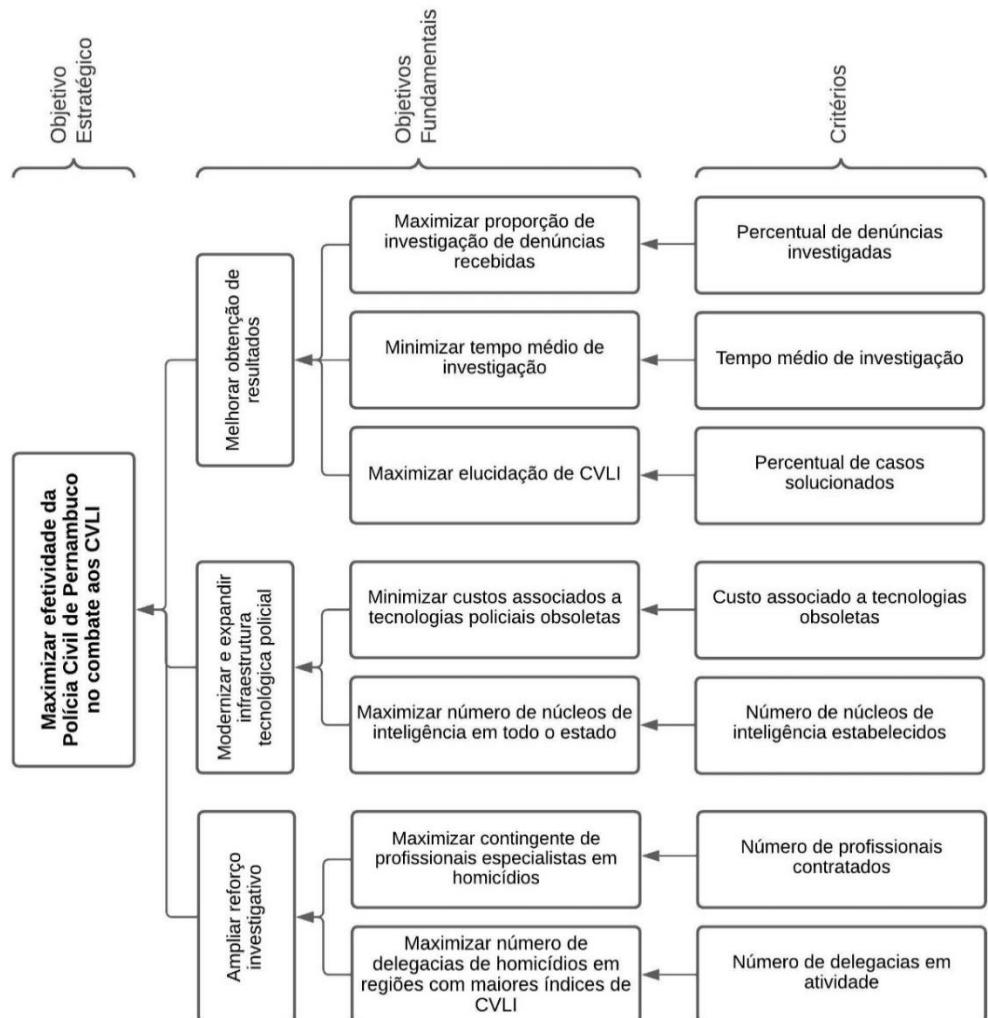
Foi definido que o objetivo estratégico desse problema é de “Maximizar a efetividade das operações da Polícia Civil de Pernambuco no combate aos CVLI”. Seus objetivos fundamentais são:

1. Melhorar obtenção de resultados:
 - Maximizar proporção de investigação de denúncias recebidas;
 - Minimizar tempo médio de investigação;
 - Maximizar elucidação de CVLI.
2. Modernizar e expandir infraestrutura tecnológica policial:
 - Minimizar custos associados a tecnologias policiais obsoletas;
 - Maximizar número de núcleos de inteligência em todo o estado.
3. Ampliar reforço investigativo:
 - Maximizar contingente de profissionais especialistas em homicídios;
 - Maximizar número de delegacias de homicídios em regiões com maiores índices de CVLI.

Cada um dos objetivos fundamentais foi detalhado até que fossem identificados os critérios que permitam sua medição, e tal detalhamento pode ser observado na

Figura 38. Além disso, para cada um dos critérios, foi definida a escala de medida apropriada e sua descrição (Tabela 41).

Figura 38 - Hierarquia dos objetivos fundamentais e seus critérios



Fonte: Este trabalho (2025).

Tabela 41 - Descrição dos critérios

Critérios	Descrição	Escala	Classificação
Percentual de denúncias investigadas (C1)	Proporção entre o número de investigações em relação ao número de denúncias recebidas	Percentual	Maximizar Natural Contínuo
Tempo médio de investigação (C2)	Tempo relativo à investigação dos CVLI	Dias	Minimizar Natural Inteiro
Percentual de casos solucionados (C3)	Quantidade de casos finalizados com solução para o CVLI em relação ao total de casos	Percentual	Maximizar Natural Contínuo

Custo associado a tecnologias obsoletas (C4)	Valor monetário gasto em manutenção, reparo ou substituição de tecnologias de apoio policial que já não são eficientes ou seguras	Reais unidades milhares	em de	Minimizar Natural Contínuo
Número de núcleos de inteligência estabelecidos (C5)	Quantidade de unidades especializadas em coleta, análise e disseminação de informações sobre atividades criminosas, que utilizam tecnologias como análise de dados, reconhecimento facial e georreferenciamento	Número unidades inteligência	de de	Maximizar Natural Inteiro
Número de profissionais contratados (C6)	Quantidade de contratação de policiais, peritos, analistas e demais especialistas em homicídios	Número contratações em unidades de milhares	de	Maximizar Natural Inteiro
Número de delegacias (C7)	Quantidade de delegacias espalhadas pelo estado	Número delegacias	de	Maximizar Natural Inteiro

Fonte: Este trabalho (2025).

Com os objetivos fundamentais, foi possível definir os objetivos-meio associados. São eles:

Objetivo fundamental 1 - Melhorar obtenção de resultados:

- Focar esforços em regiões críticas de ocorrências de CVLI;
- Fortalecer programas de proteção a testemunhas;

Objetivo fundamental 2 - Modernizar e expandir infraestrutura tecnológica policial:

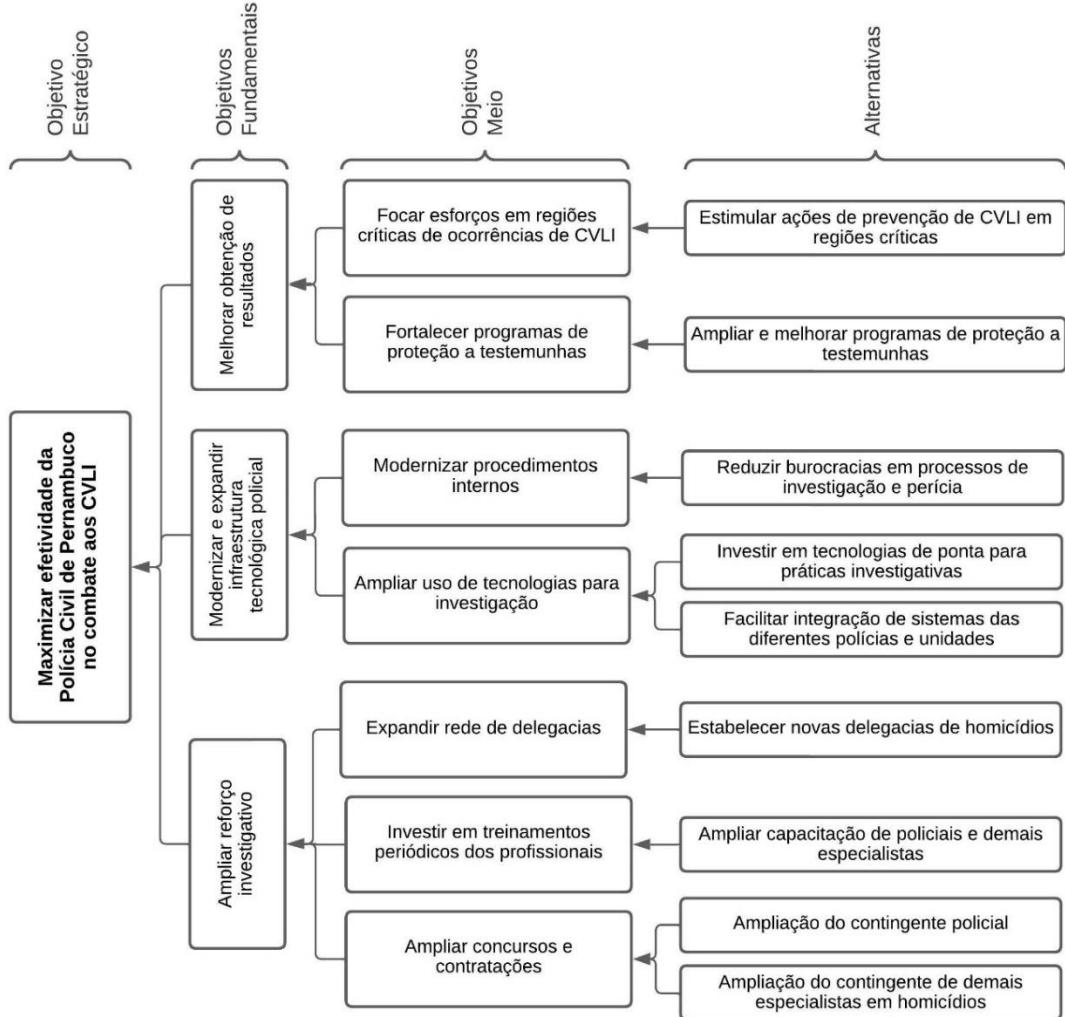
- Modernizar procedimentos internos;
- Ampliar uso de tecnologias para investigação.

Objetivo fundamental 3 - Ampliar reforço investigativo:

- Expandir rede de delegacias;
- Investir em treinamentos periódicos dos profissionais;
- Ampliar concursos e contratações.

Cada um desses objetivos-meio foi detalhado até que fossem identificadas as alternativas que permitam sua viabilização e concretização prática. Sua rede pode ser visualizada na Figura 39.

Figura 39 - Rede de objetivos-meio e suas alternativas



Fonte: Este trabalho (2025).

De posse das 9 alternativas e dos 7 critérios, a matriz de consequências pôde ser montada. Os dados utilizados para seu preenchimento foram gerados de forma aleatória e estão dispostos na Tabela 42. Uma vez estabelecidas as alternativas, critérios e matriz de consequências do problema, a etapa seguinte diz respeito a aplicação do método multicritério mais apropriado, como apresentado na próxima seção.

Tabela 42 - Matriz de Consequências

Alternativas/Critérios	Percentual de denúncias investigadas	Tempo médio de investigação	Percentual de casos solucionados	Custo associado a tecnologias obsoletas	Número de núcleos de inteligência estabelecidos	Número de profissionais contratados	Número de delegacias em atividade
Estimular ações de prevenção de CVLI em regiões críticas	26	230	26	331	13	670	120
Ampliar e melhorar programas de proteção a testemunhas	32	185	22	490	20	592	115
Reducir burocracias em processos de investigação e perícia	45	90	31	273	18	546	102
Investir em tecnologias de ponta para práticas investigativas	52	65	37	590	16	630	118
Facilitar integração de sistemas das diferentes polícias e unidades	46	70	33	260	12	590	123
Estabelecer novas delegacias de homicídios	63	55	27	750	9	745	150
Ampliar capacitação de policiais e demais especialistas	54	70	29	630	19	658	160
Ampliação do contingente policial	67	80	32	460	19	850	185
Ampliação do contingente de demais especialistas em homicídios	49	65	36	480	20	910	190

Fonte: Este trabalho (2025).

6.2 Aplicação do método FITradeoff

A definição do método multicritério a ser utilizado seguiu o framework apresentado em de Almeida (2013). Para isso, primeiramente, foi verificado que o decisor atende às propriedades relativas aos métodos de critério único de síntese, essenciais para a determinação de uma estrutura de preferências P,I (preferência e indiferença). Mas para que exista uma função de agregação aditiva, os critérios considerados devem ser mutuamente independentes em preferência. Essa independência foi constatada visto que o decisor sempre vai preferir um alto

percentual de denúncias investigadas e um baixo tempo médio de investigação, por exemplo, independentemente de como se comportam os demais critérios entre si.

Em seguida, é necessário determinar qual é o tipo de racionalidade do decisor, compensatória ou não compensatória. Para isso, pode-se considerar a seguinte situação: para alcançar um alto percentual de denúncias investigadas, será demandado um alto valor investido em tecnologias, o que implicará em um desempenho ruim desse critério e vice-versa. Esse comportamento se repete para todos os outros critérios quando avaliados de acordo com a percepção do decisor, isto é, os atributos com bom desempenho compensam aqueles com desempenho ruim. Desse modo, o presente decisor possui racionalidade compensatória.

A par de todo esse contexto, o método considerado como sendo o mais adequado para essa aplicação foi o método de elicitação flexível, o FITradeoff (*Flexible and Interactive Tradeoff*). Segundo de Almeida et al. (2016), diferentemente do *tradeoff* que busca relações de indiferença entre consequências, a elicitação flexível baseia-se apenas em relações de preferência, exigindo, assim, um menor esforço cognitivo do decisor, justificando sua escolha na presente aplicação.

Para a resolução do problema foi usado o FITradeoff *Decision Support System* (de Almeida; Frej; Roselli, 2021) para escolha de uma alternativa, disponível gratuitamente em www.fitradeoff.org. Após a inserção dos dados da matriz de consequências no sistema foi feita a avaliação intracritério e, no presente caso, foi declarada linearidade para todos os critérios. Em seguida, foi realizada a avaliação intercritério onde as constantes de escala dos critérios foram ordenadas como exposto na Equação 2.

Equação 2 - Ordenação das constantes de escala

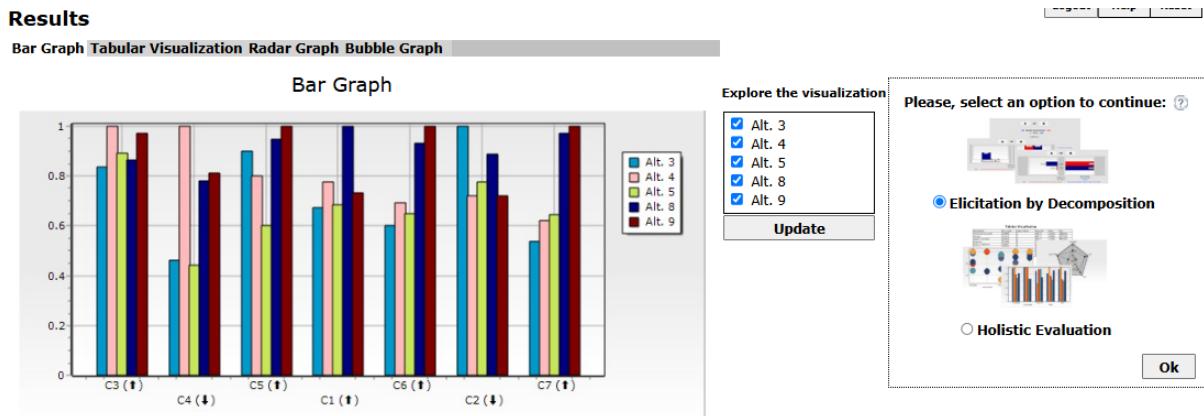
$$k_{C3} > k_{C4} > k_{C5} > k_{C1} > k_{C6} > k_{C2} > k_{C7}$$

Fonte: Este trabalho (2025).

Onde k_{C3} representa a constante de escala do critério “Percentual de casos solucionados”, k_{C4} do critério “Custo associado a tecnologias obsoletas”, k_{C5} do critério “Número de núcleos de inteligência estabelecidos”, k_{C1} do critério “Percentual de denúncias investigadas”, k_{C6} do critério “Número de profissionais contratados”, k_{C2} do critério “Tempo médio de investigação” e k_{C2} do critério “Número de delegacias”.

Após a obtenção da informação da ordem das constantes de escala, o SAD do FITradeoff prossegue para a elicitação flexível. Nesse passo o decisor pode optar por prosseguir com a elicitação por decomposição ou realizar a avaliação holística, como pode ser visto na Figura 40.

Figura 40 - Escolha do tipo de elicitação



Fonte: SAD do FITradeoff (2025).

Para fins de exemplificação das modulações, foram considerados três cenários para a resolução do problema: utilizando apenas a elicitação por decomposição, utilizando apenas a avaliação holística e utilizando uma combinação de ambos os paradigmas. Esses cenários são detalhados nas subseções seguintes.

6.2.1 Usando apenas a elicitação por decomposição

Ao utilizar apenas a elicitação por decomposição, foram realizados 16 ciclos de comparações entre consequências, de acordo com o sumário observado na Figura 41. O resultado obtido como melhor alternativa foi a alternativa 4, “Investir em tecnologias de ponta para práticas investigativas”.

Figura 41 - Sumário de resultados do Cenário 1

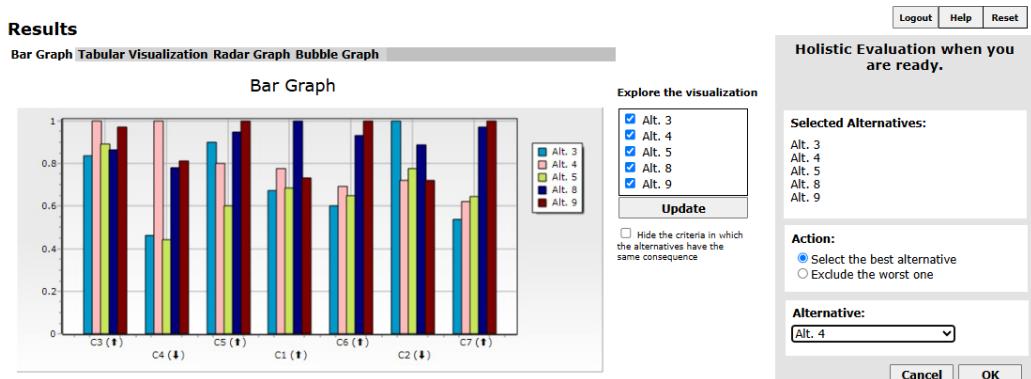
Cycle	Consequence A	Consequence B	Answer	Potentially optimal alternatives	Holistic Evaluation (HE) performed?
0			Ordering...	Alt. 3,Alt. 4,Alt. 5,Alt. 8,Alt. 9	no
1	29,50 of Crit 3	Best of Crit 7 (190)	Consequence A	Alt. 3,Alt. 4,Alt. 5,Alt. 8,Alt. 9	no
2	29,50 of Crit 3	Best of Crit 4 (260)	Consequence A	Alt. 4,Alt. 5,Alt. 9	no
3	505 of Crit 4	Best of Crit 5 (20)	Consequence A	Alt. 4,Alt. 5,Alt. 9	no
4	14 of Crit 5	Best of Crit 1 (67)	Consequence B	Alt. 4,Alt. 5,Alt. 9	no
5	46,50 of Crit 1	Best of Crit 6 (910)	Consequence A	Alt. 4,Alt. 5,Alt. 9	no
6	728 of Crit 6	Best of Crit 2 (55)	Consequence A	Alt. 4,Alt. 5,Alt. 9	no
7	142 of Crit 2	Best of Crit 7 (190)	Consequence B	Alt. 4,Alt. 5,Alt. 9	no
8	17 of Crit 5	Best of Crit 1 (67)	Consequence B	Alt. 4,Alt. 5,Alt. 9	no
9	25,75 of Crit 3	Best of Crit 4 (260)	Consequence A	Alt. 4,Alt. 9	no
10	628 of Crit 4	Best of Crit 5 (20)	Consequence B	Alt. 4,Alt. 9	no
11	36,25 of Crit 1	Best of Crit 6 (910)	Consequence B	Alt. 4,Alt. 9	no
12	637 of Crit 6	Best of Crit 2 (55)	Consequence A	Alt. 4,Alt. 9	no
13	98 of Crit 2	Best of Crit 7 (190)	Consequence B	Alt. 4,Alt. 9	no
14	18 of Crit 5	Best of Crit 1 (67)	Consequence B	Alt. 4,Alt. 9	no
15	23,88 of Crit 3	Best of Crit 4 (260)	Consequence A	Alt. 4,Alt. 9	no
16	566 of Crit 4	Best of Crit 5 (20)	Consequence A	Alt. 4	no

Fonte: SAD do FITradeoff (2025).

6.2.2 Usando apenas avaliação holística

Considerando a seleção da melhor alternativa através de visualização em um gráfico de barras (Figura 42), com apenas um ciclo de avaliação holística se chegou em uma escolha, sem a necessidade de passar por ciclos de perguntas de elicitação por decomposição.

Figura 42 - Avaliação holística de seleção do Cenário 2



Fonte: SAD do FITradeoff (2025).

Foi obtido o mesmo resultado que o do cenário anterior, com a melhor alternativa sendo a 4, “Investir em tecnologias de ponta para práticas investigativas”, como pode ser visto na Figura 43.

Figura 43 - Sumário de resultados do Cenário 2

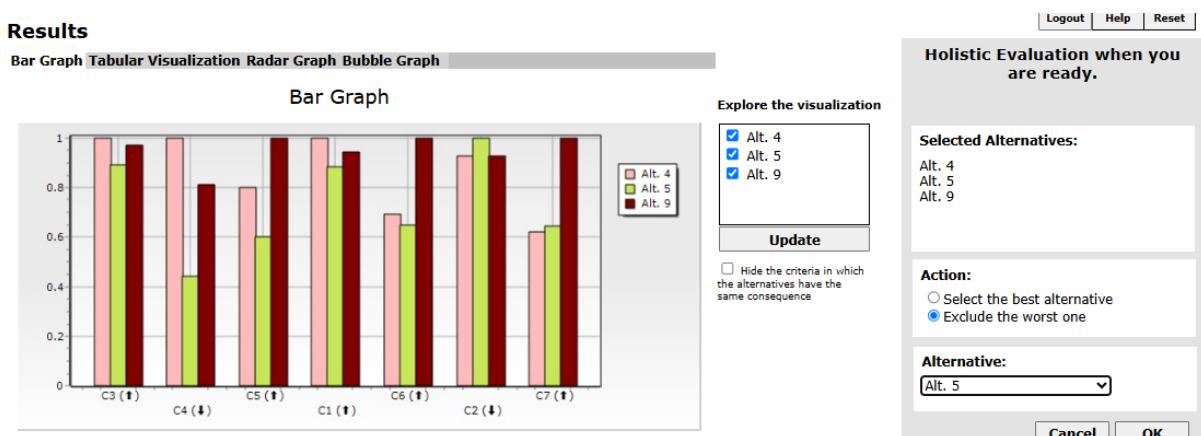
Cycle	Consequence A	Consequence B	Answer	Potentially optimal alternatives	Holistic Evaluation (HE) performed?	Alternatives compared in HE	Answer(HE)	Potentially optimal alternatives after HE
0			Ordering...	Alt. 3,Alt. 4,Alt. 5,Alt. 8,Alt. 9	yes	Alt. 4,Alt. 3,Alt. 5,Alt. 8,Alt. 9	Alt. 4 is preferred	Alt. 4

Fonte: SAD do FITradeoff (2025).

6.2.3 Usando elicitação por decomposição e avaliação holística

Neste cenário, a resolução foi iniciada com elicitações por decomposição e finalizada com avaliações holísticas. Ao fazer quatro ciclos de elicitação por decomposição, o número de alternativas potencialmente ótimas foi reduzido de cinco para três e, com essa redução, optou-se por seguir com o processo através de avaliação holística. Para ilustrar a possibilidade de caminhos de decisão para o decisor, a primeira ação tomada foi a de eliminar a pior alternativa (Figura 44). Com isso, o número de alternativas potencialmente ótimas foi de três para dois.

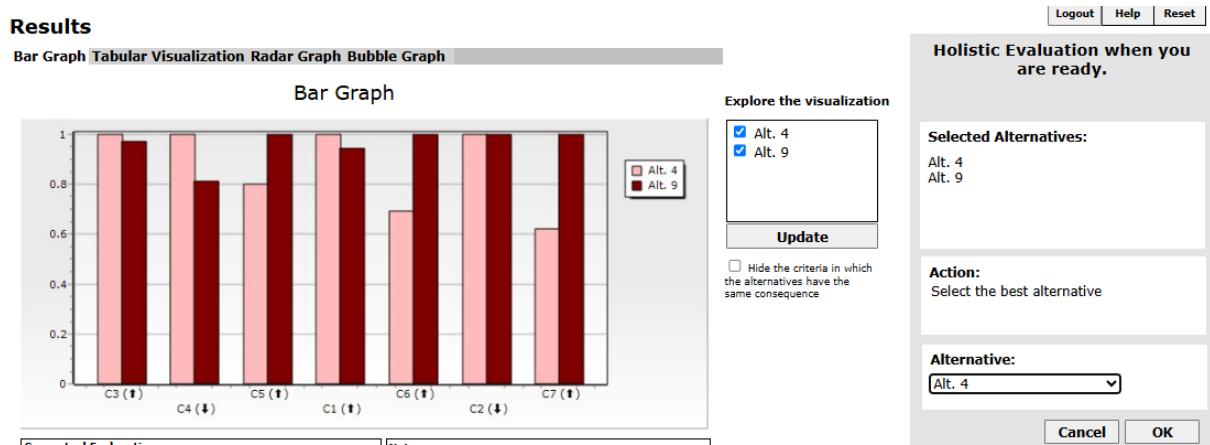
Figura 44 - Avaliação holística de eliminação do Cenário 3



Fonte: SAD do FITradeoff (2025).

Em seguida, uma vez havia apenas duas alternativas potencialmente ótimas, não há distinção entre o processo de seleção e de eliminação de alternativas, visto que o resultado é o mesmo. Então, foi feita a seleção da melhor alternativa, como visto na Figura 45.

Figura 45 - Avaliação holística de seleção do Cenário 3



Fonte: SAD do FITradeoff (2025).

Assim, com quatro ciclos de elicitação por decomposição e dois de avaliação holística, foi obtido o mesmo resultado que o dos demais cenários, sendo a melhor alternativa “Investir em tecnologias de ponta para práticas investigativas”, como pode ser visto na Figura 46.

Figura 46 - Sumário de resultados do Cenário 3

Cycle	Consequence A	Consequence B	Answer	Potentially optimal alternatives	Holistic Evaluation (HE) performed?	Alternatives compared in HE	Answer(HE)	Potentially optimal alternatives after HE
0			Ordering...	Alt. 3,Alt. 4,Alt. 5,Alt. 8,Alt. 9	no			
1	29,50 of Crit 3	Best of Crit 7 (190)	Consequence A	Alt. 3,Alt. 4,Alt. 5,Alt. 8,Alt. 9	no			
2	29,50 of Crit 3	Best of Crit 4 (260)	Consequence A	Alt. 4,Alt. 5,Alt. 9	no			
3	505 of Crit 4	Best of Crit 5 (20)	Consequence A	Alt. 4,Alt. 5,Alt. 9	no			
4	14 of Crit 5	Best of Crit 1 (67)	Consequence B	Alt. 4,Alt. 5,Alt. 9	yes	Alt. 5,Alt. 4,Alt. 9	Alt. 5 is eliminated	Alt. 4,Alt. 9
					yes	Alt. 4,Alt. 9	Alt. 4 is preferred	Alt. 4

Fonte: SAD do FITradeoff (2025).

Com a exposição desses cenários é possível observar que a alternativa apontada como sendo a melhor foi sempre a mesma, a alternativa 4, seguindo as preferências declaradas pelo decisor. No entanto, os caminhos para obter essa solução foram diferentes, assim, pode-se constatar que todo o procedimento foi substancialmente facilitado pelas modulações desenvolvidas no SAD do FITradeoff. Essas modulações são possíveis de implementar devido aos diversos experimentos comportamentais desenvolvidos, assim como os apresentados nesta tese. Desse modo, esta aplicação pode ser sintetizada na seção seguinte.

6.3 Síntese da aplicação

A aplicação dos três cenários de resolução do problema de decisão em Segurança Pública demonstrou o potencial de melhorias resultante de modulações no SAD do método FITradeoff. Nos três cenários propostos o resultado final foi consistente com a alternativa 4, "Investir em tecnologias de ponta para práticas investigativas", identificada como a melhor opção. Esta coerência confirma que a modulação da interface e do processo não compromete a consistência da decisão, validando o uso da avaliação holística como uma ferramenta robusta para finalizar ou acelerar o processo de elicitação de preferências.

Com isso, a principal contribuição prática reside na redução da carga cognitiva e do tempo despendido pelo decisor. A diferença da quantidade de ciclos (16 para elicitações por decomposição, 1 para avaliação holística e 6 para ambos os paradigmas) representa uma redução substancial da demanda cognitiva. Ao integrar a avaliação holística, o SAD permite que o decisor possa optar por visualizações gráficas uma vez que o número de alternativas potencialmente ótimas for reduzido a um número gerenciável, como as três alternativas neste caso.

O sucesso dos cenários 2 e 3 demonstra que os *insights* obtidos nos experimentos comportamentais sobre a eficácia de diferentes processos de escolha e visualizações são diretamente traduzíveis em modulações funcionais no SAD. Em suma, o estudo de caso conclui que o procedimento de tomada de decisão foi substancialmente facilitado pela integração dos paradigmas. O FITradeoff não apenas permanece rigoroso, mas se torna mais eficiente, rápido e menos propenso à fadiga do decisor, confirmando a proposição central da tese de que o aprimoramento de SAD é viável através da investigação aprofundada do comportamento dos decisores.

No capítulo seguinte, esta tese é finalizada mediante a apresentação das conclusões, dos impactos para a Engenharia de Produção e para os âmbitos social, ambiental e econômico, das limitações encontradas, bem como das sugestões de possibilidades para trabalhos futuros.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como considerações finais, neste capítulo são apresentadas as conclusões sobre os experimentos, o impacto do estudo para a Engenharia de Produção como um todo, bem como as limitações do estudo e sugestões para trabalhos futuros.

7.1 Conclusões do trabalho

Este trabalho apresentou experimentos comportamentais para a análise de diferentes aspectos de avaliações holísticas. O primeiro deles diz respeito aos processos de decisão, ou seja, ao tipo de escolha a ser feita: selecionar a melhor alternativa ou eliminar a pior. O segundo comprehende os tipos de visualização empregados em avaliações holísticas, a saber: tabelas e gráficos de barras. O último aspecto refere-se ao perfil pessoal dos decisores, ou seja, buscou-se determinar como e se características pessoais dos participantes dos experimentos impactam em seu desempenho. Essas características referem-se ao gênero, idade, nível de escolaridade e nível de cansaço sentido pelos participantes durante os experimentos.

Neste trabalho, o desempenho é representado por duas métricas: taxa de sucesso (HR) e de tempo gasto para realização de cada tarefa. Tais métricas foram utilizadas para permitir análises dos três aspectos supracitados. Um fator importante a ser observado é que um tempo de resposta mais rápido não significa necessariamente um resultado melhor, mas dentro de um experimento ou situação real onde o tempo é crucial, esse fator pode ser decisivo durante a tomada de decisão.

No que diz respeito às análises realizadas, considerando as diferenças entre os tipos de visualização no experimento compensatório, um resultado estatisticamente significativo indica que há uma diferença real de HR entre tarefas com tabela e gráfico de barras, quando os pesos dos critérios são iguais e quando a decisão é de seleção. Essa diferença representa um efeito considerável a favor da visualização em tabela com essas outras características específicas. Uma vez que a maioria dos participantes preferiu avaliar as alternativas em gráficos de barras do que em tabelas, pode-se observar que essa preferência não influencia no desempenho. No entanto, para os demais pares de tarefas, os achados não indicam uma diferença significativa entre os tipos de visualização.

Quanto aos tipos de decisão, foram identificadas diferenças significativas de HR entre tarefas de seleção e tarefas de eliminação em todos os pares de tarefas, indicando que essas diferenças ocorrem independentemente das outras características (pesos e visualização). No entanto, um padrão observável é o de que tarefas de eliminação possuem maior chance de acerto para problemas com pesos iguais, enquanto tarefas de seleção possuem maior chance de acerto com pesos diferentes. Isso indica que cada processo pode se adequar mais e produzir melhores resultados se empregados nessas situações.

Com relação à análise do tempo, não há distinções claras entre os tempos gastos em tarefas com tabelas ou gráficos de barras, e a preferência dos participantes sobre um ou outro tipo de visualização não demonstra impacto evidente nos tempos dispendidos nas tarefas. Para os tipos de decisão, os gráficos indicam que os participantes gastam mais tempo analisando tarefas de eliminação do que tarefas de seleção. A preferência maior por decisões de seleção pode ser um indicativo de que os participantes têm mais dificuldade em analisar tarefas de eliminação, o que faz com que suas análises sejam mais demoradas.

Para o experimento não compensatório, no que se refere aos tipos de visualização, há uma diferença entre tarefas com tabela e com gráfico de barras, quando os pesos dos critérios são iguais e quando a decisão é de eliminação. Assim, a chance de um participante acertar ao avaliar tabelas e errar ao avaliar gráfico de barras foi maior que a chance de ocorrer o inverso, para tarefas com essas outras características específicas. Os achados não indicam uma diferença significativa entre os tipos de visualização para os demais pares e pode-se dizer que a preferência não influencia no desempenho.

Quanto aos tipos de decisão, pode-se dizer que há diferenças significativas entre os processos de seleção e eliminação para dois casos específicos. A chance de acerto é maior para tarefas de seleção quando ela possui pesos iguais e apresenta seus dados em um gráfico de barras. Por outro lado, a chance de acerto é maior para eliminação quando a tarefa possui pesos diferentes e apresenta seus dados também em um gráfico de barras. Portanto, um padrão observável é o de que só há diferenças entre os processos de decisão para tarefas com gráficos de barras, enquanto para tarefas com tabelas pode-se dizer que não há indícios significativos dessa diferença.

Logo, é reforçado que a combinação de diferentes características que leva a diferentes tipos de resultados.

Em termos de tempo, as tarefas que mais consomem são aquelas com alternativas exibidas em tabelas e com decisão de eliminar a pior alternativa. Como resultado, visualização em tabelas e decisão de eliminação, embora exijam mais tempo, não levam a melhores resultados. Isso mostra que um tempo maior de análise não necessariamente implica em um resultado melhor. Portanto, se o tempo for um fator crítico e busca-se um bom HR, os problemas devem ser exibidos em gráficos de barras. Esse conhecimento pode auxiliar analistas e decisores a obter melhores resultados em avaliações não compensatórias.

Para as análises de perfil em racionalidade compensatória observou-se que cada particularidade de turma pode ou não ter influência nas relações exploradas nas hipóteses de pesquisa. Uma turma menor e com participantes mais jovens, demonstrou que um maior tempo gasto não implica em uma HR menor, como sugeriu HP1. Uma turma com baixo tempo médio possui baixos níveis de fadiga, indicando uma relação entre essas variáveis. Uma turma com participantes mais jovens pode também possuir baixa HR, ao contrário do que sugeriu a HP4. Uma turma, apesar de ter participantes mais velhos e baixa HR, não possui correlação significativa entre essas variáveis e nem confirmam que quanto maior o nível de escolaridade, maior a HR.

Acerca do tempo, pode-se observar que: um tempo gasto maior não implica necessariamente em uma HR menor; níveis maiores de fadiga implicam em mais tempo gasto; pessoas do gênero feminino gastam mais tempo nas tarefas do que do gênero masculino, participantes mais velhos e/ou com maiores níveis de escolaridade desenvolvem curvas de aprendizado maiores durante o experimento do que suas contrapartes.

Para as análises de perfil em racionalidade não compensatória foi identificada correlação para apenas uma das turmas entre nível de fadiga dos participantes e o tempo gasto, indicando que baixos níveis de fadiga possuem relação com um baixo tempo médio para realizar o experimento. Sobre o tempo, quanto maior a fadiga durante uma tarefa, maior o tempo para realizá-la; participantes mais velhos e/ou participantes do gênero feminino desenvolvem curvas de aprendizado mais acentuadas durante o experimento do que suas contrapartes; não há distinção clara

de tempos gastos entre participantes com baixa ou alta HR, nem entre participantes com menor ou maior escolaridade.

Todas essas recomendações podem ser utilizadas por analistas ao aconselhar decisores durante as avaliações holísticas como forma de obter uma maior probabilidade de sucesso. No entanto, vale ressaltar que, embora esta tese explore ambas as rationalidades, o estudo de caso foi aplicado especificamente ao SAD do FITradeoff, que segue a rationalidade compensatória. Esta escolha metodológica foi intencional e alinhada aos objetivos da pesquisa, uma vez que o principal foco da investigação é examinar como as avaliações holísticas podem agregar informações ou finalizar processos decisórios, melhorando o desempenho dos tomadores de decisão. Porém, em métodos não compensatórios como o PROMETHEE, esse tipo de avaliação é normalmente utilizada para desagregar preferências, o que não demonstraria a contribuição específica que este trabalho pretende oferecer. A falta de aplicações não compensatórias para as duas outras formas de uso de avaliações holísticas pode ser considerada como uma oportunidade futura de promover modulações em seus SAD, ampliando as possibilidades de uso de avaliações holísticas nesses métodos.

Os achados do estudo também podem ser usados em combinação com a SBDR (Roselli e de Almeida, 2023), já incluída no SAD do FITradeoff, a fim de apoiar os analistas no processo de apoio aos decisores. Portanto, esta tese demonstra como diferentes características das tarefas e decisões podem culminar em melhores resultados, permitindo melhorias no processo de tomada de decisão por avaliação holística. Assim, a principal contribuição deste trabalho e sua originalidade consistem em gerar conhecimento prático para apoiar analistas no suporte a decisões, além de compor a base para o desenvolvimento de futuras modulações no SAD do FITradeoff, com potencial de serem adaptadas para outros métodos MCDM/A. Ao aperfeiçoar o SAD do FITradeoff, a tese busca propiciar aos decisores mais oportunidades de aplicações para o método, resultando em decisões mais assertivas nos âmbitos econômico, social, ambiental e financeiro.

Na seção a seguir, destacam-se os impactos das modulações para a Engenharia de Produção.

7.2 Impactos do trabalho

A apresentação dos cenários no capítulo 6 reforça a importância das modulações feitas no SAD do FITradeoff, que além de importantes per se, ainda ampliam as possibilidades de mudanças e melhorias em outros métodos baseados em conceitos do MAVT. Essas mudanças podem contribuir substancialmente para a Engenharia de Produção, com impactos que vão desde a gestão de operações até o planejamento estratégico, e para âmbitos mais amplos como os sociais, ambientais e econômicos, o que, por conseguinte, demonstra a relevância do presente estudo para que mais modulações sejam desenvolvidas.

7.2.1 *Impactos para a Engenharia de Produção*

A Engenharia de Produção lida com diversos tipos de tomada de decisão em ambientes complexos e multicritério, como seleção de fornecedores, formação de portfólios de produtos, priorização de investimentos ou a escolha do melhor arranjo físico de uma fábrica. Nesse contexto, as modulações do SAD do FITradeoff apresentam como benefícios:

- A melhoria na qualidade da tomada de decisão, uma vez que permite o aumento da consistência das respostas dos decisores. Ao reduzir o número de ciclos de respostas durante a elicitação de preferências, reduz-se também a carga cognitiva exigida dos decisores, levando a resultados mais confiáveis.
- A facilitação de tomadas de decisão em grupo, visto que uma aplicação mais direta e menos cognitivamente exigente permite que cada membro do grupo entenda como as preferências de todos foram incorporadas na decisão final. Esse fator facilita a justificativa da resolução da problemática em projetos complexos e aumenta a confiança entre membros de diferentes equipes. Essa simplificação permite a minimização de atritos entre diferentes áreas de uma empresa, como produção, marketing, finanças, que frequentemente têm critérios e objetivos conflitantes.
- Uma resolução facilitada de problemas, permite que seja ampliado o uso de metodologia multicritério de apoio à decisão. Empresas que apresentam resistência à adoção dessas metodologias tendem a ser mais receptivas à sua utilização quando percebem uma maior simplicidade e agilidade em sua

aplicação. Essa ampliação de uso melhora os processos de tomada de decisão em geral, permitindo uma melhor alocação de recursos, nos âmbitos estratégicos e operacionais.

- Outro benefício diz respeito à aplicação em diversas áreas e subáreas da Engenharia de Produção, uma vez que uma metodologia como a do FITradeoff pode ser aplicada em diversas problemáticas e suas modulações podem facilitar e ampliar sua aplicação em situações como: problemas de escolha (Frej et al., 2017; Fossile et al., 2020; Santos et al., 2020; Pergher et al., 2020; Carrillo et al., 2022; Czekajski; Wachowicz; Frej, 2023), ordenação (Frej; de Almeida; Costa, 2019), classificação (Kang; Frej; de Almeida, 2020) e de portfólio, (Frej; Ekel; de Almeida, 2021).
- Em suma, as modulações no FITradeoff transformam a tomada de decisão ao promover sua facilitação, reduzir conflitos em decisões em grupo, e melhorar a qualidade das decisões em todas as áreas da Engenharia de Produção, bem como nos âmbitos econômico, social e ambiental.

7.2.2 *Impactos sociais, ambientais e econômicos*

Além de impactos para a Engenharia de Produção, é importante a demonstração da relevância mais ampla do trabalho ao considerar três pilares de sustentabilidade: os aspectos sociais, ambientais e econômicos.

Quanto aos impactos sociais, pode-se destacar a inclusão da diversidade de perfis no processo decisório e a melhoria da qualidade da decisão em problemas de interesse público. O estudo de caso focado na Segurança Pública do estado de Pernambuco demonstra uma aplicação possível da pesquisa para a escolha de alternativas que tornem investigações e operações mais eficientes e eficazes. Decisões mais assertivas nesse setor têm um impacto social direto na redução da criminalidade e na proteção da vida.

Além disso, acerca do processo decisório em si, ao reduzir a carga cognitiva e o número de ciclos do processo, os métodos tornam-se menos propensos à fadiga e a erros humanos, facilitando escolhas mais consistentes e coerentes, o que é crucial em áreas sociais sensíveis. Outro aspecto relevante diz respeito aos *insights* gerados que permitem que os SAD sejam ajustados para se adequarem a diferentes perfis de

decisores, garantindo que a tomada de decisão em equipes seja mais transparente e justa e que a diversidade de perfis tenha o melhor desempenho possível.

Acerca dos impactos ambientais, melhorias propostas em SAD e métodos MCDM/A são cruciais para a gestão de recursos e o planejamento sustentável, uma vez que o FITradeoff e outras ferramentas são amplamente aplicáveis no âmbito ambiental. Decisões mais rápidas e com maior taxa de acerto significam que projetos de sustentabilidade, gestão de resíduos ou investimentos em energias limpas podem ser selecionados e implementados de forma mais eficiente e menos dispendiosa. Além disso, a redução da inconsistência e da carga cognitiva advindas das modulações ajuda analistas e gestores a fazerem escolhas mais robustas em avaliações de impacto ambiental que envolvem múltiplos critérios.

O impacto econômico é o mais direto, manifestando-se na eficiência e na redução de custos para empresas. A aplicação do capítulo 6 demonstrou que modulações no SAD do FITradeoff promoveram reduções número de ciclos necessários para a obtenção de uma solução. Isso se traduz diretamente em menor tempo de trabalho do analista e do decisor, economizando recursos financeiros e operacionais. A facilitação de escolhas mais assertivas permite tomadas de decisão que maximizem o retorno e minimizem o risco, com base em análises multicritério. Além disso, a simplificação do uso do SAD, ressaltada nesse trabalho, aumenta a receptividade de organizações em aplicar análises multicritério em suas rotinas, gerando um impacto econômico positivo na difusão da ferramenta.

Mas o trabalho não possui apenas impactos positivos, como também limitações inerentes que são dispostas na seção a seguir.

7.3 Limitações do trabalho

Apesar da relevância dos achados, a presente tese apresenta algumas limitações metodológicas e de escopo. A análise dos perfis dos participantes foi prejudicada por uma coleta de dados incompleta quanto aos tempos de algumas turmas, o que impossibilitou a avaliação abrangente de uma massa substancial de dados. Outra limitação relevante foi o tamanho reduzido de certas turmas de participantes, com subamostras de apenas 10 participantes. Uma dificuldade adicional consistiu em verificar a relação entre a taxa de acerto (HR) e o gênero, uma vez que

a natureza das variáveis impediu a aplicação dos mesmos testes e ferramentas utilizados para as demais variáveis.

Além disso, a avaliação do nível de fadiga durante os experimentos é uma medida inherentemente subjetiva. A coleta dependeu estritamente da autoavaliação dos participantes em uma escala limitada de três pontos. O estudo não dispôs de meios para verificar a veracidade das respostas ou isolar fatores externos (como a hora do dia ou o ambiente) que poderiam influenciar a percepção de cansaço. A motivação dos participantes ou a falta dela, dada a ausência de relevância direta dos resultados para eles, pode ou não ter impactado a sensação de fadiga reportada, distorcendo a relação real entre o esforço cognitivo exigido pelas tarefas e a fadiga percebida.

Quanto ao estudo de caso, ele foi concebido com uma natureza demonstrativa e exploratória, e não para fins de generalização estatística, dado que a participação de um único decisor na resolução dos três cenários é uma limitação inerente ao seu escopo. Embora a coerência da Alternativa 4 como solução final em todos os cenários valide a consistência da preferência declarada por este decisor, a redução de ciclos reflete o ganho de tempo advindo das modulações.

Outro ponto de atenção, que não constitui propriamente uma limitação, é que foi destacada a importância das modulações em um SAD apenas para a racionalidade compensatória, sendo ele o do método FITradeoff. Como escolha metodológica não foram feitas análises para métodos de racionalidade não compensatória, como os das famílias PROMETHEE e ELECTRE. Esse e outros fatores são abordados na seção seguinte de sugestões para trabalhos futuros.

7.4 Sugestões para trabalhos futuros

Como sugestões para trabalhos futuros, recomenda-se o desenho e aplicação de experimentos com configurações diferentes das utilizadas nas tarefas deste estudo, como: um número diferente de problemas, um tempo diferente de aplicação, outras formas de visualização, outras matrizes de consequências, outros vetores de pesos. Nesse sentido, já estão sendo aplicados experimentos no BASHE que, além de tabelas e gráficos de barras, possuem gráficos de linhas e de barras horizontais, um maior número de tarefas e um maior tempo de aplicação.

Outra sugestão de configuração de experimentos é quanto ao perfil dos decisores. Podem ser realizados estudos onde os participantes são classificados previamente à realização dos experimentos em grupos com as características já abordadas neste estudo, antes de alocá-los em diferentes configurações experimentais. Assim, os estudos futuros podem manipular o perfil como uma variável independente, permitindo desenvolver modelos preditivos mais refinados sobre como um SAD deve se adaptar a um decisor específico.

Como sugestão recomenda-se também um estudo mais aprofundado sobre como os achados desta tese podem promover modulações em SAD diversos, sejam eles aplicados em contextos compensatórios ou não. Em particular, recomenda-se a realização de estudos sobre modulações em SAD não compensatórios para que estes permitam a aplicação de avaliações holísticas para adição de informações ou finalização de processos decisórios.

Além disso, uma sugestão de trabalho é conduzir um estudo de caso ampliado com uma amostra maior de decisores para os três cenários propostos, a fim de quantificar estatisticamente a redução média de ciclos e o ganho de eficiência em diferentes perfis. Outra sugestão consiste em realizar mais estudos utilizando ferramentas de neurociência, em complemento aos que já estão sendo desenvolvidos, para capturar questões como a atenção dos participantes, seu nível de fadiga, o arranjo dos elementos na tela, além de auxiliarem na compreensão de aspectos cognitivos dos participantes.

REFERÊNCIAS

ABBASI, Reza; JABALI, Monireh Sadeqi; KHAJOUEI, Reza; TADAYON, Hamidreza. Investigating the satisfaction level of physicians in regards to implementing medical Picture Archiving and Communication System (PACS). **Bmc Medical Informatics And Decision Making**, [S.L.], v. 20, n. 1, p. 1-8, 5 ago. 2020. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/s12911-020-01203-0>.

ALGARABEL, Salvador; SALES, Alicia; PITARQUE, Alfonso; MELÉNDEZ, Juan C.; ESCUDERO, Joaquín; MAYORDOMO, Teresa. Associative and Implicit Memory Performance as a Function of Cognitive Reserve in Elderly Adults with and without Mild Cognitive Impairment. **The Spanish Journal Of Psychology**, [S.L.], v. 19, p. 1-7, 2016. Cambridge University Press (CUP). <http://dx.doi.org/10.1017/sjp.2016.10>.

ALVES, Tomás; DELGADO, Tiago; HENRIQUES-CALADO, Joana; GONÇALVES, Daniel; GAMA, Sandra. Exploring the role of conscientiousness on visualization-supported decision-making. **Computers & Graphics**, [S.L.], v. 111, p. 47-62, abr. 2023. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cag.2023.01.010>.

ARCTIC MONKEYS. Perfect Sense. In: *The Car* [CD]. Londres: Domino Recording Company, 2022. Faixa 10. Composição de Alex Turner. Produção de James Ford.

BARLA, Semra Birgün. A case study of supplier selection for lean supply by using a mathematical model. **Logistics Information Management**, [S.L.], v. 16, n. 6, p. 451-459, 1 dez. 2003. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/09576050310503420>.

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

BOGARD, Jonathan E.; REIFF, Joseph S.; CARUSO, Eugene M.; HERSHFIELD, Hal E.. Social inferences from choice context: dominated options can engender distrust. **Organizational Behavior And Human Decision Processes**, [S.L.], v. 183, n. -, p. 104337, jul. 2024. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.obhdp.2024.104337>.

BORRAGÁN, Guillermo; SLAMA, Hichem; BARTOLOMEI, Mario; PEIGNEUX, Philippe. Cognitive fatigue: a time-based resource-sharing account. **Cortex**, [S.L.], v. 89, n. -, p. 71-84, abr. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cortex.2017.01.023>.

BOUYSSOU, Denis. Some remarks on the notion of compensation in MCDM. **European Journal Of Operational Research**, [S.L.], v. 26, n. 1, p. 150-160, jul. 1986. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217\(86\)90167-0](http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217(86)90167-0).

BURNETT, Pat. Variable Decision Strategies, Rational Choice, and Situation-Related Travel Demand. **Environment And Planning A: Economy and Space**, [S.L.], v. 40, n. 9, p. 2259-2281, set. 2008. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1068/a39287>.

CARRILLO, Pavel Anselmo Alvarez; ROSELLI, Lucia Reis Peixoto; FREJ, Eduarda Asfora; DE ALMEIDA, Adiel Teixeira. Selecting an agricultural technology package based on the flexible and interactive tradeoff method. **Annals Of Operations Research**, [S.L.], v. 314, n. 2, p. 377-392, julho 2022. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10479-018-3020-y>.

CRIVELLI, Davide. Assessing decision-making skills: preliminary proof-of-concept data for dassdec - mod1sty and mod2str. **Neuropsychological Trends**, [S.L.], n. 33, p. 67-81, abr. 2023. Led Edizioni Universitarie. <http://dx.doi.org/10.7358/neur-2023-033-criv>.

CZEKAJSKI, Marek; WACHOWICZ, Tomasz; FREJ, Eduarda Asfora. EXPLORING THE COMBINATION OF HOLISTIC EVALUATION AND ELICITATION BY DECOMPOSITION IN FITRADEOFF: prioritizing cultural tourism products in poland. **Pesquisa Operacional**, [S.L.], v. 43, n. 1, p. 263454, 2023. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0101-7438.2023.043spe1.00263454>.

DAĞDEVIREN, Metin. Decision making in equipment selection: an integrated approach with ahp and promethee. **Journal Of Intelligent Manufacturing**, [S.L.], v. 19, n. 4, p. 397-406, 31 jan. 2008. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10845-008-0091-7>.

DANIEL, Aemiro Melkamu; PERSSON, Lars; SANDORF, Erlend Dancke. Accounting for elimination-by-aspects strategies and demand management in electricity contract choice. **Energy Economics**, [S.L.], v. 73, p. 80-90, jun. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eneco.2018.05.009>.

DARLEY, William K.; SMITH, Robert E.. Gender Differences in Information Processing Strategies: an empirical test of the selectivity model in advertising response. **Journal Of Advertising**, [S.L.], v. 24, n. 1, p. 41-56, mar. 1995. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/00913367.1995.10673467>.

DE ALMEIDA, Adiel Teixeira; CAVALCANTE, Cristiano A. V.; ALENCAR, Marcelo Hazin; FERREIRA, Rodrigo José Pires; ALMEIDA-FILHO, Adiel Teixeira de; GARCEZ, Thalles V. **Multicriteria and multiobjective models for risk, reliability and maintenance decision analysis**. Switzerland: Springer International Publishing, 2015.

DE ALMEIDA, Adiel Teixeira. **Processo de decisão nas organizações: construindo modelos de decisão multicritério**. São Paulo: Editora Atlas, 2013.

DE ALMEIDA, Adiel Teixeira; ALMEIDA, Jonatas Araujo de; COSTA, Ana Paula Cabral Seixas; ALMEIDA-FILHO, Adiel Teixeira de. 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, Adiel Teixeira; ROSELLI, Lucia Reis Peixoto. Visualization for decision support in FITradeoff method: exploring its evaluation with cognitive neuroscience.

In: **International Conference on Decision Support System Technology**. Cham: Springer International Publishing, 2017. p. 61-73.

DE ALMEIDA, Adiel Teixeira; FREJ, Eduarda Asfora; ROSELLI, Lucia Reis Peixoto. Combining holistic and decomposition paradigms in preference modeling with the flexibility of FITradeoff. **Central European Journal Of Operations Research**, [S.L.], v. 29, n. 1, p. 7-47, 7 jan. 2021. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10100-020-00728-z>.

DE ALMEIDA, Adiel Teixeira; FREJ, Eduarda Asfora; ROSELLI, Lucia Reis Peixoto; COSTA, Ana Paula Cabral Seixas. A SUMMARY ON FITRADEOFF METHOD WITH METHODOLOGICAL AND PRACTICAL DEVELOPMENTS AND FUTURE PERSPECTIVES. **Pesquisa Operacional**, [S.L.], v. 43, n. 1, p. 268356, 2023. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0101-7438.2023.043spe1.00268356>.

DE ALMEIDA, A. T.; FREJ, E. A.; ALMEIDA, J. A.; RIBEIRO, M. L. S.; ROSELLI, L. R. P.; VIEIRA, M. J. L.; BORBA, L. B.; SANTO, P. P. P. E. **FITradeoff-Web**. Titular: Universidade Federal de Pernambuco. BR n. BR512021001368-9. Concessão: 29 jun. 2021. Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Disponível em: www.fitradeoff.org. Acesso em: 02 jan. 2023.

DE ALMEIDA, Adiel Teixeira; ROSELLI, Lucia Reis Peixoto; VASCONCELOS, Tarsila Rani Soares de; BARROS, Laura Emily Ataide; FERREIRA, Esvanielle Barbosa. **BASHE**. Titular: Universidade Federal de Pernambuco. BR n. BR512023004128-9. Depósito: 01 fev. 2023. Concessão: 02 jan. 2024. Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Disponível em: <https://15.229.155.120/BASHE/>. Acesso em: 02 jan. 2024.

ALMEIDA, Jônatas Araújo de; FREJ, Eduarda Asfora; ROSELLI, Lucia Reis Peixoto; ALMEIDA, Adiel Teixeira de. Analytical aspects of combining holistic evaluation and decomposition elicitation for preference modeling in the FITradeoff method. **International Transactions In Operational Research**, [S.L.], v. 32, n. 6, p. 3896-3937, 27 abr. 2024. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/itor.13470>.

DEARY, Ian J.; WHITEMAN, Martha C.; STARR, John M.; WHALLEY, Lawrence J.; FOX, Helen C.. The Impact of Childhood Intelligence on Later Life: following up the scottish mental surveys of 1932 and 1947.. **Journal Of Personality And Social Psychology**, [S.L.], v. 86, n. 1, p. 130-147, jan. 2004. American Psychological Association (APA). <http://dx.doi.org/10.1037/0022-3514.86.1.130>.

DIECKMANN, Anja; DIPPOLD, Katrin; DIETRICH, Holger. Compensatory versus noncompensatory models for predicting consumer preferences. **Judgment And Decision Making**, [S.L.], v. 4, n. 3, p. 200-213, abr. 2009. Cambridge University Press (CUP). <http://dx.doi.org/10.1017/s193029750000173x>.

DOANE, David P.; SEWARD, Lori E.. **Estatística Aplicada à Administração e Economia**. 4. ed. Porto Alegre: AMGH Editora, 2014.

ERDEM, Seda; CAMPBELL, Danny; THOMPSON, Carl. Elimination and selection by aspects in health choice experiments: prioritising health service innovations. **Journal Of Health Economics**, [S.L.], v. 38, p. 10-22, dez. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhealeco.2014.06.012>.

EVANS, Nathan J.; HOLMES, William R.; TRUEBLOOD, Jennifer S.. Response-time data provide critical constraints on dynamic models of multi-alternative, multi-attribute choice. **Psychonomic Bulletin & Review**, [S.L.], v. 26, n. 3, p. 901-933, 8 fev. 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.3758/s13423-018-1557-z>.

FERNANDEZ, Eduardo; NAVARRO, Jorge; BERNAL, Sergio. Multicriteria sorting using a valued indifference relation under a preference disaggregation paradigm. **European Journal Of Operational Research**, [S.L.], v. 198, n. 2, p. 602-609, out. 2009. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2008.09.020>.

FERREIRA, Evanielle Barbosa et al. Behavioral studies for the use of visualization in holistic evaluation for multicriteria decision problems decision. In: **International Conference on Decision Support System Technology**. Cham: Springer Nature Switzerland, 2023. p. 265-276.

FERREIRA, Evanielle Barbosa; VASCONCELOS, Tarsila Rani Soares de; ROSELLI, Lucia Reis Peixoto; DE ALMEIDA, Adiel Teixeira. Rebuilding a DSS with feedback from behavioral and neuroscience studies. **International Transactions In Operational Research**, [S.L.], v. 1, n. -, p. 1-22, 21 jan. 2025. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/itor.13614>.

FIGUEIRA, José; GRECO, Salvatore; EHRGOTT, Matthias (Ed.). **Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys**. New York: Springer, 2005. 1045 p. (International Series in Operations Research & Management Science, v. 78).

FISCHER, Gregory W.. Range Sensitivity of Attribute Weights in Multiattribute Value Models. **Organizational Behavior And Human Decision Processes**, [S.L.], v. 62, n. 3, p. 252-266, jun. 1995. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1006/obhd.1995.1048>.

FISHBURN, Peter C.. Exceptional Paper—Lexicographic Orders, Utilities and Decision Rules: a survey. **Management Science**, [S.L.], v. 20, n. 11, p. 1442-1471, jul. 1974. Institute for Operations Research and the Management Sciences (INFORMS). <http://dx.doi.org/10.1287/mnsc.20.11.1442>.

FISHBURN, Peter C.. Noncompensatory preferences. **Synthese**, [S.L.], v. 33, n. 1, p. 393-403, jun. 1976. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/bf00485453>.

FOSSILE, Dayla Karolina; FREJ, Eduarda Asfora; COSTA, Sergio E. Gouvea da; LIMA, Edson Pinheiro de; DE ALMEIDA, Adiel Teixeira. Selecting the most viable renewable energy source for Brazilian ports using the FITradeoff method. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 260, p. 121107, jul. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121107>.

FREJ, Eduarda Asfora; ROSELLI, Lucia Reis Peixoto; ALMEIDA, Jônatas Araújo de; DE ALMEIDA, Adiel Teixeira. A Multicriteria Decision Model for Supplier Selection in a Food Industry Based on FITradeoff Method. **Mathematical Problems In Engineering**, [S.L.], v. 2017, n. 1, p. 1-9, jan. 2017. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1155/2017/4541914>.

FREJ, Eduarda Asfora; DE ALMEIDA, Adiel Teixeira; COSTA, Ana Paula Cabral Seixas. Using data visualization for ranking alternatives with partial information and interactive tradeoff elicitation. **Operational Research**, [S.L.], v. 19, n. 4, p. 909-931, 3 jan. 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s12351-018-00444-2>.

FREJ, Eduarda Asfora; EKEL, Petr; DE ALMEIDA, Adiel Teixeira. A benefit-to-cost ratio based approach for portfolio selection under multiple criteria with incomplete preference information. **Information Sciences**, [S.L.], v. 545, p. 487-498, fev. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ins.2020.08.119>.

FRITZ, Catherine O.; MORRIS, Peter E.; RICHLER, Jennifer J.. Effect size estimates: current use, calculations, and interpretation.. **Journal Of Experimental Psychology: General**, [S.L.], v. 141, n. 1, p. 2-18, 2012. American Psychological Association (APA). <http://dx.doi.org/10.1037/a0024338>.

GOSWAMI, Shankha Shubhra; BEHERA, Dhiren Kumar. Solving Material Handling Equipment Selection Problems in an Industry with the Help of Entropy Integrated COPRAS and ARAS MCDM techniques. **Process Integration And Optimization For Sustainability**, [S.L.], v. 5, n. 4, p. 947-973, 28 ago. 2021. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s41660-021-00192-5>.

GRECO, Salvatore; KADZIŃSKI, Miłosz; MOUSSEAU, Vincent; SŁOWIŃSKI, Roman. ELECTREGKMS: robust ordinal regression for outranking methods. **European Journal Of Operational Research**, [S.L.], v. 214, n. 1, p. 118-135, out. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2011.03.045>.

GRECO, Salvatore; SŁOWIŃSKI, Roman; WALLENIUS, Jyrki. Fifty years of multiple criteria decision analysis: from classical methods to robust ordinal regression. **European Journal Of Operational Research**, [S.L.], v. 323, n. 2, p. 351-377, jun. 2025. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2024.07.038>.

GUILLAUME, Yves R.F.; DAWSON, Jeremy F.; OTAYE-EBEDE, Lilian; WOODS, Stephen A.; WEST, Michael A.. Harnessing demographic differences in organizations: what moderates the effects of workplace diversity?. **Journal Of Organizational Behavior**, [S.L.], v. 38, n. 2, p. 276-303, 22 jul. 2015. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/job.2040>.

HELLER, Daniel; LEVIN, Irwin P; GORANSSON, Martin. Selection of strategies for narrowing choice options: antecedents and consequences. **Organizational Behavior And Human Decision Processes**, [S.L.], v. 89, n. 2, p. 1194-1213, nov. 2002. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0749-5978\(02\)00028-6](http://dx.doi.org/10.1016/s0749-5978(02)00028-6).

JACKSON, Susan E.; JOSHI, Aparna. Diversity in social context: a multi :attribute, multilevel analysis of team diversity and sales performance. **Journal Of**

Organizational Behavior, [S.L.], v. 25, n. 6, p. 675-702, 17 ago. 2004. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/job.265>.

JACQUET-LAGREZE, E.; SISKOS, J.. Assessing a set of additive utility functions for multicriteria decision-making, the UTA method. **European Journal Of Operational Research**, [S.L.], v. 10, n. 2, p. 151-164, jun. 1982. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217\(82\)90155-2](http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217(82)90155-2).

JUNIOR, Francisco Rodrigues Lima; OSIRO, Lauro; CARPINETTI, Luiz Cesar R.. A fuzzy inference and categorization approach for supplier selection using compensatory and non-compensatory decision rules. **Applied Soft Computing**, [S.L.], v. 13, n. 10, p. 4133-4147, out. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.asoc.2013.06.020>.

JUNIOR, Francisco Rodrigues Lima; OSIRO, Lauro; CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. A comparison between Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS methods to supplier selection. **Applied Soft Computing**, [S.L.], v. 21, p. 194-209, ago. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.asoc.2014.03.014>.

KADZIŃSKI, Miłosz; MARTYN, Magdalena. Enriched preference modeling and robustness analysis for the ELECTRE Tri-B method. **Annals Of Operations Research**, [S.L.], v. 306, n. 1-2, p. 173-207, 27 out. 2020. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10479-020-03833-z>.

KANG, Takanni Hannaka Abreu; FREJ, Eduarda Asfora; DE ALMEIDA, Adiel Teixeira. Flexible and Interactive Tradeoff Elicitation for Multicriteria Sorting Problems. **Asia-Pacific Journal Of Operational Research**, [S.L.], v. 37, n. 05, p. 2050020, 17 set. 2020. World Scientific Pub Co Pte Lt. <http://dx.doi.org/10.1142/s0217595920500207>.

KAUFMANN, Lutz; WAGNER, Claudia M.; CARTER, Craig R.. Individual modes and patterns of rational and intuitive decision-making by purchasing managers. **Journal Of Purchasing And Supply Management**, [S.L.], v. 23, n. 2, p. 82-93, mar. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pursup.2016.09.001>.

KEENEY, Ralph L.; RAIFFA, Howard. **Decision making with multiple objectives, preferences, and value tradeoffs**. Nova York: Wiley, 1976.

KISS, Laszlo Nandor; MARTEL, Jean-Marc; NADEAU, Raymond. ELECCALC — an interactive software for modelling the decision maker's preferences. **Decision Support Systems**, [S.L.], v. 12, n. 4-5, p. 311-326, nov. 1994. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0167-9236\(94\)90049-3](http://dx.doi.org/10.1016/0167-9236(94)90049-3).

KLIGER, Doron; LEVY, Meira; RACHEVSKI, Israel. Wellbeing: decision making and behavior during covid-19. **Journal Of Behavioral And Experimental Economics**, [S.L.], v. 109, p. 102180, abr. 2024. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.soec.2024.102180>.

KORHONEN, Pekka; WALLENIUS, Jyrki. Behavioral issues in MCDM: Neglected research questions. In: **Multicriteria Analysis: Proceedings of the XIth International Conference on MCDM**, 1–6 August 1994, Coimbra, Portugal. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1997. p. 412-422.

KUBOTA, Takafumi; KURODA, Naoto; HORINOUCHI, Toru; IKEGAYA, Naoki; KITAZAWA, Yu; KODAMA, Satoshi; KURAMOCHI, Izumi; MATSUBARA, Teppei; NAGINO, Naoto; NESHIGE, Shuichiro. Barriers to telemedicine among physicians in epilepsy care during the COVID-19 pandemic: a national-level cross-sectional survey in japan. **Epilepsy & Behavior**, [S.L.], v. 126, p. 108487, jan. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.yebeh.2021.108487>.

LACHENBRUCH, Peter A.. McNemar Test. **Wiley Statsref: Statistics Reference Online**, [S.L.], p. 1-3, 29 set. 2014. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/9781118445112.stat04876>.

LANGNER, Robert; STEINBORN, Michael B.; CHATTERJEE, Anjan; STURM, Walter; WILLMES, Klaus. Mental fatigue and temporal preparation in simple reaction-time performance. **Acta Psychologica**, [S.L.], v. 133, n. 1, p. 64-72, jan. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.actpsy.2009.10.001>.

LI, Jingqiang; ZHOU, Yanru; HAO, Tianci. Effects of the Interaction Between Time-on-Task and Task Load on Response Lapses. **Behavioral Sciences**, [S.L.], v. 14, n. 11, p. 1086, 13 nov. 2024. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/bs14111086>.

LURIE, Nicholas H.; WEN, Na. Simple Decision Aids and Consumer Decision Making. **Journal Of Retailing**, [S.L.], v. 90, n. 4, p. 511-523, dez. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jretai.2014.08.004>.

MARQUES, Adriana Cavalcante; FREJ, Eduarda Asfora; ALMEIDA, Adiel Teixeira de. Multicriteria decision support for project portfolio selection with the FITradeoff method. **Omega**, [S.L.], v. 111, p. 102661, set. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.omega.2022.102661>.

MCNEMAR, Quinn. Note on the Sampling Error of the Difference Between Correlated Proportions or Percentages. **Psychometrika**, [S.L.], v. 12, n. 2, p. 153-157, jun. 1947. Cambridge University Press (CUP). <http://dx.doi.org/10.1007/bf02295996>.

MCPHERSON, Sterling; PARKS, Craig D.. Intergroup and interindividual resource competition escalating into conflict: the elimination option.. **Group Dynamics: Theory, Research, and Practice**, [S.L.], v. 15, n. 4, p. 285-296, dez. 2011. American Psychological Association (APA). <http://dx.doi.org/10.1037/a0024938>.

MEYERS-LEVY, Joan; STERNTHAL, Brian. Gender Differences in the Use of Message Cues and Judgments. **Journal Of Marketing Research**, [S.L.], v. 28, n. 1, p. 84-96, fev. 1991. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/002224379102800107>.

MIETTINEN, Kaisa. Survey of methods to visualize alternatives in multiple criteria decision making problems. **Or Spectrum**, [S.L.], v. 36, n. 1, p. 3-37, 17 maio 2012. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00291-012-0297-0>.

MOUSSEAU, V.; SLOWINSKI, R.. Inferring an ELECTRE TRI Model from Assignment Examples. **Journal Of Global Optimization**, [S.L.], v. 12, n. 2, p. 157-174, mar. 1998.

Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1023/a:1008210427517>.

MOUSSEAU, V.; FIGUEIRA, J.; NAUX, J.-Ph.. Using assignment examples to infer weights for ELECTRE TRI method: some experimental results. **European Journal Of Operational Research**, [S.L.], v. 130, n. 2, p. 263-275, abr. 2001. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0377-2217\(00\)00041-2](http://dx.doi.org/10.1016/s0377-2217(00)00041-2).

MOUSSEAU, Vincent; DIAS, Luis. Valued outranking relations in ELECTRE providing manageable disaggregation procedures. **European Journal Of Operational Research**, [S.L.], v. 156, n. 2, p. 467-482, jul. 2004. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0377-2217\(03\)00120-6](http://dx.doi.org/10.1016/s0377-2217(03)00120-6).

NUCCI, Lorenzo; MIRAGLIA, Francesca; ALÙ, Francesca; PAPPALETTERA, Chiara; JUDICA, Elda; MANENTI, Rosa; ROSSINI, Paolo Maria; VECCHIO, Fabrizio. Reaction time and cognitive strategies: the role of education in task performance. **Learning And Motivation**, [S.L.], v. 82, p. 101884, maio 2023. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lmot.2023.101884>.

OGUNTAYO, Rotimi. Age, gender, environmental degradation worry, and excessive precautionary behaviors of COVID-19 and suicidal thoughts: a border city-based survey. **Current Psychology**, [S.L.], v. 43, n. 25, p. 22029-22037, 9 nov. 2023. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s12144-023-05367-6>.

ÖZTAŞ, Cem; ERILLI, Necati Alp. Contributions to Theil-Sen Regression Analysis Parameter Estimation with Weighted Median. **Alphanumeric Journal**, [S.L.], v. 9, n. 2, p. 259-268, 31 dez. 2021. Alphanumeric Journal. <http://dx.doi.org/10.17093/alphanumeric.998384>.

PALMER, Emma C.; DAVID, Anthony S.; FLEMING, Stephen M.. Effects of age on metacognitive efficiency. **Consciousness And Cognition**, [S.L.], v. 28, p. 151-160, ago. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.concog.2014.06.007>.

PARK, Sehoon; JAIN, Dipak; KRISHNAMURTHI, Lakshman. A hierarchical elimination modeling approach for market structure analysis. **European Journal Of Operational Research**, [S.L.], v. 111, n. 2, p. 328-350, dez. 1998. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0377-2217\(98\)00152-0](http://dx.doi.org/10.1016/s0377-2217(98)00152-0).

PAUL, Nayana; R, Dhakshaini M.; N, Raghavendra Swamy K.; S, Sowmya; B, Ravi M.. An Evaluation of Factors Affecting Patient's Decision Making Regarding Dental Prosthetic Treatment. **Journal Of Evolution Of Medical And Dental Sciences**, [S.L.], v. 8, n. 49, p. 3683-3687, 9 dez. 2019. Akshantala Enterprises Private Limited. <http://dx.doi.org/10.14260/jemds/2019/797>.

PEREZ-VILLAFUERTE, Mercedes; CRUZ-REYES, Laura; RANGEL-VALDEZ, Nelson; GOMEZ-SANTILLAN, Claudia; FRAIRE-HUACUJA, Héctor. Effect of the Profile of the Decision Maker in the Search for Solutions in the Decision-Making Process. **Mathematical And Computational Applications**, [S.L.], v. 26, n. 2, p. 28, 31 mar. 2021. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/mca26020028>.

PERGHER, Isaac; FREJ, Eduarda Asfora; ROSELLI, Lucia Reis Peixoto; DE ALMEIDA, Adiel Teixeira. Integrating simulation and FITradeoff method for scheduling rules selection in job-shop production systems. **International Journal Of Production Economics**, [S.L.], v. 227, p. 107669, set. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107669>.

PERSSON, Emil; ASUTAY, Erkin; HAGMAN, William; VÄSTFJÄLL, Daniel; TINGHÖG, Gustav. Affective response predicts risky choice for fast, but not slow, decisions. **Journal Of Neuroscience, Psychology, And Economics**, [S.L.], v. 11, n. 4, p. 213-227, dez. 2018. American Psychological Association (APA). <http://dx.doi.org/10.1037/npe0000096>.

POLÍCIA CIVIL DE PERNAMBUCO. **Missão e Valores**. Disponível em: <https://www.policiacivil.pe.gov.br/institucional/38-institucional/25-missao-e-valores>. Acesso em: 09 jun. 2025.

PORTAL G1 PE. **Monitor da Violência: dois anos depois, 62% das mortes contabilizadas em PE não foram solucionadas**. Disponível em: <https://g1.globo.com/pe/pernambuco/noticia/2019/09/22/monitor-da-violencia-dois-anos-depois-62percent-das-mortes-contabilizadas-em-pe-nao-foram-solucionadas.ghtml>. Acesso em: 09 jun. 2025.

RATHNAM, G.. Interaction Effects of Consumers' Product Class Knowledge and Agent Search Strategy on Consumer Decision Making in Electronic Commerce. **IEEE Transactions On Systems, Man, And Cybernetics - Part A: Systems and Humans**, [S.L.], v. 35, n. 4, p. 556-573, jul. 2005. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). <http://dx.doi.org/10.1109/tsmca.2005.850606>.

RIBEIRO, Manoel Lucas Sousa; VASCONCELOS, Tarsila Rani Soares de; FREJ, Eduarda Asfora; DE ALMEIDA, Adiel Teixeira. EFFECTS OF HOLISTIC EVALUATIONS ON FITRADEOFF METHOD USING A SIMULATION STUDY. **Pesquisa Operacional**, [S.L.], v. 44, p. 283585, 2024. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0101-7438.2023.043.00283585>.

ROSELLI, Lucia Reis Peixoto; FREJ, Eduarda Asfora; DE ALMEIDA, Adiel Teixeira. Neuroscience experiment for graphical visualization in the FITradeoff decision support system. In: **International Conference on Group Decision and Negotiation**. Cham: Springer International Publishing, 2018. p. 56-69.

ROSELLI, Lucia Reis Peixoto; DE ALMEIDA, Adiel Teixeira; FREJ, Eduarda Asfora. Decision neuroscience for improving data visualization of decision support in the FITradeoff method. **Operational Research**, [S.L.], v. 19, n. 4, p. 933-953, 3 jan. 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s12351-018-00445-1>.

ROSELLI, Lucia Reis Peixoto; PEREIRA, Leydiana de Sousa; SILVA, Anderson Lucas Carneiro de Lima da; DE ALMEIDA, Adiel Teixeira; MORAIS, Danielle Costa; COSTA, Ana Paula Cabral Seixas. Neuroscience experiment applied to investigate decision-maker behavior in the tradeoff elicitation procedure. **Annals Of Operations Research**,

[S.L.], v. 289, n. 1, p. 67-84, 24 set. 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10479-019-03394-w>.

ROSELLI, Lucia Reis Peixoto; DE ALMEIDA, Adiel Teixeira. Improvements in the FITradeoff Decision Support System for Ranking Order Problematic Based in a Behavioral Study with NeuroIS Tools. **Lecture Notes In Information Systems And Organisation**, [S.L.], p. 121-132, 2020a. Springer International Publishing. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-60073-0_14.

ROSELLI, Lucia Reis Peixoto; DE ALMEIDA, Adiel Teixeira. Analysis of Graphical Visualizations for Multi-criteria Decision Making in FITradeoff Method Using a Decision Neuroscience Experiment. **Lecture Notes In Business Information Processing**, [S.L.], p. 30-42, 2020b. Springer International Publishing. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-46224-6_3.

ROSELLI, Lucia Reis Peixoto; DE ALMEIDA, Adiel Teixeira. Use of the Alpha-Theta Diagram as a decision neuroscience tool for analyzing holistic evaluation in decision making. **Annals Of Operations Research**, [S.L.], v. 312, n. 2, p. 1197-1219, 25 jan. 2022. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10479-021-04495-1>.

ROSELLI, Lucia Reis Peixoto; DE ALMEIDA, Adiel Teixeira. The use of the success-based decision rule to support the holistic evaluation process in FITradeoff. **International Transactions In Operational Research**, [S.L.], v. 30, n. 3, p. 1299-1319, maio 2023. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/itor.12958>.

ROTHROCK, Ling; YIN, Jing. Integrating Compensatory and Noncompensatory Decision-Making Strategies in Dynamic Task Environments. **Springer Optimization And Its Applications**, [S.L.], p. 125-141, 2008. Springer New York. http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-77131-1_6.

ROUSSELET, Guillaume A.; PERNET, Cyril R.; WILCOX, Rand R.. Beyond differences in means: robust graphical methods to compare two groups in neuroscience. **European Journal Of Neuroscience**, [S.L.], v. 46, n. 2, p. 1738-1748, 29 jun. 2017. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/ejn.13610>.

ROY, B.. Classement et choix en présence de points de vue multiples. **Revue Française D'Informatique Et de Recherche Opérationnelle**, [S.L.], v. 2, n. 8, p. 57-75, 1968. EDP Sciences. <http://dx.doi.org/10.1051/ro/196802v100571>.

ROY, Bernard. **Multicriteria Methodology for Decision Aiding**. Dordrecht: Springer Us, 1996.

ŞAHİN, Mehmet. Location selection by multi-criteria decision-making methods based on objective and subjective weightings. **Knowledge And Information Systems**, [S.L.], v. 63, n. 8, p. 1991-2021, 26 jun. 2021. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10115-021-01588-y>.

SALTHOUSE, Timothy A.. Aging and measures of processing speed. **Biological Psychology**, [S.L.], v. 54, n. 1-3, p. 35-54, out. 2000. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0301-0511\(00\)00052-1](http://dx.doi.org/10.1016/s0301-0511(00)00052-1).

SANTOS, Inêz Manuele dos; ROSELLI, Lucia Reis Peixoto; SILVA, André Luiz Gomes da; ALENCAR, Luciana Hazin. A Supplier Selection Model for a Wholesaler and Retailer Company Based on FITradeoff Multicriteria Method. **Mathematical Problems In Engineering**, [S.L.], v. 2020, p. 1-14, 15 out. 2020. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1155/2020/8796282>.

SATTERFIELD, Brieann C; WISOR, Jonathan P; A SCHMIDT, Michelle; VAN DONGEN, Hans P A. Time-on-Task Effect During Sleep Deprivation in Healthy Young Adults Is Modulated by Dopamine Transporter Genotype. **Sleep**, [S.L.], v. 40, n. 12, p. 1-11, 4 out. 2017. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/sleep/zsx167>.

SAUERMANN, Henry. Vocational choice: a decision making perspective. **Journal Of Vocational Behavior**, [S.L.], v. 66, n. 2, p. 273-303, abr. 2005. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvb.2004.10.001>.

SCHNIEDERJANS, Marc J.; HOFFMAN, James J.; SIRMANS, G. Stacy. Using Goal Programming and the analytic hierarchy process in house selection. **The Journal Of Real Estate Finance And Economics**, [S.L.], v. 11, n. 2, p. 167-176, set. 1995. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/bf01098660>.

SEN, Pranab Kumar. Estimates of the Regression Coefficient Based on Kendall's Tau. **Journal Of The American Statistical Association**, [S.L.], v. 63, n. 324, p. 1379-1389, dez. 1968. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/01621459.1968.10480934>.

SIEGEL, Sidney; CASTELLAN JÚNIOR, John. **Estatística não-paramétrica para ciências do comportamento**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2006.

SILVA, Anderson Lucas Carneiro de Lima da; COSTA, Ana Paula Cabral Seixas. FITradeoff Decision Support System: an exploratory study with neuroscience tools. **Lecture Notes In Information Systems And Organisation**, [S.L.], p. 365-372, 24 out. 2019. Springer International Publishing. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-28144-1_40.

SILVA, Anderson Lucas Carneiro de Lima da; COSTA, Ana Paula Cabral Seixas; DE ALMEIDA, Adiel Teixeira. Exploring cognitive aspects of FITradeoff method using neuroscience tools. **Annals Of Operations Research**, [S.L.], v. 312, n. 2, p. 1147-1169, maio 2022a. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10479-020-03894-0>.

SILVA, Anderson Lucas Carneiro de Lima da; COSTA, Ana Paula Cabral Seixas; DE ALMEIDA, Adiel Teixeira. Analysis of the cognitive aspects of the preference elicitation process in the compensatory context: a neuroscience experiment with FITradeoff. **International Transactions In Operational Research**, [S.L.], v. 31, n. 4, p. 2472-2503, 20 set. 2022b. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/itor.13210>.

SIMON, Herbert A.. A Behavioral Model of Rational Choice. **The Quarterly Journal Of Economics**, [S.L.], v. 69, n. 1, p. 99, fev. 1955. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.2307/1884852>.

SIMON, Herbert A.; DANTZIG, George B.; HOGARTH, Robin; PLOTT, Charles R.; RAIFFA, Howard; SCHELLING, Thomas C.; SHEPSLE, Kenneth A.; THALER, Richard; TVERSKY, Amos; WINTER, Sidney. Decision Making and Problem Solving. **Interfaces**, [S.L.], v. 17, n. 5, p. 11-31, out. 1987. Institute for Operations Research and the Management Sciences (INFORMS). <http://dx.doi.org/10.1287/inte.17.5.11>.

SISKOS, Yannis; GRIGOROUDIS, Evangelos; MATSATSINIS, Nikolaos F.. UTA Methods. **International Series In Operations Research & Management Science**, [S.L.], p. 315-362, 2016. Springer New York. http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4939-3094-4_9.

SMITH, Glen A.; BREWER, Neil. Slowness and age: speed-accuracy mechanisms.. **Psychology And Aging**, [S.L.], v. 10, n. 2, p. 238-247, 1995. American Psychological Association (APA). <http://dx.doi.org/10.1037/0882-7974.10.2.238>.

SMITH, Matilda Q. R. Pembury; RUXTON, Graeme D.. Effective use of the McNemar test. **Behavioral Ecology And Sociobiology**, [S.L.], v. 74, n. 11, p. 1-9, 10 out. 2020. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00265-020-02916-y>.

STERN, Yaakov. Cognitive reserve. **Neuropsychologia**, [S.L.], v. 47, n. 10, p. 2015-2028, ago. 2009. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.03.004>.

SUREKA, Keshav; PAL, Debabrata. Choice by elimination then selection. **Research In Economics**, [S.L.], v. 78, n. 3, p. 100966, set. 2024. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rie.2024.100966>.

TABAS, Raana Younesi; AHMADIAN, Leila; SAMADBEIK, Mahnaz; ARIAN, Anahita; AMERI, Arefeh. Determining the readiness of patients with renal failure to use health information technology. **Bmc Medical Informatics And Decision Making**, [S.L.], v. 22, n. 1, p. 324, 8 dez. 2022. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/s12911-022-02073-4>.

TADIĆ, Snežana; KRSTIĆ, Mladen; ROSO, Violeta; BRNJAC, Nikolina. Dry Port Terminal Location Selection by Applying the Hybrid Grey MCDM Model. **Sustainability**, [S.L.], v. 12, n. 17, p. 6983, 27 ago. 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/su12176983>.

THE, An Ngo; MOUSSEAU, Vincent. Using assignment examples to infer category limits for the ELECTRE TRI method. **Journal Of Multi-Criteria Decision Analysis**, [S.L.], v. 11, n. 1, p. 29-43, jan. 2002. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/mcda.314>.

THEIL, Henri. A Rank-Invariant Method of Linear and Polynomial Regression Analysis. **Advanced Studies In Theoretical And Applied Econometrics**, [S.L.], p.

345-381, 1992. Springer Netherlands. http://dx.doi.org/10.1007/978-94-011-2546-8_20.

TIMMERMANS, Danielle. The impact of task complexity on information use in multi-attribute decision making. **Journal Of Behavioral Decision Making**, [S.L.], v. 6, n. 2, p. 95-111, jun. 1993. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/bdm.3960060203>.

TODD, Peter; BENBASAT, Izak. The Influence of Decision Aids on Choice Strategies: an experimental analysis of the role of cognitive effort. **Organizational Behavior And Human Decision Processes**, [S.L.], v. 60, n. 1, p. 36-74, out. 1994. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1006/obhd.1994.1074>.

TVERSKY, Amos. Elimination by aspects: a theory of choice.. **Psychological Review**, [S.L.], v. 79, n. 4, p. 281-299, jul. 1972a. American Psychological Association (APA). <http://dx.doi.org/10.1037/h0032955>.

TVERSKY, Amos. Choice by elimination. **Journal Of Mathematical Psychology**, [S.L.], v. 9, n. 4, p. 341-367, nov. 1972b. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0022-2496\(72\)90011-9](http://dx.doi.org/10.1016/0022-2496(72)90011-9).

ULUTAŞ, Alptekin; KARAKUŞ, Can Bülent; TOPAL, Ayşe. Location selection for logistics center with fuzzy SWARA and CoCoSo methods. **Journal Of Intelligent & Fuzzy Systems**, [S.L.], v. 38, n. 4, p. 4693-4709, 29 fev. 2020. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.3233/jifs-191400>.

UTTS, Jessica M.. The rainbow test for lack of fit in regression. **Communications In Statistics - Theory And Methods**, [S.L.], v. 11, n. 24, p. 2801-2815, jan. 1982. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/03610928208828423>.

VASCONCELOS, Tarsila Rani Soares de; ROSELLI, Lucia Reis Peixoto; DE ALMEIDA, Adiel Teixeira. Performance of Holistic Evaluation for Multi-criteria Decisions Comparing Selection or Elimination of Alternatives. In: **International Conference on Decision Support System Technology**. Cham: Springer Nature Switzerland, 2024. p. 85-97.

VINCKE, Philippe. **Multicriteria Decision-Aid**. New York: John Wiley & Sons, 1992.

WALLENIUS, Hannele; WALLENIUS, Jyrki. Implications of World Mega Trends for MCDM Research. **Advanced Studies In Multi-Criteria Decision Making**, [S.L.], p. 1-10, 11 dez. 2019. Chapman and Hall/CRC. <http://dx.doi.org/10.1201/9781315181363-1>.

WANG, Xueqin; YU, Qiqing. Unbiasedness of the Theil–Sen estimator. **Journal Of Nonparametric Statistics**, [S.L.], v. 17, n. 6, p. 685-695, set. 2005. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/10485250500039452>.

WANG, Chia-Nan; NGUYEN, Van Thanh; THAI, Hoang Tuyet Nhi; DUONG, Duy Hung. Multi-Criteria Decision Making (MCDM) Approaches for Solar Power Plant Location Selection in Viet Nam. **Energies**, [S.L.], v. 11, n. 6, p. 1504, 8 jun. 2018. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/en11061504>.

WEBER, Martin; BORCHERDING, Katrin. Behavioral influences on weight judgments in multiattribute decision making. **European Journal Of Operational Research**, [S.L.], v. 67, n. 1, p. 1-12, maio 1993. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217\(93\)90318-h](http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217(93)90318-h).

WESTENBERG, Mirjam R.M.; KOELE, Pieter. Multi-attribute evaluation processes: methodological and conceptual issues. **Acta Psychologica**, [S.L.], v. 87, n. 2-3, p. 65-84, nov. 1994. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0001-6918\(94\)90044-2](http://dx.doi.org/10.1016/0001-6918(94)90044-2).

WILCOX, Rand R.; ERCEG-HURN, David M.. Comparing two dependent groups via quantiles. **Journal Of Applied Statistics**, [S.L.], v. 39, n. 12, p. 2655-2664, dez. 2012. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/02664763.2012.724665>.

WILCOX, Rand R.; ERCEG-HURN, David M.; CLARK, Florence; CARLSON, Michael. Comparing two independent groups via the lower and upper quantiles. **Journal Of Statistical Computation And Simulation**, [S.L.], v. 84, n. 7, p. 1543-1551, 2 jan. 2013. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/00949655.2012.754026>.

WILCOX, Rand R.; KESELMAN, H. J.. Modern Robust Data Analysis Methods: measures of central tendency.. **Psychological Methods**, [S.L.], v. 8, n. 3, p. 254-274, 2003. American Psychological Association (APA). <http://dx.doi.org/10.1037/1082-989x.8.3.254>.

WILCOX, Rand R.; ROUSSELET, Guillaume A.. A Guide to Robust Statistical Methods in Neuroscience. **Current Protocols In Neuroscience**, [S.L.], v. 82, n. 1, p. 8-42, jan. 2018. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/cpns.41>.

WILCOX, Rand R; A ROUSSELET, Guillaume. **Rogme: Robust Graphical Methods for Group Comparisons**. R package version 0.1.0.9000. Disponível em: <https://github.com/GRousselet/rogme>. Acesso em: 30 set. 2024.

YANIV, Ilan; SCHUL, Yaakov. Elimination and Inclusion Procedures in Judgment. **Journal Of Behavioral Decision Making**, [S.L.], v. 10, n. 3, p. 211-220, set. 1997. Wiley. [http://dx.doi.org/10.1002/\(sici\)1099-0771\(199709\)10:33.0.co;2-j](http://dx.doi.org/10.1002/(sici)1099-0771(199709)10:33.0.co;2-j).

YANIV, Ilan; SCHUL, Yaakov. Acceptance and Elimination Procedures in Choice: noncomplementarity and the role of implied status quo. **Organizational Behavior And Human Decision Processes**, [S.L.], v. 82, n. 2, p. 293-313, jul. 2000. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1006/obhd.2000.2899>.

YILMAZ, Ayse Kucuk; MLAGAS, Konstantinos; JAWAD, Muhammad; NIKITAKOS, Nikitas. Aircraft selection process with technique for order preference by similarity to ideal solution and AHP integration. **International Journal Of Sustainable Aviation**, [S.L.], v. 6, n. 3, p. 220, 2020. Inderscience Publishers. <http://dx.doi.org/10.1504/ijsa.2020.112091>.

ZIMMERMAN, Molly E.. Speed–Accuracy Tradeoff. **Encyclopedia Of Clinical Neuropsychology**, [S.L.], p. 2344-2344, 2011. Springer New York. http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-79948-3_1247.

ZHU, Yuxi; RITTER, Simone M.; DIJKSTERHUIS, Ap. The effect of rank-ordering strategy on creative idea selection performance. **European Journal Of Social Psychology**, [S.L.], v. 51, n. 2, p. 360-376, mar. 2021. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/ejsp.2743>.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO COMPORTAMENTAL

Questões comportamentais	Respostas
QC1. Você achou o experimento cansativo?	0 – Muito cansativo 1 – Médio cansativo 2 – Pouco cansativo
QC2. Com relação às formas de visualização no experimento, qual configuração achou melhor para avaliar?	0 - Tabelas 1 - Gráfico de Barras
QC3. Com relação aos pesos dos critérios no experimento, qual configuração achou melhor para avaliar?	0 – Pesos iguais 1 – Pesos diferentes
QC4. Com relação ao tipo de problema, no experimento, qual configuração achou melhor para avaliar?	0 – Seleção da melhor alternativa 1 – Eliminação da pior alternativa
QC5. O que você achou da quantidade de visualizações no experimento?	0 - Pequena 1 - Média 2 - Grande
QC6. O que achou sobre o tempo de duração do experimento?	0 – Curto, precisava de mais tempo 1 – Suficiente, usei o tempo completo 2 – Muito grande, faria em menos tempo
QC7. Como você fez a avaliação holística no experimento?	0 - Mentalmente, sem papel, caneta ou calculadora 1 - Usando apenas papel e caneta 2 - Usando apenas calculadora 3 - Usando papel, caneta e calculadora
QC8. Qual o grau de segurança de suas respostas no experimento?	0 - Muita imprecisão 1 - Média imprecisão 2 - Pouca imprecisão
QC9. Você escolheu as respostas com base nas cores?	0 - Não, em nenhum problema 1 - Sim, em alguns problemas 2 - Sim, em todos os problemas
QC10. Você fez o experimento em:	0 - Casa 1 - Trabalho 2 - Universidade 3 - Ambiente público 4 - Outro lugar
QC11. Como estavam as condições do local em que você fez o experimento?	0 - Ambiente tranquilo e individual (onde você estava só) 1 - Ambiente tranquilo e não individual (compartilhado com outros) 2 - Ambiente barulhento e individual (onde você estava só) 3 - Ambiente barulhento e não individual (compartilhado com outros)

APÊNDICE B - TELAS DO EXPERIMENTO COMPENSATÓRIO

Problemas	Telas																														
3A5C BI Eli	<p>BA\$HE</p> <p>Problema 1</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Crit</th> <th>Alt1</th> <th>Alt2</th> <th>Alt3</th> <th>Pesos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Crit1</td> <td>0.75</td> <td>0.60</td> <td>0.95</td> <td>0.85</td> </tr> <tr> <td>Crit2</td> <td>0.95</td> <td>0.55</td> <td>0.35</td> <td>0.85</td> </tr> <tr> <td>Crit3</td> <td>0.55</td> <td>0.85</td> <td>0.95</td> <td>0.85</td> </tr> <tr> <td>Crit4</td> <td>0.60</td> <td>0.95</td> <td>0.45</td> <td>0.75</td> </tr> <tr> <td>Crit5</td> <td>0.65</td> <td>0.95</td> <td>0.85</td> <td>0.85</td> </tr> </tbody> </table> <p>Elimine a PIOR alternativa:</p> <p><input type="radio"/> Alternativa 1 <input type="radio"/> Alternativa 2 <input type="radio"/> Alternativa 3</p> <p>Confirmar</p> <p>INCT INSID CDSI</p>	Crit	Alt1	Alt2	Alt3	Pesos	Crit1	0.75	0.60	0.95	0.85	Crit2	0.95	0.55	0.35	0.85	Crit3	0.55	0.85	0.95	0.85	Crit4	0.60	0.95	0.45	0.75	Crit5	0.65	0.95	0.85	0.85
Crit	Alt1	Alt2	Alt3	Pesos																											
Crit1	0.75	0.60	0.95	0.85																											
Crit2	0.95	0.55	0.35	0.85																											
Crit3	0.55	0.85	0.95	0.85																											
Crit4	0.60	0.95	0.45	0.75																											
Crit5	0.65	0.95	0.85	0.85																											
3A5C TD Sel	<p>BA\$HE</p> <p>Problema 2</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Pesos</th> <th>Crit1</th> <th>Crit2</th> <th>Crit3</th> <th>Crit4</th> <th>Crit5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Alt/Crit</td> <td>Crit1</td> <td>Crit2</td> <td>Crit3</td> <td>Crit4</td> <td>Crit5</td> </tr> <tr> <td>Alt1</td> <td>0.75</td> <td>0.93</td> <td>1</td> <td>0.74</td> <td>0.27</td> </tr> <tr> <td>Alt2</td> <td>1</td> <td>0.3</td> <td>0.78</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Alt3</td> <td>0.97</td> <td>1</td> <td>0.73</td> <td>0.46</td> <td>0.96</td> </tr> </tbody> </table> <p>Seleciona a MELHOR alternativa:</p> <p><input checked="" type="radio"/> Alternativa 1 <input type="radio"/> Alternativa 2 <input type="radio"/> Alternativa 3</p> <p>Confirmar</p> <p>INCT INSID CDSI</p>	Pesos	Crit1	Crit2	Crit3	Crit4	Crit5	Alt/Crit	Crit1	Crit2	Crit3	Crit4	Crit5	Alt1	0.75	0.93	1	0.74	0.27	Alt2	1	0.3	0.78	1	1	Alt3	0.97	1	0.73	0.46	0.96
Pesos	Crit1	Crit2	Crit3	Crit4	Crit5																										
Alt/Crit	Crit1	Crit2	Crit3	Crit4	Crit5																										
Alt1	0.75	0.93	1	0.74	0.27																										
Alt2	1	0.3	0.78	1	1																										
Alt3	0.97	1	0.73	0.46	0.96																										
3A5C TI Sel	<p>BA\$HE</p> <p>Problema 3</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Pesos</th> <th>Crit1</th> <th>Crit2</th> <th>Crit3</th> <th>Crit4</th> <th>Crit5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Alt/Crit</td> <td>Crit1</td> <td>Crit2</td> <td>Crit3</td> <td>Crit4</td> <td>Crit5</td> </tr> <tr> <td>Alt1</td> <td>0.6</td> <td>0.55</td> <td>0.79</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Alt2</td> <td>1</td> <td>0.38</td> <td>1</td> <td>0.76</td> <td>0.82</td> </tr> <tr> <td>Alt3</td> <td>0.78</td> <td>1</td> <td>0.49</td> <td>0.56</td> <td>0.62</td> </tr> </tbody> </table> <p>Seleciona a MELHOR alternativa:</p> <p><input checked="" type="radio"/> Alternativa 1 <input type="radio"/> Alternativa 2 <input type="radio"/> Alternativa 3</p> <p>Confirmar</p> <p>INCT INSID CDSI</p>	Pesos	Crit1	Crit2	Crit3	Crit4	Crit5	Alt/Crit	Crit1	Crit2	Crit3	Crit4	Crit5	Alt1	0.6	0.55	0.79	1	1	Alt2	1	0.38	1	0.76	0.82	Alt3	0.78	1	0.49	0.56	0.62
Pesos	Crit1	Crit2	Crit3	Crit4	Crit5																										
Alt/Crit	Crit1	Crit2	Crit3	Crit4	Crit5																										
Alt1	0.6	0.55	0.79	1	1																										
Alt2	1	0.38	1	0.76	0.82																										
Alt3	0.78	1	0.49	0.56	0.62																										
3A5C BD Eli	<p>BA\$HE</p> <p>Problema 4</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Crit</th> <th>Alt1</th> <th>Alt2</th> <th>Alt3</th> <th>Pesos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Crit1</td> <td>0.95</td> <td>0.75</td> <td>0.95</td> <td>0.85</td> </tr> <tr> <td>Crit2</td> <td>0.30</td> <td>0.95</td> <td>0.95</td> <td>0.85</td> </tr> <tr> <td>Crit3</td> <td>0.75</td> <td>0.85</td> <td>0.70</td> <td>0.85</td> </tr> <tr> <td>Crit4</td> <td>0.95</td> <td>0.70</td> <td>0.45</td> <td>0.85</td> </tr> <tr> <td>Crit5</td> <td>0.95</td> <td>0.25</td> <td>0.95</td> <td>0.85</td> </tr> </tbody> </table> <p>Elimine a PIOR alternativa:</p> <p><input type="radio"/> Alternativa 1 <input type="radio"/> Alternativa 2 <input type="radio"/> Alternativa 3</p> <p>Confirmar</p> <p>INCT INSID CDSI</p>	Crit	Alt1	Alt2	Alt3	Pesos	Crit1	0.95	0.75	0.95	0.85	Crit2	0.30	0.95	0.95	0.85	Crit3	0.75	0.85	0.70	0.85	Crit4	0.95	0.70	0.45	0.85	Crit5	0.95	0.25	0.95	0.85
Crit	Alt1	Alt2	Alt3	Pesos																											
Crit1	0.95	0.75	0.95	0.85																											
Crit2	0.30	0.95	0.95	0.85																											
Crit3	0.75	0.85	0.70	0.85																											
Crit4	0.95	0.70	0.45	0.85																											
Crit5	0.95	0.25	0.95	0.85																											

3A5C TI Eli

BA\$HE

Problema 5

Elimine a PIOR alternativa:

Pesos	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Alt/Crit	Crit1	Crit2	Crit3	Crit4	Crit5
Alt1	0.6	0.55	0.79	1	1
Alt2	1	0.38	1	0.76	0.82
Alt3	0.78	1	0.49	0.56	0.62



Alternativa 1
 Alternativa 2
 Alternativa 3

Confirmar



3A5C TD Eli

BA\$HE

Problema 6

Elimine a PIOR alternativa:

Pesos	0.33	0.27	0.2	0.13	0.07
Alt/Crit	Crit1	Crit2	Crit3	Crit4	Crit5
Alt1	0.97	1	0.73	0.46	0.96
Alt2	1	0.3	0.78	1	1
Alt3	0.75	0.93	1	0.74	0.27



Alternativa 1
 Alternativa 2
 Alternativa 3

Confirmar

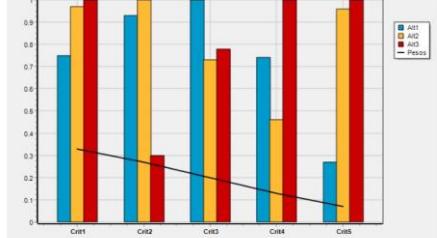


3A5C BD Sel

BA\$HE

Problema 7

Selecione a MELHOR alternativa:



Alternativa 1
 Alternativa 2
 Alternativa 3

Confirmar

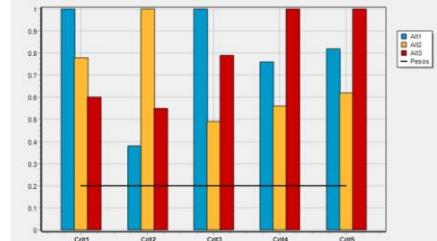


3A5C BI Sel

BA\$HE

Problema 8

Selecione a MELHOR alternativa:



Alternativa 1
 Alternativa 2
 Alternativa 3

Confirmar



APÊNDICE C - TELAS DO EXPERIMENTO NÃO COMPENSATÓRIO

Problemas	Telas																														
3A5C TD Eli	<p>BA\$HE</p> <p>Problema 1</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Pesos</th> <th>0.33</th> <th>0.27</th> <th>0.2</th> <th>0.13</th> <th>0.07</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Alt/crit</td> <td>Crit1</td> <td>Crit2</td> <td>Crit3</td> <td>Crit4</td> <td>Crit5</td> </tr> <tr> <td>Alt1</td> <td>0.97</td> <td>1</td> <td>0.73</td> <td>0.46</td> <td>0.96</td> </tr> <tr> <td>Alt2</td> <td>1</td> <td>0.3</td> <td>0.78</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Alt3</td> <td>0.75</td> <td>0.93</td> <td>1</td> <td>0.74</td> <td>0.27</td> </tr> </tbody> </table> <p>Elimine a PIOR alternativa:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Alternativa 1 <input type="checkbox"/> Alternativa 2 <input type="checkbox"/> Alternativa 3</p> <p><input type="button" value="Confirmar"/></p> <p>inct INSID CDSI</p>	Pesos	0.33	0.27	0.2	0.13	0.07	Alt/crit	Crit1	Crit2	Crit3	Crit4	Crit5	Alt1	0.97	1	0.73	0.46	0.96	Alt2	1	0.3	0.78	1	1	Alt3	0.75	0.93	1	0.74	0.27
Pesos	0.33	0.27	0.2	0.13	0.07																										
Alt/crit	Crit1	Crit2	Crit3	Crit4	Crit5																										
Alt1	0.97	1	0.73	0.46	0.96																										
Alt2	1	0.3	0.78	1	1																										
Alt3	0.75	0.93	1	0.74	0.27																										
3A5C BD Eli	<p>BA\$HE</p> <p>Problema 2</p> <p>Elimine a PIOR alternativa:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Alternativa 1 <input type="checkbox"/> Alternativa 2 <input type="checkbox"/> Alternativa 3</p> <p><input type="button" value="Confirmar"/></p> <p>inct INSID CDSI</p>																														
3A5C BI Eli	<p>BA\$HE</p> <p>Problema 3</p> <p>Elimine a PIOR alternativa:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Alternativa 1 <input type="checkbox"/> Alternativa 2 <input type="checkbox"/> Alternativa 3</p> <p><input type="button" value="Confirmar"/></p> <p>inct INSID CDSI</p>																														
3A5C BD Sel	<p>BA\$HE</p> <p>Problema 4</p> <p>Seleciona a MELHOR alternativa:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Alternativa 1 <input type="checkbox"/> Alternativa 2 <input type="checkbox"/> Alternativa 3</p> <p><input type="button" value="Confirmar"/></p> <p>inct INSID CDSI</p>																														

3A5C TD Sel BA SHE

Problema 5

Pesos	0.33	0.27	0.2	0.13	0.07
Alt/Crit	Crit1	Crit2	Crit3	Crit4	Crit5
Alt1	1	0.3	0.78	1	1
Alt2	0.75	0.93	1	0.74	0.27
Alt3	0.97	1	0.73	0.46	0.96

Selecione a MELHOR alternativa:



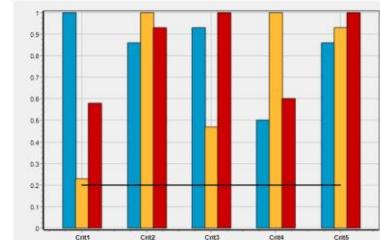
Alternativa 1
 Alternativa 2
 Alternativa 3

Confirmar



3A5C BI Sel BA SHE

Problema 6



Selecione a MELHOR alternativa:



Alternativa 1
 Alternativa 2
 Alternativa 3

Confirmar



3A5C TI Eli BA SHE

Problema 7

Pesos	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Alt/Crit	Crit1	Crit2	Crit3	Crit4	Crit5
Alt1	0.23	1	0.47	1	0.93
Alt2	0.58	0.93	1	0.6	1
Alt3	1	0.86	0.93	0.5	0.86

Elimine a PIOR alternativa:



Alternativa 1
 Alternativa 2
 Alternativa 3

Confirmar



3A5C TI Sel BA SHE

Problema 8

Pesos	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Alt/Crit	Crit1	Crit2	Crit3	Crit4	Crit5
Alt1	0.58	0.93	1	0.6	1
Alt2	1	0.86	0.93	0.5	0.86
Alt3	0.23	1	0.47	1	0.93

Selecione a MELHOR alternativa:



Alternativa 1
 Alternativa 2
 Alternativa 3

Confirmar

