

APLICAÇÃO DO FITRADEOFF NA GESTÃO DE RESÍDUOS EM SAÚDE PÚBLICA

¹João Maria Macedo da Costa

²Ricardo Pires de Souza

RESUMO

Objetivo: Este estudo teve como objetivo aplicar o método multicritério FITradeoff para apoiar a seleção de uma cooperativa recicladora parceira de uma farmácia pública municipal, considerando critérios operacionais, sociais e ambientais.

Método: Foi conduzido um estudo de caso com abordagem quantitativa, utilizando o Sistema FITradeoff para modelar as preferências do decisor, estruturar critérios e comparar alternativas com base em dados institucionais.

Originalidade/Relevância: A pesquisa aborda uma lacuna na aplicação de métodos multicritério na gestão pública de resíduos recicláveis em unidades de saúde, contribuindo para o avanço das práticas decisórias em contextos operacionais e socialmente sensíveis.

Resultados: A aplicação do modelo resultou na identificação da alternativa mais alinhada às prioridades da farmácia, equilibrando desempenho técnico e impacto social. A robustez da decisão foi confirmada por análise de sensibilidade e validação holística.

Contribuições teóricas/metodológicas: O estudo demonstra a viabilidade do FITradeoff para decisões públicas com critérios qualitativos e preferências parciais, reforçando sua utilidade metodológica e ampliando seu escopo de aplicação na administração pública.

Contribuições sociais / para a gestão: A adoção do modelo promoveu uma decisão mais transparente, técnica e alinhada a princípios de responsabilidade social e ambiental, favorecendo a formalização de parcerias sustentáveis com organizações da economia solidária.

Palavras-chave: Decisão multicritério. Gestão pública. FITradeoff. Sustentabilidade.

FUTURE STUDIES RESEARCH JOURNAL
Scientific Editor: Renata Giovino Spers
Evaluation: Double Blind Review, pelo SEER/OJS
Received: 25/09/2025
Accepted: 26/01/2026

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, Rio Grande do Norte, (Brasil). E-mail: jmmcost@gmail.com ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-9977-5667>

² Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, Rio Grande do Norte, (Brasil). E-mail: ricardo.pires@ufrn.br ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2922-0985>

A

APPLICATION OF FITRADEOFF IN PUBLIC HEALTH WASTE MANAGEMENT

ABSTRACT

Purpose – This study aims to apply the FITradeoff multicriteria method to support the selection of a recycling cooperative to partner with a municipal public pharmacy, considering operational, social, and environmental criteria within the scope of public management.

Theoretical framework – The research is grounded in the Theory of Multicriteria Decision Aid (MCDA), with emphasis on the FITradeoff method, which allows integrating qualitative and quantitative criteria in decision-making processes under uncertainty and partial preferences.

Design/methodology/approach – A quantitative case study was conducted involving the modeling of decision-maker preferences, structuring of evaluation criteria, and comparative analysis of alternatives using the FITradeoff Decision Support System, based on real institutional data.

Findings – The application led to the identification of the alternative most aligned with the pharmacy's priorities, balancing technical performance and social impact. The decision was validated through sensitivity analysis and a holistic review by the decision-maker, confirming the model's robustness and alignment with institutional values.

Research, Practical & Social implications – The study demonstrates the method's suitability for complex public decisions involving structured and unstructured data, with implications for the advancement of sustainable and socially responsible practices. It also supports the standardization of decision processes in public administration.

Originality/value – This research contributes to the literature by adapting the FITradeoff method to contexts involving social partnerships and public health services. It reinforces the methodological value of MCDA tools in public governance and extends their applicability to sustainability-driven decisions.

Keywords: Multicriteria decision-making. Public management. FITradeoff. Sustainability.

1 INTRODUÇÃO

Decisões relacionadas à gestão de resíduos sólidos nas instituições públicas de saúde exigem estratégias que integrem responsabilidade ambiental, eficiência operacional e inclusão social. Apesar de a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) representar avanço normativo no Brasil, sua implementação continua marcada por obstáculos como infraestrutura precária, baixa articulação institucional e práticas de gestão pouco estruturadas, especialmente na escolha de parceiros para a coleta seletiva (Szigethy & Antenor, 2020; Machado e Silva & Capanema, 2019). Tais lacunas reforçam a necessidade de adoção de instrumentos decisórios mais robustos e transparentes no setor público.

Particularmente nas farmácias públicas, que integram a cadeia de suprimentos do Sistema Único de Saúde (SUS), o volume de resíduos recicláveis gerados diariamente, como caixas de papelão, frascos plásticos e embalagens, reforça a urgência de soluções estruturadas para sua destinação adequada (Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária [ANVISA], 2006); Lima, 2022). Mais do que uma exigência ambiental, a correta gestão desses resíduos é também uma oportunidade para fomentar práticas de logística reversa e promover a inclusão produtiva de trabalhadores da economia solidária.

Nesse cenário, torna-se essencial adotar métodos de apoio à decisão que permitam lidar com múltiplos critérios técnicos, operacionais, legais e sociais, envolvidos na escolha da melhor alternativa. Os métodos de Apoio Multicritério à Decisão (MCDA) se mostram particularmente adequados, por possibilitarem avaliações mais transparentes, estruturadas e alinhadas aos valores institucionais (Belton & Stewart, 2002; de Almeida, Cavalcante, Alencar, Ferreira, & Garcez, 2015).

Entre esses métodos, o *FITradeoff* (*Flexible and Interactive Tradeoff*), baseado na *Multiattribute Value Theory* (MAVT), destaca-se pela capacidade de incorporar preferências parciais dos decisores e de facilitar a interação com o problema decisório, sem exigir comparações exaustivas entre alternativas. Suas aplicações recentes em contextos diversos da administração pública demonstram sua flexibilidade e potencial de replicabilidade (de Almeida, de Almeida, Costa, & de Almeida Filho, 2016; Teixeira, Frej, Reis, & Paula, 2023).

Apesar de sua crescente utilização em áreas como avaliação de tecnologias em saúde e planejamento logístico, observa-se uma lacuna específica no uso do *FITradeoff* em unidades descentralizadas da saúde pública, como farmácias municipais, sobretudo para apoiar decisões relacionadas à contratação de cooperativas recicladoras. Essa ausência reduz a visibilidade de

práticas locais inovadoras e limita a adaptação metodológica às realidades operacionais brasileiras.

Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo empregar o método *FITradeoff* para subsidiar a escolha da cooperativa mais adequada à realidade de uma farmácia pública municipal, com base em critérios definidos em conjunto com sua equipe gestora. A pesquisa buscou responder à seguinte questão: como estruturar um processo decisório multicritério que considere simultaneamente os aspectos técnicos, sociais e operacionais envolvidos na gestão de resíduos recicláveis em unidades públicas de saúde?

Os resultados obtidos demonstraram a aplicabilidade do *FITradeoff* nesse contexto, oferecendo não apenas uma solução pontual ao problema estudado, mas também evidências sobre seu potencial como ferramenta de apoio à formulação de políticas públicas voltadas à sustentabilidade e à inclusão produtiva.

2 FUNDAMENTAÇÃO CONCEITUAL

2.1 Complexidade decisória na administração pública e o papel dos métodos multicritério

A formulação de políticas públicas e a implementação de ações em contextos governamentais frequentemente envolvem múltiplos critérios, valores em conflito e necessidade de transparência. Esse ambiente decisório, marcado por alta complexidade e demandas diversas exige abordagens analíticas que transcendam os métodos tradicionais de decisão (Mendoza & Martins, 2006; Belton & Stewart, 2002).

Nesse cenário, os métodos de Apoio Multicritério à Decisão (MCDA) têm sido amplamente reconhecidos por sua capacidade de estruturar problemas decisórios de forma sistemática e participativa. Ao permitir a combinação de critérios quantitativos e qualitativos, muitas vezes conflitantes, esses métodos oferecem uma representação mais fiel das preferências dos decisores e dos compromissos envolvidos (Belton & Stewart, 2002; Diaby & Goeree, 2013).

A literatura recente reforça a utilidade dos métodos MCDA em ambientes públicos e complexos, como a saúde e a sustentabilidade urbana. Em particular, sua aplicação contribui para decisões mais legítimas, auditáveis e alinhadas ao interesse coletivo (Souza, Santos, & Cintra, 2018; Fernandes, Santos, Vieira, Costa, & Prat, 2023). Além disso, estudos como o de Frazão, Camilo, Cabral e Souza (2018) destacam que a adoção desses métodos em instituições

públicas aumenta a robustez das decisões, ao tornar explícitos os critérios usados e a forma como são ponderados.

Sobretudo em áreas sensíveis como o gerenciamento de resíduos sólidos ou a priorização de intervenções em saúde, os métodos multicritério auxiliam na mediação entre eficiência operacional e justiça social, uma dualidade frequentemente presente na atuação do Estado.

2.2 FITradeoff como ferramenta flexível para decisão em ambientes reais

Em contextos onde decisões públicas precisam ser justificadas com base em critérios múltiplos e preferências não totalmente definidas, métodos multicritério que incorporam flexibilidade e interatividade ganham destaque. O *FITradeoff* (*Flexible and Interactive Tradeoff*), fundamentado na Teoria da Utilidade Multiatributo (MAVT), tem sido amplamente empregado como um modelo robusto para apoiar decisões em ambientes complexos e com informações parciais (de Almeida, de Almeida, Costa, & de Almeida Filho, 2016; de Almeida, Frej, Roselli, & Costa, 2023).

Diferentemente de abordagens tradicionais da MCDA que exigem julgamentos completos e precisos, o *FITradeoff* permite a elicitación progressiva das preferências do decisor, mitigando o esforço cognitivo envolvido e promovendo maior aderência à realidade decisória (Frej, de Almeida, & Costa, 2019). Essa característica se mostra particularmente relevante no setor público, onde as decisões frequentemente envolvem incertezas, múltiplos atores e forte necessidade de legitimidade (Fernandes, Santos, Vieira, Costa, & Prat, 2023).

Além de apoiar problemas clássicos de escolha, ordenação e classificação, o método conta com suporte computacional por meio do Sistema de Apoio à Decisão *FITradeoff* (*SAD-FITradeoff*). Esse sistema oferece recursos como análise de sensibilidade, simulações interativas e visualização gráfica das preferências, ampliando a confiabilidade do processo decisório. Marques, Frej e de Almeida (2022) reforçam que essas funcionalidades tornam o método especialmente adequado para instituições públicas, ao aliar rigor técnico e clareza comunicacional.

Por sua arquitetura flexível, o *FITradeoff* tem sido utilizado em diversas áreas, da avaliação de tecnologias em saúde à seleção de estratégias logísticas, demonstrando sua aplicabilidade em contextos que demandam tanto precisão analítica quanto engajamento de atores decisores (Souza, Santos, & Cintra, 2018).

2.3 FITradeoff como ferramenta flexível para decisão em ambientes reais

O método *FITradeoff* vem sendo reconhecido por sua flexibilidade e eficácia em apoiar decisões complexas que envolvem múltiplos critérios de valor, sendo particularmente promissor em contextos públicos e institucionais. Sua estrutura baseada na Teoria da Utilidade Multiatributo permite lidar com informações incompletas e preferências parcialmente elicitadas, o que é útil em ambientes nos quais os decisores enfrentam restrições cognitivas, tempo limitado e múltiplos atores envolvidos (de Almeida, de Almeida, Costa, & de Almeida Filho, 2016; Frej, de Almeida, & Costa, 2019).

Aplicações documentadas do método destacam seu uso em políticas públicas, seleção de projetos, e avaliação de tecnologias na área da saúde, onde os critérios de decisão frequentemente incluem dimensões técnicas, econômicas e sociais (Souza, Santos, & Cintra, 2018; Marques, Frej, & de Almeida, 2022). Em ambientes institucionais, como universidades ou unidades públicas de saúde, o *FITradeoff* também tem sido empregado para ordenar alternativas e estruturar preferências em decisões operacionais com impactos ambientais e sociais, incluindo iniciativas de logística reversa, eficiência energética, e sustentabilidade administrativa (Fernandes, Santos, Vieira, Costa, & Prat, 2023).

Apesar de ainda serem escassos os estudos que aplicam diretamente o *FITradeoff* à gestão de resíduos recicláveis em farmácias públicas, a literatura recente aponta para o potencial do método nesse tipo de problemática, especialmente quando envolvem parcerias com cooperativas ou atores da economia solidária. Essa lacuna justifica a relevância deste estudo ao explorar uma aplicação inédita e socialmente estratégica do *FITradeoff*, voltada à inclusão produtiva e à gestão ambiental no setor público local.

3 MÉTODO DA PESQUISA

3.1 Caracterização da pesquisa

A estrutura metodológica adotada neste estudo foi delineada com base nos critérios propostos por Gil (2022), abrangendo a natureza, objetivos, abordagem e procedimentos utilizados. A Figura 1 sintetiza a classificação metodológica da investigação, considerando suas principais características.




Característica	Descrição
 Natureza	Aplicada
 Objetivos	Exploratória e Descritiva
 Abordagem Metodológica	Quantitativa
 Procedimentos Metodológicos	Estudo de Caso e Modelagem

Figura 1 - Classificação metodológica da pesquisa

Esta é uma pesquisa de natureza aplicada, uma vez que se fundamenta na utilização de métodos e conhecimentos consolidados com o propósito de enfrentar um problema prático no âmbito da saúde pública, especificamente, a seleção de cooperativas para a coleta seletiva de resíduos recicláveis em farmácias públicas. Tal orientação visa não apenas à compreensão do contexto, mas também à formulação de uma solução operacional viável, em conformidade com os princípios de pesquisas aplicadas (Silva & Menezes, 2005).

No que tange aos objetivos, o estudo apresenta caráter exploratório e descritivo. É exploratório ao buscar mapear as variáveis e relações envolvidas no processo decisório, e descritivo por se empenhar na sistematização e representação detalhada dos atributos das alternativas consideradas.

A abordagem metodológica é de natureza quantitativa, dado que os dados foram expressos numericamente e analisados por meio de técnicas formais baseadas na Teoria da Utilidade Multiatributo. A modelagem matemática aplicada possibilitou a construção e simulação de cenários, promovendo a análise estruturada do problema decisório.

No tocante aos procedimentos metodológicos, optou-se pela modelagem de decisão multicritério, ancorada no método *FITradeoff*. Esse recurso oferece suporte sistemático à tomada de decisão por meio da estruturação de preferências, priorização de critérios e avaliação de alternativas, sendo particularmente indicado para contextos complexos e com múltiplos objetivos.

3.2 Estruturação e execução do modelo

A aplicação metodológica seguiu o arcabouço de doze etapas desenvolvido por Almeida (2013), o qual organiza o processo de apoio à decisão em três fases interligadas: preliminar,

modelagem das preferências e escolha do método, e finalização. A Figura 2 apresenta esse fluxo metodológico.

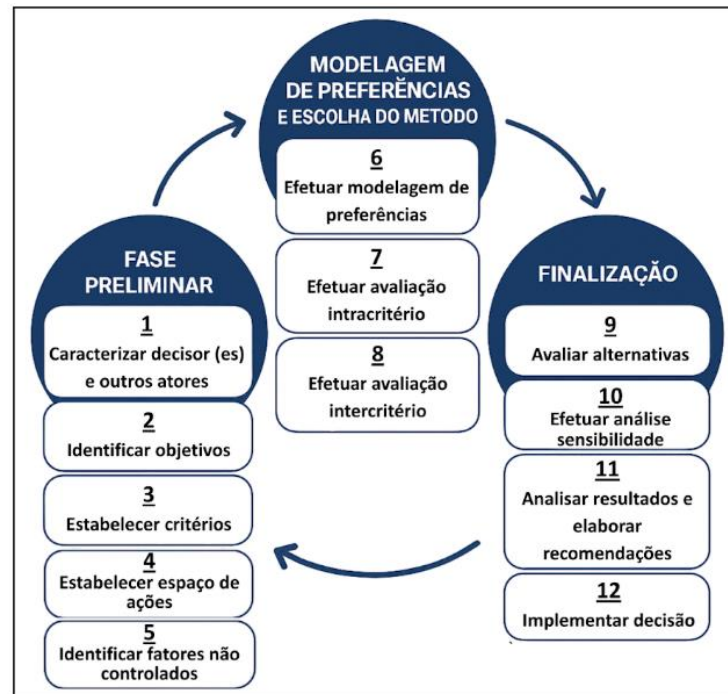


Figura 2 - Fluxo metodológico das etapas envolvidas na estruturação de problemas de decisão multicritério

Na fase preliminar, foram realizadas reuniões presenciais e entrevistas não estruturadas com a equipe gestora da farmácia pública. Esse momento permitiu a identificação dos atores-chave, delimitação do problema e definição dos objetivos. O decisor foi estabelecido como o farmacêutico responsável técnico da unidade, por deter autoridade sobre os processos de gestão de resíduos e articulações com cooperativas.

Em seguida, na definição dos critérios de avaliação, contou-se com a contribuição direta do decisor, com base em sua experiência prática e no alinhamento com as diretrizes da política nacional de resíduos sólidos. Os critérios refletiram dimensões técnicas, sociais e operacionais relevantes ao contexto da farmácia.

Para o conjunto de alternativas, foram selecionadas cooperativas de catadores previamente mapeadas, considerando sua atuação regional e aderência a práticas sustentáveis. O problema decisório foi modelado como um problema de escolha (P.α), conforme tipologia de Roy (1996), cuja finalidade é identificar a melhor alternativa entre um conjunto finito, com base nas preferências do decisor.

A opção pelo método *FITradeoff* se deu em razão de sua abordagem interativa e flexível, permitindo elicitação parcial das preferências com menor esforço cognitivo e maior aderência

às condições reais de decisão (Almeida et al., 2016; 2023). Sua base computacional, por meio do Sistema de Apoio à Decisão (*SAD FITradeoff*), potencializou a análise por meio de simulações e visualizações gráficas.

3.3 Implementação do modelo FITradeoff

Após a definição das alternativas e critérios, o modelo seguiu com as etapas de avaliação intracritério e intercritério. A avaliação intracritério envolveu a construção de funções de valor marginal para cada critério, a partir de comparações entre intervalos de desempenho. Já a avaliação intercritério possibilitou a definição das ponderações relativas entre os critérios, capturando a importância subjetiva atribuída pelo decisor a cada dimensão.

A fase final ocorreu por meio do *FITradeoff Decision Support System*, acessível em www.cdsid.org.br/fitradeoff, no qual foram inseridas as preferências elicítas, os dados das alternativas e os critérios definidos. O sistema gerou a matriz de consequências e apresentou os resultados de forma visual, auxiliando o decisor na escolha.

Na etapa de avaliação holística, o decisor indicou, com base na matriz e nos gráficos, a alternativa mais alinhada aos objetivos definidos. Em seguida, foi conduzida uma análise de sensibilidade, que confirmou a robustez da solução identificada mesmo diante de possíveis variações nos pesos dos critérios. Os resultados foram sistematizados e apresentados à equipe da farmácia pública, encerrando o processo com uma recomendação estruturada, fundamentada em critérios claros, transparentes e validados junto aos atores envolvidos.

3.4 Tratamento e análise dos dados

O tratamento e a análise dos dados tiveram como propósito garantir a coerência metodológica do modelo e a confiabilidade dos resultados obtidos. As informações sobre as cooperativas foram organizadas em uma matriz de consequências, que reuniu o desempenho de cada alternativa em relação aos critérios técnicos, sociais e operacionais definidos previamente. Esses dados foram obtidos a partir de registros administrativos da farmácia pública e de documentos institucionais das cooperativas, sem envolvimento de informações pessoais ou sensíveis.

A Figura 3 sintetiza o encadeamento das etapas metodológicas empregadas no tratamento e análise dos dados, desde a organização inicial até a validação dos resultados. Essa representação visual evidencia as fases de organização, transformação, processamento, análise

de sensibilidade e validação, que compõem o percurso metodológico adotado para garantir rigor e transparência à investigação.

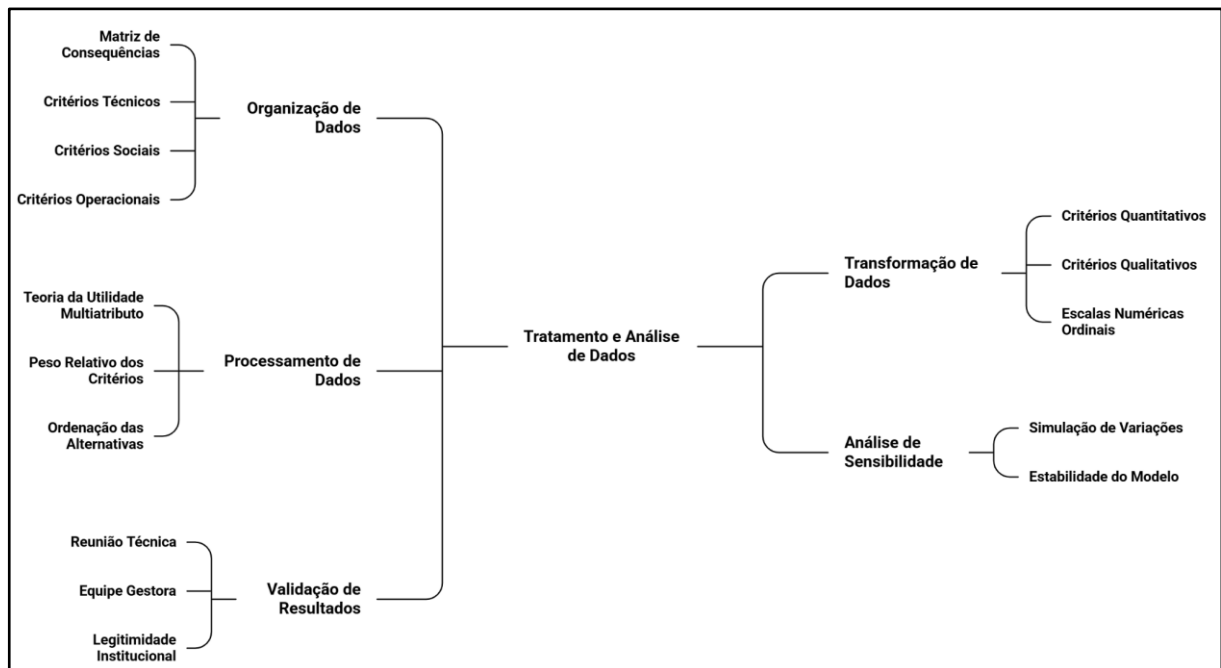


Figura 3 - Etapas do tratamento e análise dos dados

Os critérios de natureza quantitativa, como capacidade de coleta em toneladas por mês, distância até a unidade em quilômetros e tempo de parceria com o poder público em anos, foram inseridos diretamente no Sistema de Apoio à Decisão *FITradeoff* (*SAD-FITradeoff*).

Os critérios de natureza qualitativa, como regularização jurídica e diversidade de materiais recicláveis, foram transformados em escalas numéricas ordinais. Essa transformação permitiu representar de forma compatível o desempenho das alternativas, atribuindo valores crescentes aos níveis considerados mais favoráveis, conforme as preferências indicadas pelo decisor, seguindo as orientações de Almeida et al. (2016).

Após a consolidação da base de dados, o sistema processou as informações de acordo com os princípios da Teoria da Utilidade Multiatributo (MAVT). Essa estrutura analítica possibilitou calcular o valor global de cada alternativa, considerando simultaneamente todos os critérios e o peso relativo atribuído a cada um. O procedimento resultou em uma ordenação das alternativas, obtida de forma transparente e verificável, evidenciando a coerência entre os critérios definidos e as preferências expressas pelo decisor.

Na sequência, foi realizada uma análise de sensibilidade para verificar a robustez das conclusões. Essa etapa consistiu em simular variações nos pesos dos critérios e observar se as posições relativas das alternativas se mantinham estáveis em diferentes cenários. A consistência observada entre os resultados confirmou a estabilidade do modelo e a segurança do processo decisório.

Na etapa final, os resultados foram validados em reunião técnica com o decisor e a equipe gestora da farmácia pública, assegurando a legitimidade institucional do processo e sua adequação às práticas da gestão pública. Esses procedimentos garantiram a reprodutibilidade da análise e reforçaram o potencial de aplicação do método *FITradeoff* em situações reais de apoio à decisão.

4 - O ESTUDO DE CASO

O presente estudo foi conduzido em uma farmácia pública municipal localizada no estado do Rio Grande do Norte, Brasil, vinculada à rede de atenção básica do Sistema Único de Saúde (SUS). A unidade desempenha atividades essenciais relacionadas à dispensação de medicamentos e insumos farmacêuticos, sendo gerida por equipe técnica qualificada, composta por farmacêuticos e servidores administrativos.

O contexto da pesquisa surgiu da necessidade prática de aprimorar a gestão dos resíduos recicláveis gerados cotidianamente na unidade, especialmente materiais como caixas de papelão, frascos plásticos e blisters, resultantes das rotinas de recebimento, fracionamento e distribuição de medicamentos. A inexistência de um protocolo sistematizado para a destinação final desses resíduos vinha comprometendo o alinhamento da unidade às diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos, bem como às metas locais de sustentabilidade institucional.

Diante dessa lacuna operacional, a equipe da farmácia manifestou o interesse em estabelecer uma parceria com cooperativas locais de catadores para viabilizar a coleta seletiva com responsabilidade socioambiental. Entretanto, a tomada de decisão envolvia múltiplos critérios e demandava um processo estruturado para assegurar isenção, transparência e aderência às boas práticas de gestão pública. Foi nesse contexto que se optou pela aplicação do método multicritério *FITradeoff* como ferramenta de apoio à escolha da cooperativa mais adequada ao perfil da unidade.

A pesquisa foi desenvolvida em ambiente real de tomada de decisão, respeitando os fluxos institucionais da unidade e as condições contextuais do serviço público. O processo

envolveu reuniões técnicas com o gestor responsável pela farmácia, profissional de nível superior com autoridade formal para deliberar sobre a logística de resíduos, e a coleta de dados operacionais não sensíveis, exclusivamente de natureza institucional.

Importa destacar que a pesquisa não envolveu qualquer tipo de experimento, intervenção, manipulação de variáveis sobre indivíduos, nem a coleta de dados pessoais, sensíveis ou identificáveis relativos a seres humanos. O único participante diretamente envolvido, o farmacêutico gestor, atuou enquanto informante institucional autorizado, fornecendo dados de caráter técnico e operacional sobre os processos sob sua responsabilidade legal. Não houve entrevistas com pacientes, usuários do serviço de saúde, trabalhadores em situação de vulnerabilidade ou qualquer grupo que requeira salvaguardas específicas.

Em razão dessas características, a presente investigação não se enquadra nos critérios de obrigatoriedade de submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, conforme estabelecido pela Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), que isenta projetos que tratam de dados públicos, institucionais ou que não envolvam risco à integridade física, psíquica ou moral dos participantes. Ainda assim, todas as etapas da aplicação foram pautadas por princípios éticos, como o consentimento livre e esclarecido do informante, a transparência quanto aos objetivos do estudo e o compromisso com a confidencialidade das informações estratégicas da instituição.

Essa postura reforça o compromisso do estudo com a ética na pesquisa científica e com a integridade dos processos decisórios na administração pública, mantendo rigor metodológico e responsabilidade social ao longo de toda a investigação.

5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Estruturação do modelo e definição dos critérios

O modelo de apoio à decisão foi desenvolvido com o objetivo de oferecer suporte técnico na seleção da cooperativa mais adequada para a coleta seletiva de resíduos recicláveis gerados por uma farmácia pública municipal. Situada no estado do Rio Grande do Norte (RN), essa unidade integra a atenção básica do SUS e desempenha papel essencial na dispensação regular de medicamentos à população local. A definição do problema e a identificação dos critérios relevantes foram conduzidas em consonância com as diretrizes da política de gestão de resíduos sólidos e com as demandas operacionais da unidade.

A estruturação do modelo multicritério fundamentou-se na consolidação de informações institucionais e no conhecimento técnico dos profissionais diretamente envolvidos na gestão da unidade, sem recorrer à coleta de dados primários com indivíduos, o que afasta a necessidade de submissão ao comitê de ética, conforme disposto na Resolução CNS nº 510/2016. Os critérios foram construídos com base em reuniões de alinhamento técnico e documentos operacionais internos, garantindo aderência prática e aplicabilidade do modelo.

A seguir, o Quadro 1 apresenta os seis critérios utilizados no modelo, organizados por objetivo, tipo de função de valor e direção de preferência, evidenciando as dimensões que orientaram o processo decisório.

OBJETIVO PRINCIPAL	CRITÉRIO	TIPO DE FUNÇÃO	DIREÇÃO
Promover inclusão produtiva	Número de catadores	Natural	Maximizar
Garantir eficiência operacional	Capacidade de coleta (t/mês)	Natural	Maximizar
Otimizar logística	Distância até a farmácia (km)	Natural	Minimizar
Garantir legalidade da parceria	Regularização jurídica	Construída	Maximizar
Ampliar impacto ambiental	Diversidade de recicláveis	Construída	Maximizar
Valorizar experiência institucional	Tempo com o poder público (anos)	Natural	Maximizar

Quadro 1 - Estruturação do objetivo e critérios do modelo de decisão

Esses critérios refletem não apenas os aspectos operacionais e legais associados à contratação de cooperativas, mas também o compromisso da unidade com a inclusão produtiva e a sustentabilidade ambiental. A partir deles, foi possível estabelecer uma base sólida para a construção da matriz de consequências e para a posterior modelagem das preferências do decisor, conforme será detalhado no item seguinte.

5.2 Matriz de consequências e codificação dos critérios

Com os critérios estabelecidos, foram identificadas quatro cooperativas regionais com potencial para atender à demanda da farmácia pública. A seleção dessas alternativas considerou informações disponíveis em registros administrativos da unidade e em documentos institucionais das cooperativas, ambos de caráter público e não sensível. Esse levantamento

possibilitou compor uma base de dados concreta e atualizada, sem necessidade de coleta primária ou contato direto com indivíduos, em conformidade com os princípios éticos da pesquisa.

Os valores utilizados na matriz de consequências representam indicadores reais de desempenho operacional das cooperativas, refletindo a capacidade de cada uma em aspectos técnicos, sociais e organizacionais. As informações englobam o número de catadores ativos, o volume médio mensal de resíduos recicláveis coletados, a distância entre a cooperativa e a farmácia pública, o tempo de parceria com o poder público, o grau de regularização jurídica e a diversidade de materiais recicláveis processados.

Essas variáveis foram selecionadas por traduzirem dimensões relevantes da eficiência e sustentabilidade na gestão de resíduos em saúde pública. As medidas quantitativas (C1, C2, C3 e C6) foram expressas em unidades reais, enquanto os aspectos qualitativos (C4 e C5) foram codificados em escalas ordinais, conforme o julgamento do decisor. Dessa forma, o modelo integra tanto parâmetros objetivos quanto percepções qualitativas de conformidade, garantindo uma análise equilibrada e contextualizada.

O conjunto dos dados empíricos está apresentado no Quadro 2, que sintetiza o desempenho das cooperativas em cada critério do modelo de decisão. Essa estrutura constitui a base de entrada no Sistema de Apoio à Decisão *FITradeoff* (*SAD-FITradeoff*), permitindo a comparação estruturada entre alternativas e a visualização dos *trade-offs* existentes entre os critérios considerados.

Alternativas	C1 (catadores)	C2 (t/mês)	C3 (km)	C4 (reg.)	C5 (div.)	C6 (anos)
COOP 1	18	3,5	5	1	1	5
COOP 2	12	2,0	12	2	2	2
COOP 3	25	4,2	7	1	1	6
COOP 4	9	1,5	3	3	3	3

Quadro 2 - Matriz de consequências com o desempenho das cooperativas nos critérios do modelo de decisão

A partir dessa matriz, foi possível evidenciar a diversidade de perfis entre as cooperativas. Observa-se que a COOP 3 apresenta o maior número de catadores e o maior volume de coleta mensal, enquanto a COOP 4, embora mais próxima geograficamente da farmácia, possui menor capacidade operacional e nível de regularização inferior. Essa variação

entre atributos demonstra a importância da abordagem multicritério, que permite equilibrar desempenho técnico e aspectos sociais e administrativos na tomada de decisão.

Os critérios Regularização Jurídica (C4) e Diversidade de Materiais Recicláveis (C5) foram representados por escalas ordinais, construídas a partir da ordenação preferencial definida pelo responsável técnico da farmácia. Essa transformação assegurou compatibilidade entre as variáveis qualitativas e quantitativas, preservando a coerência do modelo e garantindo a consistência dos resultados no *FITradeoff*.

Esse conjunto estruturado de critérios e alternativas compõe a base empírica do modelo decisório, servindo de referência para as etapas seguintes de elicitação das preferências e análise comparativa das alternativas, apresentadas na próxima seção.

5.3 - Avaliação das preferências e ordenação das alternativas

Na etapa de modelagem intercritério, o objetivo foi estabelecer a estrutura de prioridades entre os critérios definidos, refletindo as preferências do decisor de forma clara, estruturada e auditável. Essa fase foi conduzida por meio de comparações pareadas entre consequências simuladas, envolvendo diferentes combinações de níveis de desempenho de critérios, conforme a lógica do método *FITradeoff*.

Antes de iniciar as comparações, foi necessário uniformizar o formato dos critérios para que todos pudessem ser interpretados numericamente no sistema. Os critérios “número de catadores”, “capacidade de coleta (t/mês)”, “distância até a farmácia (km)” e “tempo com o poder público (anos)” já apresentavam escalas numéricas contínuas e, portanto, foram diretamente inseridos como variáveis naturais no modelo.

Por outro lado, os critérios “Regularização Jurídica” e “Diversidade de Recicláveis” exigiram um tratamento específico por se tratarem de variáveis qualitativas, com categorias descritivas e não numéricas. Esses critérios foram classificados como critérios construídos, e sua conversão para escalas numéricas ordinais foi realizada com base nas preferências explícitas do decisor.

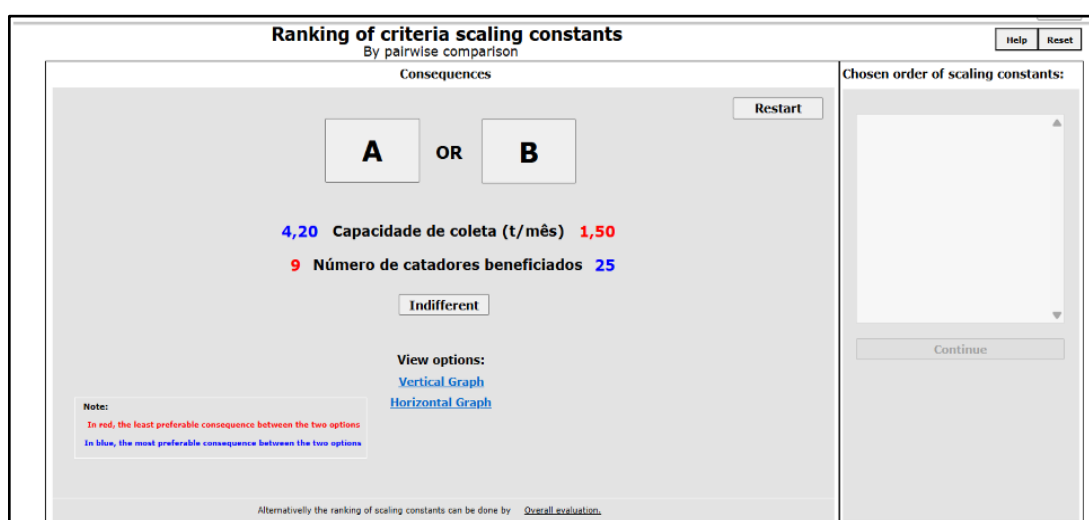
No critério Regularização Jurídica, os níveis de desempenho foram organizados da seguinte forma:

- “Sim” (nível 1 – melhor desempenho)
- “Parcial” (nível 2 – intermediário)
- “Não” (nível 3 – pior desempenho)

Para o critério Diversidade de Materiais Reciclados, os níveis foram definidos como:

- “Alta” (nível 1)
- “Média” (nível 2)
- “Baixa” (nível 3)

Essa codificação numérica ordinal foi fundamental para garantir que os critérios qualitativos fossem tratados de forma compatível com os quantitativos durante a elicitación de preferências, assegurando coerência no modelo multicritério. Com todos os critérios devidamente parametrizados, iniciou-se o processo de elicitación intercritério. O decisor foi convidado a analisar pares de consequências (A e B), cada uma representando diferentes níveis de desempenho em dois critérios distintos. Um exemplo dessa etapa é ilustrado na Figura 4.



The screenshot shows the 'Ranking of criteria scaling constants' window in the FITradeoff software. The window is titled 'Ranking of criteria scaling constants' and 'By pairwise comparison'. It features a central area for comparing two consequences, A and B, with a 'Restart' button. Below the comparison area, there are two consequences listed: '4,20 Capacidade de coleta (t/mês)' and '1,50' (highlighted in red), and '9 Número de catadores beneficiados' and '25' (highlighted in blue). An 'Indifferent' button is also present. To the right, there is a 'Chosen order of scaling constants' list and a 'Continue' button. At the bottom, there are 'View options' for 'Vertical Graph' and 'Horizontal Graph', and a 'Note' section explaining the color coding: 'In red, the least preferable consequence between the two options' and 'In blue, the most preferable consequence between the two options'. A footer note states: 'Alternatively the ranking of scaling constants can be done by Overall evaluation.'

Figura 4 - Exemplo de tela de comparação entre consequências durante a elicitación intercritério no FITradeoff.

As escolhas realizadas pelo decisor indicando preferência por uma consequência, indiferença ou incerteza, foram processadas pelo sistema para construir uma ordenação parcial e, posteriormente, uma estrutura final de prioridades entre os critérios. Essa ordenação foi validada com o decisor, conforme demonstrado na Figura 5.

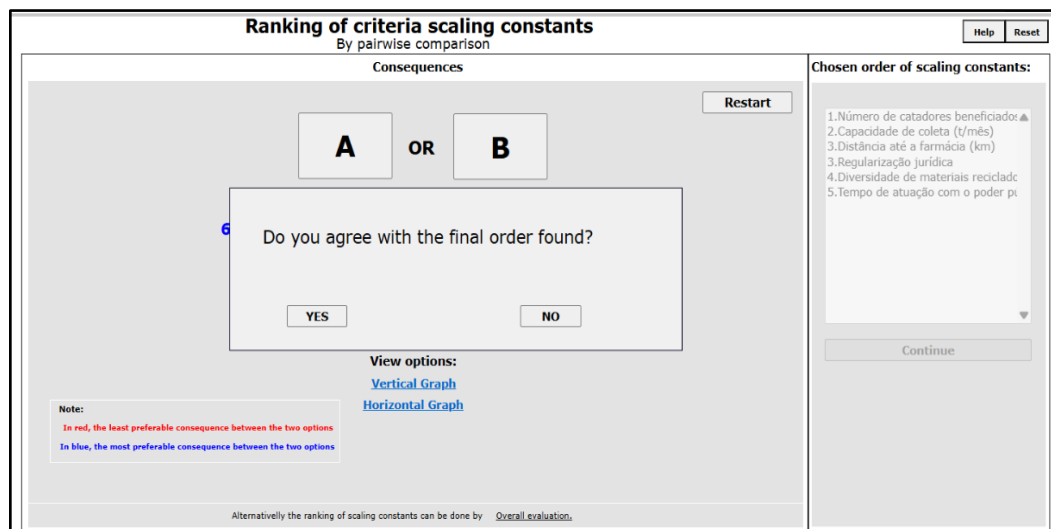


Figura 5 - Tela de validação da ordenação final dos critérios segundo as preferências do decisor

A priorização resultante revelou o seguinte ordenamento:

1. Número de catadores beneficiados
2. Capacidade de coleta (t/mês)
3. Distância até a farmácia (km)
4. Regularização jurídica
5. Diversidade de materiais reciclados
6. Tempo de atuação com o poder público (anos)

Essa estrutura de preferências indica que o decisor atribuiu maior importância aos critérios relacionados ao impacto social direto e à eficiência operacional da parceria. Tal escolha reforça o alinhamento da farmácia com políticas públicas de inclusão produtiva e gestão sustentável de resíduos.

Com a ordenação estabelecida, o sistema gerou os intervalos de variação das constantes de escala, apresentados na Figura 6. Esses intervalos permitem avaliar a robustez da estrutura de preferências, revelando o grau de estabilidade da decisão diante de possíveis oscilações nos pesos dos critérios.



Figura 6 - Intervalo de variação das constantes de escala para os critérios avaliados

Essa base sólida de priorização foi então utilizada na etapa seguinte de avaliação das alternativas, a ser apresentada na próxima seção.

5.4 - Avaliação das alternativas e recomendação final

A etapa final da aplicação do modelo consistiu na avaliação das alternativas por meio do Sistema de Apoio à Decisão *FITradeoff*, utilizando os critérios previamente estruturados. Essa fase teve como objetivo identificar a cooperativa mais alinhada às prioridades institucionais da farmácia pública, considerando o desempenho de cada alternativa em relação às dimensões avaliadas.

A Figura 7 apresenta o desempenho das alternativas (COOP 2, COOP 3 e COOP 4) por critério, permitindo uma análise comparativa direta e visualmente acessível. Observa-se que a COOP 3 se destacou nos critérios mais relevantes para o decisor, como número de catadores beneficiados, capacidade de coleta e regularização jurídica, mantendo desempenho consistente também nos demais critérios. Essa configuração evidencia uma alternativa tecnicamente robusta e socialmente aderente à missão da unidade.

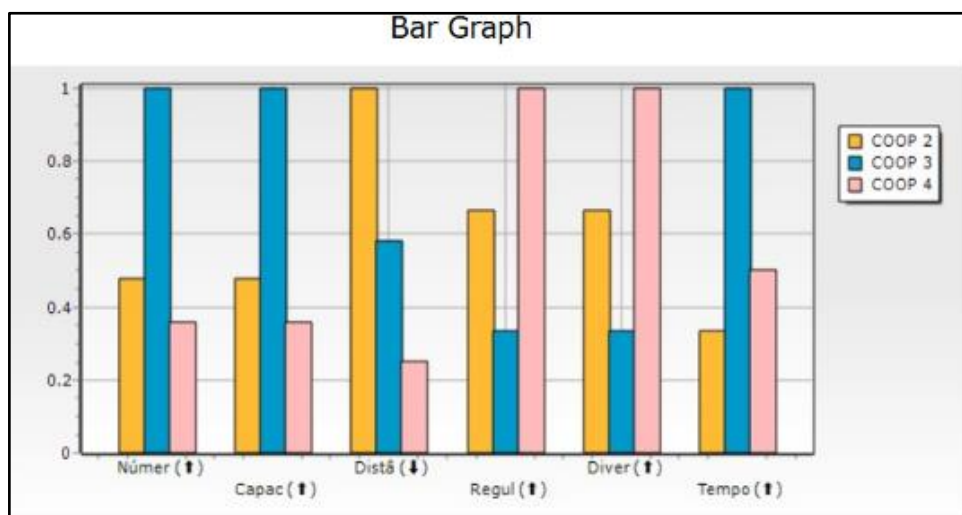


Figura 7 - Gráfico com o desempenho das alternativas por critério.

Para complementar essa análise, a Figura 8 apresenta o gráfico de bolhas, que oferece uma visão holística das alternativas avaliadas. Essa representação multidimensional reforça a dominância da COOP 3, ao permitir a visualização simultânea do desempenho de cada alternativa em todos os critérios, com destaque para a coerência entre os critérios de maior peso e os melhores desempenhos observados.

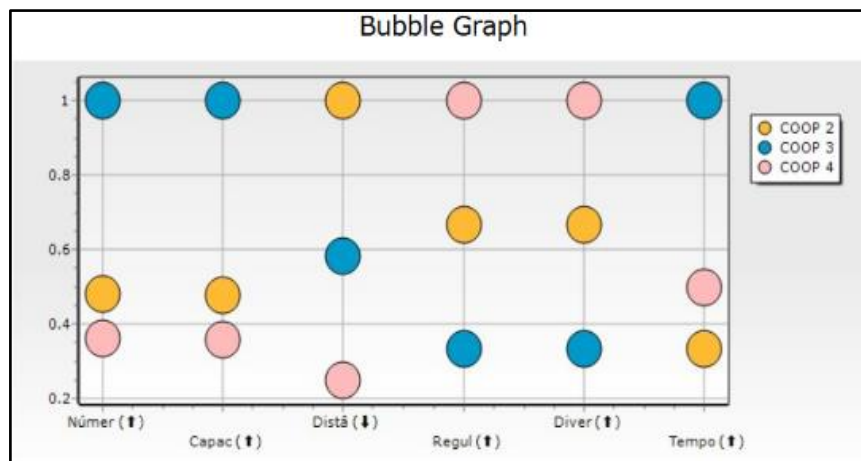


Figura 8 - Gráfico de bolhas com os níveis de aderência às preferências do decisor.

A Figura 9 detalha o desempenho da COOP 3 em cada critério, com dados brutos extraídos diretamente do sistema FITradeoff. Essa representação permitiu ao decisor realizar uma leitura precisa e objetiva da alternativa considerada mais adequada, reforçando a segurança na escolha final.

Results

Tabular Visualization

Questions Answered: 0

Alternatives	Número de catadores beneficiados	Capacidade de coleta (t/mês)	Distância até a farmácia (km)	Regularização jurídica	Diversidade de materiais reciclados	Tempo de atuação com o poder público (anos)	Max Overall Value	Min Overall Value
COOP 3	25	4.2	7	1	1	6	1.00	0.59

Figura 9 - Desempenho detalhado da COOP 3 nos critérios avaliados pelo método FITradeoff.

O processamento das informações pelo sistema resultou em valores globais de desempenho calculados com base no modelo aditivo da Teoria da Utilidade Multiatributo (MAVT). A ponderação entre critérios foi determinada a partir da estrutura de preferências elicitada na etapa anterior, produzindo os seguintes pesos normalizados: número de catadores beneficiados (0,28), capacidade de coleta (0,22), distância até a farmácia (0,18), regularização

jurídica (0,14), diversidade de materiais recicláveis (0,10) e tempo de atuação com o poder público (0,08).

Com base nesses parâmetros, o sistema atribuiu a cada alternativa um valor global agregado, sintetizando seu desempenho relativo. Os resultados estão apresentados no Quadro 3.

Alternativa	Valor Global (Vj)	Posição
COOP 3	0,872	1ª
COOP 1	0,741	2ª
COOP 4	0,615	3ª
COOP 2	0,524	4ª

Quadro 3 - Valores globais e ordenação das alternativas no modelo FITradeoff

Essa ordenação confirma a dominância da COOP 3 em relação às demais alternativas, com margem significativa de desempenho ($\Delta = 0,131$) sobre a segunda colocada. Além disso, a análise de sensibilidade demonstrou estabilidade na escolha da alternativa mais favorável mesmo diante de variações de $\pm 10\%$ nos pesos atribuídos aos critérios de maior relevância, evidenciando a robustez do modelo e a confiabilidade das conclusões.

A análise foi concluída com a etapa de avaliação holística, na qual o decisor revisitou os resultados do modelo à luz de sua percepção global sobre o problema. Essa validação final não apenas corroborou a escolha da COOP 3, como também assegurou que o processo decisório respeitou os princípios de transparência, racionalidade e sustentabilidade.

A convergência entre os dados quantitativos e a percepção qualitativa do decisor reforça a confiabilidade da recomendação. A aplicação do FITradeoff permitiu transformar julgamentos subjetivos em uma base analítica estruturada, viabilizando a replicação do processo em contextos similares.

A experiência evidenciou, portanto, o potencial de replicação do método em diferentes cenários da administração pública, especialmente em contextos que envolvam escolhas entre alternativas sob múltiplos critérios. Sua estrutura flexível, associada ao suporte computacional, favorece a atualização dinâmica de critérios e alternativas, ampliando sua aplicabilidade em setores diversos, desde a saúde até áreas como compras públicas, sustentabilidade e gestão de contratos.

A análise detalhada das ponderações e do desempenho das alternativas evidencia a sensibilidade do modelo em refletir as prioridades institucionais da farmácia pública. A

dominância da COOP 3, associada a elevados índices de capacidade operacional e regularização jurídica, demonstra que o *FITradeoff* foi capaz de capturar o equilíbrio entre eficiência técnica e responsabilidade social, dimensões centrais na política de resíduos do setor público.

De maneira complementar, a integração entre variáveis quantitativas e qualitativas possibilitou identificar relações estruturais entre os critérios, como o impacto do número de catadores sobre a capacidade de coleta e a influência da regularização jurídica sobre a sustentabilidade das parcerias. Essa leitura ampliada dos resultados confere profundidade à análise e reforça o potencial do método como ferramenta de diagnóstico institucional, permitindo não apenas selecionar a melhor alternativa, mas também compreender os fatores que condicionam o desempenho de cada cooperativa.

Dessa perspectiva, a aplicação do *FITradeoff* transcende a função instrumental de escolha, configurando-se como um instrumento de aprendizagem organizacional e de aperfeiçoamento das práticas de gestão pública em resíduos sólidos.

6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo demonstrou a aplicabilidade e a efetividade do método *FITradeoff* como instrumento de apoio à tomada de decisão pública em contextos que demandam a conciliação entre critérios operacionais, sociais e ambientais. Ao aplicar o modelo à seleção de cooperativas de catadores para parceria com uma farmácia pública, evidenciou-se a capacidade do método em capturar preferências reais do decisor, mesmo diante de limitações informacionais e de critérios de natureza heterogênea.

A condução estruturada do processo decisório, aliada ao suporte computacional do Sistema de Apoio à Decisão *FITradeoff*, possibilitou alcançar uma escolha tecnicamente fundamentada, socialmente orientada e institucionalmente legítima. Esses resultados reforçam a relevância de métodos multicritério para promover decisões mais transparentes, justificáveis e alinhadas aos princípios da gestão pública, especialmente em áreas sensíveis como a saúde e o meio ambiente.

Ressalta-se, contudo, que o estudo foi conduzido a partir de um único caso e contou com a participação de apenas um decisor institucional. Essa delimitação, embora adequada ao propósito exploratório e aplicado da pesquisa, restringe a generalização dos resultados obtidos. Recomenda-se, portanto, que futuras investigações busquem replicar o modelo em outros contextos organizacionais, envolvendo múltiplos *stakeholders* e distintas realidades

institucionais, de modo a ampliar a validade externa e fortalecer a robustez analítica da abordagem.

Além disso, sugere-se que pesquisas futuras promovam comparações entre diferentes contextos e métodos multicritério, de modo a avaliar a consistência e a adaptabilidade do *FITradeoff* frente a abordagens como *AHP*, *PROMETHEE* ou *ELECTRE*. A ampliação para outros casos, incluindo unidades de saúde de diferentes portes, secretarias municipais ou consórcios intermunicipais de resíduos, poderá contribuir para identificar padrões de preferência, diferenças regionais e ajustes metodológicos necessários ao contexto decisório. Essa perspectiva comparativa e de replicação fortalece a validade empírica do modelo e amplia sua contribuição para o campo de apoio à decisão pública.

A proposta desenvolvida contribui tanto para o avanço prático quanto metodológico do campo de apoio à decisão pública, oferecendo uma alternativa viável, transparente e replicável para gestores comprometidos com a sustentabilidade, a inclusão produtiva e a eficiência institucional.

REFERÊNCIAS

Belton, V., & Stewart, T. J. (2002). Multiple criteria decision analysis: An integrated approach. Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-1495-4>

Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2006). Manual de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde (Série A. Normas e Manuais Técnicos, 182 p.). Ministério da Saúde. <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/servicosdesaude/publicacoes/manual-gerenciamento-dos-residuos-de-servicos-de-saude.pdf/view>

Conselho Nacional de Saúde. (2016). Resolução nº 510, de 07 de abril de 2016. Brasília, DF: Autor. <https://www.gov.br/conselho-nacional-de-saude/pt-br/atos-normativos/resolucoes/2016/resolucao-no-510.pdf/view>

de Almeida, A. T. (2013). Processo de decisão nas organizações: construindo modelos de decisão multicritério (1ª ed., 256p.). São Paulo: Atlas.

de Almeida, A. T., Cavalcante, C., Alencar, M., Ferreira, R. J. P., & Garcez, T. V. (2015). Multicriteria and multiobjective models for risk, reliability and maintenance decision analysis. International Series in Operations Research & Management Science. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-17969-8>

de Almeida, A. T., de Almeida, J. A., Costa, A. P. C. S., & de Almeida Filho, A. T. (2016). A new method for elicitation of criteria weights in additive models: Flexible and interactive tradeoff. *European Journal of Operational Research*, 250(1), 179–191. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.08.058>

de Almeida, A. T., Frej, E. A., Roselli, L. R. P., & Costa, A. P. C. S. (2023). A summary on FITradeoff method with methodological and practical developments and future perspectives. *Pesquisa Operacional*, 43(spe1), e268356. <https://doi.org/10.1590/0101-7438.2023.043spe1.00268356>

Diaby, V., & Goeree, R. (2013). How to use multi-criteria decision analysis methods for reimbursement decision-making in healthcare: A step-by-step guide. *Expert Review of Pharmacoeconomics & Outcomes Research*, 14(1), 81–99. <https://doi.org/10.1586/14737167.2014.859525>

Fernandes, A. M., Santos, J. P. da S., Vieira, F. T., Costa, R. de O. B., & Prat, B. V. (2023). Avaliação de softwares desenvolvidos para apoio à análise de decisão multicritério (MCDA). *Cuadernos de Educación y Desarrollo*, 15(11), 14897–14918. <https://doi.org/10.55905/cuadv15n11-104>

Frazão, T. D. C., Camilo, D. G. G., Cabral, E. L. S., & Souza, R. P. (2018). Multicriteria decision analysis (MCDA) in health care: A systematic review of the main characteristics and methodological steps. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 18(1), 90. <https://doi.org/10.1186/s12911-018-0663-1>

Frej, E. A., de Almeida, A. T., & Costa, A. P. C. S. (2019). Using data visualization for ranking alternatives with partial information and interactive tradeoff elicitation. *Operational Research*, 19(5), 909–931. <https://doi.org/10.1007/s12351-018-00444-2>

Gil, A. C. (2022). Como elaborar projetos de pesquisa (7a ed.). Barueri, SP: Atlas.

Lima, M. F. M. G. de. (2022). Avanços metodológicos no método FITradeoff para problemática de classificação: incorporação de procedimento para elicitação de perfis e análise de sensibilidade (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.

Machado e Silva, V. P., & Capanema, L. X. de L. (2019). Políticas públicas na gestão de resíduos sólidos: experiências comparadas e desafios para o Brasil. *BNDES Setorial*, 25(50), 153–200. https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/19062/1/PRArt214971_Pol%C3%ADticas%20p%C3%BAblicas%20na%20gest%C3%A3o%20de%20res%C3%ADduos%20s%C3%B3lidos_P_BD.pdf

Marques, A. C., Frej, E. A., & de Almeida, A. T. (2022). Multicriteria decision support for project portfolio selection with the FITradeoff method. *Omega*, 111, 102661. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2022.102661>

Mendoza, G. A., & Martins, H. (2006). Multi-criteria decision analysis in natural resource management: A critical review of methods and new modelling paradigms. *Forest Ecology and Management*, 230(1–3), 1–22. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2006.03.023>

João Maria Macedo da Costa, & Ricardo Pires de Souza. (2026). Aplicação do FITradeoff na Gestão de Resíduos em Saúde Pública. *Future Studies Research Journal: Trends and Strategies [FSRJ]*, 18(1), e942. <https://doi.org/10.24023/FutureJournal/2175-5825/2026.v18i1.942>

Roy, B. (1996). *Multicriteria methodology for decision aiding*. New York, NY: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4757-2500-1>

Silva, E. L. da, & Menezes, E. M. (2005). *Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação* (4a ed.). Florianópolis, SC: Universidade Federal de Santa Catarina.

Souza, A., Santos, M., & Cintra, M. (2018). Análise de decisão multicritérios (MCDA): Uma revisão rápida sobre os critérios utilizados na avaliação de tecnologias em saúde. *Jornal Brasileiro de Economia da Saúde*, 10(1), 64–74. <https://doi.org/10.21115/jbes.v10.n1.p64-74>

Szigethy, L., & Antenor, S. (2020, 9 de julho). Resíduos sólidos urbanos no Brasil: desafios tecnológicos, políticos e econômicos. Centro de Pesquisa em Ciência, Tecnologia e Sociedade (IPEA). <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/217-residuos-solidos-urbanos-no-brasil-desafios-tecnologicos-politicos-e-economicos>

Teixeira, A., Frej, E. A., Reis, L., & Paula, A. (2023). A summary on FITradeoff method with methodological and practical developments and future perspectives. *Pesquisa Operacional*, 43(spe1), e268356. <https://doi.org/10.1590/0101-7438.2023.043spe1.00268356>