



De 11 a 14 - NOVEMBRO DE 2024

**Inteligência Artificial
na Gestão de Operações:
Limitações e possibilidades**



ESTRUTURAÇÃO DE PROBLEMA E MODELAGEM MULTICRITÉRIO PARA ORDENAÇÃO DE ALTERNATIVAS PARA IMPLANTAÇÃO DE UM ATERRO SANITÁRIO

LUCAS EDUARDO DOS SANTOS LIMA - lulimaed@gmail.com
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO - UFPE

FELIPE AUGUSTO DE SOUZA GALDINO - felipe.engeaambiental@gmail.com
ENGEA CONSULTORES LTDA

LUCIA REIS PEIXOTO ROSELLI - lrpr@cidsid.org.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO - UFPE

ADIEL TEIXEIRA DE ALMEIDA - almeida@cidsid.org.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO - UFPE

MARCELO HAZIN ALENCAR - marceloalencar@insid.org.com
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO - UFPE

ÁREA: 3. PESQUISA OPERACIONAL
SUBÁREA: 3.3 – PROCESSOS DECISÓRIOS

RESUMO: A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS É UMA AÇÃO DE GRANDE IMPORTÂNCIA PARA MITIGAR IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS NEGATIVOS. UMA DAS ETAPAS FUNDAMENTAIS NO PROCESSO DE GESTÃO É O DEPÓSITO OU DESCARTE DE RESÍDUOS DE FORMA AMBIENTALMENTE CORRETA. A METODOLOGIA COMUMENTE EMPREGADA É A DISPOSIÇÃO EM ATERROS SAINITÁRIOS DEVIDAMENTE LICENCIADOS PELOS ÓRGÃOS AMBIENTAIS COMPETENTES. A IMPLANTAÇÃO DE UM ATERRO SANITÁRIO É UM PROCESSO ONEROSO E DE ELEVADO IMPACTO, O QUE IMPLICA NA DIFICULDADE DE SE DEFINIR O LOCAL DE INSTALAÇÃO. A COMPLEXIDADE DESTE PROBLEMA REQUER UM PROCESSO DECISÓRIO MAIS ESTRUTURADO. NESTE SENTIDO, ESTE ARTIGO UTILIZOU DE FORMA CONJUNTA O VALUE-FOCUSED THINKING (VFT) PARA ESTRUTURAÇÃO DE PROBLEMA, O MÉTODO DE DECISÃO MULTICRITÉRIO FITRADEOFF PARA ORDENAÇÃO DAS ALTERNATIVAS E FERRAMENTAS GEOESPACIAIS PARA AUXÍLIO NA VISUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO. OS RESULTADOS MOSTRARAM QUE A UTILIZAÇÃO CONJUNTA DESSAS FERRAMENTAS É CAPAZ DE ESTRUTURAR E MODELAR UM PROBLEMA MULTICRITÉRIO ABORDANDO AS PRINCIPAIS LINHAS DE ENFRENTAMENTO DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.

PALAVRAS-CHAVES: VFT, FITRADEOFF, MULTICRITÉRIO, RESÍDUOS SÓLIDOS, ATERRO SANITÁRIO.

1. INTRODUÇÃO

Os resíduos sólidos são considerados como um resultado inevitável da atividade humana. O aumento significativo na necessidade de gestão de resíduos pode ser atribuído a fatores econômicos, ao crescimento populacional e às mudanças nas práticas de eliminação de resíduos. A crescente geração de resíduos sólido urbanos e as preocupações ambientais despertam o interesse global na valorização de resíduos para diversos fins (DAHAKÉ et al, 2023; VARJANI et al, 2022).

A Lei nº 12.305 – Política Nacional Resíduos Sólidos - PNRS, de 2 de agosto de 2010 conduziu o Brasil para uma renovação na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, como por exemplo introduzindo o conceito da responsabilidade do ciclo de vida dos produtos, bem como edição de resoluções abordando logística reversa para cadeias como pneus, pilhas e baterias (BRASIL, 2023).

Os resíduos sólidos quando dispostos de forma inadequada e sem controle ambiental nos chamados “lixões”, provocam inúmeros impactos ambientais e sociais, bem como prejudicam toda a esfera de saneamento público (estruturas de esgotamento sanitário, abastecimento de água e drenagem) (CPRH, 2020). Com a necessidade do encerramento dos “lixões”, muitos municípios precisaram destinar corretamente seus resíduos, o que culminou com a ideia de a iniciativa privada avaliar locais para instalar aterros sanitários de modo a reduzir impactos ambientais, reduzir custos e aumentar receitas.

A correta destinação dos resíduos sólidos deve ocorrer em aterros sanitários, projetados conforme legislações técnicas e ambientais. Aterro sanitário é definido como técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos a saúde pública e à sua segurança, minimizando impactos ambientais negativos (CPRH, 2021).

Atualmente, a estrutura da legislação brasileira a respeito dos resíduos sólidos é composta pelas: Lei 12.305/2010 – Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, Lei 6.938/1981 - Política Nacional do Meio Ambiente, Lei 9.605/1998 - Sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, Lei 10.165/2000 - Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, Decreto 7.404/2010 - Regulamenta a Lei nº 12.305/2010, Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), acordos setoriais, termos de compromisso, decretos, legislação estadual, legislação municipal e normas complementares. (BRASIL, 2010; BRASIL, 1981; BRASIL, 1998; BRASIL, 2000; BRASIL, 2010; BRASIL, 2023).

Diante deste contexto, observa-se a necessidade do desenvolvimento de pesquisas associadas ao tema com o intuito de apoiar os decisores na tomada de decisão. A construção de

um problema com múltiplos objetivos conflitantes, favorece a aplicação de técnicas de estruturação de problemas e modelagem multicritério.

Uma abordagem amplamente utilizada para estruturação de problemas é o *Value-Focused Thinking* (VFT), também denominado de pensamento focado no valor, permitindo que todo o entendimento do problema seja alcançando para, a partir disto, obter os objetivos, critérios e, por fim, as alternativas. Esta metodologia vai em contrapartida ao pensamento focado na alternativa, onde primeiro descobre-se quais alternativas estão disponíveis (KEENEY, 1992).

Nesse sentido, para atender a necessidade de instalação de aterros sanitários, buscou-se nesse trabalho apresentar o uso do VFT para estruturação do problema e modelagem multicritério para ordenação das alternativas em um contexto de grande importância socioambiental. Após o problema estruturado, busca-se ordenar as alternativas alcançadas. Para tanto, foi utilizado o software de apoio a decisão, FITtradeoff. Para análise complementar desta integração, foi realizado um estudo de caso na Microrregião de Araripina, estado de Pernambuco.

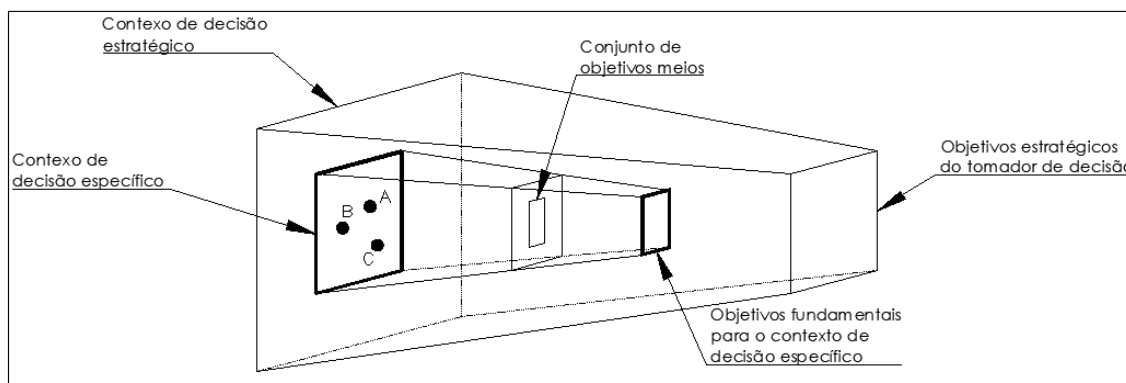
2. VFT E FITRADEOFF

A Pesquisa Operacional *Soft*, também chamada de PO *soft*, é caracterizada por se preocupar com aspectos qualitativos e subjetivos dos processos de decisão. O método *Value-Focused Thinking* (VFT), é um dos métodos da PO *soft* com características capazes de extrair a subjetividade presente em problemas complexos (DE ALMEIDA et al, 2019).

O VFT é capaz de criar perspectivas que melhoram a eficácia na tomada de decisão (ZHOU et al, 2018). Em problemas com elevada complexidade, a utilização de métodos de estruturação são artifícios que potencializam a compreensão e orientação do tomador de decisão para decisões mais assertivas (MONTE et al, 2017). O uso do VFT implica na definição de objetivos de alta qualidade que incluem preocupações e conhecimento considerando o contexto do problema (OSEI-BRYSON, 2018). A metodologia pode ser vista como forma de elucidar os objetivos e especificar com mais precisão as consequências e restrições do problema (ALENCAR et al, 2011).

Na Figura 1, observa-se como as situações de decisão são analisadas a partir do contexto de decisão específico, passando pelos objetivos meios até chegar nos objetivos fundamentais. O VFT contribui para obtenção de objetivos consistentes com a realidade do problema (KEENEY, 1992).

FIGURA 1 - Visão de decisão baseado no VFT.



Fonte: Adaptado de Keeney (1992).

O *Flexible and Interactive Tradeoff* (FITradeoff) é uma ferramenta de apoio a decisão para suportar problemas de múltiplos critérios para ordenação de alternativas. No cenário da teoria do valor multiatributo, o método utiliza um processo estruturado para elicitar constantes de escalas a partir de informações parciais sobre as preferências do decisor. Seguindo estes conceitos, a problemática de ordenação visa estabelecer em ordem crescente de preferência as alternativas (FREJ et al, 2019).

No contexto do modelo aditivo *Multi-Attribute Value Theory* (MAVT), o FITradeoff realiza elicitação flexível para melhorar a aplicabilidade da elicitação tradicional de trade-off. As informações parciais são extraídas do tomador de decisão para estabelecer as alternativas preferidas (DE ALMEIDA et al, 2016).

Por ser um método que utiliza informações parciais, requer menos esforço cognitivo para extrair as preferências do decisor. A utilização de programação linear, conceitos da teoria, a flexibilidade e interatividade do método, estabelece a possibilidade de as alternativas serem classificadas, ordenadas, escolhidas sem a necessidade de fornecer informações completas (KANG et al, 2020).

3. ESTUDO DE CASO

Este tópico contém a apresentação do problema utilizado para estruturação do problema pelo VFT e realização da modelagem multicritério.

3.1 Contextualização do problema

O problema consiste na ordenação de possíveis alternativas de locais para implantação de um aterro sanitário na Microrregião Araripina no estado de Pernambuco (Figura 2). A

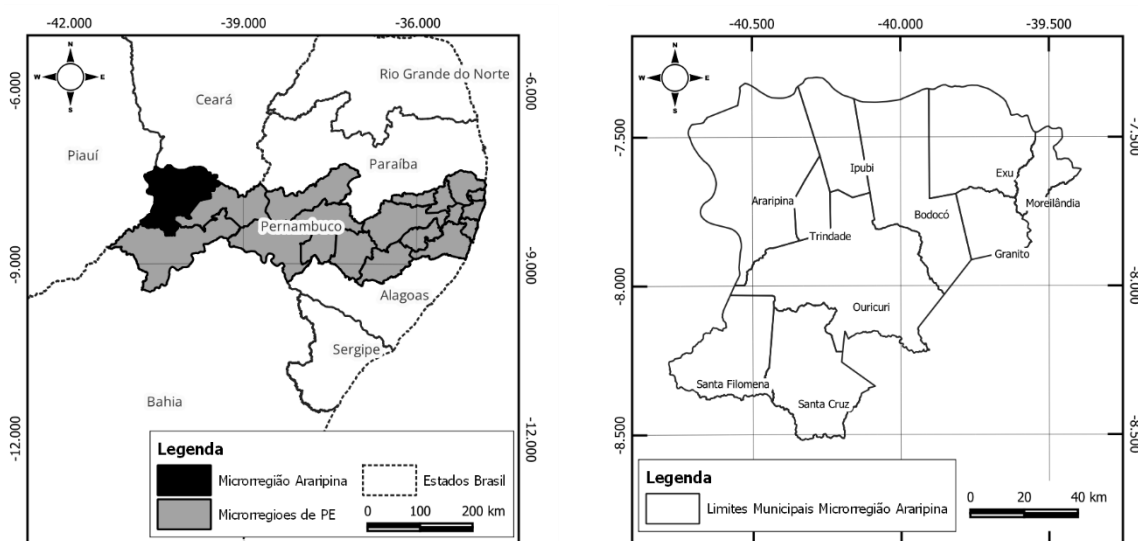
instalação e operação do aterro sanitário foi de interesse da iniciativa privada, cujo decisor do problema em estudo, foi o responsável legal pela empresa.

A empresa responsável pela implantação atua no setor de resíduos sólidos e busca expandir sua área de atuação com a construção de aterros sanitários de resíduos sólidos não perigosos.

A microrregião em estudo possui atualmente aterro sanitário em operação. Contudo, foi umas das últimas microrregiões a possuir aterro sanitário com licenciamento ambiental em operação. Nesse sentido, esse estudo de caso buscou modelar o problema, a partir das características da região e as preferências do decisor no ranqueamento dos municípios que deveriam receber a instalação de um aterro sanitário.

A partir da necessidade da gestão e disposição adequada de resíduos sólidos, bem como a necessidade de infraestrutura adequada, realizou-se a construção do modelo multicritério com auxílio do VFT.

FIGURA 2 - Localização da Microrregião Araripina e seus municípios.



Fonte: Esta Pesquisa (2024).

Em resumo, o contexto do problema envolve a necessidade de solucionar os desafios relacionados ao gerenciamento de resíduos sólidos na microrregião, levando em consideração aspectos técnicos, ambientais, políticos e financeiros. A tomada de decisão requer uma abordagem abrangente e estratégica para garantir que o projeto seja viável, sustentável e atenda às necessidades da comunidade e das partes interessadas.

3.2 Objetivos, critérios, alternativas e matriz de consequências

O problema de decisão em estudo considerou objetivos múltiplos, caracterizando-se como um problema multicritério. De maneira geral, o contexto do problema envolveu a necessidade de solucionar desafios relacionados ao gerenciamento de resíduos sólidos na microrregião, a partir de aspectos técnicos, ambientais, políticos e financeiros. A tomada de decisão exigiu uma abordagem abrangente e estratégica para garantir viabilidade, sustentabilidade e atendimento das necessidades da comunidade quanto a implantação do projeto.

Aspectos conjunturais no contexto do problema de implantação do aterro sanitário na microrregião de Pernambuco referem-se aos fatores atuais que podem influenciar a decisão e o desenvolvimento do projeto.

Esses aspectos desempenham um papel importante na compreensão do cenário em que a decisão está sendo tomada. Tais aspectos são: legislação ambiental e de resíduos sólidos, política local e regional, sensibilização ambiental da comunidade, economia regional, entre outros.

Nesse sentido, a partir da metodologia do VFT, foram obtidos os objetivos estratégicos, objetivos fundamentais e por fim, os critérios para aplicação da modelagem multicritério. A Figura 3 apresenta a formulação dos critérios deste modelo.

FIGURA 3 - Objetivos estratégicos, fundamentais e critérios do problema de decisão



Fonte: Esta pesquisa (2024).

Os critérios deste modelo multicritério são do tipo natural e construído. Os naturais são possíveis de serem medidos de forma direta, enquanto o construído precisa ser mensurado de forma indireta. Para o critério construído, estabeleceu-se níveis. A Tabela 1 apresenta os critérios naturais determinísticos, critério construído e suas respectivas características, tais como unidades de medidas, mensuração e direção.

A Figura 4 apresenta os critérios geoespaciais, cujo dados foram extraídos com auxílio de ferramentas de georreferenciamento.

O estudo de caso foi realizado na Microrregião Araripina. Como a modelagem buscava solucionar o problema numa perspectiva intermunicipal, a construção das alternativas considerou os municípios presentes na microrregião, quais sejam: Ipubi, Ouricuri, Santa Cruz, Santa Filomena, Moreilândia, Trindade, Granito, Exu, Bodocó e Araripina.

A construção do modelo resultou na matriz de consequências com as alternativas e respectivos critérios, conforme Figura 5.

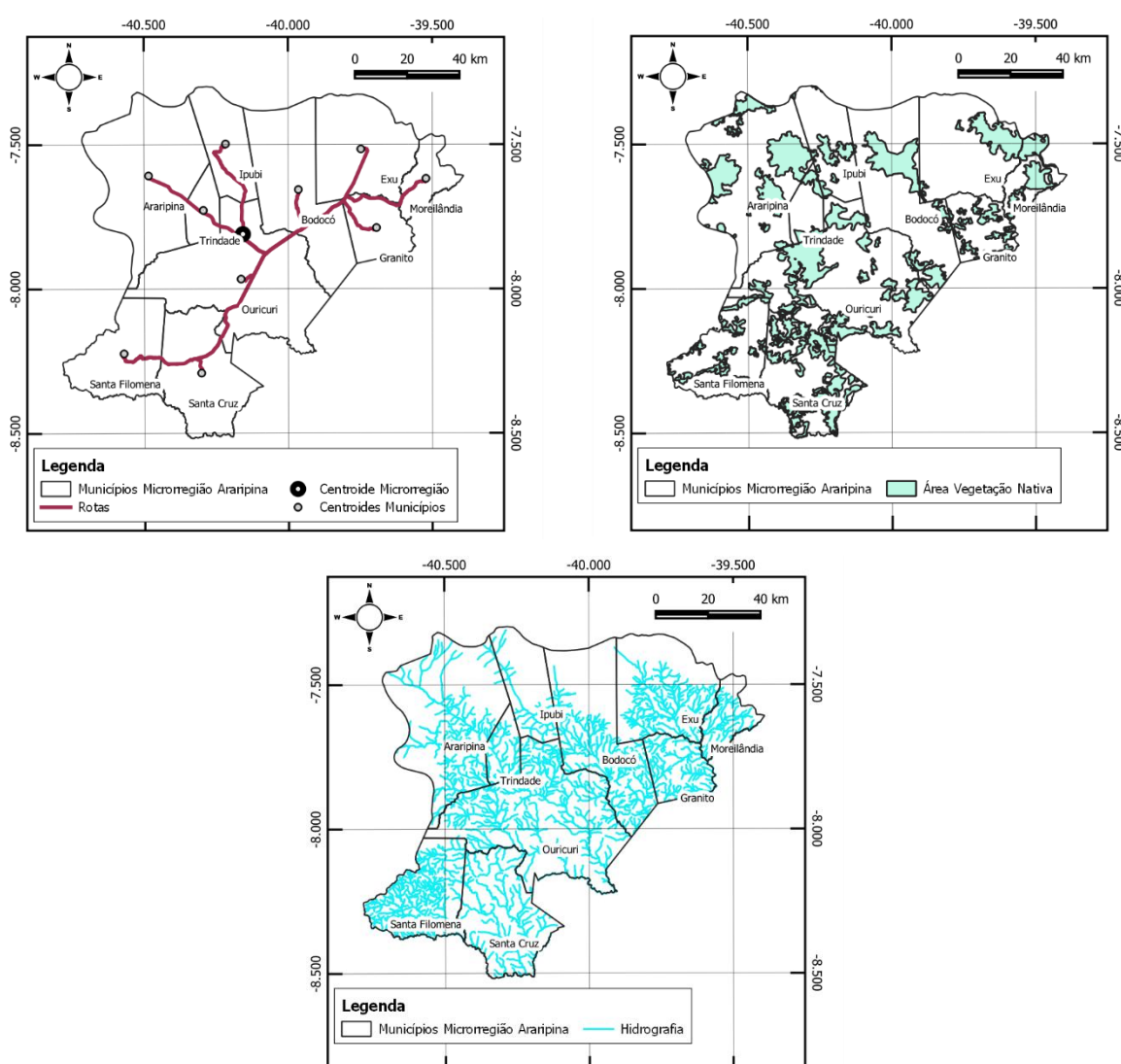
TABELA 1 - Apresentação e descrição dos critérios do modelo multicritério.

Critério		Direção	Descrição
Densidade Hídricos	Cursos	Minimização	Critério natural e determinístico. Corresponde a razão da extensão hídrica do município pela área do município. Unidade de medida km/km ² . Dados extraídos: IBGE (2023) e APAC (2024).
Densidade Vegetação Nativa		Minimização	Critério natural e determinístico. Corresponde a razão da área coberta por vegetação nativa pela área do município. Unidade de medida km ² /km ² . Dados extraídos: IBGE (2023) e IBGE (2024).
Nível Escolaridade	de	Maximização	Critério natural e determinístico. Corresponde a taxa de alfabetização das pessoas com pelo menos 10 anos de idade. Unidade de medida (%). Dado extraídos: IBGE (2010).
Geração Resíduos	de	Maximização	Critério natural e determinístico. Massa de resíduos domiciliares e públicos por ano. Corresponde a per capita (kg/hab/dia) multiplicado pela população (hab) do município. Unidade de medida ton/ano. Dados extraídos: SNIS (2022).
Custo Transporte	de	Minimização	Critério natural e determinístico que representa o custo para transportar os resíduos de cada município para o aterro sanitário.
Distância Disposição	de	Minimização	Corresponde a um critério natural e determinístico que representa a distância dos centroides de cada município ao centroide da microrregião. Unidade de medida em km.

Critério	Direção	Descrição
Complexidade	Minimização	Corresponde a um critério construído de 3 níveis, quais sejam: (1 - Nível) – Licenciamento depende apenas da esfera municipal; (2 – Nível) – Licenciamento depende das esferas municipal e estadual; (3 – Nível) – Licenciamento depende das esferas municipal, estadual e federal.
Diretrizes Ambientais		

Fonte: Esta pesquisa (2024).

FIGURA 4 - Critérios geoespaciais da Microrregião Araripina.



Fonte: Esta pesquisa (2024); Dados extraídos da APAC (2024) e IBGE (2024).

FIGURA 5 - Matriz de consequências

Alternativas	Critérios						
	Densidade Cursos Hídricos	Densidade Vegetação Nativa	Nível de Escolaridade	Geração de Resíduos	Custo de Transporte	Distância de Disposição	Complexidade Diretrizes Ambientais
Araripina	0,32	0,26	76,90	23280,08	246,38	46,40	1
Bodocó	0,42	0,20	72,90	1737,69	261,25	49,20	2
Exu	0,41	0,14	77,10	21551,34	400,91	75,50	1
Granito	0,64	0,24	75,30	1981,41	377,01	71,00	1
Ipubi	0,22	0,15	73,10	6161,51	240,01	45,20	1
Ouricuri	0,48	0,28	73,10	20669,62	164,08	30,90	1
Santa Cruz	0,42	0,36	70,40	2042,93	396,13	74,60	2
Santa Filomena	0,72	0,16	71,10	1481,77	541,62	102,00	2
Moreilândia	0,57	0,45	77,30	1365,98	487,46	91,80	2
Trindade	0,54	0,24	77,10	2183,11	106,73	20,10	2

Fonte: Esta pesquisa (2024).

Umas das primeiras etapas da modelagem é a ordenação das constantes de escala dos critérios, cuja avaliação foi realizada por decomposição, mas considerando a faixa de valor de cada critério. A ordem obtida foi a seguinte:

$$k_{Gde R} > k_{Dde D} > k_{DVeg} > k_{CDire} > k_{Cde T} > k_{DCurs} > k_{Nde E}$$

3.3 Objetivos, critérios, alternativas e matriz de consequências

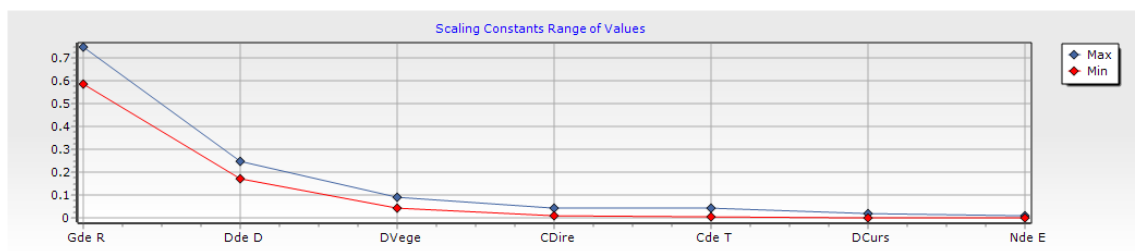
Umas das primeiras etapas da modelagem é a ordenação das constantes de escala dos critérios, cuja avaliação foi realizada por decomposição, mas considerando a faixa de valor de cada critério. A ordem obtida foi a seguinte:

A racionalidade estabelecida, de acordo com as preferências do decisor para realização da modelagem multicritério é de natureza compensatória, representando, por exemplo, que a relação entre os critérios proporciona a compreensão que o desempenho inferior de uma alternativa para determinado critério pode ser compensado em função de desempenho melhor da alternativa em outro critério.

Para modelagem multicritério utilizou-se o FITradeoff, que é um sistema de apoio a decisão. Esse software requer que modelo multicritério esteja previamente concebido e sua matriz de consequências formulada para ser utilizada como input na modelagem.

Realizou-se a avaliação intra-critério e inter-critério. A primeira forneceu a função valor de cada critério. A segunda mostrou o vetor de constantes de escala, conforme Figura 6.

FIGURA 6 - Matriz de consequências



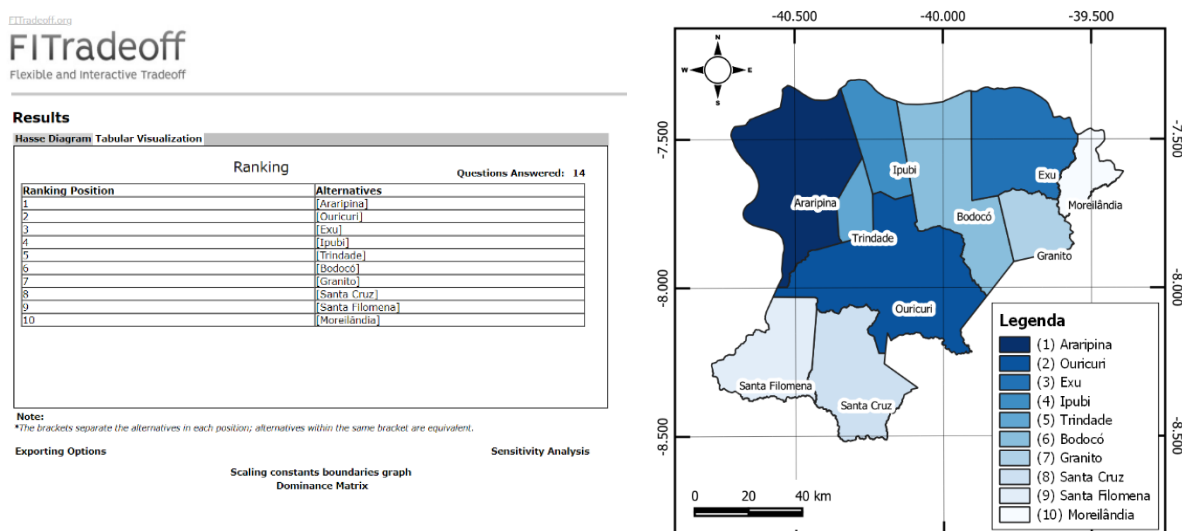
Fonte: Esta pesquisa (2024).

3.4 Discussão e resultados

A utilização do VFT para estruturar o problema multicritério e a aplicação do FITradeoff se mostraram ferramentas importantes para apoio na tomada de decisão. Na aplicação do estudo de caso, observou-se que o processo de estruturação de problemas foi capaz de estabelecer critérios representativos para licenciamento, implantação e operação de um aterro sanitário.

O uso do FITradeoff para análise deste problema foi bastante benéfico devido a possibilidade de ordenar as alternativas apenas com informações parciais. Outro ponto importante é a flexibilidade e interatividade da ferramenta. Os resultados da ordenação foram apresentados de forma georreferenciada e categorizados em faixas de cores azuis (Figura 7).

FIGURA 7 - Ordenação das alternativas para implantação de um aterro sanitário na microrregião de Araripina.



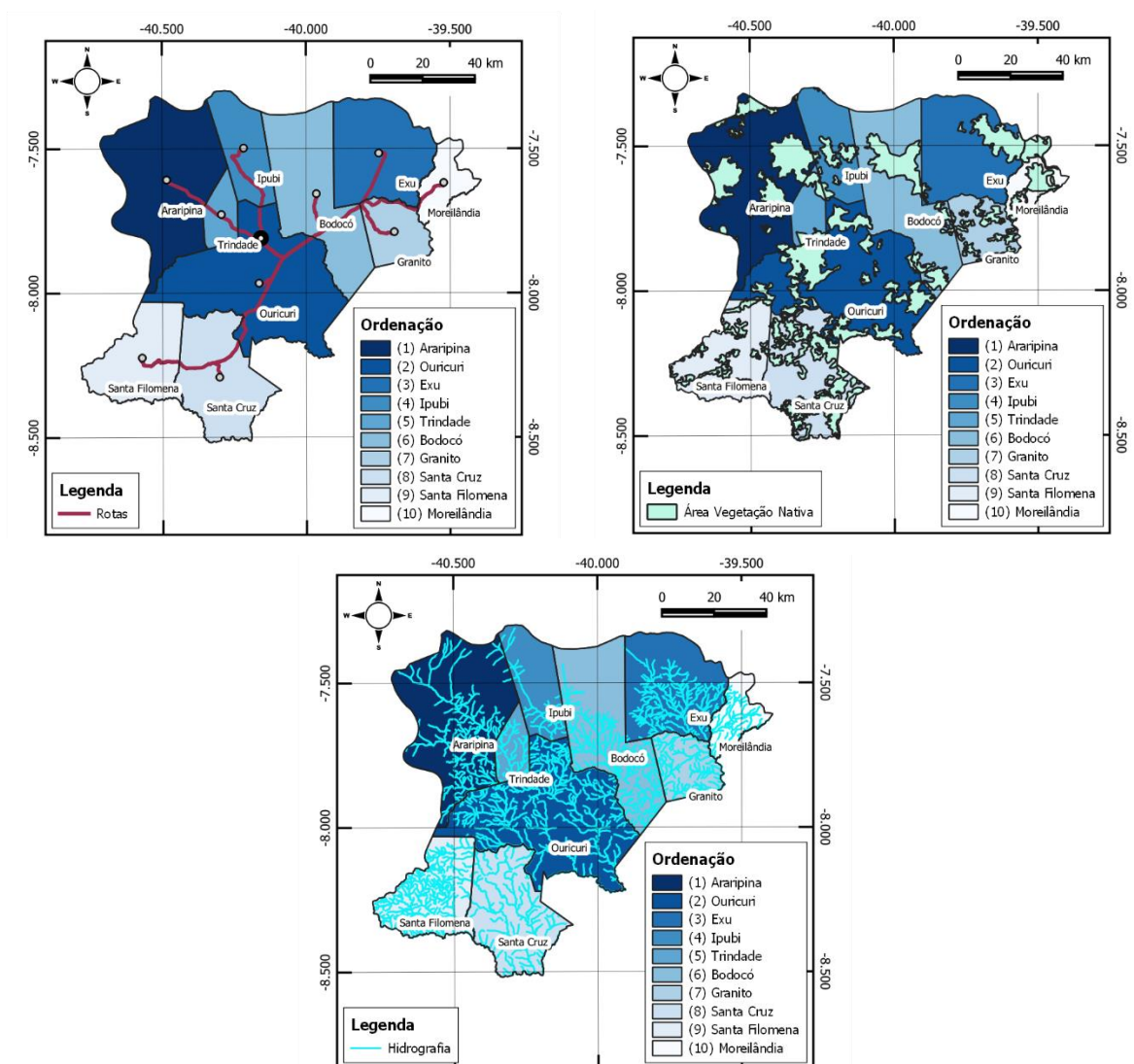
Fonte: Esta Pesquisa (2024).

Para este tipo de problema que remete a geolocalização, a utilização de ferramentas geoespaciais contribui no entendimento dos resultados. Na Figura 8 são apresentados os

resultados da ordenação final comparadas com os critérios geoespaciais. Observa-se que a distância do centroide do município de Araripina ao centroide da microrregião não é a menor, porém isso não foi um impeditivo para o município de Araripina alcançar a primeira colocação no ranking, o mesmo ocorrendo para os critérios de densidade de vegetação nativa e densidade hídrica.

Solucionar esse problema pela metodologia de ordenação possibilita a apresentação geral das alternativas, pois não se limita a mostrar a alternativa vencedora. Portanto, em uma análise global do problema e, porventura, a opção de implantar mais de um aterro sanitário, os resultados possibilitam a apresentação de outros locais.

FIGURA 8 – Comparação dos resultados com os critérios geoespaciais da Microrregião Araripina.



Fonte: Esta pesquisa (2024); Dados extraídos da APAC (2024) e IBGE (2024).

Esses resultados mostraram que esta estrutura de trabalho pode ser aplicada para qualquer análise de implantação de um aterro sanitário e análises correlatas, desde que sejam seguidas as bases conceituais apresentadas.

4. CONCLUSÕES

A estruturação de problemas com múltiplos objetivos é uma atividade frequente realizada em diversas organizações governamentais e não governamentais. A depender da complexidade do problema, é importante a utilização de técnicas de estruturação de problemas, sistemas de apoio a decisão multicritério e ferramentas geoespaciais. Esse conjunto de ferramentas se mostrou adequado para o contexto do problema apresentado nesse estudo.

Portanto, este trabalho buscou apresentar a estruturação de um problema de alta importância socioambiental atrelado a utilização de uma ferramenta de apoio a decisão para realizar a modelagem multicritério em um problema que abrange múltiplos objetivos. Bem como a utilização de metodologia de estruturação de problemas e ferramentas de georreferenciamento.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, Luciana Hazin; DE MIRANDA MOTA, Caroline Maria; ALENCAR, Marcelo Hazin. The problem of disposing of plaster waste from building sites: problem structuring based on value focus thinking methodology. *Waste management*, v. 31, n. 12, p. 2512-2521, 2011.

BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais. Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Brasília, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/emissoes-e-residuos/residuos/politica-nacional-de-residuos-solidos-pnrs>. Acesso em: 3 de maio de 2024.

BRASIL. Lei n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, p. 3, 3 ago. 2010.

BRASIL. Lei n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, p. 16509, 2 set. 1981.

BRASIL. Lei n.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, p. 1, 13 fev. 1998.

BRASIL. Lei n.º 10.165, de 27 de dezembro de 2000. Altera a Lei n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, p. 1, 28 dez. 2000.

BRASIL. Decreto n.º 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 4, 23 dez. 2010.

BRASIL. Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS). Série Histórica. Resíduos Sólidos. Brasília, 2022. Disponível em: <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/#>. Acesso em: 16 de maio de 2024.

DE ALMEIDA, Adiel Teixeira et al. Decisão em grupo e negociação: métodos e aplicações. Interciencia, 2021.

DAHAKKE, Parihar Suresh; BANSOD, Saket Narendra; PATIL, Prachita Ashok. Solid Waste Management: A Sustainable Waste Management for Human Health and Environment. Journal of Organisational Studies and Innovation, v. 10, n. 4, p. 27-88, 2023.

DA SILVA MONTE, Madson Bruno; MORAIS, Danielle Costa; DE FARIAS GOMES, Susane. A value-focused consumer's perspective with multiattribute evaluation of the water distribution system of a Brazilian city. In: 2017 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC). IEEE, 2017. p. 3350-3355.

DE ALMEIDA, Adiel Teixeira et al. A new method for elicitation of criteria weights in additive models: Flexible and interactive tradeoff. European Journal of Operational Research, v. 250, n. 1, p. 179-191, 2016.

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, v. 19, n. 4, p. 909-931, 2019.

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, v. 37, n. 05, p. 2050020, 2020.

KEENEY, Ralph L. Value-focused thinking: A path to creative decisionmaking. Harvard University Press, 1992.

K M Osei-Bryson, "An Integrated Framework for The Value Focused Thinking Methodology", Hawaii International Conference on System Sciences, 2018.

PERNAMBUCO. CPRH (Agência Estadual de meio Ambiente). Instrução Normativa N.º 008/2021. Dispõe sobre critérios locais para o licenciamento ambiental de aterros sanitários de resíduos sólidos não perigosos. Recife, 2021. Disponível em: https://www2.cprh.pe.gov.br/wp-content/uploads/2021/10/SEI_GOVPE-18191995-GOVPE-Instrucao-Normativa.pdf. Acesso em: 3 de maio de 2024.

PERNAMBUCO. CPRH (Agência Estadual de meio Ambiente). Resíduos Sólidos. Dados sobre resíduos sólidos em Pernambuco. Recife, 2020. Disponível em: <https://www2.cprh.pe.gov.br/monitoramento-ambiental/residuos-solidos/>. Acesso em: 3 de maio de 2024.

VARJANI, Sunita et al. Sustainable management of municipal solid waste through waste-to-energy technologies. Bioresource technology, v. 355, p. 127247, 2022.

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