

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

MARIA ISABEL SUASSUNA DA FONTE

LOCALIZAÇÃO DE UM CENTRO COMUNITÁRIO (COMPAZ) NA CIDADE DO
RECIFE: UMA APLICAÇÃO DO MÉTODO FITRADEOFF

RECIFE

2018

MARIA ISABEL SUASSUNA DA FONTE

LOCALIZAÇÃO DE UM CENTRO COMUNITÁRIO (COMPAZ) NA CIDADE DO
RECIFE: UMA APLICAÇÃO DO MÉTODO FITRADEOFF

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção.

Área de concentração: Pesquisa Operacional

Orientador (a): Prof. Dr. Adiel Teixeira de Almeida.

RECIFE

2018

F6821 Fonte, Maria Isabel Suassuna da.
Localização de um centro comunitário (Compaz) na cidade do Recife: uma aplicação do método FITradeoff / Maria Isabel Suassuna da Fonte. - 2018.
63 folhas, il., tabs. e equações.

Orientador: Prof. Dr. Adiel Teixeira de Almeida.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, 2018.
Inclui Referências.

1. Engenharia de Produção. 2. Centro comunitário. 3. Localização. 4. Decisão multicritério. 5. FITradeoff. I. Almeida, Adiel Teixeira de (Orientador). II. Título.

UFPE

658.5 CDD (22. ed.) BCTG/2018-108

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA
DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE
MESTRADO ACADÊMICO DE

MARIA ISABEL SUASSUNA DA FONTE

“LOCALIZAÇÃO DE UM CENTRO COMUNITÁRIO (COMPAZ) NA
CIDADE DO RECIFE: UMA APLICAÇÃO DO MÉTODO
FITRADEOFF”

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PESQUISA OPERACIONAL

A comissão examinadora composta pelos professores abaixo, sob a presidência do primeiro, considera o(a) candidato(a) **MARIA ISABEL SUASSUNA DA FONTE, APROVAD(A).**

Recife, 16 de fevereiro de 2018 .

Prof. ADIEL TEIXEIRA DE ALMEIDA, PhD (UFPE)

Prof. CRISTIANO ALEXANDRE VIRGÍNIO CAVALCANTE, Doutor (UFPE)

Prof. LUIZ HENRIQUE ALVES DE MEDEIROS, PhD (UFPE)

RESUMO

A escolha da localização de um centro comunitário da paz (Compaz) é uma questão chave do planejamento estratégico da cidade de Recife. A estruturação dessa decisão torna-se, portanto, um aspecto fundamental para a gestão pública. Dentre as características desse problema, há necessidade de atender a diversos objetivos simultaneamente, o que torna os métodos multicritério de apoio à decisão instrumentos importantes para auxiliar os gestores públicos nessa tomada de decisão. Sendo assim, este trabalho apresenta o passo a passo da construção de um modelo de decisão multicritério para auxiliar na decisão da escolha da localização de um Compaz. A construção do modelo levou em consideração as perspectivas de dois secretários municipais, obtendo, por fim, o ranking dos bairros para cada um deles. No estudo a estrutura de preferências desses atores foi avaliada com o uso do sistema FITradeoff, que possibilita a análise do problema multicritério com o uso de informação parcial. Isso permite a redução de erros de elicitação e do tempo de envolvimento dos decisores, comparativamente a outros métodos. Os resultados foram analisados e, ao final, foram feitas algumas considerações importantes acerca da experiência da aplicação prática.

Palavras-chave: Centro comunitário. Localização. Decisão multicritério. FITradeoff.

ABSTRACT

Choosing the location of a community peace center (Compaz) is a key issue in the strategic planning of the city of Recife. The structuring of this decision therefore becomes a fundamental aspect of public management. One of this problem's characteristics is its necessity to meet several objectives simultaneously – which makes multicriteria decision support methods important tools to assist public managers in this decision making. Thus, this work presents the conception of a multicriteria decision model to assist in the decision to choose the location of a Compaz. The construction of the model took into account the perspectives of two municipal secretaries, obtaining, finally, the ranking of the city districts for each of them. The preference structure of these actors has been assessed by using the FITradeoff system, which allows the analysis of a multicriteria decision problem with partial information. This allows less elicitation errors and less time consuming by the decision makers, comparatively to other methods. The results were analyzed and, at the end, some important considerations were made about the experience of this practical application.

Keywords: Community center. Location. Multicriteria decision making. FITradeoff

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.1-Roteiro da pesquisa.....	13
Figura 2.1-Fluxograma do Método FITradeoff.....	17
Figura 2.2-Perfis de Consequências Hipotéticas	18
Figura 2.3-Perfis de Consequências Hipotéticas	19
Figura 2.4-Perfis de Consequências Hipotéticas	20
Figura 2.5-Procedimento para Resolução de um Problema de Decisão.....	21
Figura 3.1-Compaz Eduardo Campos	29
Figura 3.2-Compaz Ariano Suassuna	29
Figura 3.3-Compaz	30
Figura 3.4-Biblioteca Compaz.....	31
Figura 3.5-Objetivos e critérios	34
Figura 3.6-Total de CVLI da Cidades	36
Figura 3.7-Bairros do Recife	37
Figura 3.8-Tela inicial	41
Figura 3.9-Tela inicial da ordenação das constantes de escala.....	42
Figura 3.10-Ordenação das constantes de escala	43
Figura 3.11-Exploração do Espaço de Consequências.....	44
Figura 3.12-Diagrama de Hasse decisor 1	47
Figura 3.13-Espaço de pesos	48
Figura 3.14-Mapa dos principais bairros usuários do Compaz	49
Figura 3.15-Bairros ordenados	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1-Resumo dos Critérios	35
Tabela 3.2-Matriz de Consequência	38
Tabela 3.3-Ordenação dos critérios	43
Tabela 3.4-Elicitação Decisor 1	45
Tabela 3.5-Ranking dos bairros	46

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação (2-1)	16
Equação (2-2)	18
Equação (2-3)	18
Equação (2-4)	18
Equação (2-5)	18
Equação (2-6)	18
Equação (2-7)	18
Equação (2-8)	18
Equação (2-9)	20
Equação (2-10)	20
Equação (3-1)	40

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
1.1	JUSTIFICATIVA	12
1.2	OBJETIVOS DO TRABALHO	13
1.2.1	Objetivo Geral.....	13
1.2.2	Objetivos Específicos	14
1.3	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	14
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO DA LITERATURA.....	15
2.1	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
2.1.1	Decisão Multicritério	15
2.1.1.1	Método FITradeoff	16
2.1.1.2	Construção de um modelo multicritério	21
2.2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	22
2.2.1	Localização de Instalações no contexto multicritério/multiobjetivo	22
2.2.2	Relevância dos Centros comunitários para a sociedade	25
2.3	SÍNTESE DO ESTADO DA ARTE E POSICIONAMENTO DESTE TRABALHO ..	26
3	MODELO MULTICRITÉRIO PARA LOCALIZAÇÃO DE UM CENTRO COMUNITÁRIO.....	28
3.1	DESCRIÇÃO DO MODELO	28
3.1.1	Caracterização do Município do Recife.....	28
3.1.2	Caracterização do Centro Comunitário da Paz (COMPAZ)	28
3.1.3	Descrição do Problema.....	31
3.1.4	Modelagem e estruturação do Problema	32
3.1.4.1	Etapa 1- Caracterizar decisor(es) e outros atores.....	32
3.1.4.2	Etapa 2- Identificação dos objetivos.....	33
3.1.4.3	Etapa 3- Estabelecer critérios	33
3.1.4.4	Etapa 4- Estabelecer espaço de ações e problemática	36
3.1.4.5	Etapa 5- Identificar fatores não controlados	39
3.1.4.6	Etapa 6- Efetuar modelagem de preferência.....	39
3.1.4.7	Etapa 7- Efetuar avaliação intracritério	40
3.1.4.8	Etapa 8 e 9- Efetuar avaliação intercritério e a avaliação das alternativas	42
3.1.4.9	Etapa 10- Efetuar a análise de sensibilidade.....	48

3.1.4.10	Etapa 11- Analisar resultados e elaborar recomendação	48
3.1.4.11	Etapa 12- Implementar decisão.	51
3.1.5	Considerações finais	51
3.1.5.1	Caracterização dos decisores e outros atores.	52
3.1.5.2	Identificação dos objetivos	53
3.1.5.3	Identificação dos critérios.....	53
3.1.5.4	Estabelecimento do conjunto de alternativas.....	54
3.1.5.5	Modelagem de preferência e escolha do método.....	54
3.1.5.6	Avaliação intercritério e das alternativas.....	55
4	CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	57
4.1	CONCLUSÕES	57
4.2	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	57
	<u>REFERÊNCIAS</u>	59

1 INTRODUÇÃO

A violência é um problema que aflige grande parte do território brasileiro, colocando o país entre os campeões mundiais nesse quesito. Segundo uma pesquisa realizada pela ONG mexicana Conselho Cidadão, 19 cidades brasileiras estavam presentes na lista das 50 cidades mais violentas do mundo no ano de 2016. Entre elas, estava o Recife, que ocupava a 28ª posição no ranking (BRETAS, 2017).

Solucionar ou minimizar o problema da violência requer uma grande mudança que envolve diversos aspectos, como sociais, econômicos e políticos. Essa conjuntura, para tanto, tem orientado a formulação e a implementação de novas políticas públicas nas cidades, visando garantir melhorias sociais.

Nesse sentido, a prefeitura do Recife inaugurou dois equipamentos públicos denominados Centros Comunitários da Paz (COMPAZ) na cidade, com o objetivo de enfrentar o problema, buscando alternativas na perspectiva de promover melhorias sociais e difundir a cultura da paz. O Compaz tem a finalidade de garantir a inclusão social e o fortalecimento comunitário, reduzindo os índices de violência. Para Colistra, Schmalz & Glover (2017), os centros comunitários têm sido um valioso contributo para a saúde e o bem estar social dos usuários e da cidade como um todo. Além dos benefícios decorrentes da construção dos relacionamentos e do fortalecimento de vínculos familiares e comunitários, os centros comunitários normalmente garantem acesso a informações, recursos e serviços variados para toda a população.

Uma questão chave acerca dos Compaz é a sua localização. Atualmente, em termos gerais, essa análise é conduzida de forma não estruturada, podendo prejudicar o desempenho do projeto. Ribeiro & Antunes (2002) acreditam que as decisões de localização de instalações no setor público envolvem grande quantidade de gastos e, portanto, precisam ser seriamente planejadas. Além disso, esse processo necessita atender diversas demandas de ordem social, econômica, ambiental, política, entre outras. Nesse contexto, os métodos multicritérios de apoio à decisão se configuram como um instrumento importante para auxiliar os gestores públicos nessa tomada de decisão. Ross & Soland (1980) garantem que as decisões em relação à localização de instalações públicas são verdadeiramente problemas multicritério e, portanto devem ser modelados como tal.

A partir disso, pôde-se constituir, então, o principal ponto desta pesquisa: estruturar a decisão sobre a localização de um centro comunitário na cidade de Recife-PE. Para tanto, este trabalho propõe desenvolver e avaliar um modelo de decisão multicritério.

O modelo foi construído em parceria com a Prefeitura da cidade do Recife, sob a perspectiva de 2 possíveis decisores e 3 especialistas. Os encontros foram conduzidos de modo a seguir um *framework* para a construção do modelo. Dentre as diversas abordagens encontradas na literatura para conduzir esse processo, optou-se por utilizar neste trabalho o modelo de 12 etapas proposto por de Almeida *et al.* (2015).

Durante o processo, foram estabelecidos os objetivos, que culminaram em sete critérios, além dos 25 bairros, dentre os 94 possíveis, que formaram o conjunto de alternativas. Dessa maneira, a análise da problemática, com auxílio de um analista, levou à escolha do Método FITradeoff (*Flexible and Interactive Tradeoff*) proposto por de Almeida *et al.* (2016).

Os resultados foram gerados com o auxílio de um Sistema de Apoio à Decisão (SAD) desenvolvido no Centro de Desenvolvimento em Sistemas de informação e Decisão (CDSID).

1.1 JUSTIFICATIVA

A localização das instalações, tanto no domínio público quanto no privado, é uma das decisões mais importantes dentro do planejamento estratégico e influencia diretamente no desempenho de todas as atividades, sejam elas da própria organização ou dos seus fornecedores e clientes (FANG; HECHENG, 2015).

Por tal importância, diversos métodos para auxiliar nessa decisão são encontrados na literatura, incluindo os métodos multicritério de apoio à decisão. Para Farahani, Steadieaseifi & Asgari (2010), o aumento do interesse por esses métodos voltados a problemas de tal natureza, tem se dado devido à necessidade de considerar diferentes critérios simultaneamente, resultando em soluções mais realistas. Além disso, a subjetividade, muitas vezes presente nas decisões de localização pode ser contemplada por esses métodos, o que não acontece com os mais tradicionais.

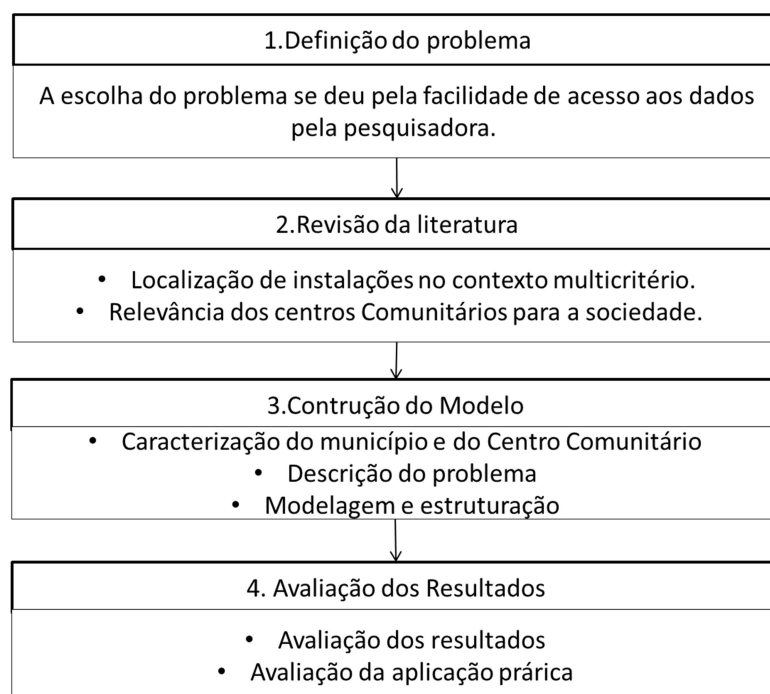
O âmbito deste trabalho gira em torno da decisão sobre a localização de um centro comunitário municipal. De uma maneira geral, na prática, essa decisão é normalmente tomada de forma não estruturada e, devido a sua grande importância - dado que a localização irá determinar a população que mais se beneficiará com a instalação - o presente trabalho propõe desenvolver um modelo de decisão multicritério para estruturar tal decisão.

Apesar da escassez de trabalhos na literatura acerca de centros comunitários, é clara a necessidade de investimento em pesquisa nessa área, uma vez que já existem resultados positivos que comprovam o reconhecimento e a conscientização da importância desses espaços para a sociedade.

A relevância desse trabalho se dá exatamente pela carência de estudos que orientem a gestores e dirigentes na utilização de métodos multicritérios para a localização de um centro comunitário e pela importância da estruturação dessa decisão.

O roteiro da pesquisa aplicada nesta dissertação está representado na figura 1.1 abaixo:

Figura 1.1-Roteiro da pesquisa



Fonte: Esta pesquisa.

1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desta pesquisa consiste em propor um modelo multicritério de apoio à decisão para estruturar a escolha de um bairro para localização de um centro comunitário (COMPAZ) na cidade do Recife.

1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são:

- Construir o modelo de decisão, de acordo com as etapas recomendadas por de Almeida *et al.* (2015);
- Avaliar o modelo de decisão sob a perspectiva de dois decisores.
- Fazer uma análise crítica da experiência da aplicação do SAD.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está estruturado em quatro capítulos, conforme explicado a seguir:

No capítulo I, a Introdução, apresentam-se as motivações e justificativas para o desenvolvimento do trabalho e os objetivos do estudo.

No capítulo II são apresentadas a fundamentação teórica e a revisão da literatura, que servirão de base para todo o estudo de caso. Numa primeira, fase é realizada explanação sobre os principais conceitos de Decisão Multicritério e do método FITradeoff. Ainda para embasar o estudo, são abordadas as etapas para a construção de um modelo multicritério e o método FITradeoff. Posteriormente, para avaliar o estado da arte, é apresentada a revisão de Literatura acerca de problemas de localização sob a ótica da análise multicritério e da relevância desses centros.

No capítulo III, foca-se na construção do modelo de decisão multicritério para a localização de uma nova unidade do COMPAZ. São definidos aqui os atores do processo, as alternativas, todos os critérios, além do método que será utilizado. Após a escolha do método, utiliza-se um Sistema de Apoio à Decisão para avaliar as alternativas, com o objetivo de alcançar um ranking dos bairros. Finalmente, são analisados os resultados e feitas as considerações finais.

No IV e último capítulo, são apresentadas as conclusões do trabalho e as recomendações para trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo apresenta a fundamentação teórica e a revisão de literatura, utilizadas como base para a execução deste estudo.

2.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A base conceitual utilizada para o trabalho é apresentada a seguir. A seção 2.1.1 apresenta uma breve fundamentação sobre decisão multicritério, o método FITradeoff e o processo de construção de modelos multicritérios utilizado para o desenvolvimento da pesquisa.

2.1.1 Decisão Multicritério

Em toda e qualquer organização, os gestores e executivos vivenciam, rotineiramente, a necessidade de tomar decisões sobre algo ou alguém. No geral, essas decisões visam atender mais de um objetivo, muitas vezes conflitantes entre si, e apresentam várias alternativas de solução, caracterizando-se como problemas de decisão multicritério (DE ALMEIDA *et al.*, 2015).

Para tais problemas, o uso de abordagens estruturadas e de Métodos Multicritério de Apoio à Decisão (MCDM/A) favorece a qualidade e a consistência da tomada de decisão (THOKALA *et al.*, 2016). Muitos autores têm utilizado esses métodos em diferentes contextos (DA FONTE; ALENCAR; DE ALMEIDA, 2017; DA FONTE *et al.*, 2017 ; FREJ *et al.*, 2017 PALHA; DE ALMEIDA; ALENCAR, 2016;).

Keeney & Raiffa (1993) afirmam que esses métodos auxiliam na avaliação das alternativas, combinando em uma avaliação geral as análises realizadas para cada critério individualmente. Essa Combinação ocorre através da avaliação subjetiva do decisor. Tem-se, então, uma decisão em que os diversos critérios são combinados subjetivamente (DE ALMEIDA, 2013). Enquanto outros métodos clássicos em pesquisa operacional não consideram o julgamento de valor do decisor na resolução do problema, de Almeida (2013) chama atenção disso como um fator fundamental dos métodos multicritério.

Diversos métodos de apoio à decisão multicritério são encontrados na literatura. Korhonen (1992) lembra que, apesar de serem diferentes, todos têm o objetivo de auxiliar um decisor a encontrar soluções apropriadas.

Para o presente trabalho, podemos destacar os métodos de agregação aditivos, mais especificamente os determinísticos. Assumindo racionalidade compensatória, essa “família” de métodos se caracteriza por agregar a avaliação das alternativas feitas para cada critério separadamente através de uma função valor global, representada na equação 2-1 (DE ALMEIDA *et al.*, 2013).

$$V(a) = \sum_{c=1}^n k_c v_c(a) \quad (2-1)$$

Onde:

$V(a)$ é a função valor global da alternativa a ;

$v_c(a)$ é a função valor marginal para cada critério c ;

k_c é a constante de escala para cada critério c ;

n é o número de critérios e

$\sum_{c=1}^n k_c = 1$ e $k_c \geq 0$.

As alternativas devem ser organizadas em ordem decrescente do valor global, de forma que a alternativa de maior valor global deve ser selecionada (DE ALMEIDA *et al.*, 2013).

Vários métodos utilizam como base esse procedimento de agregação. Aqui, será utilizado o método FITradeoff (DE ALMEIDA *et al.*, 2016), melhor detalhado na seção 2.1.1.1. Esse método tem sido abordado em diversos contextos. Frej *et al.* (2017) sugerem a utilização do FITradeoff para auxiliar a seleção de fornecedores em uma indústria alimentícia. Já Gusmão & Medeiros (2016) apresentam um modelo auxiliado pelo FITradeoff para seleção de sistemas de informação em uma fábrica de embalagens de vidro.

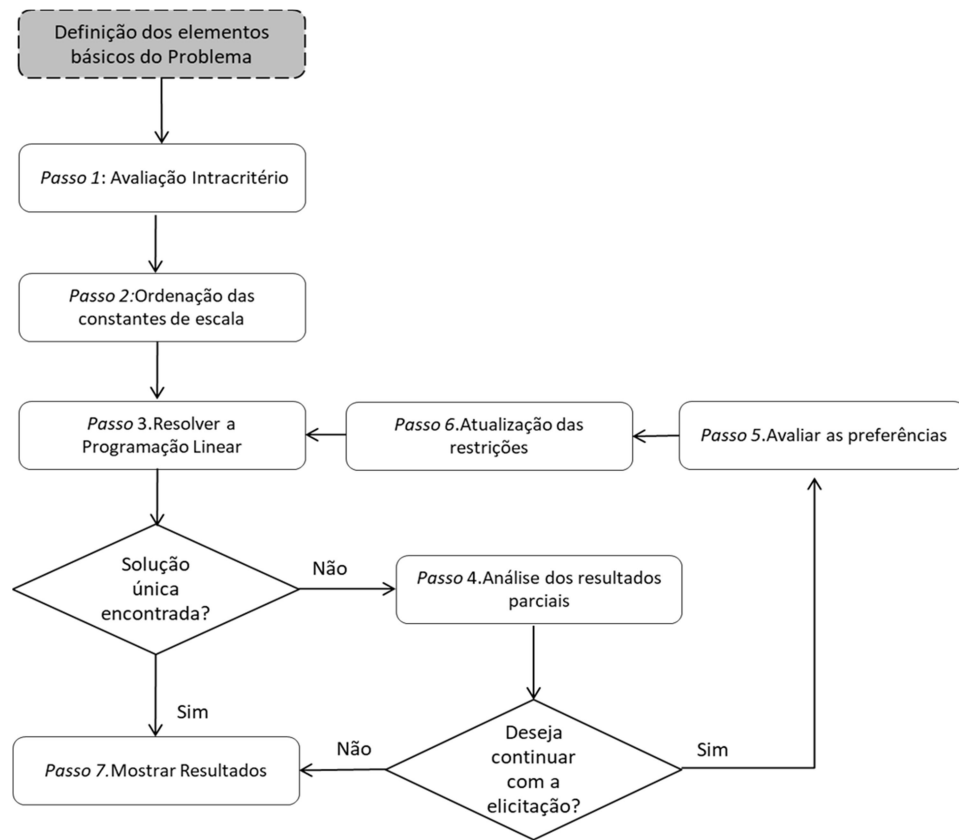
2.1.1.1 Método FITradeoff

Uma etapa crítica para os métodos de agregação aditivos e que foi questão chave para o surgimento do FITradeoff é o processo de elicitação das constantes de escala.

Nesse sentido, baseado no procedimento do Tradeoff tradicional (KEENEY; RAIFFA, 1993), que possui um estrutura axiomática robusta, o FITradeoff foi desenvolvido para tentar minimizar as inconsistências originadas pelo primeiro, que exige um alto esforço cognitivo em sua aplicação (DE ALMEIDA *et al.*, 2016).

De forma resumida, a aplicação do FITradeoff segue o passo a passo mostrado na figura 2.1.

Figura 2.1-Fluxograma do Método FITradeoff

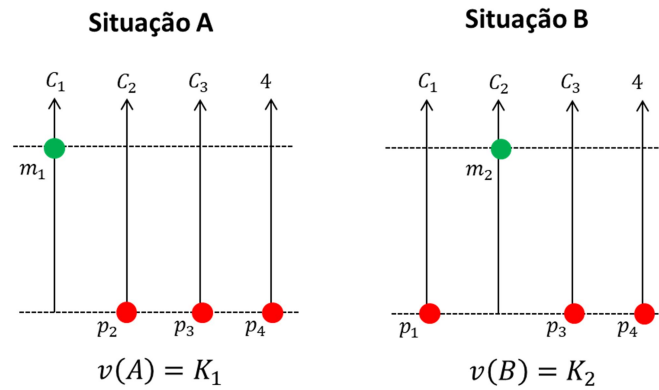


Fonte: adaptado de De Almeida et al. (2016)

Os aqui chamados passos 1 e 2 do método, a avaliação intracritério e a ordenação das constantes de escala, ocorrem de forma similar ao procedimento de Tradeoff tradicional (DE ALMEIDA, 2013).

Para obter a ordenação, questiona-se ao decisor a sua preferência em relação a duas situações hipotéticas, como exemplificado na figura 2.2.

Figura 2.2-Perfis de Consequências Hipotéticas



Fonte: adaptado de De Almeida et al. (2016)

A situação “A” apresenta a melhor consequência para o critério 1 e a pior para os critérios 2, 3 e 4. Já a situação B apresenta melhor consequência para o critério 2 e pior para 1, 3 e 4.

Se para o decisor a situação A for preferível à situação B, tem-se então que $k_1 > k_2$. Faz-se isso até obter a ordenação completa para todas as constantes.

No passo 3 do método, é feita a avaliação da potencial otimalidade das alternativas, resolvendo o problema de programação linear, apresentado abaixo.

$$\text{Max } \sum_{c=1}^n k_c v_c(x_{ca}), \quad a = 1, 2, \dots, m \quad (2-2)$$

s.a.

$$\sum_{c=1}^n k_c v_c(x_{ca}) \geq \sum_{c=1}^n k_c v_c(x_{cb}), \quad b = (1, 2, \dots, a, b \neq a) \quad (2-3)$$

$$\sum_{c=1}^n k_c = 1 \quad (2-4)$$

$$k_c \geq 0, \quad c = 1, 2, \dots, n \quad (2-5)$$

$$k_1 > k_2 > k_3 > \dots > k_n \quad (2-6)$$

$$k_{c+1} \leq k_c v_c(x'_c) - \varepsilon \quad \text{Para } c=1 \text{ até } n-1 \quad (2-7)$$

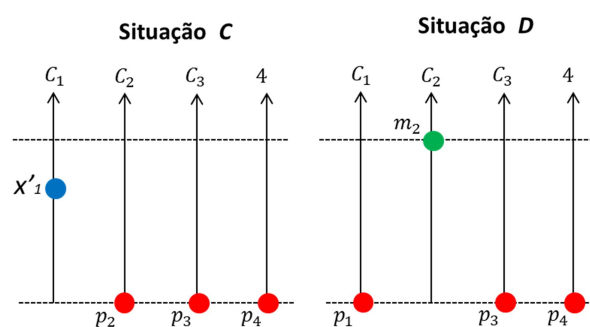
$$k_{c+1} \geq k_c v_c(x''_c) + \varepsilon \quad \text{Para } c=1 \text{ até } n-1 \quad (2-8)$$

Por ser um método interativo e flexível, as restrições da programação linear, que determinam o espaço de pesos, se modificam no decorrer do procedimento à medida que novas informações são obtidas do decisor. Em um primeiro momento, elas se resumem às restrições obtidas através da condição de potencial otimalidade, da normalização, da não negatividade e da ordenação das constantes de escala, representadas pelas equações 2-3, 2-4, 2-5 e 2-6, respectivamente. Então, como resultado inicial, encontram-se as alternativas potencialmente ótimas, ou seja, as alternativas para as quais o valor global é maior ou igual ao valor global das outras alternativas para pelo menos um vetor dentro do espaço de pesos. Caso seja encontrada uma única alternativa potencialmente ótima, o problema está resolvido, do contrário, no passo 4, o decisor avalia os resultados parciais e decide se quer continuar ou não no processo de elicitación.

Para o caso em que o decisor deseja avançar no processo, outras restrições, representadas pelas equações 2-7 e 2-8, irão aparecer no passo 5, a partir da avaliação das preferências do decisor, obtidas através de comparação de situações hipotéticas, exemplificadas na figura 2.3.

Supondo que a partir da ordenação realizada no passo 2 a relação $k_1 > k_2$ foi obtida, pode-se apresentar as seguintes situações hipotéticas ao decisor, em que C possui desempenho intermediário x'_1 no critério C_1 e pior desempenho nos demais, ao passo que D possui o melhor desempenho possível em C_2 e pior nos demais:

Figura 2.3-Perfis de Consequências Hipotéticas



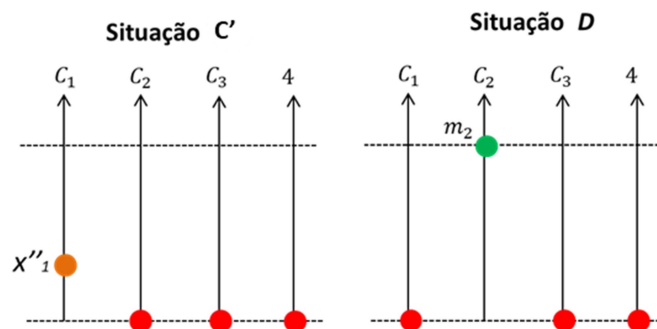
Fonte: adaptada de De Almeida et al. (2016).

Se para o decisor a situação C for preferível à situação D, como $v(m_i)=1$ e $v(p_i)=0$, surge a inequação representada pela equação 2-9.

$$k_2 < k_1 v_1 (x'_1) \quad (2-9)$$

Em um segundo momento, o desempenho no critério C_1 pode ser alterado de tal forma que o decisor prefira a situação D à C':

Figura 2.4-Perfis de Consequências Hipotéticas



Fonte: adaptado de De Almeida et al. (2016).

Nesse caso, surge a inequação representada pela equação 2-10.

$$k_2 > k_1 v_1 (x''_1) \quad (2-10)$$

Nota-se que não é necessário chegar ao ponto exato de indiferença entre as duas situações hipotéticas, pois o método trabalha com relação de preferência estrita.

No passo 6, essas inequações serão inseridas como novas restrições no problema e a programação linear será resolvida novamente a fim de refinar o subconjunto de alternativas potencialmente ótimas.

A cada interação com o decisor, mais inequações podem aparecer. Esse procedimento pode ser repetido várias vezes até que se chegue a uma solução única ou o decisor não esteja disposto a continuar o processo.

O passo 7 consiste em apresentar os resultados obtidos.

Por não exigir o estabelecimento dos pontos exatos de indiferença, como no Tradeoff tradicional, o FITradeoff requer um esforço cognitivo menor por parte do decisor, podendo

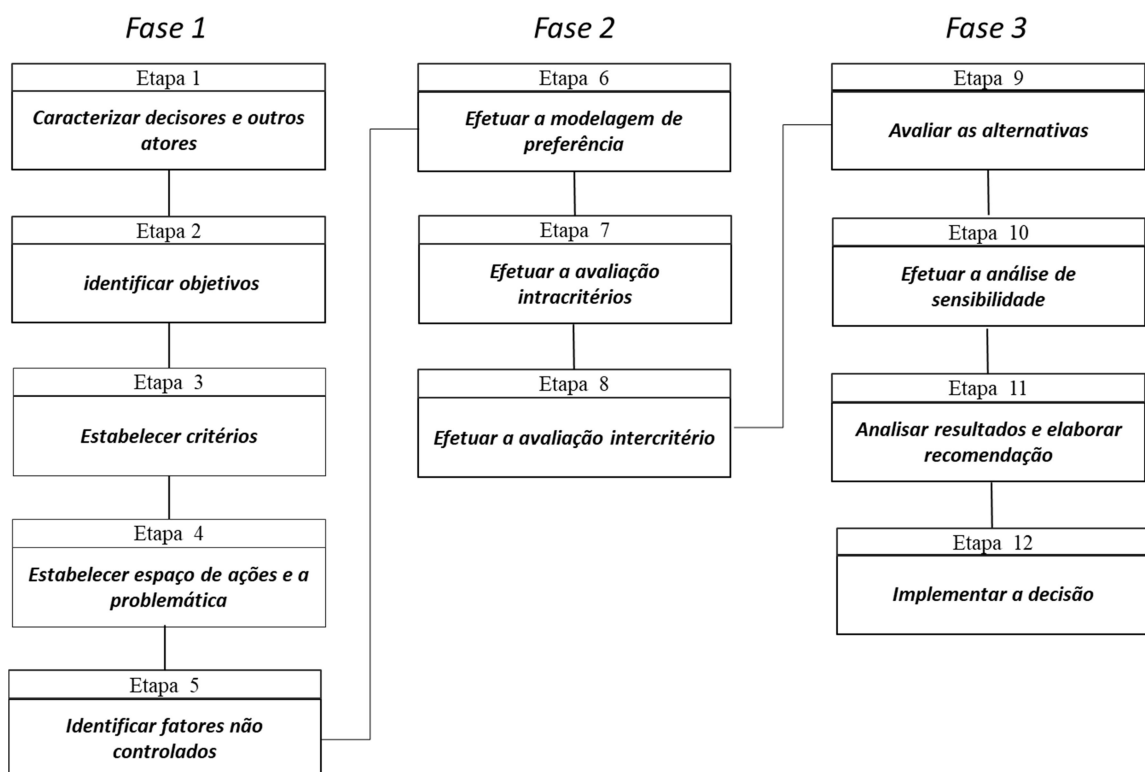
resultar em uma menor taxa de inconsistências. Além disso, é um método iterativo e flexível, que busca uma solução para o problema a cada interação com o decisor, e este pode suspender o processo quando julgar apropriado.

2.1.1.2 Construção de um modelo multicritério

Os modelos de decisão são construções formais e simplificadas de determinados problemas reais de decisão. Como foi dito anteriormente, quando tais decisões envolvem múltiplos critérios, eles são ditos como modelos de decisão multicritério.

O processo de construção desses modelos, apesar de exigir criatividade e inspiração, deve combinar as informações de forma estruturada e lógica, a fim de evitar erros conceituais (DE ALMEIDA, 2013). Para tanto, de Almeida *et al.* (2015) estabelecem um procedimento que, através de 12 etapas sucessivas, indica o passo a passo para elaboração do modelo. A figura 2.5 ilustra essas etapas.

Figura 2.5-Procedimento para Resolução de um Problema de Decisão



Fonte: adaptado de de Almeida (2013)

Nas cinco primeiras etapas, que constituem a primeira fase ou fase preliminar, serão estabelecidos os elementos básicos para a formulação do problema. Na fase 2 ,ou seja, nas etapas 6, 7 e 8, é selecionado o método que será utilizado e desenvolvida a modelagem de preferência. Na última fase, encontram-se as etapas finais, em que serão indicados os resultados e se dará a implementação (DE ALMEIDA *et al.*, 2013).

Esse procedimento será melhor detalhado no Capítulo 3 deste trabalho.

2.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esta seção apresenta a revisão da literatura com as principais contribuições no que se refere à localização de instalações sob a ótica multicritério e à importância dos centros comunitários para a sociedade.

2.2.1 Localização de Instalações no contexto multicritério/multiobjetivo

De maneira geral, vários fatores influenciam a decisão da localização de uma instalação. Sendo assim, aparentemente, desde o início, a tomada de decisão envolvendo múltiplos critérios foi implementada para problemas dessa natureza (FARAHANI; STEADIESEIFI; ASGARI, 2010).

Na literatura há uma vasta gama de trabalhos nas mais diversas áreas, incluindo instalações públicas e privadas, industriais ou de serviços que contemplam a tomada de decisão multicritério para problemas de Localização.

No contexto de Saúde, por exemplo, a seleção da localização de uma infraestrutura representa uma das decisões estratégicas mais importantes. Como alternativa para um problema de decisão de localização de uma unidade hospitalar, Eldemir & Onden (2016) propõem um modelo híbrido, formado pela integração entre o AHP (Analytic Hierarchy Process) e a análise GIS/espacial (Geographic Information System). A metodologia se inicia com a aplicação do AHP para determinar e priorizar os critérios de decisão que, em seguida, devem ser inseridos no GIS para resultar nos locais candidatos. Esses locais, então, são finalmente avaliados utilizando as duas abordagens e aquele que obtiver maior pontuação deve ser priorizado. O artigo ainda sugere uma análise de sensibilidade para avaliar os resultados referentes às mudanças nas prioridades dos parâmetros de decisão. Nessa mesma conjuntura, Dehe & Bamford (2015) analisam e comparam dois modelos de decisão multicritério, o ER (*Evidential Reasoning*) e o AHP (*Analytical Hierarchy Process*), para escolher, da forma mais conveniente, a localização de uma infraestrutura de saúde. Após a

comparação, os autores indicam como a estrutura mais transparente e robusta para esse caso específico uma combinação dos dois métodos. Nesse caso, é combinado o processo do ER com a avaliação par a par do AHP. Abdullahi, Mahmud & Pradhan (2014) também utilizam o AHP para selecionar os locais apropriados para novos hospitais. Dessa vez, Os autores comparam os resultados obtidos através da aplicação do AHP com os obtidos pelo modelo de avaliação OLS (*the ordinary least square*).

Na gestão da cadeia de suprimentos, a seleção de localização dos centros de distribuição (CD) ou centros logísticos (CL) também é uma das estratégias chaves. Portanto, a seleção apropriada desses centros é importante para otimizar todo o sistema logístico. Awasthi *et al.* (2011), com o objetivo de minimizar os custos de distribuição, o congestionamento nas áreas urbanas, os impactos aos residentes e ao meio ambiente, dentre outros aspectos, utilizam uma abordagem de decisão multicritério sob incerteza para o planejamento da localização de um CD. O modelo identifica os possíveis locais, seleciona os critérios de decisão, quantificando-os através da lógica Fuzzy e através do Fuzzy TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) avalia e seleciona a melhor localização. Elevli (2014), ainda sob o aspecto da imprecisão, seleciona um local para um CL utilizando o F-Promethee (Fuzzy Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation). O método incorpora ao Promethee a lógica fuzzy. Wang, Xiong & Jiang (2014), argumentam que a utilização da lógica fuzzy nos modelos multicritérios aumenta a confiabilidade do problema. O artigo então apresenta uma abordagem de decisão multicritério baseada na teoria dos conjuntos fuzzy e no mecanismo de credibilidade (*credibility mechanism*). Żak & Węgliński (2014) propõem um modelo que, através da utilização do ELECTRE III/IV, integra critérios econômicos, ambientais, sociais e aqueles relacionados a infraestruturas para avaliar os possíveis locais para um CL. O modelo é composto por duas etapas e como resultado fornece uma ordenação das regiões. Já Agrebi *et al.* (2016), utilizam o ELECTRE I para selecionar a localização mais apropriada. Para os autores, o método proposto permite validar a localização selecionada, avaliando os índices de discordância e a concordância simultaneamente.

Ainda com o mesmo objetivo dos anteriores, Rao *et al.* (2015), a partir de uma perspectiva de sustentabilidade, também sugerem um modelo de seleção para localização de um CL. Neste modelo, é utilizada a técnica de decisão em grupo FMAGDM (A fuzzy multi-attribute group decision making), considerando aspectos ambientais, sociais e econômicos para a tomada de decisão. Visando também encontrar o local mais apropriado para um CL, Tomic, Marinkovic & Markovic (2014) incorpora ao método AHP os algoritmos gulosos

(*Greedy algorithm*). Os autores argumentam que a utilização desses algoritmos traz vantagens para a metodologia já existente. Complementando esse estudo, Simic *et al.* (2015) propõem o uso do AHP e do K-means.

No que se diz respeito a plantas industriais, a seleção do local mais apropriado para a instalação é fundamental para a estratégia empresarial, uma vez que essa decisão leva a um compromisso de longo prazo, gerando um impacto significativo na competitividade da organização. Romero *et al.* (2015) apresentaram um estudo para selecionar a área com melhores condições para instalação de uma usina elétrica. Para tal, os autores consideraram vários critérios e utilizaram a programação de compromisso (Compromise Programming). Rehman (2016) sugeriu uma abordagem de decisão multicritério para avaliar os possíveis locais para a implantação de usinas eólicas. Critérios como velocidade e disponibilidade do vento, vantagens do local, detalhes do terreno, entre outros, foram considerados.

Para apoiar a gestão das águas e resíduos, vários modelos de tomada de decisão multicritério de localização também vêm sendo explorados. Kaya (2011), argumentando a importância da seleção da localização de uma estação de tratamento, propõe uma metodologia de tomada de decisão baseada no AHP e na lógica fuzzy. O autor evidencia a importância da adoção da teoria fuzzy, em ambientes de informação incompleta ou vaga. Pedrero *et al.* (2011) apresentam um modelo que utiliza uma análise multicritério baseada no GIS para identificar possíveis locais para um sistema de recuperação de água. A análise combina fatores econômicos, ambientais e técnicos e dez mapas temáticos. Também através da utilização do GIS, Krishna, Pandey & Karnatak (2017), propõem um modelo geoespacial multicritério para selecionar os locais para descarte de resíduos sólidos. Os autores acreditam que, por envolver fatores socioeconômicos, físicos e ambientais, essa decisão se torna crítica, principalmente quando se trata de países altamente povoados. Tsangaratos *et al.* (2017) propõem para processos de seleção do local para instalação de sistemas de recarga artificial de aquíferos (MAR), considerada uma estratégia inovadora na gestão da água, um Sistema Multicritério de Apoio à decisão que agrega, dentro de uma plataforma dinâmica, os principais parâmetros de engenharia das águas subterrâneas e as características geográficas que definem a eficácia dos projetos MAR. O trabalho utilizou o AHP dentro de um sistema GIS, para identificar locais adequados para os Sistemas de Recarga.

Também é possível encontrar trabalhos na literatura relacionados à localização de instalações temporárias sob o enfoque multicritério. Hosseini, de la Fuente & Pons (2016) sugerem um modelo para apoiar os decisores na escolha da localização para a construção de

habitações temporárias, necessárias devido à ocorrência de algum desastre natural como furacões, tsunamis ou terremotos. Através do MIVES (*The integrated value model for sustainable assessment*), o modelo indicará a localização ideal para essas habitações, levando em consideração aspectos econômicos, sociais, culturais e ambientais. O modelo foi desenvolvido visando maximizar o bem estar das pessoas desalojadas e das pessoas envolvidas na construção, bem como minimizar o impacto negativo na vida do bairro, no meio ambiente e nos gastos públicos. O novo modelo foi testado através de uma aplicação para encontrar a melhor localização de uma habitação temporária no caso de um provável terremoto. Esmaelian *et al.* (2015) também apresentam um Sistema de Apoio à decisão multicritério espacial para determinar locais para abrigo e de atendimento emergenciais para população caso ocorra um terremoto. Os autores combinam o sistema de informação geográfica com o PROMETHEE IV.

Conforme exposto acima, diversos trabalhos que relacionam decisões de localização e apoio à tomada de decisão multicritério são encontrados na literatura. Apesar disso, poucos artigos com esse enfoque a respeito de centros comunitários foram encontrados. Tong *et al.* (2010) desenvolveram um procedimento que considera vários critérios de acessibilidade para avaliar a localização de um centro comunitário para mulheres e crianças. Para os autores, a acessibilidade é fundamental na localização de uma instalação.

Os métodos multicritérios trazem inúmeros benefícios para as decisões envolvendo localização das instalações para os mais variados contextos. Em vista disso, no presente trabalho foi desenvolvido um modelo multicritério de apoio à decisão para auxiliar os decisores na escolha da localização mais apropriada para um centro comunitário municipal.

2.2.2 Relevância dos Centros comunitários para a sociedade

Os centros comunitários são equipamentos sociais que incentivam a interação comunitária disponibilizando diversos serviços para a sociedade. Para Colistra, Schmalz & Glover (2017) esses centros desempenham um papel valioso para a comunidade, decorrente tanto do acesso a serviços, recursos e informações resultantes de parcerias do centro com outras organizações, como de oportunidade ligadas a atividades físicas e de apoio emocional. Os autores exaltam a importância desses centros através de um estudo que visa analisar as influências de um centro comunitário na saúde e bem estar da comunidade.

Glover (2004) apresentou um estudo para avaliar a consequência da participação do cidadão em centros comunitários. O autor afirma a importância desses centros indicando-os

como locais para o desenvolvimento da cidadania e da comunidade. Já Xu, Gao & Yan (2005) apresentam um estudo que aponta os centros comunitários como a principal infra-estrutura de prestação de serviços na China urbana. Os autores apresentam-no como uma nova realidade e indicam a importância deles para a assistência social do país.

Berg *et al.* (2015) exaltam o valor das atividades sociais na qualidade de vida e na saúde dos idosos. Para eles, essas atividades são fundamentais para a prevenção da solidão. Através da pesquisa, os autores pontuam os centros comunitários entre uma das três opções de locais para socialização indicadas pelos idosos.

Ardila-Gómez *et al.* (2016) mostraram, através de entrevistas, a importância dos laços sociais para pessoas com doenças mentais, conseguidos através da participação em centros comunitários. Para eles, a vida comunitária proporciona benefícios tanto para pessoas com doença mental quanto para os outros membros da comunidade. Jones *et al.* (2013) observaram que a participação nos centros comunitários gera benefícios tanto para a saúde mental como para o bem-estar pessoal e social dos usuários. Como consequência, esses centros podem desempenhar um papel chave no auxílio aos serviços formais de saúde.

Convém ressaltar que uma questão importante para o sucesso de um centro comunitário, é a decisão da sua localização. E, nesse sentido, Bhatnagar (1983) apresenta um problema que utiliza gráficos interativos para estabelecer a localização de um centro de serviços sociais. Já Patel (1979), através de técnicas de pesquisa operacional, desenvolveu um modelo para localizar centros de serviços sociais rurais.

Importa destacar que, apesar da importância que os autores têm dado aos centros comunitários, relativamente poucos estudos a respeito desse tema foram encontrados na literatura, o que incentivou o desenvolvimento deste trabalho.

2.3 SÍNTESE DO ESTADO DA ARTE E POSICIONAMENTO DESTE TRABALHO

Através da revisão de literatura, podemos frisar aqui alguns pontos importantes:

- Embora seja possível notar a importância da pesquisa em relação aos centros comunitários, ainda é relativamente pobre a bibliografia relacionada a esse tema.
- Infelizmente, apesar da diversidade de trabalhos a cerca de Decisões em Localização no contexto multicritério, poucos trabalhos estão relacionados a centros comunitários.

Dada a escassez de estudos nesta área, procura-se neste trabalho estruturar a decisão de avaliar a melhor localização para um centro comunitário na cidade de Recife, levando em

consideração múltiplos critérios. Neste sentido, será desenvolvido um modelo de decisão multicritério para selecionar tal localização.

3 MODELO MULTICRITÉRIO PARA LOCALIZAÇÃO DE UM CENTRO COMUNITÁRIO.

Neste capítulo será apresentado um modelo multicritério para a seleção da Localização de um Centro Comunitário na cidade de Recife-PE. A seção 3.1.1 apresenta a caracterização do município, a 3.1.2 a caracterização do centro comunitário da paz (COMPAZ), a 3.1.3 a descrição do problema, a 3.1.4 a modelagem e a estruturação do modelo e finalmente a 3.1.5 as considerações finais.

3.1 DESCRIÇÃO DO MODELO

3.1.1 Caracterização do Município do Recife.

A cidade do Recife, capital do Estado de Pernambuco, apresenta cerca de 217,01 km² em extensão territorial, com uma população de aproximadamente 1.599.513 habitantes (IBGE,2010). O município é composto por 94 bairros, subdivididos em 6 Regiões Politico-Administrativas (RPAs).

3.1.2 Caracterização do Centro Comunitário da Paz (COMPAZ)

Apesar do município ser o ente mais próximo da população e representar a porta de entrada das políticas de assistência social, saúde e educação, legalmente não é papel dele a gestão da segurança pública. A legislação vigente atribui ao estado e à União esse dever, que tem sido executado tradicionalmente com enfoque repressivo e de controle social.

Diante desta conjuntura, a Prefeitura da Cidade de Recife, ciente do cenário violento em que a cidade se encontrava e tendo em vista a importância dos espaços públicos para as comunidades, concebeu em 2013, início da gestão atual, o Centro Comunitário da Paz, o COMPAZ.

Movido principalmente pela experiência colombiana das Bibliotecas Parques, o Compaz foi idealizado com a finalidade de difundir a Cultura de Paz na cidade. Fornecendo estruturas capazes de prover tanto espaços de convivência comunitária, quanto serviços de qualidade para as populações mais vulneráveis, o centro objetiva, numa perspectiva de trabalhar a prevenção, não só garantir a inclusão social, como o fortalecimento comunitário.

Atualmente, a Cidade de Recife possui dois COMPAZ, o Compaz Governador Eduardo Campos, localizado no bairro do Alto Santa Terezinha e inaugurado em março de 2016 e o Compaz Ariano Suassuna, localizado no bairro do Cordeiro e inaugurado em março de 2017.

Figura 3.1-Compaz Eduardo Campos



Fonte: Rafael Furtado/Folha de Pernambuco

Figura 3.2-Compaz Ariano Suassuna



Fonte: Arthur Mota/Folha de Pernambuco

Dentre as atividades oferecidas por ambas as unidades, estão as bibliotecas. Trabalhando sob uma nova dinâmica de conhecimento e cidadania, elas procuram envolver os jovens através de atividades lúdicas. Entre as atividades, oferecem contação de histórias; apresentações teatrais, musicais, circenses e literárias; rodas de diálogos com temáticas de combate às drogas, racismo, homofobia e violência contra mulheres.

O Compaz Governador Eduardo Campos ainda oferece um espaço para treino e competições de artes maciais, o Dojô; atividades esportivas e culturais; serviços de mediação de conflitos, atendimento especializado às mulheres vítimas de violência; Programa de Proteção e Defesa do Consumidor (PROCON); sala do empreendedor; aulas de inglês, espanhol, reforço de português e matemática, atividades e oficinas cidadãs.

O Compaz Ariano Suassuna também disponibiliza para a comunidade atividades culturais e esportivas; o Centro de Referência em Assistência Social (CRAS); o PROCON; serviços de Mediação de Conflitos; Sala do Empreendedor; orientações para ingresso no mercado de trabalho, para elaboração de currículo, para cadastro no “Sistema Mais Emprego” e sobre o PROUNI - Programa da Prefeitura do Recife que concede bolsas de estudos universitárias sem custos para estudantes. Oferece ainda Serviço de Atendimento à Mulher e psicológico; um setor de educação e qualificação profissional, com aulas de robótica, programação, informática básica e intermediária, aulas de idiomas online (Inglês, Espanhol, Italiano, Francês e Alemão), Curso de Eletricista Industrial, promovido pelo SENAI, Cursos de qualificação profissional e um Ateliê, que visa a formação da população para geração de renda. Além disso, o Compaz possui o Programa Acolhe Vida, que consiste no acolhimento inicial aos usuários e/ ou dependentes de álcool e outras drogas, incluindo a família envolvida neste contexto; atendimento psicológico, individual e grupos terapêuticos; encaminhamentos às Redes de Saúde e Assistência (SESEG).

Figura 3.3-Compaz



Fonte: <http://www2.recife.pe.gov.br>

Figura 3.4-Biblioteca Compaz



Fonte: Júlio Jacobina/Diário de Pernambuco

3.1.3 Descrição do Problema

Os centros comunitários da Paz (COMPAZ) que já operam no município do Recife têm trazido grandes benefícios para a comunidade como um todo. Diante disto, a Prefeitura da Cidade do Recife, tem como prioridade e metas para 2018, a construção de novas unidades do Compaz.

Para tanto, foi promulgada a Lei Nº 18.327/2017, que dispõe sobre as diretrizes para elaboração da Lei Orçamentária do exercício de 2018. Cumpre destacar o disposto na seção II, que disciplina as prioridades e metas da administração Pública Municipal:

Art. 3º A administração municipal, assim entendidos os órgãos que integram o Poder Executivo e respectiva administração indireta, inclusive a fundacional, estabelece para 2018, as seguintes prioridades e metas, por eixo de atuação:

(...)

VIII - segurança: promover a cultura de paz com novas unidades do Compaz (Centro Comunitário da Paz), consolidar o Pacto pela Vida do Recife, com foco nas áreas com maior índice de criminalidade, reestruturar a Guarda Municipal, realizar políticas sobre drogas;

(...)

X - esporte e lazer: manter e ampliar as atividades esportivas no Compaz, estimular o uso e manutenção dos equipamentos esportivos municipais em todas as RPAs, incentivar as atividades esportivas nas escolas da rede municipal de ensino, garantir a qualidade dos equipamentos de lazer e esportes nos espaços públicos, estimular o uso de ciclovias e ciclofaixas permanentes e de lazer.

Nesse contexto, um dos principais e mais debatidos aspectos acerca de uma nova unidade do Compaz é o local onde ela será instalada. Todo o planejamento em relação a sua instalação comporta na etapa inicial uma análise sobre a localização.

Experiências anteriores demonstram que a localização do Compaz está intimamente relacionada com a parte da população que será beneficiada. Uma vez que os usuários são predominantemente de baixa renda, certamente o deslocamento comprometeria o orçamento doméstico. A partir de tal compreensão, a decisão por beneficiar comunidades locais de Recife, embora não seja tratada de forma bem estruturada na prática, necessita atender a diversas demandas, de ordem social, econômica, entre outras, muitas vezes conflitantes entre si.

Desse modo, o caráter multidimensional dado ao problema em questão justifica a busca por metodologias que integrem os múltiplos objetivos. Os métodos multicritério, portanto, surgem como uma alternativa oportuna para apoiar a organização a partir dessa abordagem.

Em decorrência disso, este trabalho propõe um modelo multicritério para estruturar a decisão em relação à localização de uma nova unidade do Compaz na Cidade de Recife.

3.1.4 Modelagem e estruturação do Problema

Para conduzir o processo de modelagem e estruturação do problema e aplicação prática, foi utilizado o procedimento para construção de um modelo de decisão multicritério proposto por de Almeida *et al.* (2015). A aplicação das 12 etapas está descrita nos itens a seguir.

3.1.4.1 Etapa 1- Caracterizar decisor(es) e outros atores

A primeira etapa consiste na identificação do(s) decisor(es) e dos outros atores (especialistas, analistas, assessor e stakeholders). Nesta etapa, é importante deixar claro se o problema envolve múltiplos ou um único decisor.

Apesar do problema em questão poder ser tratado como uma decisão em grupo, ou seja, envolver mais de um decisor, aqui, serão consideradas as perspectivas de dois decisores individuais: o Secretário de Desenvolvimento Social e o Secretário Executivo de Segurança Urbana. A incorporação dos valores subjetivos dos decisores permitiu que uma mesma alternativa fosse avaliada de maneira distinta para cada decisor.

O processo foi conduzido por uma analista, que também assumiu o papel de facilitadora, e contou com a presença de três especialistas, que forneceram informações factuais sobre o problema.

3.1.4.2 Etapa 2- Identificação dos objetivos

Na segunda etapa, os objetivos do problema devem ser identificados. No presente estudo de caso, a identificação dos objetivos foi realizada a partir de uma discussão inicial entre os decisores e especialistas acerca da missão, valores, princípios e compromissos que nortearam a concepção do COMPAZ como “Fábrica de Cidadania”.

Como resultado, o objetivo fundamental da instalação é reduzir a violência da cidade, através do aumento da inclusão social e do fortalecimento comunitário.

Pretende-se que esse objetivo principal seja alcançado a partir dos objetivos específicos descritos abaixo:

- Reduzir a criminalidade dos bairros, a partir de atividades que promovam o bem-estar social da população.
- Maximizar o impacto social com a implantação, garantindo para isso o fácil acesso ao maior número de pessoas.
- Priorizar as demandas sociais urgentes, verificando a disponibilidade de serviços de assistência, saúde, educação e segurança, bem como a vulnerabilidade da população.
- Melhorar os indicadores sociais, através da oferta de cursos e atividades dirigidas à educação com a geração de conhecimento e oportunidades.
- Utilizar de forma eficiente os recursos públicos, uma vez que os mesmos são cada vez mais limitados e o poder público tem uma vasta gama de serviços a prestar para atender as necessidades sociais.

3.1.4.3 Etapa 3- Estabelecer critérios

Na terceira etapa, os objetivos são associados a critérios de decisão que os representarão no processo de modelagem. Para cada objetivo deve existir uma variável que meça o grau de desempenho que se pode alcançar nesse objetivo. A complexidade dessa etapa é identificar quais critérios são relevantes para o problema em questão (HENING; BUCHANAN, 1994). Roy (1996) afirma que é preciso considerar todos os objetivos e não deve haver redundância entre os critérios.

Baseados nos objetivos explicitados na etapa anterior, os critérios foram definidos pelos decisores como segue:

Figura 3.5-Objetivos e critérios



Fonte: Esta pesquisa

CVLI (Crimes Violentos Letais Intencionais): considera a taxa de ocorrência de CVLI em cada bairro, em relação aos casos ocorridos em toda a cidade. É um critério essencial para essa análise, uma vez que o objetivo fundamental do COMPAZ é a redução da violência. Dessa forma, queremos maximizar esse critério para, então, atender os bairros mais violentos. Foram então utilizados os números de CVLI acumulados de 2016 e 2017.

Facilidade de acesso: representa a facilidade de acesso à instalação. Para tanto, os bairros foram qualificados pelos decisores e especialistas como de fácil, médio ou difícil acesso em relação à disponibilidade de transporte público. Nesse caso, a preferência é pelos bairros com acesso mais fácil.

Densidade Demográfica: é utilizado o índice de densidade demográfica de cada bairro (habitantes por quilômetro quadrado), obtido através do Censo Demográfico de 2010. Esse critério visa contemplar o número de pessoas beneficiadas pela instalação, identificando as regiões mais povoadas.

Quantidade de equipamentos públicos: representa a presença de serviços de assistência, saúde, educação e defesa social no bairro. Para tal, é considerada a soma do número de instalações de serviço das quatro categorias presentes em cada bairro. Como o

objetivo é atender os bairros mais carentes em relação ao serviço público, deve-se minimizar esse critério.

Rendimento mensal: é o rendimento nominal médio mensal dos domicílios de cada bairro, sem considerar os domicílios sem declaração de rendimento nominal mensal. A preferência deve ser, então, para os bairros com rendimento mensal menor, portanto, deve-se minimizar o critério. Esse índice foi elaborado pela Secretaria de Controle e Desenvolvimento Urbano e Obras.

Taxa de analfabetismo: é a taxa que indica o percentual das pessoas no bairro de 10 anos ou mais de idade incapazes de ler ou escrever pelo menos um bilhete simples. Nesse caso, pretende-se maximizar esse critério, para assim, atingir a áreas com um maior índice de analfabetismo.

Custo: devido à inviabilidade de determinar o custo exato para a instalação de um Compaz, o que se pode considerar uma limitação do modelo, utilizou-se um critério binário que divide os bairros em: aqueles que já possuem ou não estrutura ou terreno disponível.

A tabela 3-1 apresenta um resumo com as informações de cada critério.

Tabela 3.1-Resumo dos Critérios

Critério	Tipo	Descrição	Escala	Unidade
CVLI	Maximização	CVLI referente ao Total de CVLI da Cidade	1 a 6,8	%
Acesso	Minimização	facilidade de acesso da instalação	1: Fácil 2: Médio 3: Difícil	Pontuação
Densidade Demográfica	Maximização	índice de densidade demográfica de cada bairro	1,37 a 302,81	hab/Km2
Quantidade de equipamentos públicos	Minimização	soma do número de instalações de serviço público	4 a 50	Unidade
Rendimento mensal	Minimização	rendimento nominal médio mensal dos domicílios de cada bairro	705,83 a 7108	R\$
Taxa de analfabetismo	Maximização	Taxa da analfabetismo de cada bairro	0,7 a 16,8	%
Custo	Minimização	Possuir ou não estrutura pré-pronta ou terreno	0: Possui 1: Não possui	Pontuação

Fonte: Esta pesquisa

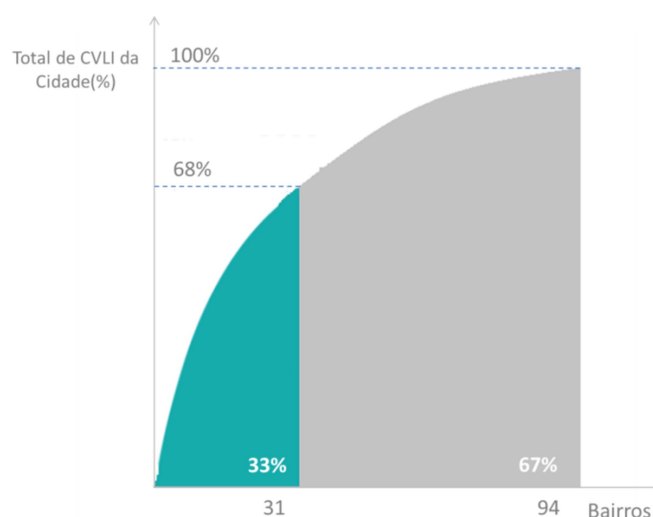
3.1.4.4 Etapa 4- Estabelecer espaço de ações e problemática

A quarta etapa envolve a estruturação do espaço de ações, a geração das alternativas e a determinação da problemática. Na identificação do espaço de ações, deve-se analisar se ele será discreto ou contínuo; se permanecerá o mesmo desde o início ou se modificará no transcorrer do processo decisório.

Nesse caso, o processo de busca do espaço de ações foi iniciado através da análise dos dados relativos ao número de Crimes Violentos Letais Intencionais (CVLI) de cada bairro da cidade referentes ao ano de 2016 e ao primeiro semestre de 2017, como forma de veto.

Da extensa lista, observou-se que apenas 31 bairros eram responsáveis por 68% dos casos de CVLI ocorridos na cidade, representados pela figura 3.6.

Figura 3.6-Total de CVLI da Cidades

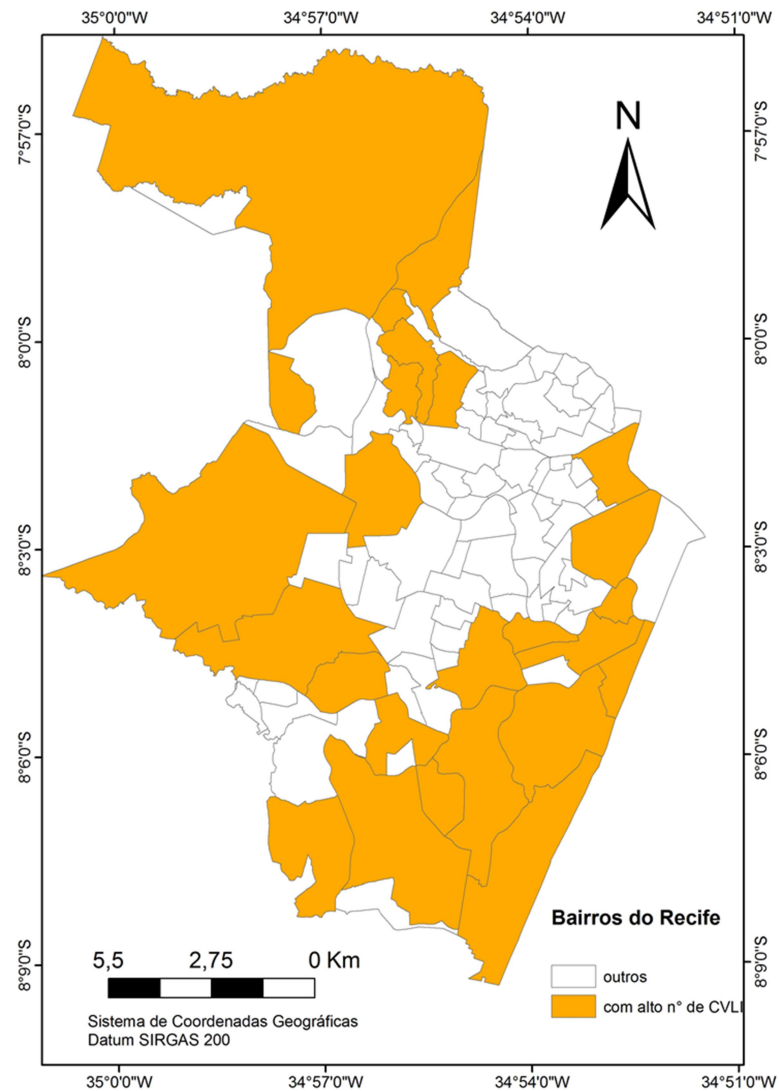


Fonte: Esta pesquisa

O gráfico facilitou a visualização dos decisores e permitiu a identificação dos bairros que requerem mais atenção e tratamento adequado e, portanto, candidatos a receber o Compaz.

Desses 31 bairros, foram excluídos aqueles já contemplados com um dos dois Compaz existentes, chegando finalmente a uma lista de 25 possíveis, demarcados na figura 3.7.

Figura 3.7-Bairros do Recife



Fonte: Esta pesquisa

O conjunto de alternativas, portanto, é discreto e estável, formado por 25 bairros que agora representam 64,8% dos casos de CVLI ocorridos na cidade. Ou seja, cerca de 27% dos bairros são responsáveis por cerca de 65% dos CVLI.

A tabela 3.2 apresenta a matriz de consequências para cada um dos 25 bairros por critério.

Tabela 3.2-Matriz de Consequência

BAIRROS	CVLI referente ao Total de CVLI da Cidade (%)	Taxa de analfabetismo (%)	Densidade demográfica	Renda Mensal Média	Disponibilidade de terreno/ estrutura	Facilidade do acesso ao bairro	Quantidade Equipamento públicos
Bairro 1	6,8	7,4	157,97	1182,43	NÃO	DIFÍCIL	50
Bairro 2	4,5	7,8	46,38	2446,83	NÃO	FÁCIL	21
Bairro 3	4,3	8,4	72,85	2108,44	NÃO	DIFÍCIL	26
Bairro 4	4,7	8,4	49,69	1180,16	SIM	DIFÍCIL	27
Bairro 5	3,5	11,1	189,91	898,39	NÃO	MÉDIO	25
Bairro 6	2,7	7,2	98,24	1545,82	NÃO	FÁCIL	17
Bairro 7	4	6,8	31,24	2049,33	NÃO	DIFÍCIL	28
Bairro 8	2,4	5,1	121,96	1973,1	NÃO	FÁCIL	12
Bairro 9	2,3	8,5	145,04	2132	NÃO	FÁCIL	13
Bairro 10	2,1	9,5	73,52	1892,1	NÃO	FÁCIL	36
Bairro 11	2,6	8,2	193,38	1165,9	NÃO	FÁCIL	16
Bairro 12	2,4	4,7	124,51	1941,97	NÃO	MÉDIO	12
Bairro 13	1,7	14,4	1,37	1.159,26	NÃO	DIFÍCIL	6
Bairro 14	1,9	16,8	144,85	705,83	SIM	MÉDIO	9
Bairro 15	2,6	6,7	120,22	2045,08	NÃO	MÉDIO	21
Bairro 16	2,7	2,4	163,17	7108	NÃO	FÁCIL	21
Bairro 17	1,4	8,2	302,81	1.220,81	NÃO	FÁCIL	7
Bairro 18	1,9	12,9	49,98	824,02	NÃO	DIFÍCIL	9
Bairro 19	1,8	9,7	20,56	1216,36	NÃO	MÉDIO	10
Bairro 20	1	8,5	40,49	1841,34	NÃO	DIFÍCIL	6
Bairro 21	1,3	8,8	162,25	1387,01	SIM	MÉDIO	9
Bairro 22	1,4	12,9	155,5	1037,66	NÃO	DIFÍCIL	8
Bairro 23	1	2,7	139,27	2454,22	NÃO	FÁCIL	8
Bairro 24	1,3	0,7	3,53	1477,92	NÃO	FÁCIL	4
Bairro 25	2,6	12,8	26,62	1402,11	NÃO	FÁCIL	5

Fonte: Esta pesquisa

Também na mesma etapa, deve-se selecionar o tipo de problemática. Segundo Roy (1996), dependendo da finalidade do problema, pode-se considerar quatro tipos de problemática, descritas a seguir.

- Problemática de escolha ($P.\alpha$): reduz o máximo possível o conjunto de alternativas, contendo a(s) melhor(es) ação(es), para possibilitar eventualmente a escolha de apenas uma ação;
- Problemática de classificação ($P.\beta$): classifica as alternativas em categorias previamente estabelecidas para apoiar a decisão;
- Problemática de ordenação ($P.\gamma$): estabelece um ranking das alternativas de forma completa ou parcial, conforme preferências do decisor;

- Problemática de descrição (P.δ) : descreve as ações e suas consequências para apoiar a tomada de decisão.

Visto que o objetivo seria avaliar os resultados obtidos através da perspectiva de dois possíveis decisores, aqui, foi escolhida a problemática de ordenação, pois permitiria essa comparação.

Tanto a estruturação quanto a definição da problemática auxiliam o árduo processo de seleção do método adequado, uma vez que elas acabam restringindo a utilização de alguns métodos dentre a vasta gama encontrada na literatura (DE ALMEIDA *et al.*, 2013).

É importante observar que, ao passar por este processo, o grupo (decisores, especialistas e analista) adquiriu uma maior compreensão sobre as virtudes e os benefícios concedidos por um processo de decisão estruturado no ambiente público.

3.1.4.5 Etapa 5- Identificar fatores não controlados

Na quinta etapa, última etapa da fase preliminar, os fatores não controlados devem ser identificados. Foi considerado que no presente modelo não existem fatores relevantes que não estão sob o controle dos decisores.

3.1.4.6 Etapa 6- Efetuar modelagem de preferência

A segunda fase do procedimento se inicia com o desenvolvimento da modelagem das preferências do decisor e, em conjunto com as etapas 7 e 8, escolhe-se um dentre os métodos multicritério disponíveis.

Como cada método apresenta particularidades e nenhum deles pode ser aplicado indiscriminadamente para todos os problemas (BELTON; STEWART, 2002), foi preciso primeiramente avaliar as características e as especificidades do problema e do decisor.

Inicialmente, de maneira simplificada, através de vários questionamentos, foi avaliada a racionalidade de todos os decisores. Foi possível notar que, para eles, um bom desempenho em um critério pode compensar um mau desempenho em outro critério. Por exemplo, o mau desempenho das alternativas com um “baixo” número de CVLI por habitante, pode ser compensado por um baixo custo. Vale ressaltar que as alternativas com índices muito baixos de CVLI foram vetadas no início da construção do modelo. Sendo assim, foi assumida uma racionalidade compensatória. Para de Almeida *et al.* (2013) essa avaliação ainda é pouco tratada na literatura.

Ao se admitir uma racionalidade compensatória, restringiu-se a lista de possíveis métodos. Dentre os métodos que admitem tal racionalidade, encontram-se aqueles baseados no modelo aditivo, que são bastante utilizados.

Para os métodos aditivos, é necessário verificar se os critérios são mutuamente independentes em preferência, ou seja, se a estrutura de preferência condicional no espaço em um determinado critério, fixando o valor de outro critério, é independente deste valor que foi fixado. Como a condição de independência foi satisfeita para diversos pares de consequência, pôde-se optar por um método de agregação aditiva.

Analisando os diversos métodos possíveis, o FITradeoff (DE ALMEIDA *et al.*, 2016) foi escolhido por apresentar inúmeras vantagens: possui uma forte estrutura axiomática pois toma como base o procedimento do Tradeoff tradicional (KEENEY; RAIFFA, 1996); apresenta um caráter interativo e flexível, em que o decisor participa de maneira integral no processo, podendo interrompê-lo quando julgar apropriado e exige menos esforço cognitivo do decisor reduzindo assim a taxa de inconsistência.

É importante frisar aqui que, preliminarmente, foi considerado que o decisor era capaz de comparar todas as alternativas por meio das relações de preferência estrita ou indiferença (P ou I) e que as condições de transitividade e de ordenabilidade eram atendidas. Essas suposições foram posteriormente confirmadas durante o processo de elicitación nas etapas 7 e 8. Isso só foi possível porque o procedimento de construção do modelo é flexível, apresenta a característica de recursividade e a qualquer momento pode-se voltar a uma etapa anterior. Portanto, caso essas condições não tivessem sido satisfeitas, seria possível retornar para essa etapa e iniciar novamente a escolha de um método mais apropriado.

3.1.4.7 Etapa 7- Efetuar avaliação intracritério

Na etapa 7 é realizada a avaliação intracritério, que depende da escolha do método.

Para efeito de simplificação, neste estudo de caso foi considerado que para todos os critérios a preferência do decisor é linear.

Então, para normalizar o valor das consequências para cada critério, utilizou-se a equação 3-1, apresentada em de Almeida *et al.* (2013).

$$v'_j(a_i) = \frac{v_j(a_i) - P v_j(a_i)}{M v_j(a_i) - P v_j(a_i)} \quad (3-1)$$

Onde,

$v_j(a_i)$ é o valor da avaliação da alternativa i para o critério j .

$v'_j(a_i)$ é o valor normalizado.

$P v_j(a_i)$ é o pior desempenho para o critério j .

$M v_j(a_i)$ é o melhor desempenho para o critério j .

Para o estudo em questão, a normalização, assim como as etapas seguintes, foi realizada através de um Sistema de Apoio à Decisão (SAD) desenvolvido no Centro de Desenvolvimento em Sistemas de Informação e Decisão (CDSID) e disponível no site www.fittradeoff.org.

O SAD é baseado no método do FITradeoff para a problemática de ordenação. A diferença em relação ao FITradeoff para a problemática de escolha, descrito na seção 2.1.1.1, está basicamente na formulação da programação linear. Neste caso, a verificação da potencial otimalidade das alternativas é substituída pela verificação das relações de dominância entre elas. O processo de elicitação permanece o mesmo (FREJ; DE ALMEIDA; COSTA, 2017).

No primeiro momento, antes de iniciar o processo de elicitação, a matriz de consequência foi inserida no SAD, como mostra a figura 3.8.

Figura 3.8-Tela inicial

Input Values:

Criteria	CVLI	Taxa de Analfabetismo	Densidade demografica	Renda	Custo	Acesso	Equipamentos Públicos
0-ContMin; 1-ContMax; 2-DiscMin; 3-DiscMax	1	1	1	0	2	2	0
Weights							
type	1	1	1	1	1	1	1
a							

CONSEQUENCES MATRIX

Alternatives	CVLI	Taxa de Analfabetismo	Densidade demografica	Renda	Custo	Acesso	Equipamentos Públicos
Bairro 1	6.8	7.400000000000001	157.97	1182.4	1	3	5
Bairro 2	4.5	7.8	46.38	2446.8	1	1	2
Bairro 3	4.3	8.400000000000001	5	2108.4	1	3	2
Bairro 4	4.7	8.400000000000001	49.69	1180.1	0	3	2
Bairro 5	3.5	11.1	189.91	898.39	1	2	2
Bairro 6	2.7	7.2	98.24	1545.8	1	1	1
Bairro 7	4	6.8	31.24	2049.3	1	3	2
Bairro 8	2.4	5.099999999999999	121.96	1973.1	1	1	1
Bairro 9	2.3	8.5	145.04	2132	1	1	1
Bairro 10	2.1	9.5	73.52	1892.1	1	1	3
Bairro 11	2.6	8.2	193.38	1165.9	1	1	1
Bairro 12	2.4	4.7	124.51	1941.9	1	2	1

Initial Order:

- CVLI
- Taxa de Analfabetismo
- Densidade demografica
- Renda
- Custo
- Acesso
- Equipamentos Públicos

Step 1 (Ordering the Criteria Scaling Constants)

Step 2 (Flexible Elicitation)

Value of Equivalence Distance:

(Maximum difference between alternatives)

0.01

Fonte: Esta pesquisa

3.1.4.8 Etapa 8 e 9- Efetuar avaliação intercritério e a avaliação das alternativas

A etapa 8 consiste na avaliação intercritério. No método FITradeoff, é através dessa avaliação que se obtém relações entre as constantes de escala, apresentada na forma de inequações como descrito na seção 2.1.1.1.

Inicialmente os decisores devem ordenar todas as constantes de escala. Para isto, foi apresentada aos decisores uma situação hipotética, exemplificado na figura 3.9, com o pior desempenho possível em todos os critérios.

Figura 3.9-Tela inicial da ordenação das constantes de escala

Holistic Evaluation

I. Consider a hypothetical alternative:

Consequence of Hypothetical Alternative

Criterion	Worst Outcome (Wi)	Best Outcome (Bi)
C1	W1: 1	B1: 6.8
C2	W2: 0.7	B2: 16.8
C3	W3: 1.37	B3: 302.81
C4	W4: 7108	B4: 705.83
C5	W5: 1	B5: 0
C6	W6: 3	B6: 1
C7	W7: 50	B7: 4

II. Now suppose that you can improve the performance of this alternative in only ONE of the criteria to the maximum value. Which criteria would you choose? (If you feel indifferent between some criteria, please select them together)

Note: Select the criteria to see the changes.

- C1 - CVLI
- C2 - Taxa de Analfabetismo
- C3 - Densidade demografica
- C4 - Renda
- C5 - Custo
- C6 - Acesso
- C7 - Equipamentos Públicos

Restart Choose

Chosen Order:

Note:

Wi is the worst outcome of criterion Ci

Bi is the best outcome of criterion Ci

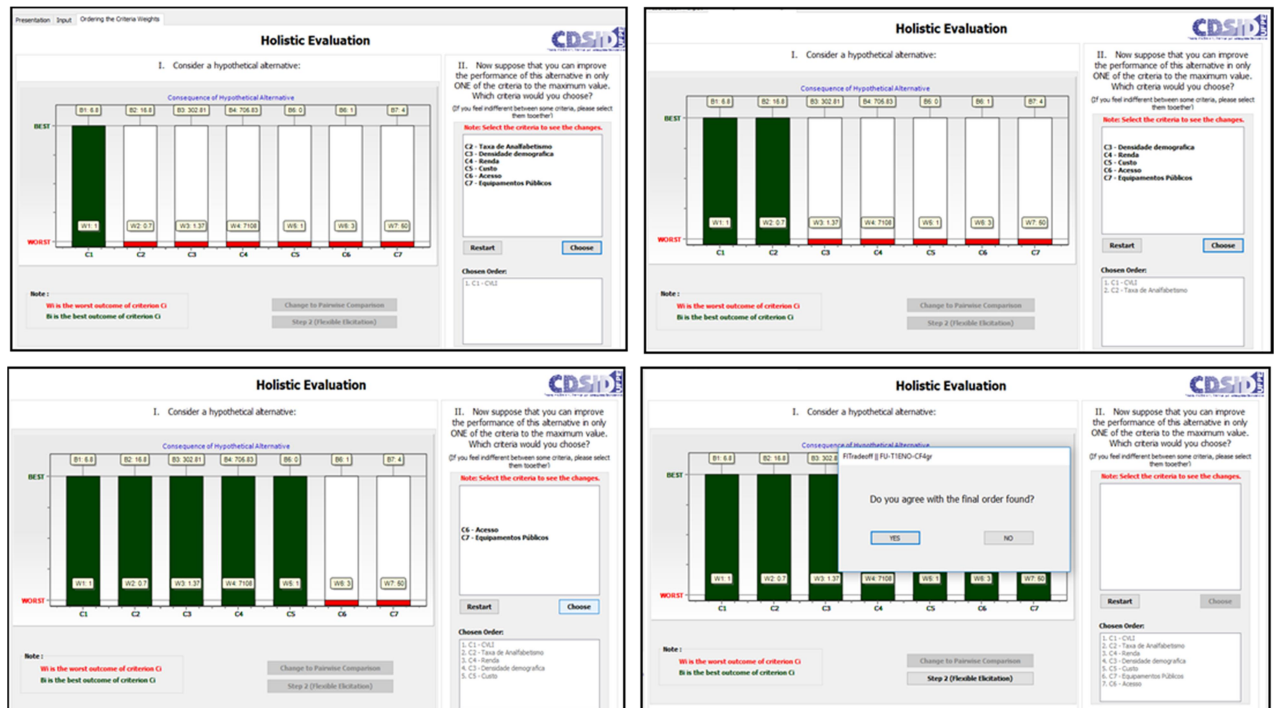
Change to Pairwise Comparison

Step 2 (Flexible Elicitation)

Fonte: Esta pesquisa

Cada decisor, então, escolheu progressivamente um critério para melhorar o desempenho, como mostra a figura 3.10, obtendo então o ordenamento de todas as constantes de escala.

Figura 3.10-Ordenação das constantes de escala



Fonte: Esta pesquisa

Ao final da ordenação, foi questionado a cada decisor se ele estava de acordo com a ordenação obtida.

Para cada decisor foi obtida a ordenação, como mostra a tabela 3-3.

Tabela 3.3-Ordenação dos critérios

Ordem	DECISOR 1	DECISOR 2
1º	CVLI	CVLI
2º	TAXA DA ANALFABETISMO	REND A
3º	REND A	TAXA DA ANALFABETISMO
4º	DENSIDADE DEMOGRÁFICA	CUSTO
5º	CUSTO	DENSIDADE DEMOGRÁFICA
6º	QUANTIDADE DE EQUIPAMENTOS	QUANTIDADE DE EQUIPAMENTOS
7º	ACESSO	ACESSO

Fonte: Esta pesquisa

Em seguida, para obter mais relações entre as constantes de escala, foram apresentados aos decisores vários cenários hipotéticos, cada um com duas situações (consequências A e B), exemplificado na figura 3.11, no qual eles deveriam indicar a sua preferência em relação à consequência A ou B, se eram indiferentes ou se não desejavam responder.

Figura 3.11-Exploração do Espaço de Consequências

Which consequence do you prefer?
Answer the questions by choosing one option

	Consequence A	Consequence B
C1	X1: 3.9	W1: 1
C2	W2: 0.7	B1: 6.8
C3	W3: 7108	B3: 705.83
C4	W4: 1.37	B4: 302.81
C5	W5: 1	B5: 0
C6	W6: 50	B6: 4
C7	W7: 3	B7: 1

Note:
 W1 is the worst outcome of criterion C1
 Xi is an outcome in between best and worst of criterion Ci
 Bi is the best outcome of criterion Ci

Options:
☒ Consequence A
☐ Consequence B
☐ Indifferent
☐ No Answer
☐ Inconsistency

OK

Number of Questions Answered: 1
Ranking levels: 1

Show Current Results

Chosen Order:
 C1 - CVLI
 C2 - Taxa de Analfabetismo
 C3 - Renda
 C4 - Densidade demografica
 C5 - Custo
 C6 - Equipamentos Públicos
 C7 - Acesso

Fonte: Esta pesquisa

A tabela 3-4 abaixo apresenta as respostas indicadas pelo decisor 1.

Tabela 3.4-Elicitação Decisor 1.

Etapa	Decisor 1	Consequência A	Consequência B (melhor desempenho do critério)	Número de Níveis do ranking
Pergunta 1	Consequência A	3.9 CVLI	Acesso	1
Pergunta 2	Consequência B	3.9 CVLI	Taxa Analfabetismo	1
Pergunta 3	Consequência B	8.75 Taxa de Analfabetismo	Renda	1
Pergunta 4	Consequência A	3906 Renda	Densidade Demográfica	1
Pergunta 5	Consequência A	152.09 Densidade demográfica	Custo	2
Pergunta 6	Consequência A	27 equipamentos	Acesso	2
Pergunta 7	Consequência A	5.35 CVLI	Taxa Analfabetismo	3
Pergunta 8	Consequência B	12.775 Taxa de Analfabetismo	Renda	3
Pergunta 9	Consequência B	5507.458 Renda	Densidade Demográfica	3
Pergunta 10	Consequência A	76.73 Densidade demográfica	Custo	4
Pergunta 11	Consequência A	38.5 Equipamentos Públicos	Acesso	4
Pergunta 12	Indiferente	4.625 CVLI	Taxa Analfabetismo	7
Pergunta 13	Consequência B	14.788 Taxa de Analfabetismo	Renda	8
Pergunta 14	Indiferente	4707.186 Renda	Densidade Demográfica	15
Pergunta 15	Consequência A	39.05 Densidade demográfica	Custo	18
Pergunta 16	Consequência A	44.25 equipamentos	Acesso	18
Pergunta 17	Consequência A	15.794 Taxa de Analfabetismo	Renda	19
Pergunta 18	Consequência B	20.21 Densidade demográfica	Custo	19

Fonte: Esta pesquisa

Esse processo foi realizado por cada decisor separadamente até chegar ao final do processo ou quando o decisor julgou apropriado interromper a elicitação.

A avaliação das alternativas ocorre, também, internamente no SAD. A cada interação com o decisor, novas informações da relação entre as constantes de escala são obtidas e, portanto, nova avaliação das alternativas é realizada. Sendo assim, o decisor pode visualizar os resultados intermediários quando desejar e assim decidir se quer ou não continuar a elicitação.

A tabela 3-5 abaixo apresenta os resultados alcançados para cada decisor.

Tabela 3.5-Ranking dos bairros

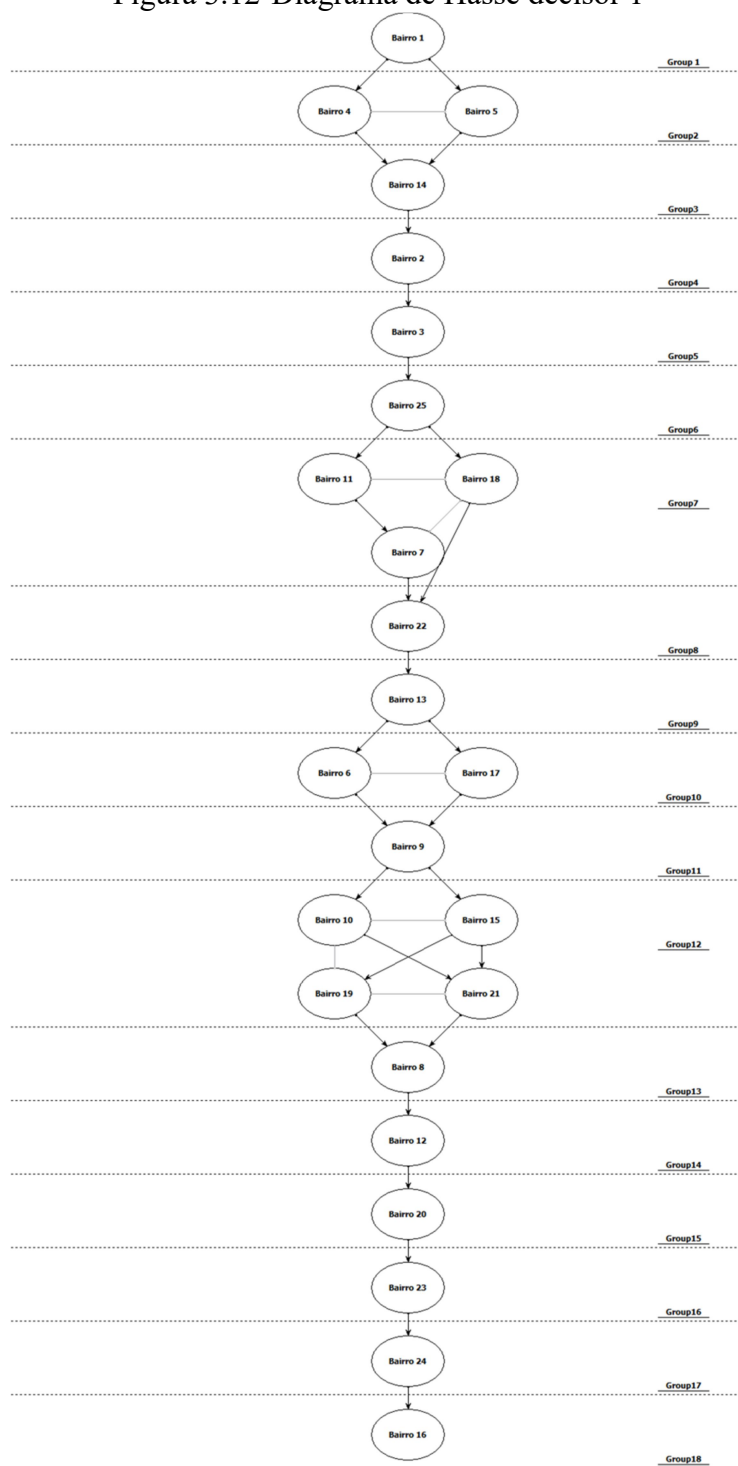
Grupo	Decisor 1	Decisor 2
1	[Bairro 1]	[Bairro 1]
2	[Bairro 4, Bairro 5]	[Bairro 4]
3	[Bairro 14]	[Bairro 2] [Bairro 3] [Bairro 5] [Bairro 14] [Bairro 7] [Bairro 11] [Bairro 25] [Bairro 21][Bairro 6] [Bairro 18] [Bairro 15][Bairro 9] [Bairro 17][Bairro 13][Bairro 8][Bairro 10][Bairro 19][Bairro 22] [Bairro1 2]
4	[Bairro 2]	[Bairro 20] [Bairro 24]
5	[Bairro 3]	[Bairro 23]
6	[Bairro 25]	[Bairro 16]
7	[Bairro 11, Bairro 18] [Bairro 18, Bairro 7]	
8	[Bairro 22]	
9	[Bairro 13]	
10	[Bairro 6, Bairro 17]	
11	[Bairro 9]	
12	[Bairro 10, Bairro 15] [Bairro 10, Bairro 19] [Bairro 19, Bairro 21]	
13	[Bairro 8]	
14	[Bairro 12]	
15	[Bairro 20]	
16	[Bairro 23]	
17	[Bairro 24]	
18	[Bairro 16]	

Fonte: Esta pesquisa

Pode-se notar que o decisor 2 optou por interromper a elicitação no decorrer do processo. Para ele, o resultado intermediário já era suficiente para auxiliar na escolha do local e ele não estava disposto a responder mais perguntas. Somente as primeiras e as últimas alternativas foram ordenadas, deixando as intermediárias incomparáveis para o corrente nível de informação parcial obtido. Caso o decisor continuasse a responder a elicitação, poderia ter chegado a um ranking completo.

Vale ressaltar que os decisores puderam avaliar os resultados através de um diagrama de Hasse, ferramenta disponível no SAD, como mostra figura 3.12 abaixo, dando uma visão mais ampla da ordenação das alternativas.

Figura 3.12-Diagrama de Hasse decisor 1



Fonte: Esta pesquisa

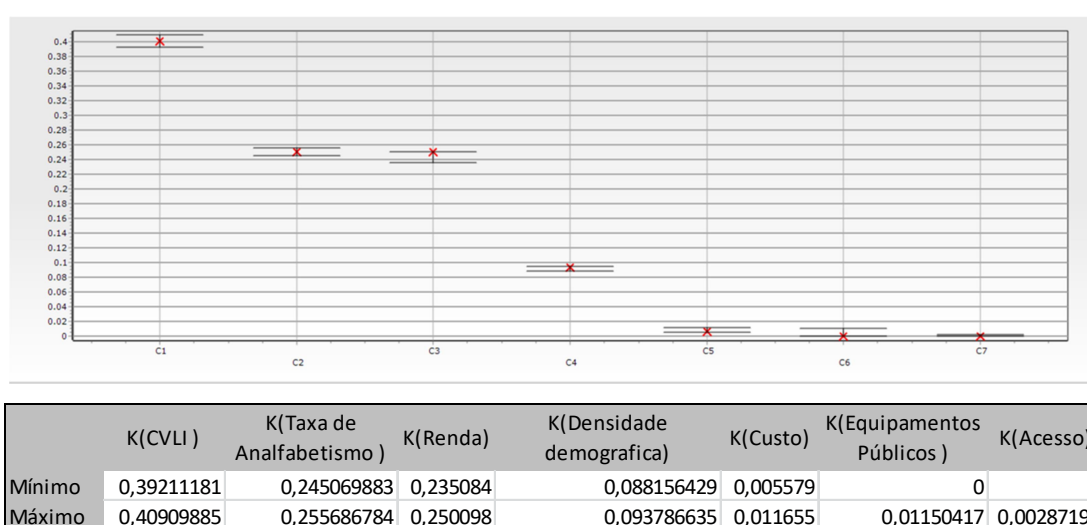
As setas direcionadas indicam dominância entre as alternativas e as não direcionadas indicam indiferença entre elas.

3.1.4.9 Etapa 10- Efetuar a análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade pode ser realizada através da avaliação do espaço de pesos obtido para cada decisor. Para de Almeida *et al.* (2016), essa análise é significativa para determinar a robustez do resultado. Os espaços de pesos maiores tendem a indicar modelos mais robustos.

A figura 3.13 apresenta o espaço de pesos resultante da elicitación do Decisor 1.

Figura 3.13-Espaço de pesos



Fonte: Esta pesquisa

Pode-se perceber que o espaço de pesos não é grande, o que era esperado, uma vez que 18 perguntas foram respondidas e o espaço de pesos tende a diminuir a cada pergunta. Apesar disso, de Almeida *et al.* (2016) afirmam que isso não significa que o resultado não é útil, uma vez que ele está de acordo com a estrutura de preferências do decisor.

3.1.4.10 Etapa 11- Analisar resultados e elaborar recomendação

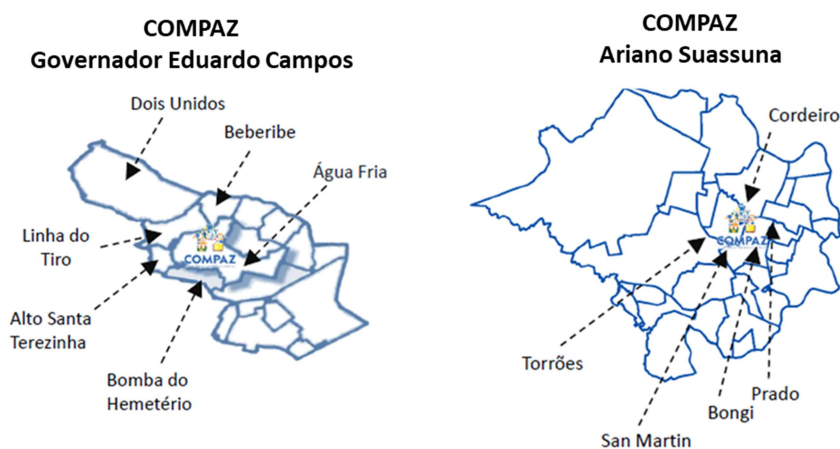
A partir da elicitación pôde-se obter a ordenação das alternativas para os dois decisores. Analisando os resultados na tabela 3-5, observa-se que o bairro 1 é o mais apropriado para alocação do Compaz pois para ambos ele ocupou a primeira posição no ranking. Na segunda posição apareceu o bairro 4 para o decisor 2 e os bairros 4 e 5 para o decisor 1. Já os bairros 16, 20, 23 e 24 ocuparam sempre as últimas posições.

Como o decisor 2 optou por interromper a elicitação no meio do processo, não foi possível determinar um ranking completo para as suas alternativas. Caso fosse necessária uma ordem completa, seria indispensável continuar o processo de elicitação.

Outra análise válida é em relação à ordem dos critérios para cada decisor, apresentada na tabela 3-3. Para ambos os decisores, o critério CVLI foi o indicado como o prioritário e a quantidade de equipamentos e o acesso como os dois últimos. Existiu uma permuta apenas entre o 2º e 3º e entre o 4º e 5º critérios. Apesar dos secretários serem de áreas distintas, tanto a ordenação dos critérios como os resultados não se diferenciaram muito. Embora haja semelhança entre os rankings, o intuito do trabalho não é impor uma solução definitiva aos decisores, mas sim auxiliá-los na estruturação do problema e oferecer uma recomendação de como o processo de escolha pode acontecer.

Um aspecto que não foi considerado no modelo foi a avaliação das vizinhanças dos bairros. A partir da experiência adquirida com os Compaz já existentes, sabe-se que esse tipo de equipamento público tende a atender também a população dos bairros vizinhos. Dados recentes revelam que os usuários dos centros em funcionamento moram nas proximidades da instalação, como mostra a figura 3.14. Cerca de 92% dos usuários cadastrados no Compaz Governador Eduardo Campos, por exemplo, são dos bairros de Água Fria, Linha do Tiro, Beberibe, Alto Santa Terezinha, Bomba do Hemetério e Dois Unidos. Já no Ariano Suassuna, 78% são dos bairros de Torrões, Cordeiro, San Martin, Prado e Bongi.

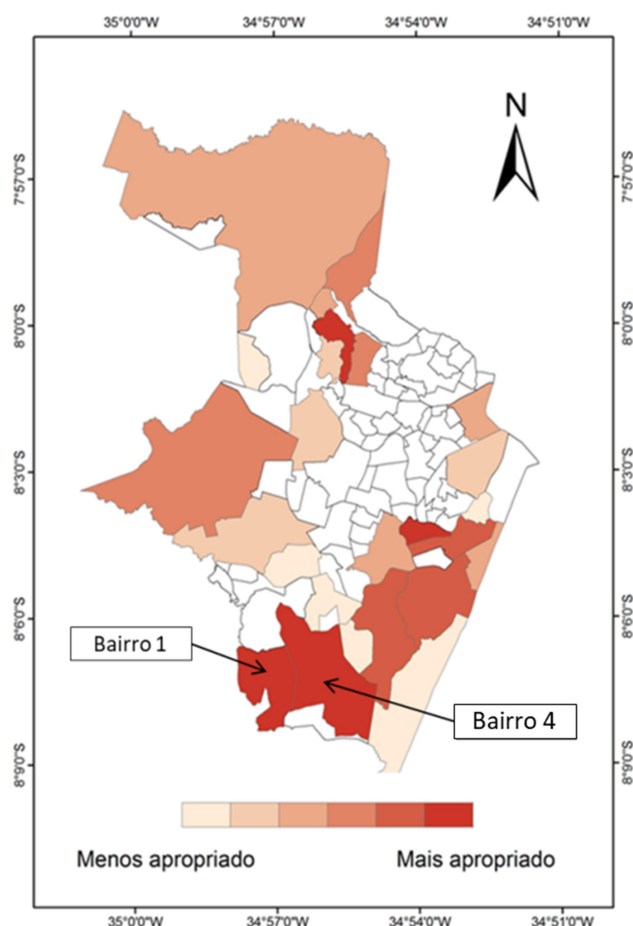
Figura 3.14-Mapa dos principais bairros usuários do Compaz



Fonte:SESEG

Essa condição, no entanto, não foi contemplada no modelo, uma vez que o tornaria muito complexo. Sendo assim, para incrementar a análise, considerando também as redondezas dos bairros, construiu-se um mapa, representado pela figura 3.15, que sinaliza, através de cores, os bairros prioritários de acordo com as preferências do decisor 1.

Figura 3.15-Bairros ordenados



Fonte:Esta pesquisa

As cores no Mapa permitem avaliar detalhadamente as áreas mais apropriadas para receber o Compaz. Apesar de alguns bairros se mostrarem adequados na região mais ao norte na cidade, nota-se que o sul apresenta uma concentração maior de cores mais escuras.

Cabe aqui avaliar a posição no mapa dos primeiros colocados no ranking. Por exemplo, observou-se que o primeiro e o segundo colocados ficaram muito próximos geograficamente. No entanto o bairro 4, segundo colocado, aparentemente contemplaria uma quantidade maior de bairros prioritários.

Então, é oportuno que os decisores avaliem tanto as consequências de cada bairro individualmente, como a suas vizinhanças.

3.1.4.11 Etapa 12- Implementar decisão.

Com base nas informações obtidas através do ranking e do mapa, o decisor pode estabelecer o local mais apropriado para a instalação da unidade. As decisões que envolvem órgãos públicos devem se transparentes e claras e, de certa forma, a aplicação desse modelo garante isso.

Cabe aqui ressaltar que o processo poderia ser caracterizado como uma decisão em grupo, que consideraria as preferências de mais de um decisor. Porém, o escopo deste trabalho se deteve a avaliar a perspectiva de dois possíveis decisores separadamente, deixando a implementação dos procedimentos de decisão em grupo como sugestão para trabalhos futuros.

3.1.5 Considerações finais

Dada a importância da escolha da localização de um centro comunitário, o propósito deste trabalho foi construir um modelo de decisão multicritério para auxiliar na seleção do local mais apropriado para instalação de um Compaz na cidade do Recife. O modelo, então, disponibiliza a ordenação dos bairros de acordo com múltiplos critérios.

A construção do modelo foi realizada de acordo com o framework sugerido por Almeida *et al* (2015), através de reuniões e entrevistas, que ocorreram no prédio principal da Prefeitura do Recife. Esses encontros contaram com a participação de dois secretários municipais e três funcionários da prefeitura, além da pesquisadora. A utilização desse framework foi fundamental, pois facilitou a construção do modelo, guiando a equipe na busca por informações relevantes. Além disso, por aceitar a recursividade, permitiu que novas informações fossem inseridas no modelo a todo o momento.

É necessário frisar que o escopo desse trabalho se deteve em estruturar a decisão e avaliá-la sob a perspectiva de dois possíveis decisores. Para qualquer mudança nas características desse problema, todo o processo deve ser refeito.

Cabe então, apresentar algumas constatações que foram feitas durante todo processo de elaboração desse modelo. Dessa maneira, serão descritas algumas dessas verificações para as principais etapas do framework.

3.1.5.1 Caracterização dos decisores e outros atores.

Sem dúvidas, o prefeito da cidade é quem detém inicialmente o poder e as responsabilidades das decisões estratégicas da prefeitura. Sendo a localização de uma unidade do Compaz uma decisão de suma importância, certamente as suas preferências precisariam estar inseridas no modelo multicritério. Porém, muitas vezes, devido à alta demanda de atividades, ele fica impossibilitado de participar integralmente do processo de decisão e pode, então, encarregar alguém para tal. Diante desse tipo de cenário, de Almeida (2013) traz a figura do “cliente” como possível intermediário entre o decisor e o analista. Ou seja, o cliente “substituiria” o prefeito na modelagem do problema. Independentemente de quem for o intermediário, ele deverá inserir no modelo as preferências do prefeito em prol da sua gestão.

Além disso, o próprio prefeito pode optar por considerar, além das suas, as preferências de mais de um decisor, estabelecendo assim uma decisão em grupo. Dessa forma, ele estaria inserindo no modelo a preferência de decisores com conhecimentos diferentes, que de certa maneira pode contribuir para uma melhor tomada de decisão.

No caso da prefeitura, esse “cliente” ou esses múltiplos decisores comumente encontram-se representados nas figuras dos secretários do município. Cada secretário, seguramente, está envolvido em determinadas decisões dependendo das características deles e da decisão.

Considerando essas duas possibilidades, os secretários como cliente ou como múltiplos decisores, procurou-se aqui, avaliar a decisão na perspectiva de dois secretários da Prefeitura do Recife, que de certa forma poderiam estar envolvidos com a decisão da localização de um Compaz.

Inicialmente, pensou-se em analisar a perspectiva de três secretários municipais, mas devido ao cronograma da pesquisa, a participação de um deles se tornou inviável, devido a outras demandas existentes.

Sendo assim, nesta etapa do framework, foram estabelecidos os atores do processo. Os dois secretários (Secretário de Assistência Social e Secretário Executivo de Segurança Urbana da cidade de Recife) como decisores, os outros três funcionários como especialistas e a pesquisadora como analista.

O primeiro contato com os decisores ocorreu de forma individualizada, onde foi apresentada a proposta do trabalho. Em seguida, ocorreram quatro reuniões com a presença dos decisores e dos especialistas para construção propriamente dita do modelo.

3.1.5.2 Identificação dos objetivos

A etapa de determinação dos objetivos, ainda que tenha gerado a necessidade de algumas avaliações, não foi considerada especialmente difícil, já que as finalidades que guiaram a criação do Compaz estavam bem disseminadas entre eles. Nas discussões iniciais, o esforço maior se concentrou em extrair dos decisores suas expectativas com relação à tomada de decisão. Inicialmente os decisores foram incentivados pela analista a externar os objetivos de forma espontânea e após alguns ajustes consolidaram-se o objetivo fundamental e os cinco objetivos específicos, como mostrado anteriormente.

3.1.5.3 Identificação dos critérios

Dando continuidade ao processo, passou-se para a escolha dos critérios. Vale salientar que esta etapa foi considerada uma das mais críticas do processo, uma vez que a construção coletiva dos critérios gerou alguns conflitos. Foram necessárias várias reuniões e finalmente chegou-se a lista de critérios final. Percebe-se que os critérios são bem específicos para o problema em questão.

Inicialmente apenas 5 critérios foram estabelecidos na primeira reunião, um para cada objetivo específico: CVLI, densidade demográfica, presença de equipamentos públicos, taxa de analfabetismo e custo. Porém, no decorrer do processo, após algumas avaliações, achou-se necessário retornar à etapa de estabelecimento dos critérios e acrescentar a utilização do critério “acesso”, uma vez que esse aspecto também determinava o alcance da unidade e assim ajudaria no atendimento ao objetivo de maximização do impacto social. O mesmo aconteceu com o critério “rendimento nominal”, que não tinha sido contemplado anteriormente. Isso só foi possível devido à característica de recursividade do framework utilizado.

Outro ponto que chamou atenção foi a dificuldade ou impossibilidade na obtenção de algumas informações. O custo seria um critério fundamental, porém calculá-lo para todas as alternativas era inviável naquele momento. Sendo assim, como solução, a equipe construiu um critério binário, onde o bairro poderia ter ou não uma pré-estrutura ou um terreno disponível. Sendo o custo um fator indispensável para essa análise, de certa forma, isso pode ser considerado uma limitação do modelo. O critério binário acaba não diferenciando minuciosamente uma alternativa da outra, deixando várias no “mesmo patamar”, enquanto que, se de fato fosse calculado o custo para cada alternativa, isso não aconteceria.

Em relação ao critério de quantidade de equipamentos, inicialmente permeou a dúvida entre os decisores se deveriam considerar todos os tipos de equipamentos (defesa e assistência social, educação e saúde) em um único critério ou separadamente. Para um deles a existência de uma delegacia, por exemplo, era diferente da existência de uma creche. Depois de algumas discussões chegou-se em consenso que separar em mais de um critério tornaria a decisão mais complexa e possivelmente demorada e um único critério já seria suficiente para a análise.

3.1.5.4 Estabelecimento do conjunto de alternativas

No processo de determinação das alternativas, os decisores externaram o desejo de inserir todos os 94 bairros da cidade como possíveis soluções. A analista então mostrou que isso acarretaria em um tempo maior para resolução da questão, uma vez que além da maior dificuldade na elicitação, o processo para determinação das consequências iria ser demasiadamente trabalhoso e cansativo. Após algumas reflexões e análises dos dados, percebeu-se que alguns bairros, como foi mostrado na aplicação, correspondiam a uma taxa considerável de números de CVLI da cidade. Diante do objetivo fundamental da implantação do Compaz e baseado nessa taxa, optou-se por reduzir o número de alternativas.

Para montar a matriz de consequência, contou-se principalmente com a ajuda dos três especialistas. É importante chamar a atenção que a obtenção de dados exigiu um trabalho árduo, já que as informações não estavam concentradas em apenas uma secretaria. O processo precisou envolver outras pessoas, o que o tornou um pouco demorado. A obtenção das consequências dos critérios CVLI, densidade demográfica, rendimento nominal e taxa de analfabetismo foi direta e rápida, já que eram dados de fácil acesso, o que não aconteceu com os outros critérios. O critério “acesso” necessitou de uma análise da rede de transporte e da infraestrutura dos bairros, o critério “custo” uma avaliação dos estudos acerca dos terrenos disponíveis e o critério “presença de equipamentos”, da busca por todos os tipos de equipamentos públicos de cada bairro, um por um. Essa etapa acabou atrasando de forma considerável o andamento do processo. Apesar de demandar muito tempo, é necessário estabelecer esses parâmetros de forma cuidadosa, de modo a garantir que a recomendação condiz com os objetivos listados.

3.1.5.5 Modelagem de preferência e escolha do método.

Nesta etapa, primeiramente avaliou-se a racionalidade dos decisores. Para tanto, foram comparadas várias consequências. Com a observância da racionalidade compensatória para várias avaliações, ou seja, quando um bom desempenho em um critério pôde compensar um

mau desempenho em outro critério, determinou-se tal racionalidade para os decisores. Em seguida, foram apresentados vários pares de consequências, para determinar se a estrutura de preferência condicional em um determinado critério, fixando o valor de outro critério, é independente desse valor que foi fixado, verificando assim se os critérios são mutuamente independentes. Como essa condição foi atendida, assegurou-se a possibilidade de utilizar os métodos aditivos. Outras características necessárias para a utilização dos métodos aditivos foram asseguradas durante a aplicação do método, como foi dito na seção 3.1.4.6.

Sendo assim, ainda na mesma etapa, diante das características da estrutura de preferência dos decisores e do problema, foi escolhido o método FITradeoff. O FITradeoff apresentou-se interessante, uma vez que oferece inúmeras vantagens. O método poupa tempo e esforço cognitivo dos decisores, pois tende a reduzir o número de perguntas se comparado a métodos de informação completa. Isso é possível pois ele não exige estabelecimento de pontos exatos de indiferença. Tenta-se então encontrar uma solução de forma mais rápida, através de utilização de um modelo de programação linear. Além disso, devido à flexibilidade do método, o decisor pode se opor a responder alguma pergunta e visualizar os resultados parciais a qualquer momento, podendo interromper o processo, quando julgar necessário.

3.1.5.6 Avaliação intercritério e das alternativas.

Finalmente ocorreram as entrevistas com cada decisor para eliciação das preferências individuais.

No início da eliciação das preferências, apesar do SAD disponibilizar gráficos para facilitar a visualização, os decisores tiveram um pouco de dificuldade. Eles não entendiam o que realmente aqueles gráficos significavam. Durante o processo, quando eles deveriam indicar sua preferência entre dois cenários, perguntas do tipo “Não existe um cenário que tenha ao mesmo tempo a maior taxa de CVLI e a maior taxa de analfabetismo?” foram frequentes. A presença da analista nesse caso foi fundamental e permitiu que eles conseguissem compreender com clareza os cenários e o motivo da existência dessas perguntas e indicar suas preferências. Durante toda a eliciação, foram disponibilizados para os decisores os resultados parciais. Um dos decisores optou por interromper a eliciação no meio do processo. Para ele, aquela ordenação já se mostrou suficiente e ele não estava mais disposto a continuar no processo.

É importante acrescentar a possibilidade de mudança considerável do ranking dos bairros caso a eliciação tivesse sido realizada com outros secretários. Por exemplo, diante das

características do cargo, se o secretário de planejamento tivesse participado, o critério custo poderia aparecer entre os primeiros no momento da ordenação, o que não aconteceu com os outros dois secretários. Claro que isso só seria confirmado se de fato ele participasse do processo, o que não aconteceu e então nada se pode afirmar. Isso foi dito aqui apenas para ressaltar a importância na determinação do(s) decisor(es), nesse caso pelo prefeito, uma vez que as suas preferências estarão inseridas no modelo e assim afetarão os resultados da decisão.

Cabe ainda ressaltar que algumas vezes as reuniões foram interrompidas ou canceladas devidos as inúmeras demandas que apareceram para os decisores. Essas situações acontecem, na maioria nas organizações, se não em todas, e devem ser administradas de forma correta para não interferir no processo decisório.

Após a elicitação com os decisores e a obtenção do ranking, para complementar os resultados, através de um gráfico, foi realizada uma avaliação da vizinhança dos bairros. Como um modelo é uma simplificação da realidade, essa avaliação pôde considerar um aspecto não contemplado anteriormente no modelo, como exposto na seção 3.1.4.10.

Durante todo o processo, as interações entre decisores, especialistas e analistas foram fundamentais. O intercâmbio de informações permitiu o aprofundamento das discussões e levou a reflexões importantes para o contexto da decisão.

De forma geral, a construção do modelo foi satisfatória e atendeu às expectativas do trabalho. Foi possível, de forma racional, estruturar a decisão da localização de um Compaz, contribuindo para a resolução de um problema real.

4 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

4.1 CONCLUSÕES

A escolha da localização de um Compaz (centro comunitário da Paz) é uma preocupação fundamental do planejamento estratégico da Prefeitura da Cidade do Recife. Nesse sentido, este trabalho apresentou a construção de um modelo de decisão multicritério para estruturar essa avaliação com base nas 12 etapas apresentadas por de Almeida *et al.* (2015), com o objetivo de avaliar os bairros e fazer recomendações que podem ser utilizadas em decisões em relação à localização de uma nova unidade do Compaz.

O trabalho apresentou o processo de construção do modelo e os resultados obtidos na perspectiva de dois decisores. Durante a modelagem, cinco objetivos específicos foram estabelecidos pelos decisores: reduzir a criminalidade dos bairros; maximizar o impacto social com a implantação; priorizar as demandas sociais urgentes; melhorar os indicadores sociais e utilizar de forma eficiente os recursos públicos. Desses objetivos, resultaram sete critérios: taxa de CVLI (crimes violentos letais intencionais), densidade demográfica, facilidade de acesso, quantidade de equipamentos públicos disponíveis, taxa de analfabetismo, renda média e custo. Como alternativas, vinte e cinco bairros foram identificados através da análise da taxa de CVLI de cada bairro.

Na escolha do método, o FITradeoff (DE ALMEIDA *et al.*, 2016) se mostrou propício pois atendia a todas as características do problema e dos decisores. Diante a indisponibilidade dos decisores em dispendar tempo e esforço cognitivo, o método seria adequado.

Através da utilização de um SAD foi possível executar o método e obter o ranking dos Bairros. Pode-se então afirmar que o objetivo da construção do modelo foi atendido, uma vez que é possível, através dos resultados, identificar o bairro mais adequado, em relação às preferências dos decisores, para a implantação do Compaz.

Em síntese, o modelo multicritério proposto permitiu identificar a localização do Compaz que melhor potencializou a performance da instalação no ponto de vista de dois decisores e mostrou-se eficiente para o problema em questão.

4.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Conforme mencionado na seção 3.1.4.1, o problema de localização de um Compaz poderia ser tratado como uma decisão em grupo. Então como uma das sugestões para

trabalhos futuros propõe-se a avaliação de que forma pode-se agregar as preferências ou os resultados de cada decisor.

Além disso, pode-se avaliar o problema também através da problemática de portfólio e, então, ao invés de escolher uma única ou obter o ranking das localidades, propor um subconjunto delas, sujeito a restrições orçamentárias.

Em última análise, como já foi dito na seção 3.1.4.10, a vizinhança não foi contemplada inicialmente no modelo. Outra sugestão seria inserir no modelo, através dos critérios, esse aspecto.

REFERÊNCIAS

- ABDULLAHI, S.; MAHMUD, A.R.; PRADHAN, B. Spatial modelling of site suitability assessment for hospitals using geographical information system-based multicriteria approach at Qazvin city, Iran. *Geocarto International*, 29(2): 164-184, 2014.
- AGREBI, M.; ABED, M.; OMRI, M.N. A new multi-actor multi-attribute decision-making method to select the distribution centers' location. In: Computational Intelligence (SSCI), 2016 IEEE Symposium Series on. *Proceedings*. 2016. p. 1-7.
- ARDILA-GÓMEZ, S.; HARTFIEL, M.I.; FERNÁNDEZ, M.A.; ARES LAVALLE, G.; BORELLI, M.; STOLKINER, A. The challenge of inclusion in mental health: an analysis of a community center and its work with social bonds. *Salud Colectiva*, 12(2): 265-278, 2016.
- AWASTHI, A.; CHAUHAN, S.S.; GOYAL, S.K. A multi-criteria decision making approach for location planning for urban distribution centers under uncertainty. *Mathematical and Computer Modelling*, 53(1): 98-109, 2011.
- BELTON, V.; STEWART, T. Multiple Criteria Decision Analysis. *Kluwer Academic Publishers*, 2002.
- BERG, P.V.D.; KEMPERMAN, A.; DE KLEIJN, B.; BORGERS, A. Locations that support social activity participation of the aging population. *International journal of environmental research and public health*, 12(9): 10432-10449, 2015.
- BHATNAGAR, S.C. Locating social service centres using interactive graphics. *Omega*, 11(2): 201-205, 1983.
- BRETAS, V. Das 50 cidades mais violentas do mundo, 19 são brasileiras. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/brasil/das-50-cidades-mais-violentas-do-mundo-19-sao-brasileiras/>>. Acesso em: 1 dez. 2017.
- COLISTRA, C.M.; SCHMALZ, D.; GLOVER, T. The Meaning of Relationship Building in the Context of the Community Center and its Implications. *Journal of Park & Recreation Administration*, 35(2), 2017.

DA FONTE, M. I. S.; ALENCAR, M. H.; DE ALMEIDA, A. T. Modelo multicritério para alocação de recursos em uma planta de energia elétrica: uma abordagem baseada na problemática de portfolio. XLIX Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional (SBPO), 2017.

DA FONTE, M. I. S.; AGUDELO, M. L.; ALENCAR, M. H.; DE ALMEIDA, A. T. Multidimensional analysis of failure consequences in the RCM approach: Contributions to the decision- making process. European Safety and Reliability Conference (ESREL), 2017.

DE ALMEIDA, A.T. *Processo de Decisão nas Organizações: Construindo Modelos de Decisão Multicritério*. 1.ed. São Paulo, Atlas, 2013, 256p.

DE ALMEIDA, A.T.; ALMEIDA J.A.; ALMEIDA-FILHO, A.T.; COSTA, A.P. A new method for elicitation of criteria weights in additive models: flexible and interactive tradeoff. *European Journal of Operational Research*, 250: 179–191, 2016.

DE ALMEIDA, A.T.; CAVALCANTE, C.A.V.; ALENCAR, M.H.; FERREIRA, R.J.P.; DE ALMEIDA-FILHO, A.T.; GARCEZ, T.V. *Multicriteria and Multiobjective Models for Risk, Reliability and Maintenance Decision Analysis*. International Series in Operations Research & Management Science. Vol 231. New York, Springer, 2015.

DE GUSMÃO, A. P. H.; MEDEIROS, C. P. (2016). A model for selecting a strategic information system using the FITradeoff. *Mathematical Problems in Engineering*, 2016.

DEHE, B.; BAMFORD, D. Development, test and comparison of two Multiple Criteria Decision Analysis (MCDA) models: A case of healthcare infrastructure location. *Expert Systems with Applications*, 42(19): 6717-6727, 2015.

ELDEMIR, F.; ONDEN, I. Geographical Information Systems and Multicriteria Decisions Integration Approach for Hospital Location Selection. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 15(5): 975-997, 2016.

ELEVLI, B. Logistics freight center locations decision by using Fuzzy-PROMETHEE. *Transport*, 29(4): 412-418, 2014.

ESMAELIAN, M.; TAVANA, M.; SANTOS ARTEAGA, F.J.; MOHAMMADI, S. A multicriteria spatial decision support system for solving emergency service station location

problems. *International Journal of Geographical Information Science*, 29(7): 1187-1213, 2015.

FANG, L.; HECHENG, L. Multi-criteria decision analysis for efficient location-allocation problem combining DEA and goal programming. *RAIRO-Operations Research*, 49(4): 753-772, 2015.

FARAHANI, R.Z.; STEADIESEIFI, M.; ASGARI, N. Multiple criteria facility location problems: A survey. *Applied Mathematical Modelling*, 34(7): 1689-1709, 2010.

FREJ, E.A.; DE ALMEIDA, A.T.; COSTA, A.P.C.S. Ranking Alternatives with Flexible and Interactive Tradeoff Elicitation. CDSID working paper, 2017.

FREJ, E. A.; ROSELLI, L. R. P.; ARAÚJO DE ALMEIDA, J.; DE ALMEIDA, A. T. A Multicriteria Decision Model for Supplier Selection in a Food Industry Based on FITradeoff Method. *Mathematical Problems in Engineering*, 2017.

GLOVER, T.D. The ‘community’center and the social construction of citizenship. *Leisure Sciences*, 26(1): 63-83, 2004.

HOSSEINI, S.A.; DE LA FUENTE, A.; PONS, O. Multicriteria decision-making method for sustainable site location of post-disaster temporary housing in urban areas. *Journal of Construction Engineering and Management*, 142(9), 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo 2010. Disponível em: < <https://censo2010.ibge.gov.br/> >. Acesso em: 29 nov. 2017.

JONES, M.; KIMBERLEE, R.; DEAVE, T.; EVANS, S. The role of community centre-based arts, leisure and social activities in promoting adult well-being and healthy lifestyles. *International journal of environmental research and public health*, 10(5): 1948-1962, 2013.

KAYA, I. Multicriteria Location Selection of Wastewater Treatment Plant by Fuzzy Analytic Hierarchy Process. *Journal of Multiple-Valued Logic & Soft Computing*, 17(4), 2011.

KEENEY, R.L; RAIFFA, H. *Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Trade-Offs*. Cambridge, Cambridge University Press, 1993.

KORHONEN, P. Multiple criteria decision support: The state of research and future directions. *Computers and Operations Research*, 19(7): 549-551, 1992.

KRISHNA, V.V.; PANDEY, K.; KARNATAK, H. Geospatial multicriteria approach for solid waste disposal site selection in Dehradun city, India. *Current Science*, 112(3), 2017.

PALHA, R. P., DE ALMEIDA, A. T.; ALENCAR, L. H. A model for sorting activities to be outsourced in civil construction based on ROR-UTADIS. *Mathematical Problems in Engineering*, 2016

PATEL, N.R. Locating rural social service centers in India. *Management Science*, 25(1): 22-30, 1979.

PEDRERO, F.; ALBUQUERQUE, A.; DO MONTE, H.M.; CAVALEIRO, V.; ALARCÓN, J.J. Application of GIS-based multi-criteria analysis for site selection of aquifer recharge with reclaimed water. *Resources, Conservation and Recycling*, 56(1): 105-116, 2011.

RAO, C.; GOH, M.; ZHAO, Y.; ZHENG, J. Location selection of city logistics centers under sustainability. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 36: 29-44, 2015.

REHMAN, A.U. An approach to evaluating alternatives for wind power plant locations. *South African Journal of Industrial Engineering*, 27(4): 153-165, 2016.

RIBEIRO, A.; ANTUNES, A.P. A GIS-based decision-support tool for public facility planning. *Environment and Planning B: Planning and design*, 29(4): 553-569, 2002.

ROMERO, L.; ROMERO, M.S.; CUADRADO, M.L.; FERNÁNDEZ, J. Location of bioelectricity plants in the Madrid Community based on triticale crop: a multicriteria methodology. *Mathematical Problems in Engineering*, 2015.

ROSS, G.T.; SOLAND, R.M. A multicriteria approach to the location of public facilities. *European Journal of Operational Research*, 4(5): 307-321, 1980.

ROY, B. *Multicriteria methodology for decision aiding*. Nonconvex optimization and its applications: vol 12. New York, Springer, 1996.

SECRETARIA DE SEGURANÇA URBANA (SESEG). Disponível em: <www2.recife.pe.gov.br/>. Acesso em: 28 nov. 2017.

SIMIĆ, D.; ILIN, V.; TANACKOV, I.; SVIRČEVIĆ, V.; SIMIĆ, S. A hybrid analytic hierarchy process for clustering and ranking best location for logistics distribution center. Springer, 2015.

THOKALA, P.; DEVLIN, N.; MARSH, K.; BALTUSSEN, R.; BOYSEN, M.; KALO, Z.; IJZERMAN, M. Multiple criteria decision analysis for health care decision making—an introduction: report 1 of the ISPOR MCDA Emerging Good Practices Task Force. *Value in health*, 19(1): 1-13, 2016.

TOMIĆ, V.; MARINKOVIĆ, D.; MARKOVIĆ, D. The selection of logistic centers location using multi-criteria comparison: case study of the Balkan Peninsula. *Acta Polytechnica Hungarica*, 11(10): 97-111, 2014.

TONG, D.; LIN, W.H.; MACK, J.; MUELLER, D. Accessibility-based multicriteria analysis for facility siting. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2174: 128-137, 2010.

TSANGARATOS, P.; KALLIORAS, A.; PIZPIKIS, T.; VASILEIOU, E.; ILIA, I.; PLIAKAS, F. Multi-criteria Decision Support System (DSS) for optimal locations of Soil Aquifer Treatment (SAT) facilities. *Science of The Total Environment*, 603: 472-486, 2017.

XU, Q.; GAO, J.; YAN, M.C. Community centers in urban China: Context, development, and limitations. *Journal of Community Practice*, 13(3): 73-90, 2005.

WANG, B.; XIONG, H.; JIANG, C. A multicriteria decision making approach based on fuzzy theory and credibility mechanism for logistics center location selection. *The Scientific World Journal*, 2014.

ŽAK, J.; WEGLIŃSKI, S. The selection of the logistics center location based on MCDM/A methodology. *Transportation Research Procedia*, 3: 555-564, 2014.