Modelo de decisão multicritério para a seleção de vítimas: O caso do Samu/192

Talita Dias Chagas Frazão
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Campus Universitário Lagoa Nova, CEP 59078-970 - Natal, RN, Brasil
thalytachaggas@ufrn.edu.br

Ana Flávia Alves dos Santos
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Campus Universitário Lagoa Nova, CEP 59078-970 - Natal, RN, Brasil
ana.alves.076@ufrn.edu.br

Lucas Araújo dos Santos
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Campus Universitário Lagoa Nova, CEP 59078-970 - Natal, RN, Brasil
araujo.engprod@gmail.com

Alexandre Guilherme Rodrigues Varella
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Campus Universitário Lagoa Nova, CEP 59078-970 - Natal, RN, Brasil
varellalexandre@gmail.com

Ricardo Pires de Souza
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Campus Universitário Lagoa Nova, CEP 59078-970 - Natal, RN, Brasil
ripiso@gmail.com

RESUMO

Em presença da complexidade proveniente da importância e sensibilidade da tomada de decisão nas diferentes dimensões do campo dos serviços de emergência médica, este estudo objetiva desenvolver um modelo multicritério de apoio a decisão para seleção de vítimas assistidas pelo Serviço de atendimento móvel de urgência, SAMU / 192. Para isto, foram envolvidos conhecimentos especializados de representantes dos nove estados da Região Nordeste do Brasil, complementados por um estudo de caso no SAMU / Natal no Rio Grande do Norte, RN, para realização do desenho das fases de estruturação do problema, escolha do método multicritério e modelagem de preferência. Em consequência, foi possível compreender o cenário de seleção entre quatro vítimas com quadro clínicos distintos que variam entre casos clínicos e de trauma, sob perspectiva de 10 critérios relacionados à saúde da vítima, à vítima e aos fatores externos.

PALAVRAS CHAVE. Serviço de atendimento móvel de urgência, Modelo multicritério, Seleção de vítimas.

Apoio à Decisão Multicritério, Tomada de decisão na área da saúde

ABSTRACT

In the presence of the complexity arising from the importance and sensitivity of decision-making in the different dimensions of the field of emergency medical services, this study aims to develop a multicriteria model of decision support for selection victims assisted by Emergency mobile care service, SAMU / 192. For this, specialized knowledges from representatives of the nine states of the Northeast Region of Brazil was involved, complemented by a case study at SAMU / Natal in Rio Grande do Norte, RN, to carry out the design of the stages of structuring the problem, choice of the method multicriteria and modeling preference. As a result, it was possible to understand the selection scenario among four victims with different clinical conditions that vary between clinical and trauma cases, under the perspective of 10 criteria related to the victim's health, the victim and external factors.

KEYWORDS. Mobile emergency care service. Multicriteria model. Selection victims.

Multicirteria Decision Aiding, Decision making in healthcare

1. Introdução

À vista da alta complexidade que envolve os processos de prestação de serviços de saúde, tem sido cada vez mais recorrente a aplicação de sistemas de apoio a decisão em suas diversas dimensões [Marsh et al., 2014; Thokala et al., 2016; Frazão et al., 2018]. Com destaque para o uso das técnicas da Análise de Decisão Multicritério *(Multicriteria Decision Analysis, MCDA)* sobretudo no contexto dos sistemas de saúde pública [Chen, 2019].

Ainda que a importância e a sensibilidade da tomada de decisão no campo do *Emergency Medical Services, EMS* tenham sido reconhecidas por cientistas de Pesquisa Operacional, planejadores da emergência médica e profissionais de saúde que estudaram problemas estratégicos, táticos e operacionais para o EMS desde a década de 1960 [Aringhieri et al., 2017]. Percebe-se que o que tem sido amplamente discutido são monitoramentos, previsões e problemas de localização [Aringhieri et al., 2017; Bélanger et al., 2019; Andersson et al., 2020]. [Carvalho et al., 2020] ainda apresentam duas abordagens genéricas para otimizar as decisões de despacho e realocação e com isso maximizar a preparação do sistema, porém não levam em consideração critérios fundamentais à decisão de despacho de ambulâncias, como por exemplo, aqueles relacionados à gravidade da vítima e condições de tráfego, deixando assim uma lacuna na literatura.

No Brasil, a solução desses problemas ainda é uma tarefa manual, sendo a responsabilidade pela decisão de despacho atribuída aos médicos reguladores do Serviço de Atendimento Móvel às Urgências, SAMU/192, que é a componente pré-hospitalar móvel do Sistema de Atendimento a Urgências e Emergências brasileiro [Brasil, 2006]. Observa-se que as decisões sobre a seleção de vítimas no atendimento das urgências e emergências são tomadas em um contexto de restrição de recursos, mudanças na demografia da vítima e no desenvolvimento do papel do profissional do Serviço Médico de Emergência. Esse processo, requer competências, habilidades e raciocínio clínico adequados [Ebben et al., 2017].

A operacionalização desse processo segue protocolos que são formulados a partir de critérios relacionados ao nível de gravidade da vítima. Com essas informações, na maioria dos casos, atende-se a vítima que está mais próxima a ambulância disponível. No entanto, em um ambiente onde a demanda excede a capacidade dos recursos disponíveis, deve-se avaliar o maior número de atributos relacionados as alternativas, pois a partir de uma visão geral do sistema, essa decisão pode levar a uma melhor cobertura da área, considerando não apenas a situação atual, mas também possíveis emergências futuras. O modelo proposto, visa subsidiar a decisão de selecionar as vítimas atendidas pelos médicos reguladores do SAMU / 192 e foca nos atendimentos de nível 1 (código vermelho de prioridade absoluta), por apresentarem o maior número de ocorrências.

A atual falta de aplicação de MCDA para auxiliar na seleção de vítimas no SAMU / 192 Brasil, denota uma lacuna que precisa ser preenchida. Como resultado disso, o presente trabalho desenvolveu um modelo de decisão multicritério para auxiliar os médicos reguladores; aborda o problema do despacho como uma decisão de seleção de vítimas, em um ambiente em que os recursos são escassos e a demanda é crescente, utilizando instrumentos como um painel de especialistas, composto para estruturar o modelo de decisão. Finalmente, na abordagem MCDA, o método matemático aditivo em uma versão flexível e interativa foi aplicado para a agregação de critérios e posterior seleção das vítimas.

Contudo, é importante destacar que o modelo proposto neste trabalho não busca disponibilizar ao decisor um mecanismo de respostas imediatas para as situações de conflito ambientadas. E, sim, apresentar quais dados necessitam ser analisados no problema, seguido da sistematização das informações para fornecer orientações com maior transparência às decisões médicas.

2. FiTradeoff

Almeida et al. [2016] propuseram o método FITradeoff (Flexible and Interactive Tradeoff) para atender o problema de elicitação das constantes de escala. O método se baseia no procedimento de *tradeoff*, onde objetiva-se avaliar o ponto de *tradeoff* entre duas opções, definindo o ponto de indiferença entre os elementos comparados [Almeida et al., 2016; Almeida, 2013]. O método é classificado no modelo aditivo, por consequência possui racionalidade compensatória. Dessa forma para elicitar as preferências do decisor, faz-se necessário realizar uma avaliação intracritério, intercritérios e da adequação do modelo às preferências do decisor [Almeida et al., 2016].

O FITradeoff não requisita do decisor a definição de um valor exato de preferências, diferenciando-se do método Tradeoff do qual originou, no entanto ele define a partir da avaliação um intervalo de indiferença. Caso sejam identificados que as preferências dos decisores não se adequam ao modelo proposto, é realizado um terceiro estágio, onde pode ser estruturado da seguinte forma: Definir valores para testar a distribuição de pesos; Solicitar ao decisor que indique suas preferências; Desenvolver um problema de programação linear e Finalizar o processo. Esses procedimentos, definem a etapa principal do FITradeoff e busca-se como resultado uma alternativa que tenha valor máximo de acordo com o peso do espaço de critérios [Gusmão e Medeiros, 2016]. Esse processo é iterativo, até identificar a alternativa ideal.

Agora, apenas as alternativas identificadas como potencialmente ótimas são consideradas nas etapas subsequentes, caso contrário, o processo é finalizado. [Almeida et al., 2016]. Na etapa de finalização, os intervalos de pesos suportando a solução são computados e produzidos em um relatório com a recomendação final O modelo de programação linear é apresentado abaixo:

$$\max \sum_{i \in N} k_i v_i(x_{i,j}), j \in M \tag{1}$$

$$\sum_{i \in N} k_i v_i(x_{i,j}) \geq \sum_{i \in N} k_i v_i(x_{i,z}), z \in M, z \neq j \tag{2}$$

$$k_{i+1} \leq k_i v_i(x_i') - \epsilon \,, \;\; para \;\; i \in [1, n-1] \tag{3}$$

$$k_{i+1} \geq k_i v_i(x_i'') + \epsilon \,, \;\; para \;\; i \in [1, n-1] \tag{4}$$

$$\sum_{i \in N} k_i = 1, k_i \geq 0 \tag{5}$$

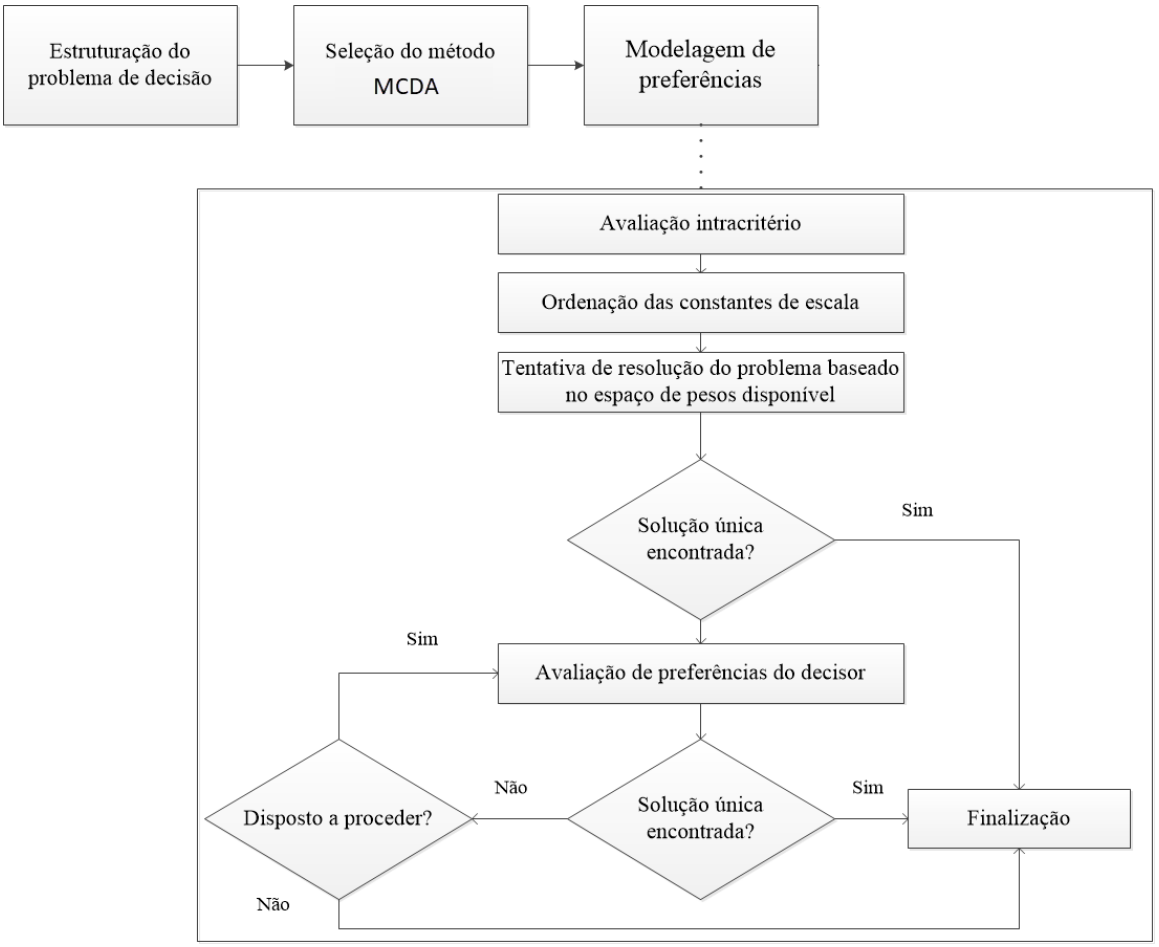
As equações representadas acima, são relativas ao problema de programação linear para definir as constantes de escala das preferências do decisor. Como foi supracitado, a cada opção selecionada pelo decisor, o problema acima é recalculado. É definido um valor para ϵ, similar ao critério de parada.

3. Métodos

3.1. Percurso metodológico

Para o desenvolvimento do modelo multicritério as etapas ilustradas na Figura 1 foram executadas. A etapa de modelagem de preferências foi operacionalizada em acordo ao procedimento de interação do Sistema de Apoio à Decisão (SAD) do FITradeoff, como apresentado por [Almeida et al., 2016]. As técnicas de pesquisa utilizadas em cada etapa representada na Figura 1 são descritas nesta seção, enquanto que os achados da aplicação da abordagem metodológica apresentada serão descritos na seção de Resultados.

Figura 1: Fluxograma do percurso metodológico



Fonte: Os autores [2021]

3.2. Local do estudo e atores do processo de decisão

Esta pesquisa baseia-se no conhecimento especializado de representantes dos nove estados da Região Nordeste do Brasil. Um painel de especialista foi formado por quatorze médicos reguladores que contribuíram com a estruturação do problema de decisão através de questionários semi-estruturados.

As observações e discussões presenciais ocorreram no SAMU/Natal no Rio Grande do Norte, RN, com um grupo de discussão formado pelo Diretor geral, o Coordenador médico, o Coordenador de regulação e um dos chefes de plantão mais experientes da central de regulação. O decisor escolhido foi o Diretor geral do SAMU/Natal-RN que também é médico regulador. Um analista intermediou o processo decisório, não sendo necessária a utilização de técnicas para se alcançar um consenso entre os membros do grupo. Outras partes interessadas foram selecionadas com base na participação simultânea ao longo do estudo.

3.3. Estruturação do problema de decisão

Duas reuniões foram realizadas na Central de Regulação do Samu 192/Natal, com grupo de discussão. Como resultado desses encontros deu-se início a delimitação do problema de decisão,

definição do painel de especialistas e as alternativas foram estabelecidas, sendo: quatro vítimas, e para ilustração quatro casos (dois clínicos e dois traumas) foram selecionados, classificados como Nível 1, código vermelho. A escolha dos temas, se deu com base no histórico de atendimentos do SAMU 192. Quando analisada uma amostra de dados históricos de 2015 a 2018, escolhida por conveniência, os resultados revelaram os casos clínicos e de trauma como as especialidades de maior representatividade.

3.3.1. Critérios de avaliação

Para identificação dos critérios de avaliação, uma abordagem principalmente qualitativa foi escolhida como sendo mais adequada à natureza exploratória do estudo e para abordar a questão da pesquisa. Os instrumentos de pesquisa que foram empregados nesta fase incluíram observações, revisão de documentos, entrevistas abertas e semi-estruturadas.

3.4. Seleção do método MCDA

Para seleção do método multicritério foram observadas, principalmente, as situações de preferência básicas como suporte à modelagem de preferência do decisor, bem como a racionalidade considerada por este ao contexto em estudo [Guitouni e Martel, 1998]. O sistema de apoio à decisão (SAD) que acompanha o FITradeoff também foi um aspecto importante para a seleção, pois construído sob um conceito de elicitação flexível que exige menor esforço cognitivo do decisor por exigir informações reduzidas, sem a necessidade de ajustes de indiferença entre as consequências. Com isso, torna-se mais fácil para o decisor fazer comparações de resultados com base na preferência estrita e não na indiferença [Almeida et al., 2016].

3.5. Modelagem de preferências

Com a definição da lista de critérios e suas constantes de escala correspondentes foi realizada a avaliação intracritério, obtendo as funções de valor $v_i(x_i)$ para cada critério i o que, por sua vez, possibilitou a construção da matriz de decisão. Para tanto, os dados da etapa anterior foram discutidos em um encontro com o grupo de discursão. A preferência do decisor foi considerada linear para todos os critérios. Para o procedimento de normalização aplicado neste trabalho, a escala é de 0 a 1, na qual 0 e 1 representam, respectivamente, o valor mínimo e o valor máximo dos desempenhos no critério [Almeida et al., 2016]. A avaliação intercritério, foi realizada com o método multicritério FITradeoff, no *software* FITRADEOFF para o modelo aditivo de escolha com análise de sensibilidade, (código FU-T1EEMO-CT1).

As análises de sensibilidade também foram feitas com todos os critérios a fim de examinar a robustez da seleção e identificar critérios potencialmente sensíveis ao peso. Os valores percentuais para variação dos critérios foram - 20% e + 20%. O valor de consequência de cada alternativa j do problema para o critério i assumiu um valor Sj, i tal que $(pj, i) * (0, 8) \leq Sj, i \leq (pj, i) * (1, 2)$, em que pj, i corresponde ao seu valor nominal (valor da matriz de consequências original). Para manter os limites originais do espaço de consequências, o SAD verifica qual o valor mínimo do espaço de consequências gerado no ciclo da Análise de Sensibilidade e atribui a ele o valor mínimo nominal. O mesmo é feito quanto ao valor máximo nominal.

4. Resultados

4.1. Estruturação do problema de decisão

A avaliação multicritério foi baseada nas prioridades e preferências do diretor geral, que também exerce a função de médico regulador. Como especialistas, quatorze médicos reguladores distribuídos entre os estados da região Nordeste foram consultados para concessão de informações e particularidades do processo de regulação em serviços de emergência. Em consonância ao objetivo de seleção de vítimas, a problemática que melhor descreve o sentido em que o apoio à decisão

foi conduzido é a de selecionar qual vítima atender primeiro, ou seja, de seleção. O conjunto de alternativas é discreto e constituído por quatro cursos de ação, os quais correspondem a quatro vítimas com quadros clínicos distintos que variam entre casos clínicos e de trauma. A Tabela 1, sumariza as alternativas elencadas.

Tabela 1: Alternativas de decisão

Vítima	Hipótese Diagnóstica
1	Anafilaxia/Síndrome de envenenamento
2	Trauma cranioencefálico grave
3	Traumatismo cranioencefálico moderado, com evolução de crise convulsiva pós-traumática do tipo tônico-clônica
4	Insuficiência respiratória mais rebaixamento do nível de consciência

Fonte: Os autores [2021]

Após a aplicação dos instrumentos de pesquisa descritos, dez critérios foram identificados juntos aos atores da decisão e puderam ser categorizados em três dimensões distintas. A Tabela 2, apresenta as dimensões com os respectivos critérios e escalas.

Tabela 2: Critérios de decisão

Dimensão	Critério	Escala
Critérios relacionados a saúde da vítima	Vias aéreas e oxigenação	Estão em uma escala verbal, variando entre 1 e 4. Onde 1 significa Ileso e 4 Severo (Ileso, Pequena, Média e Severa). Zumbir valor mais alto é preferível a um valor menor. (Maximização).
	Estado de consciência	
	Pulso	
	Traumatização	
	Histórico de saúde da vítima	
Critérios relacionados a vítima	Idade	É representado pela idade da vítima. Um valor menor é preferível a um valor mais alto. (Minimização)
	Localização	É representado pela distância da vítima até a ambulância, expressa em Km. Um valor menor é preferível a um valor mais alto. (Minimização)
	Acesso ao médico	A medida é uma escala verbal, variando entre 1 e 4. Onde 1 significa muito ruim e 4 muito bom (muito ruim, ruim, bom, muito bom). Um valor menor é preferível a um valor mais alto. (Minimização)
critérios relacionados aos fatores externos	Acesso ao local da vítima	
	Comoção social	Estão em uma escala verbal, variando entre 1 e 4.Onde 1 significa nenhuma e 4 alta (nenhuma, baixa, média, alta). Um valor mais alto é preferível a um valor menor. (Maximização)

Fonte: Os autores [2021]

O modelo até aqui estruturado tem como objetivo a seleção de vítimas, e para avaliação da 4 alternativas tem 10 atributos.

4.2. Seleção do método multicritério

As situações básicas de preferência e o tipo de racionalidade praticada pelo decisor foram observados para escolha do método multicritério aplicado [Guitouni e Martel, 1998]. A racionalidade compensatória foi justificada, pois o bom desempenho em ”vias aéreas e oxigenação”de determinada vítima poder compensar uma performance ruim no critério ”histórico da vítima”, por exemplo. Essa dinâmica também foi observada nos demais critérios. Ou seja, o decisor admite compensação entre as avaliações.

Além disso, assumiu-se que a relação de preferência seja (P,I), pois o decisor consegue identificar relações de preferência e indiferença entre os pares de consequências. A abordagem de critério de síntese única não aceita que possam existir boas razões para justificar a incomparabilidade entre duas alternativas. Nesta situação de tomada de decisão, admitiuse que as alternativas podem ser comparadas entre si, não havendo, portanto, presença de incomparabilidade. A propriedade de transitividade também foi observada. O sistema de apoio à decisão (SAD) que acompanha o FiTradeoff é um aspecto importante, pois foi construído sob um conceito de elicitação flexível que requer menos esforço do decisor. Ao exigir informações reduzidas, sem a necessidade de ajustes de indiferença entre as consequências.

4.3. Modelagem de preferências

A Tabela 3 representa a avaliação de cada alternativa i para cada critério j, o que conduziu a definição da função valor $v_j(a_i)$, correspontente a etapa de avaliação intracritério.

Tabela 3: Matriz de decisão

Alternativas	Critérios									
	Vítima			Estado de saúde da vítima					Fatores externos	
	Localização KM	Idade	Acesso ao médico	Vias aéreas e oxigenação	Estado de consciência	Pulso	Traumatização	Histórico de saúde da vítima	Acesso ao local da vítima	Comoção social
Vítima 1	12,4	22	2	4	1	1	1	4	1	3
Vítima 2	12,1	40	1	4	4	4	4	1	3	3
Vítima 3	11,8	23	3	3	4	3	4	1	3	2
Vítima 4	12	60	2	3	4	2	1	4	2	2

Fonte: Os autores [2021]

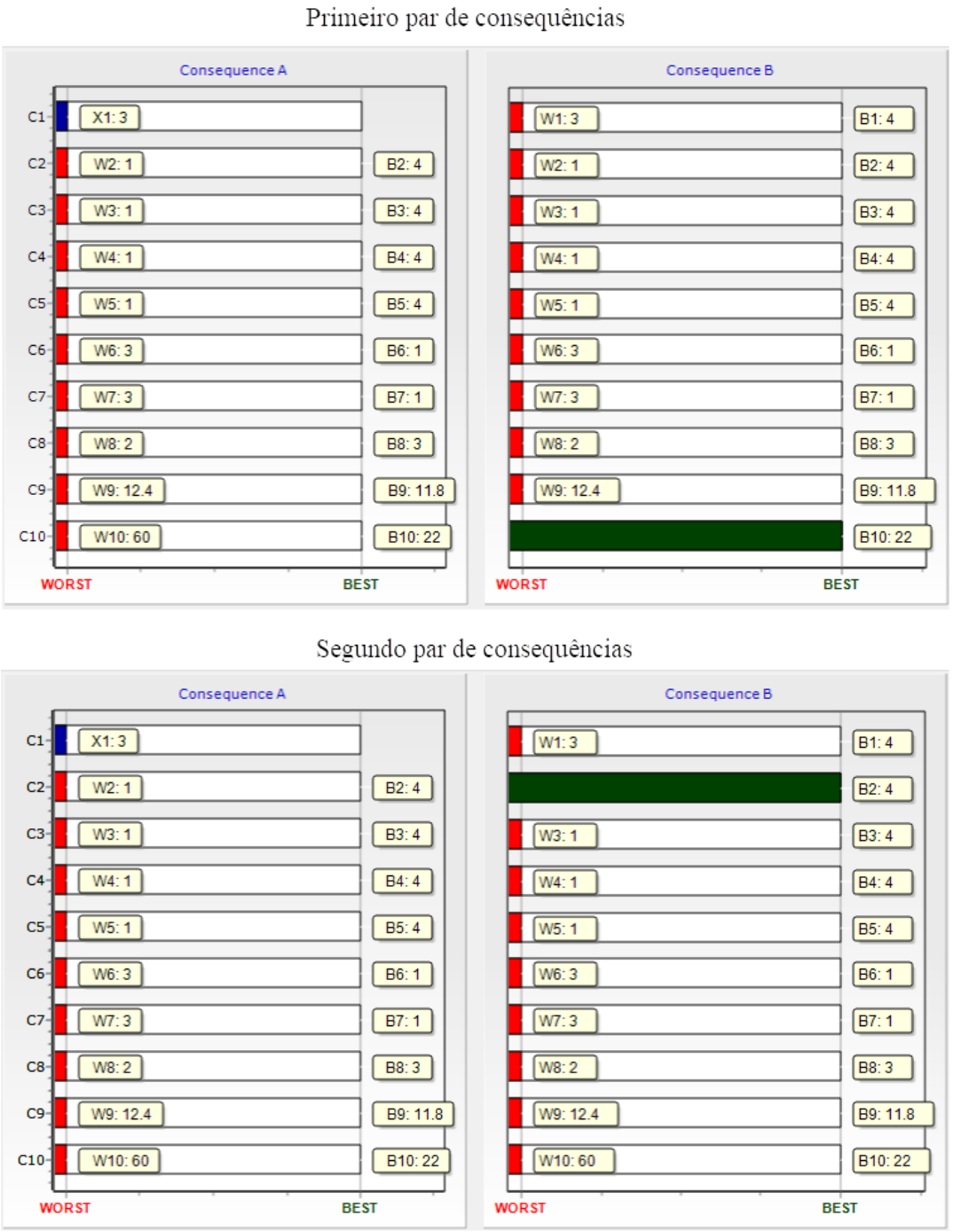
Após a construção da matriz de decisão, a primeira etapa da modelagem de preferências no Sistema de Apoio à Decisão (SAD) do FITradeoff, consistiu na ordenação das constantes de escala via avaliação holística, tendo atendido a seguinte ordenação:

$$k_{C1} > k_{C2} > k_{C3} > k_{C4} > k_{C5} > k_{C6} > k_{C7} > k_{C8} > k_{C9} > k_{C10} \tag{6}$$

Onde: C1: Vias aéreas e oxigenação; C2: Estado de consciência; C3: Pulso; C4: Traumatização; C5: Histórico de saúde da vítima; C6: Acesso ao médico; C7: Acesso ao local da vítima; C8: Localização; C9: Idade e C10: Comoção Social.

Em seguida foi iniciado o processo de elicitação junto ao decisor, no qual solicitaram-se suas declarações de preferência frente à comparação entre duas alternativas hipotéticas. Por ser um método de informação parcial, o FITradeoff dispensa a necessidade de que o exato ponto de infiderença para o qual o decisor é indiferente e exige apenas o fornecimento de informações de preferência estrita, cognitivamente mais fáceis de serem concedidas quando em comparação àquelas de infiderença [Frej, 2017].

Figura 2: Elicitação flexível



Fonte: SAD FITradeoff Seleção, 2020. Legenda: Wi é o pior resultado dos critérios Ci; Xi é um resultado entre o melhor e o pior dos critérios Ci; Bi é o melhor dos critérios Ci.

após 2 perguntas ao decisor, a recomendação foi a seleção da Vítima 2. Na Figura 2

pode-se observar os dois pares de consequências apresentadas ao desisor, que na primeira pergunta preferiu o cenário A e na segunda o B. Com isso, a elicitação flexível foi finalizada, sem a necessidade de parar o processo no meio. A elicitação foi rápida e revelou um resultado satisfatório. Isso se deu pela preocupação e atenção investida na estruturação do problema. A clareza das variáveis envolvidas facilitou a finalização.

Uma solução única foi encontrada para o espaço de pesos. A análise da Figura 3 permite afirmar que, desde que os valores das constantes de escala situem-se entre a zona identificada pelos limites máximo e mínimo do gráfico, a vítima 2 continua sendo a recomendada para a escolha, tendo em vista o espaço de pesos definido.

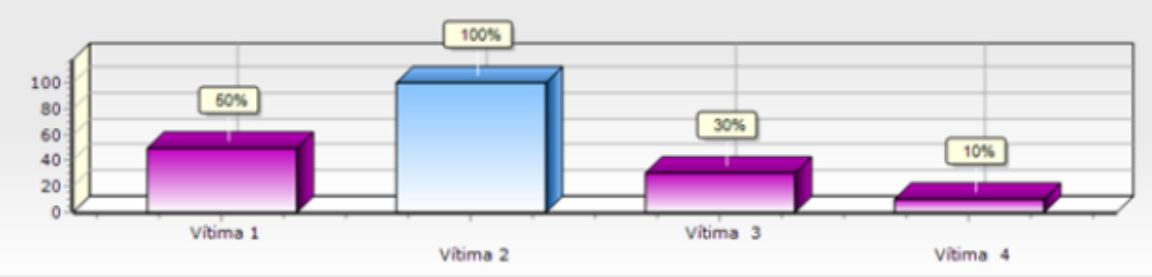
Figura 3: Intervalo das constantes de escala



Fonte: FITradeoff-seleção [2021]

Para avaliar a robustez da recomendação e identificar critérios potencialmente sensíveis à variação dos parâmetros do modelo, uma análise de sensibilidade foi executada via variação das constantes de escala dos critérios entre -20% e +20%. A saída ilustrada na Figura 4 foi obtida:

Figura 4: Alternativas encontradas durante a execução da anáse de sensibilidade



Fonte: FITradeoff-seleção [2021]

A interpretação gráfica da Figura 4 evidencia o subconjunto de alternativas potencialmente ótimas elencadas durante cada ciclo da análise de sensbilidade, a saber, 10.000. Dentre essas alternativas, aquelas que também estavam presentes no subconjunto original aparecem na cor azul. Aquelas que estiveram presentes no subconjunto em algum ciclo da Análise de Sensibilidade mas não estavam no subconjunto nominal são mostradas na cor roxa. Observa-se ainda o impacto das alterações na alternativa selecionada, o que sugere que a Vítima 2, permanece consistentemente a

alternativa mais atraente, seja qual for o valor a assumido.

5. Considerações finais

Este trabalho contribuiu significativamente para a prática racional, transparente e imparcial de seleção de vítimas do SAMU/192, usando a metodologia multicritério de apoio a decisão. Após a formalização do modelo torna-se possível a reprodutibilidade e validação, esses que são dois parâmetros importantes ao lidar com o desafio das decisões dos médicos reguladores.

Como resultado das análises dos médicos especialistas e grupo de discussão, diferentes dimensões de critérios foram sintetizadas, critérios que orientam, como também, os que influenciam a seleção das vítimas foram conhecidos e considerados. Esse conhecimento oriundo dos protocolos de regulação, e da experiência dos especialistas poderá apoiar as decisões de médicos reguladores recém chegados.

Selecionar os critérios neste estudo indicou que os protocolos que orientam os médicos reguladores não levam em consideração todos os critérios para seleção de vítimas em um ambiente de escassez de recursos. A estruturação do problema realizada possibilitou o conhecimento sobre dez critérios de avaliação. A seleção das vítimas deve ser realizada, fazendo uso de critérios que orientam (protocolos) e critérios que influenciam o processo decisório. Para a modelagem matemática o processo de Tradeoff flexível e interativo mostrou-se eficaz para a seleção de vítimas.

O modelo desenvolvido tem o potencial de apoiar a decisão do médico regulador e direcionar os recursos as vítimas que mais necessitam de suporte. Antes do modelo eram considerados, principalmente, 4 critérios relacionados ao estado de saúde da vitima (Vias a aéreas eoxigenacão, estado de consciência, pulso e traumatização). A pesquisa evidenciou outras dimenções e seus respectivos critérios. O modelo proposto neste trabalho não busca disponibilizar ao decisor um mecanismo de respostas imediatas e sim, apresentar quais dados necessitam ser analisados no problema, seguido da sistematizacão das informações para fornecer orientacão com maior transparência e segurança às decisões médicas. Ainda, sugere-se para pesquisas futuras o desenvolvimento dos sistemas de apoio a decisão do SAMU/192 para que o modelo seja mais facilmente acessível.

Referências

Almeida, A. D. T. (2013). *Processo de decisão nas organizações: construindo modelos de decisão multicritério*. São Pulo: Atlas.

Almeida, A. T., Almeida, J. A., Costa, A. P. C. S., e De Almeida-Filho, A. T. (2016). A new method for elicitation of criteria weights in additive models: Flexible and interactive tradeoff. *European Journal of Operational Research*, 250(1):179–191. ISSN 03772217.

Andersson, H., Granberg, T. A., Christiansen, M., Aartun, E. S., e Leknes, H. (2020). Using optimization to provide decision support for strategic emergency medical service planning – Three case studies. *International Journal of Medical Informatics*, 133(July 2019):103975. ISSN 18728243. URL `https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2019.103975`.

Aringhieri, R., Bruni, M. E., Khodaparasti, S., e van Essen, J. T. (2017). Emergency medical services and beyond: Addressing new challenges through a wide literature review. *Computers and Operations Research*, 78(August 2016):349–368. ISSN 03050548.

Bélanger, V., Ruiz, A., e Soriano, P. (2019). Recent optimization models and trends in location, relocation, and dispatching of emergency medical vehicles. *European Journal of Operational Research*, 272(1):1–23. ISSN 03772217.

Brasil, M. d. S. (2006). *Política Nacional de Atenção às Urgências*. ISBN 8533411669.

Carvalho, A. S., Captivo, M. E., e Marques, I. (2020). Integrating the ambulance dispatching and relocation problems to maximize system's preparedness. *European Journal of Operational Research*, 283(3):1064–1080. ISSN 03772217. URL https://doi.org/10.1016/j.ejor.2019.11.056.

Chen, T. (2019). A novel VIKOR method with an application to multiple criteria decision analysis for hospital-based post-acute care within a highly complex uncertain environment. *Neural Comput & Applic*, 31(3969–3999).

Ebben, R. H., Vloet, L. C., Speijers, R. F., Tönjes, N. W., Loef, J., Pelgrim, T., Hoogeveen, M., e Berben, S. A. (2017). A patient-safety and professional perspective on non-conveyance in ambulance care: a systematic review. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*, 25:20. ISSN 17577241.

Frazão, T. D. C., Camilo, D. G. G., Cabral, E. L. S., e Souza, R. P. (2018). Multicriteria decision analysis (MCDA) in health care: a systematic review of the main characteristics and methodological steps. 1:1–16.

Frej, E. A. (2017). *Modelo Multicritério para Seleção de Fornecedores e Análise da Problemática de Ordenação com FITradeoff*. PhD thesis, UFPE.

Guitouni, A. e Martel, J.-M. (1998). Tentative guidelines to help choosing an appropriate MCDA method. *European Journal of Operational Research*, 109(2):501–521. ISSN 03772217.

Gusmão, A. P. H. e Medeiros, C. P. (2016). A Model for Selecting a Strategic Information System Using the FITradeoff. *Hindawi Publishing*.

Marsh, K., Lanitis, T., Neasham, D., Orfanos, P., e Caro, J. (2014). Assessing the Value of Healthcare Interventions Using Multi-Criteria Decision Analysis : A Review of the Literature. p. 345–365.

Thokala, P., Devlin, N., Marsh, K., Baltussen, R., Boysen, M., Kalo, Z., Longrenn, T., Mussen, F., Peacock, S., Watkins, J., e Ijzerman, M. (2016). 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. ISSN 15244733.