

Aplicação do Método PROMETHEE-ROC em um Problema de Decisão na Construção Civil

Moema da Nóbrega Euclides Lima (UFPE)
moema.nobrega@ufpe.com.br

Danielle Costa Morais (UFPE)
dcmorais@insid.org.br



O sistema construtivo mais usado no Brasil é a alvenaria convencional. No entanto, com o avanço tecnológico e com o aprimoramento de processos industriais foram surgindo novos sistemas que buscam atender as necessidades do setor da construção, como por exemplo, o pré-moldado de concreto e steel frame. Diante desse conjunto de alternativas de sistemas e dos múltiplos objetivos que estão associado a o desenvolvimento de um novo empreendimento, o gestor se depara com um problema de decisão multicritério que influenciará em todo planejamento da obra. Para solução deste problema o artigo propõe a construção de um modelo de tomada de decisão baseado no método PROMETHEE-ROC. O modelo se mostrou eficaz para tratar o problema de ordenação de sistemas construtivos no qual o decisor não era capaz de oferecer informações completas quanto aos pesos dos critérios estabelecidos para trata o problema.

Palavras-chave: Problema de decisão, Sistema Construtivo, PROMETHEE-ROC.

1. Introdução

A construção civil influencia no desenvolvimento de uma nação, dado que é um setor que gera emprego, movimentação financeira e melhorias na infraestrutura do país. De acordo com Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) a construção civil foi o segmento que registrou o maior crescimento em 2019, com 1,3% de expansão, acumulando 4,4%. Atrelado a esse crescimento estão os avanços tecnológicos, inovações e a necessidade constante de mão de obra qualificada, empresas capacitadas e um capital de investimento para as novas especialidades construtivas.

De acordo com Oliveira, Silva, Rosa (2020), apesar da imagem de desenvolvimento e evolução que a construção civil transmite, esse setor ainda é causador de inúmeros impactos ambientais, que podem ser provenientes do uso exacerbado de recursos ou até mesmo descarte inapropriado de resíduos. Hoje no Brasil, o sistema construtivo mais utilizado é a alvenaria convencional, que consiste em um sistema capaz de gerar de um elevado número de resíduos. Diante disso, Machado *et al* (2018) destaca a necessidade da adoção de outros sistemas construtivos que causem um menor impacto ambiental e que se adequem com facilidade ao cenário brasileiro.

A escolha de um sistema construtivo implica em determinar as técnicas e os métodos que serão utilizados para desenvolver o empreendimento e para formulação do planejamento do projeto. Sendo assim, são necessários estudos e análises a fim de conhecer as variáveis que estão envolvidas no problema antes de tomar a decisão quanto ao sistema que será implementado. Com isso, dada essa situação com mais de uma alternativa para ser escolhida, no qual são considerados vários critérios de interesse no processo de decisão, pode-se dizer que existe um problema de decisão multicritério dentro desse contexto da construção civil.

Numa perspectiva funcional, a tomada de decisão é a atividade mais importante para um gestor e consiste em uma situação que conduz à indicação do melhor curso de ação dentre as alternativas disponíveis, em favor da obtenção do melhor desempenho organizacional (CLEMENTE, 2015). Quando o decisor se depara com uma situação de tomada de decisão a modelagem de decisão multicritério é útil para auxiliá-lo nessa atividade.

Diante desse contexto, o objetivo desse artigo é propor um modelo de apoio a decisão para analisar os sistemas construtivos contando com base o método PROMETHEE-ROC (MORAIS *et al.*, 2015; CLEMENTE, 2015), avaliando não apenas aspectos técnicos, como também impactos ambientais e conforto do cliente.

2. Sistemas construtivos

A Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 15575/2013 trata os sistemas construtivos como um conjunto de elementos e componentes destinados a cumprir com uma macrofunção que a define, sendo ele a maior parte funcional do edifício. No mercado construtivo mundial existe uma variedade de sistemas produtivos que podem ser implementados a fim de obter um produto final. No Brasil, ainda é bastante comum a utilização do sistema mais convencional como a alvenaria cerâmica e concreto armado. Entre as razões que levam a preferência por esse sistema construtivo estão a facilidade de obtenção de mão de obra, já que não exige muita qualificação dos profissionais, e a flexibilidade no mercado na obtenção da matéria prima para sua execução.

A alvenaria convencional é um sistema caracterizado por utilizar em sua estrutura o concreto armado e para vedação e divisão dos ambientes a alvenaria cerâmica. Visto que já foram apresentados os pontos positivos desse sistema, também devem ser apresentadas algumas das suas desvantagens, tais como seu longo tempo de execução de obra, sua alta capacidade geradora de resíduo e entulhos e seu elevado índice de desperdício. Diante desses pontos negativos, o mercado traz sistemas construtivos alternativos que vem ganhando destaque no setor da construção civil, como por exemplo, alvenaria estrutural, pré-moldado de concreto e o *steel frame*.

A definição de sistema construtivo em alvenaria estrutural consiste em um sistema onde se utilizam as paredes da construção para receber as cargas, em substituição a estrutura de sustentação formada por pilares e vigas empregados nos sistemas de concreto armado, aço e madeira (ROMAN; ARAÚJO; MUTI, 1999). É um sistema construtivo que exige uma mão de obra mais qualificada e os tijolos de concreto desempenham tanto função de vedação e repartição de ambiente como função estrutural, o que acaba limitando alterações de ambientes na edificação e uso de vãos longos.

Outro sistema que apresenta uma ascensão no setor da construção é o pré-moldado de concreto que se destaca pela sua durabilidade e seu controle de qualidade rigoroso dentro da indústria. A ABNT NBR 9062/2001 define o pré-moldado como um elemento executado fora do local de utilização definitiva da estrutura, o que o caracteriza um sistema industrial, e com um controle de qualidade rigoroso e agilidade na execução da estrutura. Um ponto desfavorável desse sistema é sua necessidade por mão de obra e equipamentos especializados, característica também comum do sistema construtivo *steel frame*.

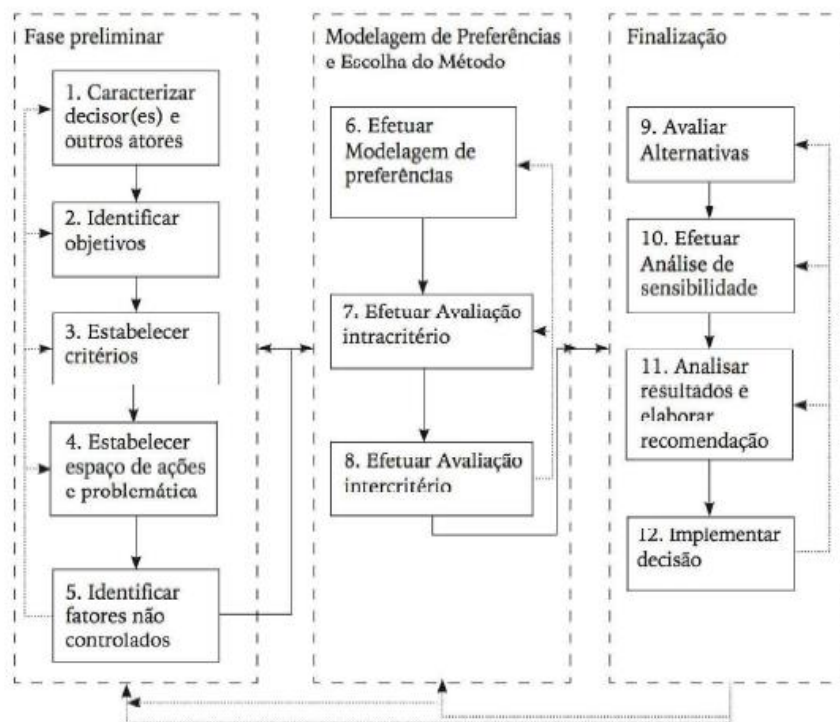
O sistema *steel frame* tem em sua estrutura perfis metálicos industrializados, o que garante maior agilidade na execução das obras, visto que boa parte da sua estrutura chega ao canteiro já pré-fabricada necessitando apenas de equipamentos para sua instalação.

Diante desse número de alternativas para conduzir a obra, no qual cada um possui suas vantagens e desvantagem, fica difícil para o tomador de decisão que está à frente da obra apontar qual sistema melhor atende a todas suas solicitações. Além disso, é uma decisão muito importante para empresa, pois essa escolha refletirá diretamente no planejamento e gerenciamento da obra. Nesse caso, para embasar a decisão será apresentado a construção de um modelo de tomada de decisão para um sistema construtivo.

3. Modelagem para resolução de problemas de decisão

Um modelo de tomada de decisão corresponde a uma representação formal e com simplificação do problema enfrentado com suporte de um método multicritério de apoio a decisão (DE ALMEIDA,2013). Para construção de um modelo de decisão multicritério De Almeida (2013) desenvolveu um framework dividido em três fases, no qual essas três fases totalizam 12 etapas, como pode ser observado na Figura 1.

Figura 1- Procedimentos para resolução de um problema de decisão



Fonte: De Almeida (2013)

O framework consiste em etapas integradas que direcionam o processo de tomada de decisão através da construção do modelo de decisão multicritério. A primeira etapa é a caracterização do decisor e outros atores. O conceito de atores engloba indivíduo ou grupos de pessoas, perfeitamente identificáveis, que participam direta ou indiretamente de um processo de decisão (ALENCAR, 2013). O decisor é o indivíduo ou o grupo que é responsável pela escolha no processo de decisão. Na etapa seguinte se tem a identificação dos objetivos. Nesta etapa é realizada a identificação, estruturação, análise e compreensão dos objetivos relevantes (estratégicos, fundamentais e objetivos-meio) de tal forma a garantir a qualidade do processo decisório (RODRIGUEZ, 2017).

Após determinados os objetivos, devem ser estabelecidos os critérios. Eles representarão os objetivos no modelo de tomada de decisão. Definido os critérios, a quarta etapa consiste em estabelecer o espaço de ações e a problemática. Nela serão definidas as alternativas de avaliação e a problemática, que de acordo com De Almeida (2013), consiste na forma de classificar o problema de decisão com base na maneira que o decisor deseja obter seu resultado. As informações coletadas permitem a construção da matriz de consequência que apresenta ao decisor o desempenho de cada alternativa para cada critério. Para conclusão da fase preliminar tem-se a identificação de fatores não controlados. Essa quinta etapa diz respeito a identificar variáveis que fogem do controle do decisor.

Efetuada as etapas anteriores, inicia-se a segunda fase que é a modelagem de preferência e escolha do método. Na sexta etapa serão identificadas as preferências do decisor dentro do conjunto de consequências que podem ser visualizados na matriz de consequências. Ainda nessa etapa é avaliada a racionalidade mais adequada para o problema, no qual trata-se de uma informação importante para que seja feita uma seleção preliminar do método que será aplicado. A etapa sete e oito, avaliação intracritério e avaliação intercritério, depende muito do método que será utilizado no problema.

A última fase consiste na avaliação das alternativas apresentadas ao decisor, seguindo de uma análise de sensibilidade, a fim de verificar a robustez do resultado quando alterado parâmetros e dados de entrada do problema. Segundo De Almeida (2013), nessa fase o modelo já está consolidado e pronto para ser usado. As etapas consecutivas contam com a elaboração de recomendações para o decisor quanto ao modelo desenvolvido e a implementação de ações.

4. Modelo proposto para análise de sistemas construtivos

No intuito de dar suporte a tomada de decisão foi construído um modelo de decisão. O problema consiste na apresentação de um ranking de sistemas construtivos que sirvam para construção de um empreendimento verticalizado de bloco único para fins comerciais no município de Campina Grande - PB. A edificação conta com cinco pavimentos, sendo o térreo destinado a recepção e hall e os demais pavimentos são ditos tipos e constam com cerca de 8 salas comerciais por andar.

Esse processo pode contar com muitos atores, que por meio de suas perspectivas esclarecem questões e fornecem informações úteis que influenciam a decisão. Os atores envolvidos nesse processo são engenheiros e consultores, contando, especificamente, com um engenheiro de projeto estrutural para analisar os métodos estruturais possíveis de serem implementados nessa edificação e as possíveis alterações que podem ser realizadas no projeto no aspecto arquitetônico e estrutural. Outros atores são o engenheiro orçamentista com sua habilidade de analisar os custos da obra a depender do sistema adotado e o engenheiro de execução, que planeja a execução da obra, determinando o tempo de execução e controlando o canteiro de obra.

Além desses, tem o consultor especialista na área de remanejamento de resíduos provenientes da construção civil e a figura do decisor. Nesse contexto o decisor é individual, cabendo esse papel ao diretor de projetos, que além de ser um dos sócios majoritários da empresa é um engenheiro civil que possui uma visão mais generalista da área.

Reuniões e visitas técnicas foram realizadas entre os atores, a fim de coletar informações e conhecer as várias perspectivas envolvidas no problema. Com isso, ficou claro os critérios que devem ser considerados, as alternativas que podem ser utilizadas e aquelas que podem ser descartadas, tudo isso, através de análise e acordo entre os envolvidos no processo e a tomada de decisão do diretor.

O objetivo fundamental do decisor é a construção rápida do seu mais novo empreendimento, a um custo aceitável dentro das condições da empresa e que durante seu processo de execução os danos sócios ambientais sejam minimizados frente as antigas obras da construtora. Como forma de atingi-lo, foram definidos os seguintes objetivos:

- Objetivo 1: Rápida execução do empreendimento. O decisor deseja celeridade na execução da sua obra;
- Objetivo 2: Mitigar os impactos ambientais gerado pela construção civil;

- Objetivo 3: Evitar desgaste com a dificuldade em adquirir mão de obra para executar o serviço;
- Objetivo 4: O custo para execução da obra não deve extrapolar o capital da empresa para o empreendimento;
- Objetivo 5: Atender as necessidades do cliente de fazer adequações do projeto e do espaço;
- Objetivo 6: Proporcionar privacidade e conforto acústico ao cliente.

Na Tabela 1 é possível observar que a cada objetivo se tem um critério associado que o representará no processo de modelagem. Além da relação dos objetivos com os critérios, a Tabela 1 traz a direção de preferência de cada critério.

Tabela 1 - Objetivos, critérios e direção de preferência considerados na análise

Objetivo	Critério	Direção de preferência
Objetivo 1	Tempo de execução	Minimizar
Objetivo 2	Resíduos gerados	Minimizar
Objetivo 3	Mão de obra disponível	Minimizar
Objetivo 4	Custo	Minimizar
Objetivo 5	Flexibilidade a modificações	Maximizar
Objetivo 6	Isolamento Acústico	Maximizar

Fonte: Autoria própria (2021)

A equipe destacou quatro alternativas de sistemas construtivos que se adequam ao problema. Esse conjunto de alternativas é composto pelos seguintes sistemas e seus respectivos códigos: alvenaria convencional (A1); alvenaria estrutural (A2); pré-moldado de concreto (A3) e *steel frame* (A4).

Quando se tem um problema no qual se busca ordenar os elementos, a problemática é do tipo ordenação (P. γ). Com isso, o decisor busca o melhor sistema e a ordem deles em meio ao conjunto de alternativas. Esse ranking trará a apresentação do sistema construtivo que apresentou um arranjo de consequências mais satisfatório até o sistema que apresentou o menos satisfatório, visto que para o decisor uma alternativa satisfatória deve apresentar um bom compromisso com todos os critérios.

A estrutura do PROMETHEE-ROC permite que as informações ordinais sobre o conjunto de critérios sejam tratadas de forma coerente para a aplicação do método multicritério, capaz

utilizar a racionalidade não compensatória e as análises de sobreclassificação para ordenar as alternativas disponíveis (CLEMENTE, 2015).

De acordo com Clemente *et al* (2015) a estrutura matemática do PROMETHEE-ROC tem como base a interação entre as análises das relações de sobreclassificação e a metodologia de pesos substitutos para representar as preferências do decisor.

No PROMETHEE-ROC o decisor é solicitado a ordenar os critérios com base no seu grau de importância para o problema e a partir dessa informação são gerados os pesos substitutos ROC que agirá integrado ao método PROMETHEE II. Esse método permite que o problema seja analisado quando o decisor não for capaz de fornecer informações completas, mas é capaz de fornecer informações parciais para definir suas preferências.

Um exemplo de aplicação do PROMETHEE-ROC no setor tecnológico é o trabalho de Morais *et al.* (2015) no qual é avaliada a velocidade da tecnologia para geração de energia. Outro trabalho que traz o uso desse método é o de Clemente *et al* (2015), onde o método é aplicado para solução de um problema de decisão envolvendo a priorização de tecnologias críticas para a geração de energia elétrica limpa.

Portando, diante de uma racionalidade não compensatório e do desejo de ordenação das alternativas e minimização do esforço do decisor durante o processo, foi aplicado o método PROMETHE-ROC para solução do problema.

A tomada de decisão foi apoiada em um Sistema de Apoio à Decisão que tem em sua estrutura o método PROMETHE-ROC e foi disponibilizado pelo Centro de Desenvolvimento em Sistemas de Informação e Decisão (CDSID). O sistema requer informações do problema, tais como: critério; ordem/peso do critério; função correspondente; limiares de preferência e/ou indiferença, caso tenham; as alternativas e os dados referentes a matriz de consequência. Como resultado da entrada de dados, o sistema apresenta uma interface com a matriz de consequência do problema, como pode ser observado na Figura 2. Os dados que constam na tabela de consequência foram obtidos através pesquisas de preço, SINAPI (2020), SINDUSCON-PB (2020) e Felix (2017).

Figura 2 - Apresentação da matriz consequência

► Data Collection

Problem Criteria and Alternatives Consequences Matrix

About the consequences matrix

Problem:

	C1	C2	C3	C4		
Alvenaria	13.5	1266.63	5	1	3	3
Mão de obra disponível	9	1465.87	4	2	1	1
Resíduos gerados	5	2798.6	1	3	2	2
Steel frame	6.5	2003.07	2	3	3	3

Submit matrix

Do you confirm that these parameters are correct?

Click on "Go Forward" if the data collection of your problem is satisfactory. After that, we will begin the weights elicitation process.

◀ Back Go Forward ▶

Fonte: Autoria própria (2021)

A elicitação dos pesos nesse método é baseada no grau de importância entre os critérios apresentado no problema. Com base nisso, o decisor ordena os critérios conforme sua importância, logo, o critério posicionado no alto da ordenação possuirá um peso de 0,408, sendo esse o maior peso, dado que esse caso apresenta 6 critérios. A Figura 3 apresenta o ranking dos critérios e os pesos ROC referentes a eles.

Figura 3- Apresentação dos critérios ordenados e tabela de pesos ROC

► Weight Elicitation

Choose the process Direct Evaluation ROC elicitation Ratio elicitation

About the ROC procedure

Among the criteria available below, which one is the most important for you?
 Answer the question until there is no criterion available.

Restart

List of Criteria:

Criteria Ranking:

– No Selection –
 C1: Tempo de execução
 C2: Custo
 C3: Resíduos gerados
 C4: Mão de obras disponível
 C5: Flexibilidade a modificações
 C6: Isolamento Acústico

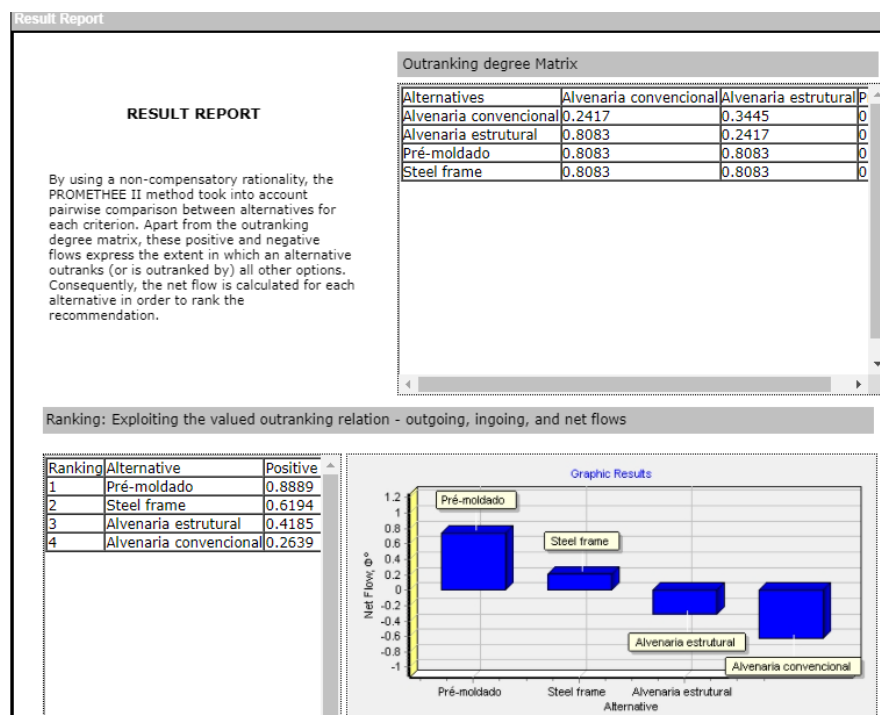
Decision Weights: ROC results

Criterion's Code	C1	C2	C3	C4	C5
Criterion's Name	Tempo de execução	Custo	Resíduos gerados	Mão de obras disponível	Flexibilidade a modificações
ROC weight	0.4083	0.2417	0.1583	0.1028	0.0611

Fonte: Autoria própria (2021)

Com base nas informações fornecidas, o sistema apresenta os resultados do problema a partir da aplicação do método. O resultado apresentado trouxe em primeiro lugar na ordenação o sistema construtivo pré-moldado de concreto. A segunda sugestão de sistema construtivo é o *steel frame* seguido da alvenaria estrutural e alvenaria convencional na terceira e quarta ordem, respectivamente. A Figura 4 apresenta o resultado da ordenação obtido no sistema através do PROMETHEE-ROC. A Tabela 2 além dos resultados, também apresenta os fluxos negativos, fluxos positivos e os fluxos totais.

Figura 4 - Resultado da ordenação dos sistemas construtivos obtida através do PROMETHEE-ROC



Fonte: Autoria própria (2021)

Tabela 2- Resultado final sobre os sistemas construtivos com os fluxos positivos, negativos e líquidos

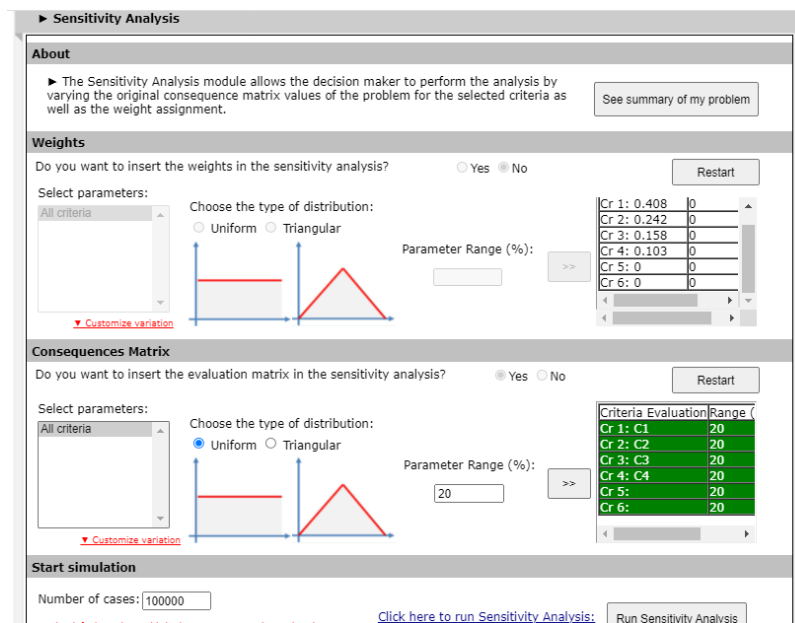
Ranking	Alternative	Positive Flow, Φ^+	Negative Flow, Φ^-	Net Flow, Φ^o
1	Pré-moldado	0,8889	0,1491	0,7398
2	Steel frame	0,6194	0,4185	0,2009
3	Alvenaria estrutural	0,4185	0,7343	-0,3157
4	Alvenaria convencional	0,2639	0,8889	-0,6249

Fonte: CDSID (2021)

Com o objetivo de investigar o quão sensível é o resultado as mudanças em parâmetros, foi realizada a análise de sensibilidade ainda pelo programa da web. O processo conta com a criação de outros cenários que são construídos a partir dessas mudanças nos valores de pesos ou nos dados de entrada.

Para análise de sensibilidade desse trabalho foram considerados os 100.000 cenários que o programa permite analisar, com uma variação de 20% nos valores da matriz de consequência e nível de significância de 0,05. Foi assumido que para essa simulação a distribuição era uniforme, como pode ser visualizado na Figura 5, onde está apresentada a tela do sistema na etapa de solicitação de informações referentes a análise de sensibilidade.

Figura 5 - Apresentação das informações para análise de sensibilidade



Sensitivity Analysis

About
 ► The Sensitivity Analysis module allows the decision maker to perform the analysis by varying the original consequence matrix values of the problem for the selected criteria as well as the weight assignment. [See summary of my problem](#)

Weights
 Do you want to insert the weights in the sensitivity analysis? Yes No [Restart](#)
 Select parameters:
 Choose the type of distribution: Uniform Triangular
 Parameter Range (%): [>>](#)
 Cr 1: 0.408 | 0
 Cr 2: 0.242 | 0
 Cr 3: 0.158 | 0
 Cr 4: 0.103 | 0
 Cr 5: 0 | 0
 Cr 6: 0 | 0

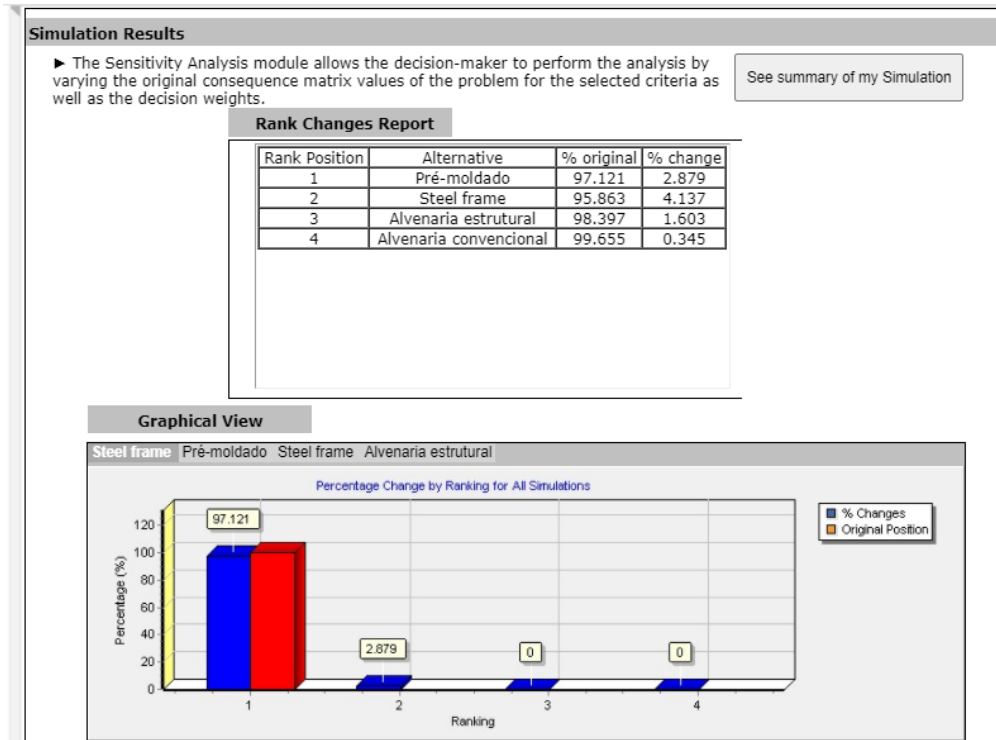
Consequences Matrix
 Do you want to insert the evaluation matrix in the sensitivity analysis? Yes No [Restart](#)
 Select parameters:
 Choose the type of distribution: Uniform Triangular
 Parameter Range (%): [>>](#)
 Criteria Evaluation Range
 Cr 1: C1 | 20
 Cr 2: C2 | 20
 Cr 3: C3 | 20
 Cr 4: C4 | 20
 Cr 5: 20
 Cr 6: 20

Start simulation
 Number of cases:
[Click here to run Sensitivity Analysis:](#) [Run Sensitivity Analysis](#)

Fonte: Autoria própria (2021)

A partir do resultado da análise de sensibilidade é possível identificar o percentual de vezes que a alternativa se manteve na posição original e os percentuais de mudança das vezes que a alternativa ocupou posição diferente no processo de simulação (Figura 6). Como mostra a Tabela 3 em 97,12% das simulações o sistema construtivo pré-moldado permaneceu na mesma posição, enquanto que em 2,87% essa alternativa foi deslocada de posição.

Figura 6 - Resultado da análise de sensibilidade sobre a matriz consequência



Fonte: Autoria própria (2021)

Tabela 3 - Análise de sensibilidade sobre a matriz de consequência

Rank Position	Alternative	% original	% change
1	Pré-moldado	97,121	2,879
2	Steel frame	95,863	4,137
3	Alvenaria estrutural	98,397	1,603
4	Alvenaria convencional	99,655	0,345

Fonte: CDSID (2021)

Como já destacado por De Almeida (2013), o decisor deve estar ciente de que todos os modelos são errados e a ideia é buscar o modelo que seja mais útil e atrelado a esse modelo útil, informar os riscos envolvidos no processo. Com isso, é de suma importância apresentar ao decisor, além do resultado obtido, os cenários considerados e os resultados obtidos desse, ressaltando a confiabilidade de apoio de decisão construído.

Para a situação, vale lembrar ao decisor que os dados utilizados nas consequências das alternativas são baseados em bancos de dados nacionais como o SINAPI, SINDUSCON-PB e

em pesquisa de mercado, portanto, alterações podem ter ocorrido no período de elaboração do modelo e com isso podendo gerar impacto na análise das alternativas por critério.

Outros critérios podem ser atrelados ao problema para tornar a discriminação no conjunto de critérios mais forte. Por exemplo, o critério geração de resíduos é um pouco amplo, visto que os resíduos possuem diferentes classes (A, B, C, D) que indicam maneiras distintas de armazenamento e transporte, sendo uns mais danosos que outros. Com isso pode-se introduzir um critério que pontue mais essa questão.

Antes da implementação cabe a equipe observar as recomendações mencionadas anteriormente. No que se refere as ações indicadas para a problema, tendo em vista que o primeiro sistema construtivo do ranking seja o que atendeu as solicitações da empresa, para implementar esse processo algumas tarefas devem ser cumpridas. Por ser um sistema que solicita tecnologia e mão de obra qualificada, sendo esse último um dos critérios avaliados, a construtora deve contatar profissionais para execução dessa tarefa. Além disso, a empresa pode avaliar a possibilidade de ampliar o uso de modelos decisórios em outras atividades internas, como no gerenciamento das atividades e escolha de fornecedores.

5. Considerações finais

O artigo propôs a construção de um modelo para orientar a tomada de decisão dentro do setor da construção civil, no qual o método utilizado foi o PROMETHEE-ROC. Em pesquisas anteriores o método se mostrou bastante eficiente ao lidar com problemas em que o decisor tem uma racionalidade não compensatória e só conseguia fornecer informações parciais sobre sua preferência, o que representa um menor esforço do decisor.

Essa abordagem mostra-se útil quando alguns fatores influenciam para que o decisor não esteja seguro para definir o valor exato do peso, então o PROMETHEE-ROC busca minimizar o esforço dessa decisor oferecendo definições consistentes sobre suas preferências. Assim, com uma aplicação em um contexto da construção civil, foram avaliados diferentes tipos de sistema construtivo no qual como resultado foi apresentado que o sistema construtivo pré-moldado de concreto era a alternativa que melhor atendia a situação do problema.

6. Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Norma Brasileira, ABNT NBR 9062, Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado. 2001. Disponível em: <http://professor.pucgoias.edu.br/sitedocente/admin/arquivosUpload/14026/material/NBR9062_2017.pdf>. Acesso em: 12 maio 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Norma Brasileira, ABNT NBR 15575: Edificações Habitacionais – Desempenho Parte 1: Requisitos Gerais - Referências - Elaboração. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/cao_consumidor/acervo/legislacao/leg_habitacao/ABNT%20NBR%2015575-1%20-%20Edificios%20habitacionais%20de%20ate%20cinco%20pavimentos%20-%20Desempenho%20-%20Parte%201%20Requisitos%20gerais.pdf> Acesso em: 12 maio 2021.

ALENCAR, L. H. Avaliação e gestão de projeto na construção civil com apoio do método multicritério PROMETHEE. 2003. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Pernambuco.

Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC). Construção civil é a locomotiva do crescimento, com emprego e renda [S. l.]: CBIC, 28 jan. 2020. Disponível em: <<https://cbic.org.br/construcao-civil-e-a-locomotiva-do-crescimento-com-emprego-e-renda>> Acesso em: 10 maio. 2021.

CDSID/PROMETHEE. (2021). Aplicativos. Disponível em < <http://cdsid.org.br/promethee/>> Acesso em: 08 maio. 2021

CLEMENTE, T. R. N. Estudo de pesos substitutos para o método prometheeII e aplicação em modelo para avaliação de tecnologias críticas. 2015. 131 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção., Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015

CLEMENTE, T. R. N. et al. Aplicação do PROMETHEE-ROC na Priorização de Tecnologias Críticas para a Geração de Energia. XXXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUCAO. Fortaleza, 2015.

DE ALMEIDA, A. T. Processo de Decisão Nas Organizações: Construindo Modelos de Decisão Multicritério. São Paulo: Atlas, 2013.

E. L. Machado, N. C. Sotsek, S. Scheer, A. de P. L. Santos (2018), "Seleção de sistemas construtivos utilizando BIM e método de tomada de decisão multicritério", Revista ALCONPAT, 8 (2), pp. 209 – 223.

FÉLIX, F. R. R. Modelo de tomada de decisão para seleção de sistema construtivo para habitação de interesse social. 2017. 105 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)-Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

MORAIS, D.C.; ALMEIDA, A.T; ALENCAR, L.H.; CLEMENTE, T.R.N. e CAVALCANTI, C.Z.B. PROMETHEE-ROC Model for Assessing the Readiness of Technology for Generating Energy. Mathematical Problems in Engineering (Print), 1-11, 2015.

OLIVEIRA, F.A.; SILVA, L. F. R.; ROSA, B. B. B. A importância da Gestão Ambiental para a engenharia civil. Educação Ambiental (Brasil), v. 1, n. 3, 2020.

ROMAN, H. R.; ARAÚJO, H. N.; MUTTI, C. N. Construindo em alvenaria estrutural. 1ª edição. Florianópolis: editora da UFSC, 1999. 83p.

RODRIGUEZ, J. M. M. Modelo de decisão multicritério para Seleção de Fornecedores de equipamentos laboratoriais para pesquisa agropecuária. 2017. 94 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção., Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.

SINAPI – Índices da Construção Civil. Disponível em:< <https://www.caixa.gov.br/site/paginas/downloads.aspx>>
Acesso em março 2021.

SINDUSCON-PB - Sindicato Da Industria Da Construção Civil No Estado Da Paraíba. Custo unitário básico (CUB/m²): principais aspectos. João Pessoa,2020. Disponível em:< <https://sindusconjp.com.br/cub/>> . Acesso em março 2021.