LIV Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional
Juiz de Fora, MG - 8 a 11 de novembro de 2022

PRIORIZAÇÃO DE FORNECEDORES PARA UMA CONSTRUTORA NO AGRESTE DE PERNAMBUCO

Layra Nayara Damacena de Lima de Almeida
Universidade Federal de Pernambuco
Av. da Arquitetura - Cidade Universitária, Recife - PE, 50740-550
layra.nayara@gmail.com

Eduarda Asfora Frej
Universidade Federal de Pernambuco
Av. da Arquitetura - Cidade Universitária, Recife - PE, 50740-550
eafrej@cdsid.org.br

Jônatas Araújo de Almeida
Universidade Federal de Pernambuco
Av. Campina Grande, s/n - Km 59 - Nova Caruaru, Caruaru – PE
jonatasaa@yahoo.com.br

RESUMO

A busca por melhoria da eficiência na alocação dos recursos através da priorização de fornecedores é uma ferramenta importante em momentos de crise, que se torna ainda mais importante para as micro e pequenas empresas (MPE) do setor da construção civil. Para contribuir com a melhoria na competitividade e lucratividade de uma pequena construtora do Agreste de Pernambuco, o objetivo deste estudo é priorizar fornecedores de ferragens, utilizando o método FITradeoff para ordenação. O FITradeoff usa informação parcial e fornece flexibilidade no processo de elicitação para reduzir o esforço cognitivo do decisor. A flexibilidade na forma como o decisor fornece informação preferencial permite a combinação da avaliação holística e por decomposição, a qual foi explorada no processo de elicitação para auxiliar o decisor. A recomendação foi obtida a partir de um processo com quatro comparações referentes ao processo de decomposição e uma referente a avaliação holística, além da ordenação dos critérios.

PALAVRAS CHAVE. Priorização de fornecedores, FITradeoff para ordenação, Apoio a pequenas empresas.
Tópicos (SE – FITradeoff e ADM – Apoio à Decisão Multicritério)

ABSTRACT

The search for improved efficiency in the allocation of resources through the prioritization of suppliers is an important tool in crisis, it becomes even more important for micro and small companies in the civil construction sector. In order to contribute to improving the competitiveness and profitability of a small construction company in the Agreste region of Pernambuco, the objective of this study is to prioritize steel suppliers, using the FITradeoff method for ranking. FITradeoff uses partial information and provides flexibility in the elicitation process to reduce the decision maker's cognitive effort. Flexibility in the way the decision maker provides preferential information allows the combination of holistic and decomposition assessment, which was explored in the elicitation process to assist the decision maker. The recommendation was obtained from a process that required only five comparisons, in addition to ordering the criteria.

KEYWORDS. Supplier prioritization, FITradeoff for ranking, small business support
Paper topics (SE – FITradeoff and ADM – Multicriteria Decision Support)

1. Introdução

A seleção de fornecedores é fundamental para que uma empresa do ramo da construção civil tenha bom desempenho diante do mercado. O impacto que os fornecedores geram na competitividade e lucratividades já é bastante reconhecido. Bons fornecedores implicam em bons produtos/serviços que satisfazem o cliente, seja pela qualidade, cumprimento de prazos ou do orçamento. A incerteza inerente aos projetos da construção civil enfatiza a necessidade de ter fornecedores alinhados com objetivos estratégicos.

A parceria com fornecedores alinhados com a estratégia da empresa se torna ainda mais importante quando se trata de pequenas empresas. Santos et al [2020] explica que a seleção de fornecedores é importante, especialmente, para pequenas e médias empresas devido a limitação de capacidade operacional e aos recursos. Os autores ainda ressaltam que as empresas pequenas geralmente fazem a seleção de fornecedores baseadas apenas no custo. No entanto, a seleção de fornecedores é considerada e tratada na literatura como um problema multicritério [Schramm et al, 2020; Ho et al, 2010; Deshmukh e Chaudhari, 2011].

A abordagem multicritério fornece formalização metodológica consistente para lidar com problemas caracterizados pelo desejo de alcançar vários objetivos que, geralmente, são conflitantes entre si e são representados por diferentes unidades de medidas. Sendo assim, é necessária a incorporação das preferências do decisor para obter uma solução alinhada com os seus objetivos e que é adequada para o problema [de Almeida, 2013].

A seleção de fornecedores é um problema bastante explorado na literatura devido ao caráter estratégico de impacto na lucratividade e competitividade das empresas. Algumas revisões da literatura analisam características gerais da seleção de fornecedores, fornecendo informações sobre os critérios e métodos mais utilizados, cobrindo um período de 1966 a 2012 [Weber et al, 1991; Ho et al, 2010; Deshmukh e Chaudhari, 2011].

Há uma razoável quantidade de estudos especificamente para o setor da construção civil que auxiliam na avaliação de seleção de fornecedores para algum produto ou serviço. Schramm e Morais [2012] realizaram seleção de fornecedores para uma construtora, utilizando o método SMARTER. Santos et al [2020] desenvolveram um estudo para selecionar fornecedores com o FITradeoff para ordenação para uma empresa varejista e atacadista do setor da construção. Restrepo et al [2020] realizaram a seleção de fornecedor de concreto utilizando os métodos FAHP e TOPSIS.

É importante observar que nenhum desses estudos é direcionado para micro e pequenas empresas. Portanto, fornecem uma abordagem direcionada para empresas que possuem um contexto e posicionamento de mercado diferentes daquelas empresas menores e com menos recursos.

Algumas pesquisas realizadas pelo SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas) durante o período de pandemia permitiram o diagnóstico dos impactos da Covid-19 na visão dos pequenos negócios para sugerir soluções. Uma das pesquisas contou com mais de 410 empresários do setor da construção civil de todo o Brasil. Como resultado, 86% dos respondentes declararam uma queda de faturamento, com queda média semanal de 68%, principalmente causado pela interrupção ou paralisação de obras. E 30% dos empresários declararam ter aumento de custos com matéria-prima e insumos. Matéria prima é apontado por 71% dos respondentes como um dos três principais custos que mais pesam para essas empresas. Como forma de minimizar os impactos desses problemas, a principal sugestão inicial do SEBRAE gira em torno dos fornecedores. O SEBRAE orienta a negociação de valores, prazos e formas de pagamento [SEBRAE, 2020a; 2020b].

Diante desse contexto, o atual estudo tem o objetivo de desenvolver um modelo multicritério para a seleção de fornecedores de aço para uma construtora do Agreste de Pernambuco, categorizada como MPE. A empresa já está no mercado há mais de 10 anos e já possui um certo reconhecimento no mercado, mas enfrenta as dificuldades inerentes aos pequenos

negócios, além das dificuldades provenientes da pandemia do COVID-19 que trouxe o cancelamento de projetos e a redução de opções de fornecimento.

Será utilizado o método FITradeoff para problemática de ordenação [Frej et al., 2019; de Almeida et al., 2021] para construção de um ranking de todos os fornecedores que atualmente negociam com a empresa. A intenção é ordenar os fornecedores de acordo com o alinhamento aos objetivos da empresa e permitir que a empresa tenha diversas opções de fornecimento caso um deles não possa fornecer todo ou uma parte do material necessário para o projeto. Sendo assim, a seleção de fornecedor se tornou uma maneira estratégica de melhorar a alocação dos recursos da empresa de modo mais eficiente e fornecendo bons resultados aos seus clientes.

As seções a seguir apresentam uma fundamentação teórica sobre a seleção de fornecedores com multicritério em empresas da construção civil e sobre o método FITradeoff, seção 2. Em seguida, na seção 3, é apresentado o modelo multicritério utilizado para a solução do problema apresentado na introdução. Na seção 4 é apresentada a aplicação do modelo aos dados do problema e seus resultados. Na seção 5, a discussão dos resultados é explorada. Por fim, a conclusão do estudo é apresentada na seção 6.

2. Método FITradeoff

Há uma infinidade de métodos multicritério que foram desenvolvidos para apoiar a resolução de diversos problemas. O método FITradeoff [de Almeida et al., 2016; Frej et al., 2019; de Almeida et al., 2021] é baseado no procedimento de tradeoff tradicional [Keeney & Raiffa, 1976], mas melhora sua aplicabilidade através da proposta de tornar mais fácil e menos desgastante uma das tarefas mais complexas da modelagem multicritério, que é a elicitação das constantes de escala. Assim como o tradeoff, o FITradeoff faz parte do conjunto de métodos do modelo aditivo, e consequentemente, faz uso da racionalidade compensatória. Sendo assim, esses métodos fornecem um valor global para cada alternativa baseados na ideia de que o desempenho inferior em um critério é compensado por um desempenho superior em outro critério. Uma importante característica desses métodos é o significado das constantes de escala, as quais são relacionados a taxa de substituição entre os critérios [de Almeida, 2013]. O FITradeoff possui um Sistema de Apoio a Decisão (SAD) que fornece suporte para todo o procedimento de decisão, o qual está disponível para uso através do endereço cdsid.org.br/fitradeoff.

A facilitação ocorre por meio do uso de informação parcial e do fornecimento de informação preferencial baseada em relações de preferência, o que reduz o esforço cognitivo e conduz a menos erros de elicitação [Edwards e Barron, 1994]. Adicionalmente, o método fornece flexibilidade em relação ao desenvolvimento do procedimento de elicitação através da adaptação das etapas de acordo com diversas circunstâncias. E também fornece flexibilidade na forma como a avaliação das alternativas é realizada, já que o decisor pode intercalar entre a elicitação por decomposição e a avaliação holística, além de contar com as opções de visualização gráfica ou tabular dos dados [de Almeida et al, 2016; de Almeida et al, 2021].

O FITradeoff para ordenação incorpora o conceito de dominância entre pares de alternativas para construir o ranking e também fornece a visualização gráfica das relações de dominância [Frej et al, 2019]. No modelo do FITradeoff de ordenação, a função objetivo busca a maximizar a diferença entre cada par de alternativas de modo a estabelecer relações de dominância entre elas. De acordo com o resultado do PPL pode ser definido que uma alternativa domina outra, que as alternativas são indiferentes ou ainda que as alternativas são incomparáveis [Frej et al., 2019]. A partir dessas informações o ranking é construído.

Com relação a incomparabilidade é importante destacar que não se trata da consideração da relação de incomparabilidade, mas sim de uma incomparabilidade momentânea gerada pelo uso de informação parcial e pela falta de informação necessária, naquele momento, para chegar a

conclusão de que existe uma preferência estrita em favor de uma das alternativas ou existe indiferença entre elas.

A partir das características do FITradeoff, mencionadas acima, e das características do problema de decisão foi possível verificar que ele seria adequado para o modelo desenvolvido neste estudo. Mais detalhes serão explanados a seguir na construção do modelo e aplicação.

3. Construção do Modelo

O modelo de decisão para o problema neste estudo foi baseado no framework de 12 etapas, proposto por de Almeida [2013]. O modelo adaptado para este estudo consiste em um procedimento de 9 etapas. O framework foi adaptado para se adequar melhor as características do problema, por exemplo a etapa de identificação de fatores não controlados foi retirada por não fazer sentido neste contexto, assim como etapa de implementação foi retirada pois não fazia parte do escopo do trabalho fazer o acompanhamento desta etapa. Já a etapa de identificação do decisor e outros atores aconteceu em um contato preliminar junto à empresa. Em uma etapa preliminar foi realizada a definição geral do problema e o estudo do contexto no qual o problema estava inserido, buscando entender características do problema, da empresa e das pessoas envolvidas. A partir disso, foram realizadas as 9 etapas abordadas a seguir:

Na etapa 1 ocorre a identificação dos objetivos do problema. Na etapa 2 são desenvolvidos os critérios que representam os objetivos e que definem a forma como serão mensurados o alcance dos objetivos pelas alternativas e também como ocorre o comportamento da preferência em relação aos valores mensurados. Na etapa 3 é definido o espaço de alternativas e a problemática utilizada para analisá-las. Também ocorre o desenvolvimento da matriz de consequências do problema.

Na etapa 4 é efetuada a modelagem de preferências do decisor, buscando entender sua racionalidade e estrutura de preferências. Essa etapa já fornece definições essenciais para a escolha do método multicritério para o modelo. Na etapa 5 ocorre a avaliação intracritério, que pode consistir em normalização das consequências, caso seja considerada uma função valor linear ou pode ser a elicitação da função valor não linear. Sendo assim, nesta etapa é obtida a matriz de decisão do problema. Na etapa 6 é realizada a avaliação intercritério, a qual consiste na parametrização do método por meio da obtenção de informação preferencial do decisor. São obtidos os pesos para cada critério, a partir do procedimento de elicitação mais adequado ao contexto do problema e necessidades do decisor, além da adequação ao método escolhido na etapa 3.

Na etapa 7 é realizada a avaliação das alternativas através da aplicação do método multicritério. Na etapa 8 é realizada a análise de sensibilidade para avaliar como a variação nos inputs afetam a recomendação fornecida. Na etapa 9 ocorre a análise dos resultados e fornecimento da recomendação.

A seguir é apresentado como a aplicação foi realizada a partir deste modelo.

4. Estudo de caso

O estudo de caso foi realizado em uma construtora, considerada MPE, localizada no Agreste de Pernambuco. A empresa possui mais de 10 anos no mercado, cuja principal atividade envolve a construção de edifícios de até 3 andares. O decisor foi o proprietário da empresa e forneceu informações durante reuniões presenciais e virtuais.

Atualmente, além das dificuldades comumente enfrentadas pela empresa devido ao seu porte pequeno, limitação de recursos e oscilação do mercado da construção civil. A empresa ainda sente os danos causados pelas dificuldades geradas pela pandemia do COVID-19, a qual inicialmente causou transtornos relacionados com o fornecimento de produtos importantes, como o cimento, aço e tijolos. O impacto continua atualmente devido a perda de fornecedores que tiveram que encerrar seu negócio, deixando a empresa com menos opções. Além dos danos causados por projetos de construção que foram interrompidos ou cancelados. Diante desse contexto, a estratégia

da empresa foi direcionar sua atenção à priorização de fornecedores para melhorar a eficiência da alocação de seus recursos.

Seguindo as etapas definidas no modelo, na etapa 1 foram identificados 5 objetivos que o decisor possui para resolução do problema, os quais são apresentados na tabela 1:

Tabela 1 – Objetivos do decisor

Código	Nome	Descrição	Direção
O1	Custo baixo	O decisor deseja comprar do fornecedor com menor custo	Minimizar custo
O2	Qualidade	O decisor deseja comprar o produto com a melhor qualidade	Maximizar qualidade
O3	Prazo de entrega	O decisor deseja comprar do fornecedor com o melhor prazo de entrega	Minimizar prazo de entrega
O4	Reputação	O decisor deseja comprar do fornecedor com a marca com a melhor reputação perante os seus clientes	Maximizar reputação
O5	Prazo de pagamento	O decisor deseja comprar do fornecedor que oferece o melhor prazo de pagamento	Maximizar prazo de pagamento

Fonte: Produzido pelo autor

Na etapa 2, foram identificados os 5 critérios relacionados aos objetivos anteriormente apresentados. Assim como foi definido a forma de mensuração e preferência do decisor com relação aos valores. Essas informações são apresentadas na tabela 2.

Tabela 2 – Critérios

Critério	Objetivo relacionado	mensuração	Preferência em relação aos valores	Escala do critério
Custo	O1	Consiste no preço em R$ cobrado pela unidade do aço.	minimização	natural
Qualidade	O2	Consiste na percepção subjetiva sobre a qualidade do aço utilizado, proveniente do engenheiro da empresa, do decisor e de um representante da equipe de obras. Os envolvidos podem declarar a ter ou não confiança, que vai ser contabilizado como m voto.	maximização	construído
Prazo de entrega	O3	Consiste no prazo expresso em número de dias que o fornecedor realiza a entrega do produto.	minimização	natural
Reputação	O4	Consiste na percepção subjetiva sobre a reputação da marca do aço, a partir de um representante do setor comercial, do decisor, e do engenheiro. Os envolvidos podem declarar a ter ou não confiança na reputação, que vai ser contabilizado como m voto.	maximização	construído

Prazo de pagamento	O5	Consiste no prazo expresso em número de dias que o fornecedor permite ao comprador para realizar o pagamento	maximização	natural

Fonte: Produzido pelo autor

Como os critérios reputação e qualidade são construídos é necessário a definição detalhada do que cada nível representa, os quais são fornecidos na tabela 3.

Tabela 3 – Escala para os critérios construídos.

Critério Qualidade	
Nível	Descrição
1	Regular: Apenas um dos envolvidos declarou confiança na qualidade do produto;
2	Bom: Dois dos envolvidos declararam confiança na qualidade do produto;
3	Ótimo: Todos os envolvidos declararam confiança na qualidade do produto;
Critério Reputação	
Nível	Descrição
1	Regular: Apenas um dos envolvidos declarou confiança na reputação;
2	Bom: Dois dos envolvidos declararam confiança na reputação do produto;
3	Ótimo: Todos os envolvidos declararam confiança na reputação;

Fonte: Produzido pelo autor

Na etapa 3 foram definidas as alternativas. Atualmente, a empresa conta com a possibilidade de negociar com 5 fornecedores de aço. A matriz de consequências construída é apresentada na tabela 4:

Tabela 4 – matriz de consequências

Alternativas/critérios	Preço	Qualidade	Prazo de pagamento	Prazo de entrega	Reputação
A1	57,00	3	7	7	3
A2	54,00	3	8	3	3
A3	50,00	2	10	5	2
A4	49,00	2	9	10	1
A5	47,00	1	10	5	1

Fonte: Produzido pelo autor

Também na etapa 3, foi definido que a problemática de ordenação seria utilizada no problema. Isso porque a empresa deseja obter uma lista ordenada dos fornecedores de acordo com o alinhamento aos seus objetivos. Essa lista é necessária porque a empresa lida com projetos que possuem uma natureza bastante incerta com relação ao tamanho do projeto e quantidade de materiais necessários para a construção. Portanto, a empresa precisa estar pronta para lidar com a situação corriqueira de precisar comprar uma grande quantidade de aço, tal que um único fornecedor não seja capaz de disponibilizar, ou quando mesmo para uma quantidade menor o fornecedor não consiga atender ao pedido no prazo desejado. De modo que é necessário uma lista

que consiste no fornecedor mais preferível ao menos preferível para realizar a compra. Assim a construtora vai ter uma ordem de compra, caso o fornecedor mais preferível não possa fornecer a quantidade desejada de aço, a construtora pode comprar outra parte do aço necessário no segundo mais preferível e assim por diante.

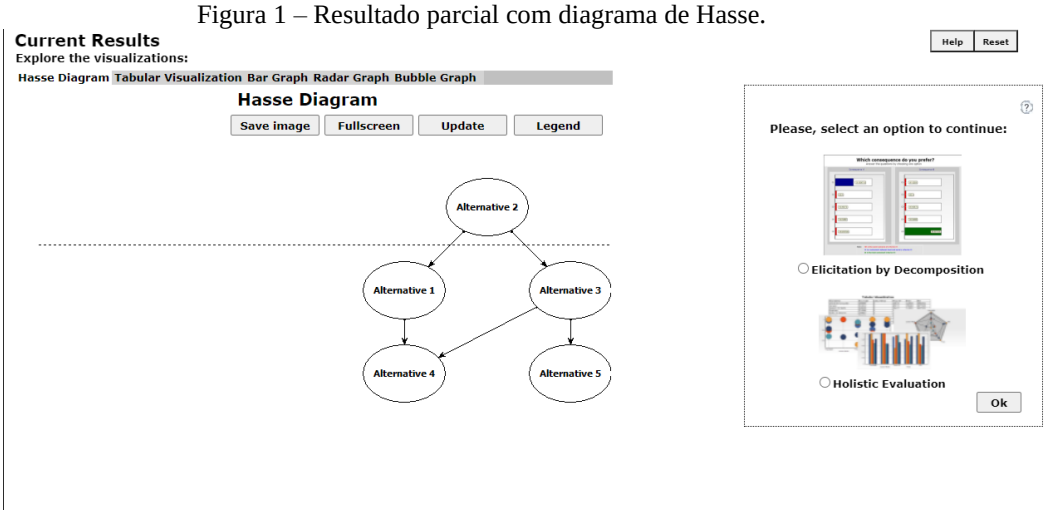
Na etapa 4, foi verificado que o decisor possui uma racionalidade compensatória para o problema de decisão, já que ele admite que considera uma compensação das alternativas entre os diferentes critérios. Isso pode ser estabelecido devido a crença do decisor de que um desempenho baixo em um critério pode ser compensado por um desempenho alto em outro critério. Além disso, o decisor tem interesse em saber o quanto uma alternativa é melhor que outra em um determinado critério. Também foi verificado que a estrutura de preferências (P, I) é adequada para o decisor e que a transitividade era respeitada nas relações estabelecidas por ele. Adicionalmente, foram avaliados fatores como como tempo e esforço que o decisor estava disposto a investir, além de precisão e rapidez desejada para a obter a recomendação.

A partir dessas definições foi escolhido o método FITradeoff de ordenação. Este método faz parte do conjunto de métodos do modelo aditivo, portanto, é compatível com a racionalidade compensatória e estrutura de preferência verificadas no decisor deste problema. Além de ser coerente com as necessidades de tempo, esforço, rapidez e precisão definidos pelo decisor. O FITradeoff possui um Sistema de Apoio a Decisão (SAD) que fornece suporte para todo o procedimento de decisão, o qual está disponível para uso através do endereço cdsid.org.br/fitradeoff.

Na etapa 5 foi realizada a avaliação intracritério considerando a função valor linear, através do próprio SAD do FITradeoff. Devido a característica flexível e interativa do FITradeoff as etapas 6 e 7 são executadas de maneira integradas, já que são realizadas rodadas de obtenção de informação preferencial intercaladas com fornecimento de resultado parciais.

Na etapa 6 foi a realizada a avaliação intercritério. Inicialmente, foi realiza a ordenação das constantes de escala associadas aos critérios. Já neste passo o SAD do FITradeoff permite o decisor escolher entre duas formas de visualização e comparação dos critérios. Ao invés de fazer a elicitação através da comparação par a par entre critérios, o decisor se sentiu mais confortável em utilizar o modo de avaliação geral. Após a ordenação das constantes de escala associadas aos critérios, algumas alternativas permaneceram incomparáveis. Como pode ser visualizado do diagrama de Hasse da figura 1:

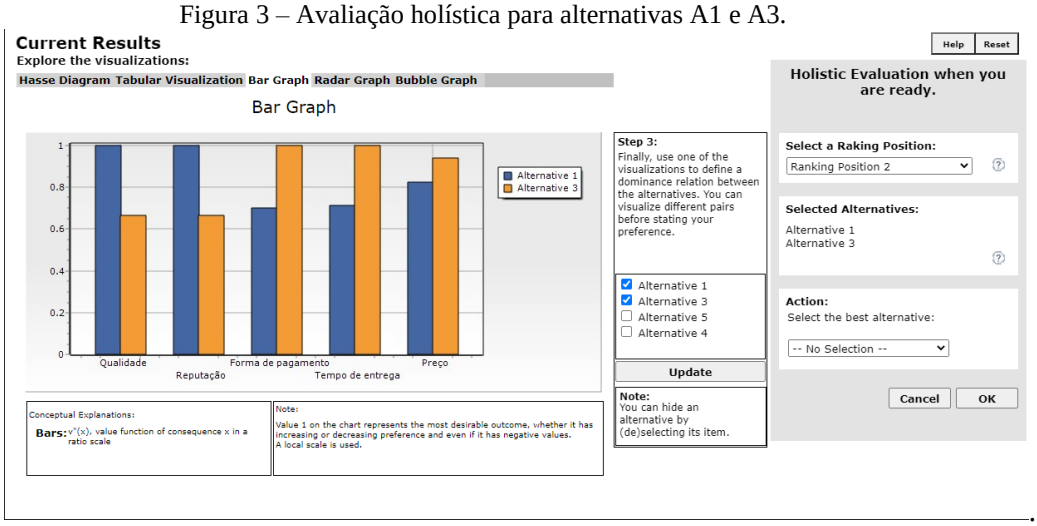
Figura 1 – Resultado parcial com diagrama de Hasse.



A primeira alternativa do ranking foi identificada. No entanto, houve algumas incomparabilidades (alternativas 1 e 3; alternativas 4 e 5) a serem resolvidas para se obter o ranking

completo. É importante ressaltar que devido o uso de informação parcial, a incomparabilidade entre alternativas é gerada pela falta de informação necessária para se estabelecer a preferência ou indiferença entre elas. Para fornecer mais informação o decisor pode fazer uso da avaliação holística para estabelecer relações de dominância. Para prosseguir, o decisor preferiu a visualização da avaliação holística do par de alternativas A1 e A3, apresentada na figura 3:

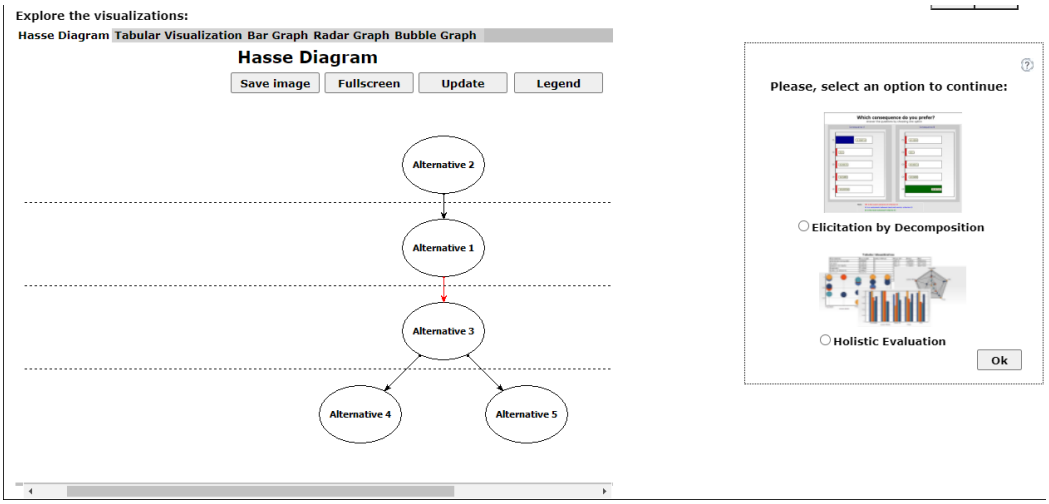
Figura 3 – Avaliação holística para alternativas A1 e A3.



Na avaliação holística o decisor pôde definir que desejava comparar as alternativas A1 e A3, marcando as caixas de seleção referente a estas alternativas. A comparação é realizada a partir dos desempenhos, normalizados em uma escala de razão, das alternativas em cada um dos critérios. Na figura 3, as barras azuis são referentes ao desempenho de A1 e as barras laranjas aos desempenhos de A3. Os desempenhos estão organizados, da esquerda para a direita, de acordo com a ordenação das constantes de escala associadas aos critérios definida no início do procedimento de elicitação.

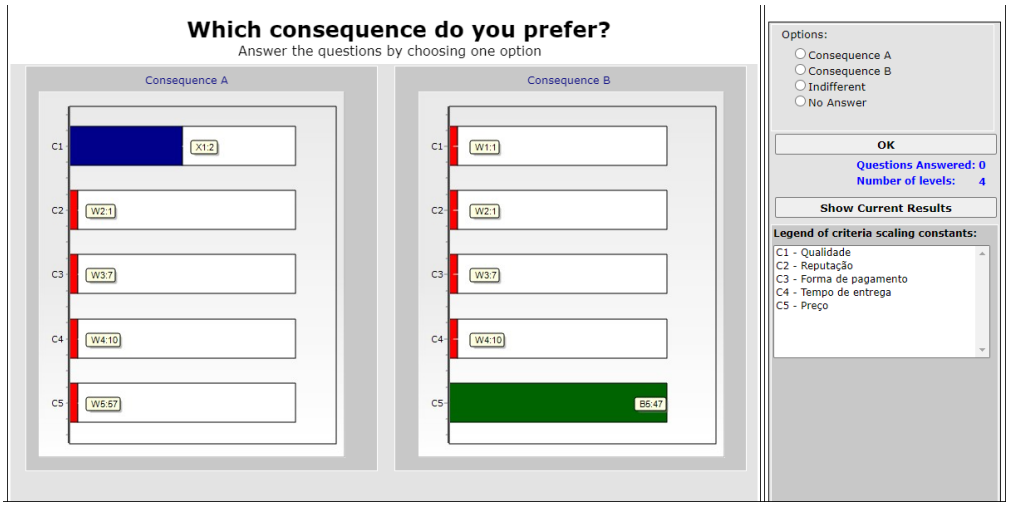
O SAD permite visualizar esses dados a partir de outras formas, dentre elas a tabela e o gráfico radar. Para o decisor o gráfico de barras forneceu informação clara e suficiente para que ele tivesse confiança em fornecer a informação de que preferia a alternativa 1. Isso ocorreu porque, segundo ele, A1 apresentava um desempenho consideravelmente melhor do que A3 nos dois critérios com maiores valores de constante de escala. Na visão do decisor isso justificava claramente a preferência de A1 em relação à A3. O diagrama de Hasse atualizado é apresentado na figura 4.

Figura 4 – Diagrama de Hasse atualizado.



Com a informação fornecida na avaliação holística a alternativa 3 passou a ocupar a terceira posição da ordenação. Para resolver a última incomparabilidade entre A4 e A5 na quarta posição, o decisor visualizou a avaliação holística, mas não teve confiança para fazer fornecer qualquer informação. Então, preferiu a elicitação por decomposição. A tela de uma das comparações realizadas é apresentada na figura 5:

Figura 5 – Elicitação por decomposição.



Fonte: Produzido pelo autor

Na elicitação por decomposição o decisor comparou diferentes consequências podendo declarar preferência em favor de uma delas, indiferença ou não dar resposta e pular para outra comparação. A figura 5 mostra desempenhos intermediários em critérios mais preferíveis (barra azul) comparados com o melhor desempenho em critérios menos preferíveis na ordenação (barra verde). A primeira pergunta, apresentada na figura 5, é referente a definição da distribuição dos pesos. As demais perguntas posteriores, que comparam consequências entre critérios vizinhos, são referentes a delimitação do espaço de pesos. Nesta tela ainda é possível visualizar a quantidade de perguntas já respondidas e a quantidade de níveis atuais no ranking.

Após a respostas de 4 comparações o ranking completo foi obtido. Como as etapas 6 e 7 são realizadas de forma integrada, a recomendação é A2 na primeira posição, seguida pelas alternativas A1, A3, A4 e A5. As constantes de escala obtidas são apresentadas na tabela 5:

Tabela 5 – Constantes de escala

	C1	C2	C3	C4	C5

Max	0.67	0.5	0.2	0.09	0.08
Min	0.33	0.25	0	0	0

Fonte: Produzido pelo autor

A tabela 5 mostra os limites superior e inferior do intervalo que os pesos podem assumir. O FITradeoff trabalha apenas com limites para as constantes de escala, não sendo obtidos valores exatos para estes parâmetros. O modelo de programação linear do FITradeoff precisa apenas dos intervalos das constantes de escala para calcular os possíveis valores que as constantes de escala podem assumir, respeitando as restrições, e assim estabelecer as relações de dominância entre as alternativas.

Na etapa 8 foi realizada a análise de sensibilidade da solução fornecida. Devido a característica do FITrdaeoff de fornecer um intervalo para cada uma das constantes de escala, ao invés de fornecer um valor, a análise de sensibilidade é realizada apenas nas consequências das alternativas. De modo que se deseja avaliar como o modelo se comporta se as estimativas para as consequências sofrerem alterações.

Para realizar a análise de sensibilidade foi estabelecido a variação nos critérios “Prazo de entrega” e “Preço”. Estes critérios foram selecionados para a análise de sensibilidade devido a capacidade de sofrerem variação gerada por razões inerentes a suas estimativas. A variação foi definida como mostrado na tabela 7 abaixo:

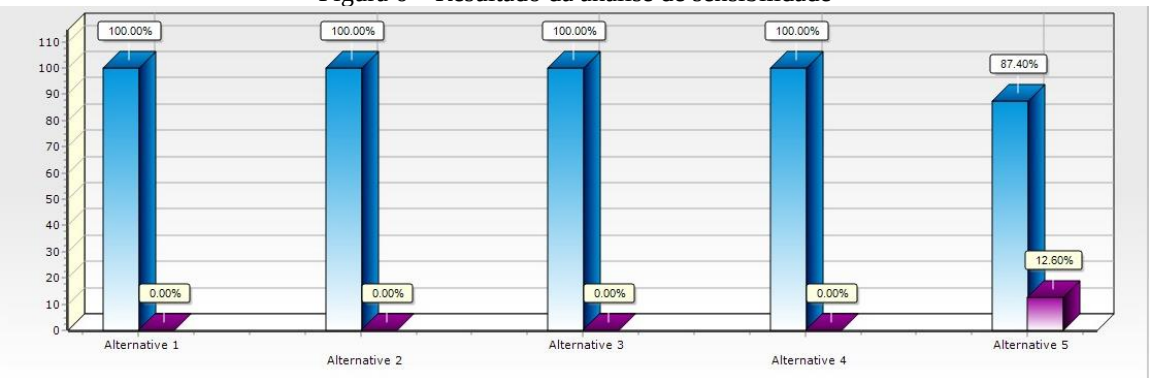
Tabela 7 – variação para análise de sensibilidade

Valor de variação	Prazo de entrega	Preço
Max	+20%	+15%
Min	-20%	-15%

Fonte: Produzido pelo autor

Como resultado, apenas a alternativa A5 apresentou mudança em sua posição na ordenação. E a porcentagem de vezes que alterou sua posição foi de apenas 12,60%. Como pode ser visualizado na figura 6 abaixo:

Figura 6 – Resultado da análise de sensibilidade



Fonte: Produzido pelo autor

A figura 6 mostra a porcentagem de vezes que cada alternativa permaneceu na posição originalmente recomendada pelo modelo, representada pelas barras azuis. E as barras roxas são a porcentagem de vezes que houve a mudança da alternativa para outro posição. A 4ª posição foi a “nova” posição assumida pela alternativa A5 em 12,60% das vezes que o modelo foi executado. Pode-se perceber que nenhuma outra alternativa apresentou variação e que a variação apresentada por A5 foi muito pequena, em termos de frequência e de mudança da posição. Na etapa 9 os resultados foram analisados e um relatório foi apresentado para o decisor.

A recomendação fornecida pelo método é seguir a prioridade de negociar com os fornecedores priorizando a ordenação de A2, A1, A3, e A4 e A5. De modo que as primeiras posições atendem melhor os objetivos do decisor, mas como explicado anteriormente, quando necessário o decisor terá que comprar de mais de um fornecedor ou de outro fornecedor abaixo na ordenação.

Quando mais alta a posição ocupada pelo fornecedor, maior é a compatibilidade do fornecedor com os objetivos almejados pela empresa. O fornecedor A2 é a primeira opção do decisor quando houver a necessidade de comprar as ferragens. No entanto, caso A2 não consiga entregar a quantidade desejada ou atender o prazo então A1 pode é acionado para realizar o fornecimento, e assim por diante na ordenação de fornecedores.

A análise de sensibilidade nas consequências das alternativas mostrou que a recomendação é bastante robusta, já que com uma variação considerável nos critérios Preço e Prazo de entrega resultou apenas na mudança de posição da A5 em 12,60% das vezes. Além disso a mudança foi para a posição adjacente superior (posição 4). O que indica que não há grandes implicações na mudança que pode ocorrer.

6. Conclusões

O modelo desenvolvido tem o objetivo de apoiar uma MPE do setor da construção civil a priorizar seus fornecedores de acordo com o alinhamento que eles apresentam com a estratégia empresa. Esta é uma forma de alocar os recursos da empresa de maneira mais eficiente, o que é uma ação importante, especialmente, se tratando de empresas com recursos tão limitados e que estão se reestruturando diante de crises. Mas ao mesmo tempo é uma ação que busca satisfazer as expectativas de seus clientes através de melhoria nos serviços e produtos.

Atualmente, a empresa do estudo não possui nenhuma metodologia formal para realizar a seleção do fornecedor para seus produtos em geral. A elicitação das constantes, aplicação do método e análise de sensibilidade foi realizada de forma presencial em apenas uma reunião. O decisor declarou ter ficado impressionado e satisfeito pela rapidez com a qual o processo de decisão se desenvolveu. Ele também declarou ter confiança na recomendação obtida e se mostrou disposto a implementá-la.

A interação do decisor com o SAD do FITradeoff ocorreu de maneira muito intuitiva e dinâmica, diversos recursos foram explorados. As características de flexibilidade e informação parcial contribuem para que o processo ocorra de forma mais agradável. O decisor possui certo nível de controle na forma como o procedimento acontece, podendo definir a forma de visualizar e expressar as informações.

É importante perceber que a flexibilidade da combinação da avaliação holística e da elicitação por decomposição objetiva uma melhoria de avaliação que seja perceptível para o decisor, já que o decisor só deve realizar declarações de preferência utilizando um dos paradigmas se houver segurança na informação que será fornecida. No estudo, houve a troca de paradigma na busca intuitiva do decisor em avaliar e justificar a sua declaração de preferência em relação às consequências ou alternativas.

O estudo pode servir para atrair a atenção de outras MPEs do setor da construção, do Agreste de Pernambuco ou outras regiões, que passem por problemas semelhantes e podem utilizar a abordagem multicritério com uma ferramenta poderosa para apoiar a sua estratégia organizacional.

Referências

De ALMEIDA, A. T. (2013). Processo de decisão nas organizações: construindo modelos de decisão multicritério. São Paulo: Atlas.

De Almeida, A. T., Almeida, J.A., Costa, A. P. C. S., e 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.

De Almeida, A. T., Frej, E. A., e Roselli, L. R. P. (2021). Combining holistic and decomposition paradigms in preference modeling with the flexibility of FITradeoff. Central European Journal of Operations Research, 29(1), 7-47.

Deshmukh, A. J. e Chaudhari, A. A. (2011). A review for supplier selection criteria and methods. Communications in Computer and Information Science 145 CCIS, pp. 283-291.

Edwards, W.; Barron, F. H.. Smarts and smarter: Improved simple methods for multiattribute utility measurement. Organizational Behavior and Human Decision Processes 60(3), pp. 306-325, 1994

Frej, E. A., de Almeida, A. T.; e Costa, A. P. C. S. (2019). Using data visualization for ranking alternatives with partial information and interactive tradeoff elicitation. Operational Research, v. 19, p. 1-22.

Ho, W., Xu, X., DEY, e Prasanta, K. (2010). Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: a literature review. European Journal of Operational Research, vol. 202, no. 1, pp. 16–24.

Keeney, R. L; e Raiffa, H. (1976). Decision with Multiple Objectives: Preferences and Value Trade-offs. John wiley & Sons.

Ristono, A., Pratikto; Santoso, P. B.; e Tama, I. P.. (2018) A literature review of design of criteria for supplier selection. Journal of Industrial Engineering and Management 11[4], pp. 680-696.

Santos, I. M.; Roselli, L. R. P.; Silva, A. L.G. da; e Alencar, L. H. (2020). Supplier Selection Model for a Wholesaler and Retailer Company Based on FITradeoff Multicriteria Method. Mathematical Problems in Engineering 2020,8796282.

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas.1ª Pesquisa sobre impactos da COVID-19 nos pequenos negócios. Março de 2020a.

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas.2ª Pesquisa sobre impactos da COVID-19 nos pequenos negócios. Abril de 2020b.

Schramm, F., e Morais, D. (2012). Decision support model for selecting and evaluating suppliers in the construction industry. Pesquisa Operacional. 32. 643-662.

Restrepo, J. E, Rodado, D. N., e Silva, A. V. (2020) Multicriteria Strategic Approach for the Selection of Concrete Suppliers in a Construction Company in Colombia. Lecture Notes in Computer Science [including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics] 12133 LNCS, pp. 184-194.

Weber, C.A., Current, J.R., e Benton, W.C. (1991). Vendor selection criteria and methods. European Journal of Operational Research 50, 2–18.