

MODELO MULTICRITÉRIO PARA APOIAR A SELEÇÃO DO PORTFÓLIO DE MELHORIA: UMA APLICAÇÃO EM UMA EMPRESA DO SETOR VIDRACEIRO.

¹Solon Geórgenes Ferrais de Oliveira; ¹solongegenes_12@hotmail.com; ¹Universidade Federal de Pernambuco;
²Daniel Reinan Gomes da Silva; ²danielreinan_@hotmail.com; ² Universidade Federal de Pernambuco;
³ Jônatas Araújo de Almeida; ³jonatasaa@yahoo.com.br; ³ Universidade Federal de Pernambuco;

RESUMO: *Alinhar as ações do chão de fábrica com os objetivos estratégicos faz parte do contexto das manufatureiras, no entanto esta tarefa não é simples. Saber o que é importante para o decisor, estruturar o problema de decisão baseado nos objetivos organizacionais, coletar e tratar dados para o entendimento da situação atual da empresa e gerar alternativas viáveis para aplicar no contexto fabril são passos importantes para a resolução deste problema, problema este que envolve muitos critérios, muitas vezes conflitantes. Este trabalho visa estruturar o processo de decisão de qual conjunto de projetos de melhoria escolher, propondo um modelo em duas fases. O Value- focused thinking (VFT) foi usado para estruturar o problema com base nos valores organizacionais e posteriormente, a lista de objetivos fundamentais e meios gerada foi usada como input para um modelo de apoio à decisão multicritério Promethee-ROC com conceito de c-ótimo. O modelo proposto se adequou bem as dificuldades no estabelecimento do grau de importância dos critérios, potencializada pela pandemia do COVID-19, a qual dificultou os encontros com gestores e com o tomador de decisão. Como resultado teve-se o aprendizado organizacional para estruturar futuras decisões, além da geração de 3 portfólios que atendem às restrições impostas pelo problema e impostas pelo conceito c-ótimo incluso no modelo.*

PALAVRAS-CHAVE: *MCDM; VFT; Seleção de Projetos de melhorias; Promethee-ROC; Promethee c-otimo.*

ABSTRACT:

Aligning shop floor actions with strategic objectives is part of the manufacturing context, however this task is not simple. Defining what is important for the decision maker, structuring the decision problem based on organizational objectives, collecting and treating data to understand the current situation of the company and generating viable alternatives to apply in the manufacturing context are important steps to solve this problem, that involves many criteria, often conflicting. This paper aims to structure the decision process of which set of improvement projects to choose, proposing a model in two phases. Value-focused thinking (VFT) was used to structure the problem based on organizational values and later, the list of fundamental objectives and means generated was used as input for a multicriteria model to support decision based on Promethee-ROC with c-optimal concept. The proposed model adapted well to the difficulties in establishing the degree of importance of the criteria, enhanced by the pandemic of COVID-19, which made it difficult to meet with managers and decision makers. As a result, there was organizational learning to structure future decisions, in addition to the generation of 3 portfolios that meet the restrictions imposed by the problem and imposed by the c-optimal concept included in the model.

KEYWORDS:

MCDM; VFT; Selection of improvement projects; Promethee-ROC; Promethee c-optimal.

1. Introdução

Para se tomar decisões dentro de uma organização é preciso se ter completa noção de qual ou quais objetivos se quer alcançar. A tomada de decisão costuma se fazer presente durante todo expediente de trabalho dentro de uma empresa, e são extremamente importantes para alcançar fortes níveis de competitividade.

É possível verificar na literatura várias formas e métodos para estruturar um problema de decisão, onde eles são classificados normalmente através da pesquisa operacional soft, quando trabalham os aspectos qualitativos e subjetivos (CUNHA E MORAIS 2016). Os vários métodos existentes para apoiar a estruturação de problemas, são comumente utilizados por grandes organizações, por serem capazes de lidar com situações complexas. Segundo Cunha (2016) entre os mais comuns são possíveis citar o Strategic Options Development and Analysis (SODA), Soft Systems Methodology (SSM) e o Value-Focused Thinking (VFT).

Tomando como apoio os diversos trabalhos que utilizam o VFT para estruturar problemas em diferentes contextos como em (HASSAN 2004), (SHENG et al. 2005), (MERRICK et al. 2005) e (ALMEIDA et al. 2014), o presente artigo realiza um estudo em uma empresa do ramo vidraceiro do interior de Pernambuco, que por possuir serviços e produtos customizados e passa por problemas de decisão diariamente, o estudo será focado na linha de produtos customizados, com o objetivo de desenvolver projetos de melhoria para contribuir com o crescimento competitivo da organização. Assim foi aplicado o VFT para estruturar o problema, identificando os objetivos dos stakeholders, levantar as alternativas e em seguida aplicar um modelo de decisão multicritério a fim de atender os objetivos organizacionais.

2. Revisão da Literatura

2.1 Value- focused thinking

O VFT pode ser dividido em quatro etapas (KEENEY 1992). A etapa número um é a identificação dos objetivos do decisor, essa fase vai exigir bastante esforço tanto do decisor quanto do analista. O esforço nessa etapa se dá devido a necessidade de exploração do espaço de objetivos do decisor, onde é necessário listar tudo o que for de fato importante para o problema em questão. Os objetivos precisam ser bem claros, para possibilitar uma correlação clara com outros objetivos, evitando que eles sejam confundidos. As técnicas para identificação dos objetivos e que foram aplicadas nesse trabalho foram adaptadas de (KEENEY, 1992) e (KEENEY et al. 1996).

A segunda etapa tem como entrada os objetivos coletados na etapa citada anteriormente, onde esses objetivos são classificados em dois grupos distintos, são eles: objetivos fundamentais e objetivos meios. Os objetivos fundamentais são os considerados mais importantes pelos decisores, já os objetivos meios são definidos pelo analista como uma forma de alcançar os principais objetivos. Uma forma simples de identificar um objetivo fundamental é quando o decisor já aponta o mesmo como essencial para o problema em questão.

Todo processo de identificação e estruturação dos objetivos, faz com que os envolvidos consigam entender melhor, tudo aquilo que deve ser levado em consideração no processo decisório. Finalizando a etapa de classificação é dado início a terceira etapa, onde é construído as relações entre os objetivos fundamentais e os objetivos meios.

Com o estabelecimento das relações entre os objetivos é possível avançar uma fase da abordagem do VFT, onde os objetivos são analisados para identificar as oportunidades de decisão. Para isso é preciso manter o foco nos objetivos do decisor, e assim buscar as melhores alternativas, ou seja, aquelas que possuam a maior capacidade de alcançar os objetivos listados. Segundo Keeney (1992), mesmo não sendo obrigatório a definição do grau de importância dos critérios, essa fase do VFT gera informações importantes para realizar uma avaliação multicritério posteriormente.

Para elencar as alternativas, é preciso avaliar cuidadosamente um objetivo de cada vez, já que a lista de alternativas pode-se extrair uma recomendação para o decisor. O VFT pode ainda ir mais além, e ser utilizado como base para a aplicação de um método de apoio a decisão multicritério. O presente trabalho utiliza o VFT para estruturar o problema e com a lista de alternativas gerada como output do método, é desenvolvido um modelo multicritério para selecionar o portfólio que melhor se encaixa dentro das restrições impostas pelo problema.

2.2. Decisão multicritério

Segundo Almeida (2013), problemas que possuem mais de uma alternativa, onde a sua escolha é realizada levando-se em consideração vários objetivos, onde muitas vezes esses objetivos são conflitantes entre si, são chamados de problemas de decisão multicritério. Para Belton e Stewart (2002) a tomada de decisão multicritério (Multiple Criteria Decision Making – MCDM), proporciona aos decisores um conhecimento do problema, possibilitando um julgamento de valores precisos, e auxiliando a organização, sintetização e apresentação das informações, fazendo com que se adote um plano de ação que maximize a satisfação dos envolvidos.

Ao se falar em problemas de decisão multicritério, é comum se deparar com trabalhos que utilizam o PROMETHEE, por possuir uma estrutura de fácil entendimento, esse método é utilizado em abordagens de sobreclassificação, conhecidas também como métodos de superação, prevalência ou subordinação e síntese (ALMEIDA e COSTA, 2003).

Um método da família PROMETHEE é o PROMETHEE V c-ótimo, desenvolvido por Vetschera e Almeida (2012). Neste método, após achar a solução pelo PROMETHEE V tradicional, o modelo busca outros portfólios com maior número de projetos, adicionando a restrição $\sum_{i=1}^n x_i = c$, para corrigir o problema da escala dos fluxos líquidos obtidos pelo PROMETHEE II, definindo c inicialmente como o tamanho do portfólio da solução do modelo tradicional e incrementando seu valor até que não encontre mais solução viável. Dessa forma é possível maximizar a soma dos fluxos totais adaptados para uma programação linear inteira binária.

2.2.1 Promethee-ROC

O PROMETHEE-ROC é um método com uma estrutura matemática que agrega o método PROMETHEE II em relação ao uso das relações de sobreclassificação e a metodologia desenvolvida por Barron (1992), o ROC, metodologia essa que representa as preferências do decisor, onde só é necessário informações parciais sobre o grau de importância dos critérios de decisão. Almeida Filho et. Al. (2018), mostrou a adequação dos pesos estabelecidos pelo ROC ao PROMETHEE.

O método busca definir o conjunto de alternativas juntamente com o conjunto dos critérios de decisão, onde esses critérios serão representados pelos pesos estabelecidos pela metodologia ROC (BARRON, 1992). O benefício que o PROMETHE-ROC possibilita é o fato de usar informações parciais sobre a prioridade do decisor em relação aos critérios estabelecidos. Sendo realizada a ordenação dos pesos, o próximo passo é o desenvolvimento da matriz de consequência, onde através da mesma será obtida os fluxos de entrada e saída, também conhecidos como fluxos positivos e negativos, além do fluxo total. Dado os fluxos é possível realizar a ordenação das alternativas para a tomada de decisão.

Baseado nos princípios do método PROMETHE e a o procedimento do ROC, confirmado por Almeida Filho et. Al. (2018), o presente trabalho utiliza o método abordagem associada ao conceito de portfólio c-ótimo Vetschera e Almeida (2012), para a seleção de projetos de melhorias, em uma indústria do ramo vidraceiro.

2.3. Seleção de projetos

Muitas organizações adotam projetos para buscar soluções de problemas, melhorias e até mesmo inovações, isso garante um nível de competitividade crescente dentro do cenário atual, onde o surgimento de concorrentes é constante. Segundo o Project Management Institute

(2004), projetos são meios de organizar as atividades que normalmente não podem ser abordadas dentro das estações normais de trabalho.

Os primeiros modelos de seleção de projetos buscavam otimizar de forma aproximada, obedecendo um determinado critério e respeitando as restrições de recursos impostas pelo decisor (COLDRICK et al. 2005). Mas normalmente em problemas de seleção de projetos é necessário considerar diversos objetivos, onde muitas vezes são conflitantes entre si (ALMEIDA, 2013), isso faz com que as metodologias multicritério se tornem uma forte estratégia para selecionar, classificar e ordenar os projetos.

3. Modelo Proposto

O modelo proposto para a seleção de projetos de melhorias, utiliza a abordagem VFT passando por suas fases, detalhadas na seção 2.1. Associado ao VFT o modelo utiliza o método PROMETHEE V com pesos ROC, usando o conceito de portfólio c-ótimo. Devido a atual situação que o país está vivendo com a pandemia, provocada pelo COVID-19, reuniões para coletas de dados e definição precisa dos pesos tornam-se ainda mais difíceis, justificando-se a utilização do ROC para calcular os pesos do PROMETHEE baseado na informação da ordenação dos critérios de acordo com o grau de importância dos mesmos para o decisor.

Para o problema em questão, o modelo é dividido em duas fases, onde a primeira é marcada pela aplicação da abordagem VFT, separado em quatro etapas (KEENEY 1992). A Segunda fase do modelo tem como input as alternativas obtidas através da última etapa do VFT, para possibilitar a utilização do método PROMETHE-ROC, obedecendo as equações (3),(4),(5) para obtenção dos fluxos de positivo, negativo e líquido, respectivamente, após a obtenção dos fluxos é utilizado o conceito de portfólio c-ótimo. A figura 1 mostra o fluxograma do modelo proposto. As equações que regem o PROMETHE-ROC são:

$$w_i = \frac{1}{n} \sum_{j=i}^n \frac{1}{j} \quad (1)$$

A equação (1) é a abordagem do ROC onde n é o número de critérios, e $j=1,2,3,\dots,n$ é a posição de cada critério, e o w_i representa o peso i do conjunto de pesos $W=\{w_i, w_{i+1}, w_{i+2},\dots,w_n\}$. Já a equação (2) representa o grau de sobreclassificação $\pi(a,b)$, onde o mesmo é calculado com base na comparação entre um par de alternativas, estando sempre em um intervalo entre (0,1), $\sum_{i=1}^n w_i = 1$.

$$\pi(a, b) = \sum_{i=1}^n P_i(a, b) \cdot w_i \quad (2)$$

Para calcular os fluxos de sobreclassificação positiva e negativa são dadas as equações (3) e (4), e a equação (5) calcula o fluxo líquido.

$$\phi^+(a) = \frac{1}{m-1} \sum_{b \in A} \pi(a, b) \quad (3)$$

$$\phi^-(a) = \frac{1}{m-1} \sum_{b \in A} \pi(b, a) \quad (4)$$

$$\phi(a) = \phi^+(a) - \phi^-(a) \quad (5)$$

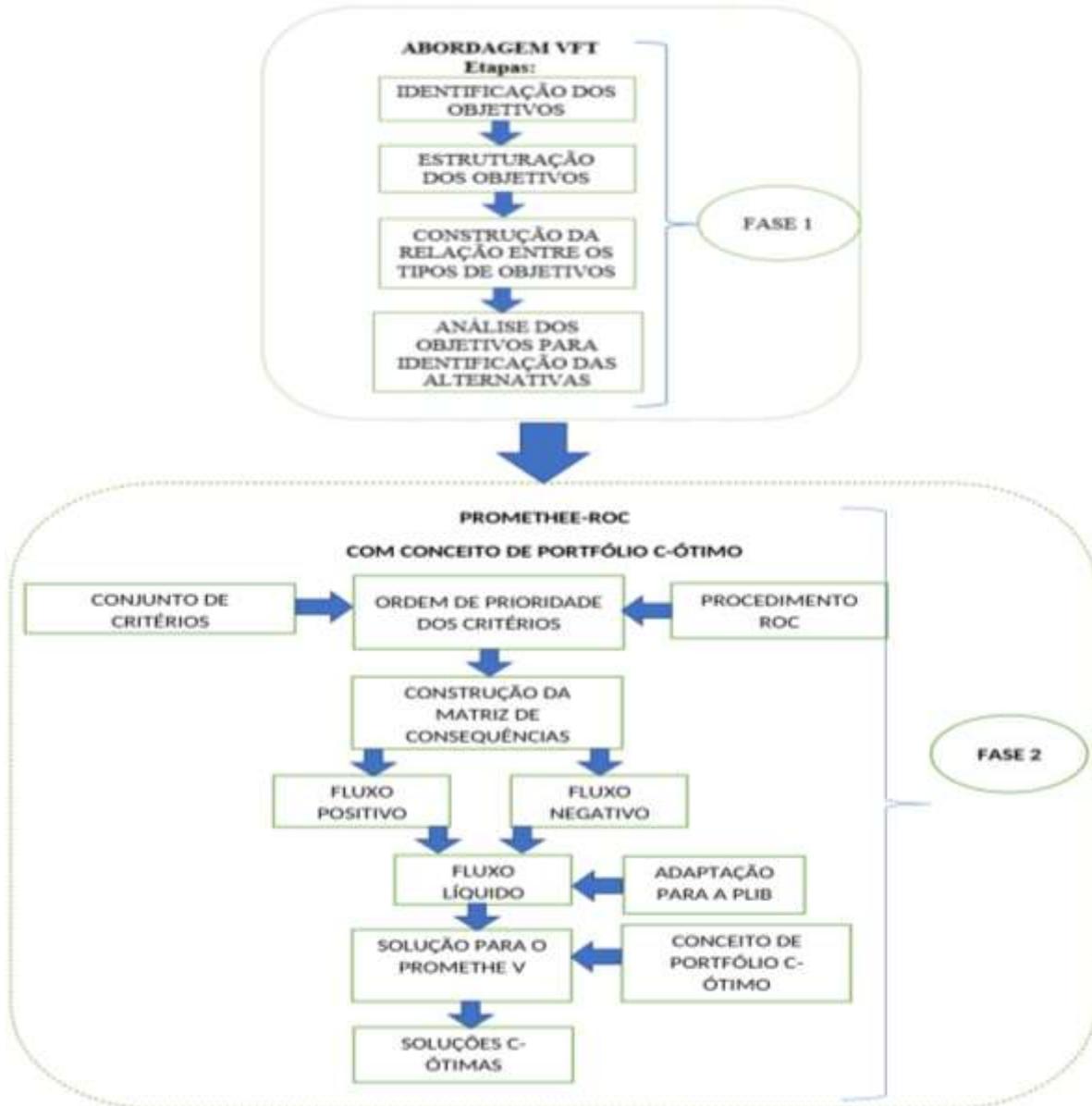


FIGURA 1: Modelo Proposto

4. Estudo de Caso

O modelo proposto neste trabalho será aplicado a empresa situada no sertão Pernambucano que está inserida no setor vidraceiro e atende a clientes de todo o Nordeste e nos estados do Pará e Tocantins. De acordo com os passos do VFT foi possível levantar os objetivos fundamentais e meios e logo após as alternativas que são expostas na tabela 1.

TABELA 1- Alternativas aplicáveis

ALTERNATIVAS	DESCRIÇÃO
A1	O investimento em marketing digital com todas as possibilidades de peças;
A2	Promover um Setor de informações ao cliente, com o intuito de aconselhar e entender as necessidades dos clientes;
A3	Ajuste do Layout da fábrica, visando aumentar o número de chapas especiais e reduzir o desperdício do vidro;
A4	Compra de uma máquina de furação para a melhoria nos recortes;
A5	Troca das roldanas nas mesas de corte manual gerando rapidez no processo e aumento de capacidade de furação;
A6	Aquisição de uma máquina de embalagem para acelerar o processo final antes do carregamento;
A7	Aquisição de novas grades para o setor de laminação do vidro, aumentando a capacidade de produção;
A8	Desenvolvimento de um Programa de Treinamento do Trabalho com Vidro (PTTV);
A9	Instituir o uso de formulários eletrônicos, evitando a perda de dados importantes e ao mesmo tempo reduzir o volume de papel gerado;
A10	Compra de uma máquina de Bisote para a indústria, evitando o alto fluxo de das peças entre as filiais da empresa.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Percorrendo o modelo proposto, temos o resultado da segunda fase, onde a quadro 1 mostra os critérios de seleção juntamente com seus pesos calculados através do ROC, justificado na seção 3. Estes critérios foram definidos e se relacionam diretamente com os objetivos organizacionais.

Com base em uma coleta de dados realizada na empresa, foi possível desenvolver a matriz de consequências exposta no quadro 2. Onde a escala foi utilizada considerando a performance de cada alternativa para os critérios de seleção, onde é avaliado com números inteiros entre 1 e 7, sendo 1 uma performance irrelevante e 7 uma alta performance.

O modelo proposto foi implementado utilizando o SCILAB. Para o problema de programação linear inteira binária foi considerada duas restrições, a de orçamento, onde possuía um teto de R\$ 50.000,00 e a imposta pelo método do Promethee c-ótimo.

QUADRO 1- Critérios de Seleção

Critério	Descrição	Objetivo	Pesos (ROC)
Financeiro (C1)	Aumento na lucratividade da empresa	Maximizar	0,1028
Rapidez (C2)	Velocidade de produção das peças	Maximizar	0,2417
Qualidade (C3)	Chance da peça se adequar a necessidade do cliente	Maximizar	0,1583
Confiabilidade (C4)	Atendimento ao cliente em tempo hábil	Maximizar	0,4083
Risco Humano (C5)	Risco de acidentes maléficos nas dependências da empresa	Minimizar	0,0611
Impacto ambiental (C6)	Impacto na atual situação da empresa, com relação a: uso dos recursos naturais e descarte de resíduos	Minimizar	0,0278

Fonte: Elaborado pelos autores.

QUADRO 2- Matriz de Consequência

<i>Alternativas</i>										
Critérios	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
<i>C1</i>	3	1	7	1	3	3	3	5	3	3
<i>C2</i>	1	3	1	3	5	3	5	1	5	7
<i>C3</i>	3	7	1	5	3	3	1	1	1	3
<i>C4</i>	3	3	3	3	5	5	5	7	3	7
<i>C5</i>	1	1	5	3	3	3	3	1	3	3
<i>C6</i>	1	1	1	3	3	5	3	3	1	5

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os fluxos positivos, negativos e líquidos são expostos no quadro 3 enquanto as soluções para o problema são expostas no quadro 4.

O portfólio P calculado através do método Promethee V teve como resultado $p=3$ com as alternativas A5, A7 e A8, sendo essa a solução clássica. Outras duas soluções expostas no quadro 4 correspondem aos resultados c-ótimos encontrados pelo método, $c=4$ e $c=5$. Tais resultados foram encontrados por existir soluções viáveis com 4 e 5 projetos, mas a partir de 6 projetos já não existe mais soluções viáveis.

QUADRO 3- Fluxos

ALTERNATIVAS	FLUXO POSITIVO	FLUXO NEGATIVO	FLUXO LÍQUIDO	FLUXO LÍQUIDO ADAPTADO
A1	0,09321	0,53889	-0,44568	0,00050
A2	0,23889	0,49167	-0,25278	0,19340
A3	0,16389	0,53889	-0,37500	0,07118
A4	0,25401	0,45617	-0,20216	0,24402
A5	0,51389	0,18858	0,32531	0,77149
A6	0,44568	0,26296	0,18272	0,62890
A7	0,44352	0,25895	0,18457	0,63075
A8	0,46667	0,35864	0,10802	0,55420
A9	0,20432	0,40741	-0,20309	0,24309
A10	0,74290	0,06481	0,67809	1,12427

Fonte: Elaborado pelos autores.

QUADRO 4- Soluções para o Problema

SOLUÇÕES		
P=3 (PROMTEHEE V)	c=4 (c-ótimo)	c=5 (c-ótimo)
A5	A4	A1
A7	A5	A2
A8	A8	A5
	A9	A8
		A9

Fonte: Elaborado pelos autores.

4.1 Discussão dos resultados

Primeiramente, comparando os portfólios $p=3$ e $c=4$, é possível observar através do quadro 4 que a alternativas A7 contida na solução clássica foi substituída pelas alternativas A4 e A9 na solução $c=4$. A comparação entre esses dois portfólios é exposto no quadro 5, onde é possível observar que o portfólio $c=4$ é melhor ou igual em todos os critérios, exceto em C6. Do mesmo modo através do quadro 6 é possível comparar o portfólio $p=3$ e o $c=5$, onde a substituição de A7 foi dada pelas alternativas A1, A2, e A9, sendo o portfólio $c=5$ melhor que o $p=3$ em todos os critérios, fazendo com que, pela racionalidade não compensatória do método, o portfólio $c=5$ é melhor que o $p=3$. Já no quadro 7, pode-se observar o melhor desempenho do portfólio $c=5$ em relação ao portfólio $c=4$ em 4 dos 6 critérios, sendo pior apenas nos critérios de baixa importância para o decisor, por conta disso e também pela natureza não compensatória do método, $c=5$ é melhor que $c=4$.

QUADRO 5- Comparação entre o portfólio p=3 e o portfólio c-ótimo c=4.

PORTFÓLIO/ CRITÉRIO		C1	C2	C3	C4	C5	C6
P=3	A7	3	5	1	5	3	3
	Σ	3	5	1	5	3	3
C=4	A4	7	1	1	3	5	1
	A9	3	5	1	3	3	1
	Σ	10	6	2	6	8	2

Fonte: Elaborado pelos autores.

QUADRO 6- Comparação entre o portfólio p=3 e o portfólio c-ótimo c=5.

PORTFÓLIO/ CRITÉRIO		C1	C2	C3	C4	C5	C6
P=3	A7	3	5	1	5	3	3
	Σ	3	5	1	5	3	3
C=5	A1	3	1	3	3	1	1
	A2	1	3	7	3	1	1
	A9	3	5	1	3	3	1
	Σ	7	9	11	9	5	3

Fonte: Elaborado pelos autores.

QUADRO 7- Comparação entre o portfólio c-ótimo c=4 e o portfólio c-ótimo c=5.

PORTFÓLIO/ CRITÉRIO		C1	C2	C3	C4	C5	C6
C=4	A4	7	1	1	3	5	1
	A9	3	5	1	3	3	1
	Σ	10	6	2	6	8	2
C=5	A1	3	1	3	3	1	1
	A2	1	3	7	3	1	1
	A9	3	5	1	3	3	1
	Σ	7	9	11	9	5	3

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para verificar a robustez da solução encontrada, foi realizada uma análise de sensibilidade gerando pesos aleatórios entre zero e um, onde a simulação foi repetida 100.000 vezes. Tendo em vista a ordenação e normalização dos pesos gerados aleatoriamente o resultado a solução padrão se repete 72,48% dos casos, enquanto os 27,52% são preenchidos por uma única solução, onde essa mantém retira uma alternativa da solução padrão e acrescenta duas novas ao novo portfólio. Esse fato demonstra que a maior parte da solução padrão possui robustez significativa.

5. Conclusão

O VFT se mostrou uma ferramenta poderosa, no entendimento dos objetivos organizacionais, os objetivos fundamentais identificados por este trabalho são de grande valia na modelagem de futuras tomadas de decisão. Seguir todos os passos da ferramenta possibilitou um amplo

conhecimento sobre o problema em questão, fazendo com que os decisores compreendessem a forte contribuição do trabalho desenvolvido.

A obtenção precisa dos pesos dos critérios era um entrave para o desenvolvimento deste trabalho e no ápice de contágio do COVID-19, a dificuldade de obtenção de informações precisas foi potencializada. Nesse contexto, foi necessário a utilização do ROC já que o mesmo possibilita trabalhar com informações parciais.

A escolha do ROC para a obtenção dos pesos, foi embasada por trabalhos que comprovam a sua adequação aos métodos da família PROMETHEE, fazendo uso apenas da informação do grau de importância dos critérios, e não da importância relativa entre eles, já que para isso é necessário realizar um procedimento de elicitação das chamadas constantes de escala.

Com a utilização do Promethee c-ótimo foram encontrados, além da solução clássica, os portfólios $c=4$ e $c=5$, que atendem às restrições impostas e aumentam o poder de decisão dos stakeholders, já que é possível observar as análises feitas, e comprovar pela estrutura matemática qual portfólio deve ser escolhido.

Portanto após análises é possível afirmar que o modelo proposto se adequa bem ao problema, trazendo resultados benéficos para a organização como um todo. Fornece ao decisor uma análise bem fundamentada, possibilitando um alinhamento entre os objetivos estratégicos e as ações da empresa.

Referências

ALMEIDA, Adiel Teixeira. **Processo de Decisão nas Organizações: Construindo Modelos de Decisão Multicritério**. São Paulo: Editora Atlas, 2013.

ALMEIDA, S., MORAIS, D. C. E ALMEIDA, A. T. (2014). **Agregação de pontos de vista de stakeholders utilizando o value-focused thinking à mapeamento cognitivo**. Production, 24 (1): 144-159.

ALMEIDA, A.T. DE & COSTA, A.P.C.S. **Aplicações com Métodos Multicritério de Apoio a Decisão**. Editora Universitária, 2003.

ALMEIDA, A. T. e VETSCHERA, R. (2012), **A note on scale transformations in the PROMETHEE V method**. European Journal of Operational Research, 219, 198-200.

ALMEIDA FILHO, A. T, CLEMENTE, T. R. N., MORAIS, D. C., Almeida, A T. **Preference modelling experiments with surrogate weighting procedures for the promethee method**. European Journal of Operational Research, Volume 264, Issue 2, , Pages 453-461, 16 January 2018

BARRON, F.H. **Selecting a best multiattribute alternative with partial information about attribute weights**. Acta Psychologica, 80, 91-103, 1992.

BELTON, Valerie; STEWART, Theo. **Multiple Criteria Decision Analysis**. Kluwer Academic Publisher, 2002.

COLDRICK, S.; LONGHURST, P.; IVEY, P. & HANNIS, J. **An R&D options selection model for investment decisions**. Technovation. v.25, p.185-193, 2005.

CUNHA, A. A., & MORAIS, D. C. (2016). **Analysing the use of cognitive maps in an experiment on a group decision process**. Journal of the Operational Research Society, 67(12):1459-1468.

HASSAN, O. A. B. **Application of value-focused thinking on the environmental selection of wall structures**. Journal of Environmental Management, 70: 181-187, 2004.

KEENEY, R.L. **Value-Focused Thinking. A Path to Creative Decision-Making**. Havard University Press, London, 1992.

KEENEY, R. L. **Value-Focused Thinking: Identifying decision opportunities and creating alternatives**. European Journal of Operational Research, v. 92, n. 3, p. 537-549, 1996. [http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217\(96\)00004-5](http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217(96)00004-5)

MERRICK, J. R. W., GRABOWSKI, M., AYYALASOMAYAJULA, P. E HARRALD, J. R. **Understanding organizational safety using value-focused thinking**. Risk Analysis, 25 (4): 1029-1041, 2005.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (PMI), Estados Unidos. **A guide to the Project management body of knowledge: PMBOK guide**. 3.ed. Pennsylvania, 2004.

SHENG, H., NAH, F. F.-H. E SIAU, K. **Strategic implications of mobile technology: A case study using Value-Focused Thinking**. Journal of Strategic Information Systems, 14: 269-290, 2005.