

# FUZZY-SAW AND PDCA/PSM FOR MANAGEMENT SUPPORT: THE CASE

## FUZZY-SAW E PDCA/MASP PARA APOIO GERENCIAL: UM ESTUDO DE CASO

Marcelo P. Sucena<sup>✉1</sup>, Daniela A. da Silva<sup>1</sup>, Letícia O. Soares<sup>2</sup>, Lucas R. P. de Carvalho<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro/RJ, Brasil

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Tecnologia, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro/RJ, Brasil

✉ [marcelo.sucena@fgv.br](mailto:marcelo.sucena@fgv.br)

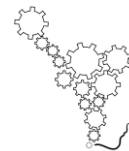
Recebido: 27 julho 2021 / Aceito: 25 setembro 2021 / Publicado: 15 dezembro 2021

**ABSTRACT.** This paper aims to explore the union of two methods to support strategic corporate management: Fuzzy-SAW and PDCA/MASP. Fuzzy-SAW develops a multicriteria mathematical model to identify the most critical problems. For the PDCA/MASP, it is possible to deepen the knowledge about such problems, adding instruments for their definitive mitigation of the causes. To validate this proposal, we intend to develop a case study in a consulting company in the telecommunications area, which currently has several clients/projects in its portfolio. The results indicated the possibility of aggregation of the two methods which, from a corporate perspective, indicated several advantages, such as directing resources to solve critical problems, simple software implementation, quick understanding of the principles, possibility of simulation.

**Keywords:** Fuzzy, SAW, Simple Additive Weighting

**RESUMO.** Este artigo objetiva explorar a união de dois métodos para apoiar a gestão corporativa estratégica: Fuzzy-SAW e PDCA/MASP. Pelo Fuzzy-SAW desenvolve-se um modelo matemático multicritério para se identificar os problemas mais críticos. Para o PDCA/MASP é possível aprofundar os conhecimentos sobre tais problemas, agregando instrumentos para sua mitigação definitiva das causas. Para validar esta proposta pretende-se desenvolver um estudo de caso em empresa consultora na área de telecomunicações, que detém, na atualidade, vários clientes/projetos em sua carteira. Os resultados indicaram a possibilidade de agregação dos dois métodos que, pelo viés corporativo, indicou várias vantagens, tais como direcionamento de recursos na solução de problemas críticos, simples implementação em software, entendimento rápido dos princípios, possibilidade de simulação.

**Palavras-chave:** Fuzzy, SAW, Simple Additive Weighting



## 1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Durante a década de 1950 os empresários americanos tiveram a oportunidade de desenvolver um novo método de gestão baseado no modelo europeu, que tinha como princípio fundamental a pesquisa (SANTOS, 2010).

Partindo deste processo, a constante evolução da gestão empresarial permite que uma empresa use a combinação de ações e estratégias para se manter competitiva no mercado, sendo sustentada pela utilização dos recursos financeiros, ambientais e humanos.

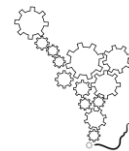
Com o crescente aumento da competitividade diante de mercado globalizado, imprime-se a necessidade de implementar estratégias que pudessem dar vantagem entre a concorrência e, com ela, sugere-se a gestão estratégica (MCGEE e PRUSAK, 1994).

A gestão estratégica trata dos objetivos e metas principais da empresa estabelecidos pelo planejamento estratégico, gerencia-os para que sejam alcançados, garantindo sua competitividade no mercado.

Contudo, ainda é um desafio administrar uma empresa sem que nenhum obstáculo se manifeste pelo caminho. Um exemplo comum de problema na área da gestão é a incapacidade de identificá-lo e solucioná-lo, sendo que, em muitas vezes opta-se por investir em consultorias para atuarem neste sentido.

Outro aspecto relevante nesse cenário é que as corporações detêm recursos limitados e, por isso, é necessário criar certa “priorização” para atuarem nos problemas mais críticos. Diante dessa alternativa, é possível direcionar tais recursos, de forma mais eficiente e assertiva.

Assim, este artigo objetiva explorar a união de dois métodos para apoiar a gestão corporativa estratégica: *Fuzzy-SAW* e PDCA/MASP. Pelo uso do *Fuzzy-SAW* para desenvolvimento de um modelo matemático multicritério é possível hierarquizar os problemas identificados pelos gestores, destinando força de trabalho adequada para solução daqueles mais nevrálgicos. No tocante ao PDCA/MASP, é possível aprofundar os conhecimentos sobre tais problemas, agregando instrumentos para sua mitigação definitiva. Para validar esta proposta pretende-se ainda desenvolver um estudo de caso em empresa consultora na área de telecomunicações, que detém, na atualidade, vários clientes/projetos em sua carteira.



## 2 METODOLOGIA

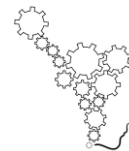
Seguindo-se Prodanov e Freitas (2013), este trabalho pode ser caracterizado quanto à natureza da pesquisa como aplicada e exploratória, porque objetiva adquirir conhecimento para aplicação da ferramenta de qualidade e do modelo matemático calcado no *Fuzzy-SAW*, além de identificar os critérios por questionamento ao nível gerencial da empresa; quanto aos objetivos, é de caráter exploratório, pois aborda os conceitos e práticas, redundando na compreensão dos dois métodos propostos; na abordagem, é tomada como qualitativa, pois se utilizam dados da empresa em estudo; nos procedimentos técnicos é tratado como um estudo de caso, que visa analisar a coleta de dados e as informações coletadas da instituição em estudo.

Por conseguinte, para que os objetivos determinados sejam alcançados, é necessário seguir os passos adiante:

- Desenvolver pesquisa exploratória para identificação dos critérios relevantes para o uso do *Fuzzy-SAW*;
- Coletar dados da empresa objeto do estudo para a aplicação do método *Fuzzy-SAW*;
- Desenvolver um modelo matemático, usando *Fuzzy-SAW*, seguindo os seguintes subpassos: elaborar modelo esclarecendo o objetivo geral, os critérios e alternativas (problemas da empresa); desenvolver a matriz de decisão, em uma tabela, onde serão pautadas as alternativas nas colunas e os critérios nas linhas; definir os dados de cada alternativa/critério e normalizá-los, se necessário; questionar a empresa objeto do estudo de caso quanto ao peso de cada critério; aplicar a função utilidade para se definir o ranqueamento dos problemas; destacar aquele problema com maior nota no ranqueamento, tratando-o como o mais crítico. Aplicar o método PDCA/MASP sobre o problema mais crítico;
- Analisar os resultados pelo viés da corporativo e da empresa de consultoria.

## 3 REFERENCIAL TEÓRICO

### 3.1 TEORIA FUZZY



O marco sobre a Teoria *Fuzzy* ocorreu com a publicação do artigo *Fuzzy Sets* apresentado por Lofti A. Zadeh, na revista *Information and Control* – Volume 8, nas páginas 338 a 353, em 1965 (TANAKA, 1997).

Ross (1995) destaca que, em conjuntos clássicos (*crisp*), a transição de um determinado elemento em um universo, entre ser membro e não-membro de um dado conjunto, é abrupta e bem-definida. Para um elemento em um universo que contém conjuntos *Fuzzy*, como os observados por Zadeh (TANSCHEIT, 2004), essa transição pode ser transcrita como em uma fronteira subjetiva, na qual existe entre o pertencer e o não-pertencer a um dado conjunto.

Um conjunto *Fuzzy* A é então um conjunto de elementos que possui vários níveis de participação no conjunto (Graus de Pertinência), em certo universo de discurso  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ , podem ser representados, segundo Tanaka (1997), de acordo com as expressões 1 e 2 expostas a seguir, onde  $\mu_A(x_i)$  é o grau de pertinência do elemento  $i$  ex  $i$ o valor do elemento  $i$  no universo de discurso X.

Esse conjunto *Fuzzy* A, quando definido no universo de discurso X, é caracterizado por uma função de pertinência  $\mu_A$ , a qual mapeia os elementos de X para o intervalo [0,1].

- ✓ Na forma Discreta, sendo o universo finito:

$$A = \mu_A(x_1)/X_1 + \mu_A(x_2)/X_2 + \dots + \sum_{i=1}^n \mu_A(x_i)/X_i \quad (1)$$

- ✓ Na forma Contínua, usando Integrais-*Fuzzy*, sendo o universo infinito:

$$A = \int_x \mu_A(x_i)/X_i \quad (2)$$

Das operações possíveis com conjuntos *Fuzzy* destacam-se a União e a Interseção. A União de dois conjuntos *Fuzzy* (por exemplo, A e B) resulta em um terceiro conjunto *Fuzzy* (por exemplo, C), representando-se a operação da seguinte forma:

$$C = A \cup B \text{ ou } C = A \text{ OU } B \quad (3)$$

A pertinência do conjunto *Fuzzy* C resultante é obtida pela seguinte expressão:

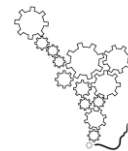
$$\mu_C(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x)) = \mu_A(x) \vee \mu_B(x) \quad (4)$$

A Interseção de dois conjuntos *Fuzzy*, conforme exemplificado anteriormente, resulta em um terceiro conjunto *Fuzzy*, podendo-se expressar da seguinte forma:

$$C = A \cap B \text{ ou } C = A \text{ E } B \quad (5)$$

A pertinência do conjunto *Fuzzy* C resulta em:

$$\mu_C(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x)) = \mu_A(x) \wedge \mu_B(x) \quad (6)$$



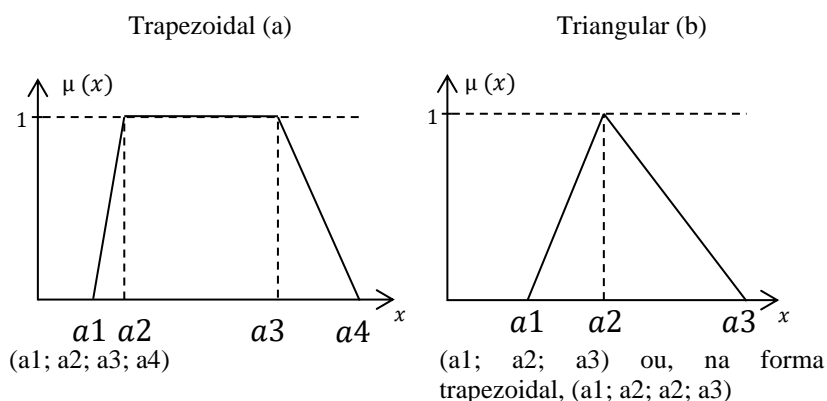
Uma variável *crisp*, para ser avaliada no domínio *Fuzzy*, precisa ser representada por uma variável linguística que é o nome do conjunto *Fuzzy* (DE SALVO CASTRO e FERREIRA FILHO, 2003). Essa última pode ser representada por rótulos linguísticos (ou termos linguísticos) que se baseiam nas suas funções de pertinência, que podem ser representados por Integrais-*Fuzzy*, conforme a expressão 2.

A quantidade e a forma das funções de pertinências e de seus termos linguísticos baseiam-se em Shaw *et al.* (1999) os quais citam que elas podem ser obtidas baseando-se na experiência do analista e na natureza do processo a ser controlado. Eles citam ainda que a quantidade de funções, na prática, deve variar entre 2 e 7, sendo que, quanto maior, melhor a precisão do resultado e, quanto menor, melhor a demanda computacional e a compreensão dos resultados pelo analista.

Certo subconjunto *Fuzzy* A, que tem como domínio de certa função de pertinência o conjunto dos números reais (*crisp*) no universo de discurso, que representa um termo linguístico, pode ser representado por um número *Fuzzy*.

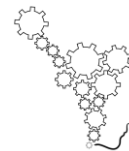
O número *Fuzzy* é fundamental para representar situações nas quais os dados não são precisos, com atributos que tenham imprecisão na forma de expressar, tal como a representação de situações subjetivas do cotidiano (DE SALVO CASTRO e FERREIRA FILHO, 2003). Os números *Fuzzy* mais usados são triangulares e trapezoidais que podem ser representados das formas apresentadas na FIGURA 1.

FIGURA 1 – EXEMPLOS DE NÚMEROS



FONTE: próprios autores (2021)

Para exemplificar as operações aritméticas com números *Fuzzy* considerar-se-ão dois números trapezoidais  $A'1=(a_{11},a_{12},a_{13},a_{14})$  e  $A'2=(a_{21},a_{22},a_{23},a_{24})$  adiante, onde estão as



expressões 7 a 12 que refletem a adição, subtração, produto, divisão, produto de um escalar e divisão de um escalar.

$$\text{Adição: } A'1 \oplus A'2 = \{a_{11}+a_{21}; a_{12}+a_{22}; a_{13}+a_{23}; a_{14}+a_{24}\} \quad (7)$$

$$\text{Subtração: } A'1 \ominus A'2 = \{a_{11}-a_{24}; a_{12}-a_{23}; a_{13}-a_{22}; a_{14}-a_{21}\} \quad (8)$$

$$\text{Produto: } A'1 \otimes A'2 = \{a_{11}.a_{21}; a_{12}.a_{22}; a_{13}.a_{23}; a_{14}.a_{24}\} \quad (9)$$

$$\text{Divisão: } A'1 \oslash A'2 = \{a_{11}/a_{24}; a_{12}/a_{23}; a_{13}/a_{22}; a_{14}/a_{21}\} \quad (10)$$

$$\text{Produto de um escalar } n: n.A'1 = \{n.a_{11}; n.a_{12}; n.a_{13}; n.a_{14}\} \quad (11)$$

$$\text{Divisão por um escalar } n: A'1/n = \{a_{11}/n; a_{12}/n; a_{13}/n; a_{14}/n\} \quad (12)$$

Após o processamento dos dados no ambiente *Fuzzy* é necessário retornar-se para o domínio *crisp*, isto é, dos números reais. Para isso necessita-se *DeFuzzyficar* o resultado que, segundo Shaw *et al.* (1999), depende da escolha do método diante do contexto da decisão, pois existem inúmeras opções, dentre elas a baseada na distribuição PERT (subconjunto da distribuição BETA) que aumenta a ponderação nos valores intermediários, àqueles onde o grau de pertinência é igual a 1, ou seja, têm maior possibilidade de pertencerem ao conjunto *Fuzzy*. A expressão 13 adiante registra este método tendo como exemplo o número trapezoidal apresentado na figura 1.

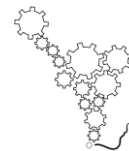
$$Saída_i = \frac{a_1 + 2a_2 + 2a_3 + a_4}{6} \quad (13)$$

### 3.2 FUZZY-SAW

Um processo decisório pode ser apoiado por métodos, técnicas e procedimentos para aumentarem a eficácia das respostas, principalmente naqueles problemas onde a capacidade cognitiva do decisor é afetada pela presença de múltiplos critérios, incrementados pela presença de valores vagos e/ou imprecisos.

O método SAW (*Simple Additive Weighting*) é considerado um dos métodos hierárquicos multicriteriais da escola americana dos mais conhecidos e bem aprovados devido a sua simplicidade e aproximação dos resultados com técnicas mais aprimoradas (STANKOVIĆ *et al.*, 2020, PIASECKI *et al.*, 2019 e ZHU E BUCHMANN, 2002 *apud* OLIVEIRA, 2018).

Como se percebe, esse método consiste em determinar valores destinados às relações entre alternativas e critérios por meio de uma matriz de decisão, concedendo pesos para os critérios, redundando em lista hierarquizada com as alternativas mais adequadas (ABADI *et al.*,



2019 e VAZ *et al.*, 2017). Os valores relacionados a cada alternativa são obtidos pela Função Utilidade, dada pela expressão 14.

$$S_i = \sum_{j=1}^n w_j \cdot r_{ij}, \text{ onde:} \quad (14)$$

- ✓  $S_i$  a função utilidade da  $i$ -ésima alternativa, para  $i=1,2,3,\dots,n$ ;
- ✓  $w_j$  o peso do  $j$ -ésimo critério, com  $j=1,2,3,\dots,n$ ;
- ✓  $r_{ij}$  o dado normalizado da  $i$ -ésima alternativa do  $j$ -ésimo critério.

Para determinação dos pesos dos critérios ( $w_j$ ) baseando-se na ordenação da importância de cada critério em uma escada natural, utiliza-se a forma recíproca, calculada pela expressão 15.

$$w_j = \frac{\frac{1}{z_j}}{\sum_{k=1}^n \frac{1}{z_k}} \quad (15)$$

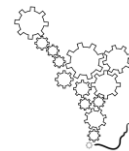
onde:  $z_j$  é a importância do  $j$ -ésimo critério, com  $j=1,2,3,\dots,n$ ;

O *Fuzzy-SAW* é a agregação dos preceitos da Teoria *Fuzzy* com o método SAW, valorizando a possibilidade dos dados que relacionam alternativas e critérios em serem relacionados ao modo de raciocinar da mente humana, baseado em conceitos vagos, incompletos e imprecisos (AMARAL, 2016).

A aplicação de métodos multicriteriais SAW com números *Fuzzy* permite o desenvolvimento de modelos robustos, entretanto de simples construção para tratativas com variáveis complexas com certa imprecisão. Dessa forma, baseando-se na simplificação proposta nas etapas de Lestari *et al.* (2020), tratar-se-ão dos seguintes passos adaptados para solução do *Fuzzy-SAW*: 1 – Determinar das alternativas e critérios estabelecidos para o problema; 2 – Elaborar a matriz de decisão que relaciona as alternativas com os critérios, populando essa relação com dados normalizados; 3 – Transformar os dados normalizados em números *Fuzzy*; 4 – Calcular os pesos dos critérios baseando-se nos seus graus de importância para o processo de decisório; 5 – Aplicar a função utilidade para geração de lista hierarquizada, onde o maior valor é o que se apresenta como a alternativa mais adequada.

### 3.3 PDCA/MASP

O Ciclo PDCA foi amplamente divulgado por Deming na década de 1950, que segundo Silva *et al.* (2017), é o alicerce para a implementação da melhoria contínua. É tomado também como estratégia em nível gerencial que tem como foco a busca por soluções de problemas de modo a submeter os processos a constante melhoria.



Para atingir o mais alto nível de qualidade é necessário seguir a lógica dos quatro passos do PDCA, que são (PATEL e DESHPANDE, 2017; BASTOS JÚNIOR, 2016):

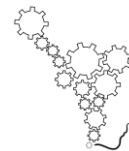
- *Plan*: a etapa de planejamento consiste em designar metas e quais as melhores maneiras para alcançá-las;
- *Do*: definida como a etapa de execução, tem por objetivo efetivar o que foi estabelecido na etapa anterior e recolher dados para serem utilizados na etapa seguinte, sendo importante destacar que para a sua realização é necessário que as pessoas envolvidas sejam devidamente educadas e treinadas;
- *Check*: conhecida como etapa de verificação, consiste em comparar os resultados da execução com o que foi estabelecido como meta no planejamento;
- *Act*: sendo esta a etapa de ação, têm-se dois caminhos a serem seguidos, quais sejam: se a verificação comprovar que os objetivos não foram atingidos, é necessário partir para o uso de ações corretivas e retomar o uso do PDCA; se os resultados forem favoráveis deve-se manter o processo e garantir sua continuidade de forma a manter a qualidade.

O Método de Análise e Solução de Problemas (MASP), desenvolvido a partir do Ciclo PDCA, auxilia no desempenho de uma organização, uma vez que permite reavaliar o processo e torná-lo mais eficaz e eficiente (SANTOS e GONÇALVES, 2016).

Segundo Santos e Gonçalves (2016) e Aguiar (2013), o uso do MASP se justifica por ser uma ferramenta voltada para a solução de problemas, propiciando a busca contínua para melhorar a qualidade dos processos da empresa, pela possibilidade de redução de custos diante da mitigação de problemas, na promoção de cultura de melhoria pela análise sistemática de problemas e na ampliação da visão da excelência operacional na aplicação de medidas proativas, antecipando o surgimento de novos problemas.

Sendo apresentado em oito etapas, o MASP segue a incorporação ao PDCA, por isso então denominado nesse trabalho de PDCA/MASP, tocando na lógica de identificar o problema, analisá-lo e, assim, propor ações proativas, corretivas e/ou preventivas (AGUIAR e LOOS, 2017). A seguir são apresentados os oito passos do MASP vinculados ao PDCA:

P - *Plan*



1. Identificação do Problema: nesta etapa é definido qual problema será tratado e sua importância, apresentando também se houve algum ganho ou perda relacionados a esse problema, e quem são os responsáveis pela realização do PDCA/MASP;

2. Observação: são feitas coletas de dados através de diferentes perspectivas (como tempo, local, tipo etc.), com o objetivo de entender as características do problema tratado. É importante salientar que o tempo usado nessa etapa não é relevante, uma vez que quanto mais tempo for gasto, menos será necessário na resolução do problema;

3. Análise: são identificadas as principais causas e decididas quais são as mais prováveis, a partir de um *Brainstorming* ou Diagrama de Ishikawa;

4. Plano de Ação: elabora-se uma estratégia de bloqueio para as causas encontradas na etapa anterior. Utiliza-se o método 5H1W para identificar, de maneira clara, os elementos necessários para elaboração do plano de ação.

#### D - Do

5. Ação: execução do plano criado na etapa anterior, apresentando a todos e realizando os treinamentos necessários.

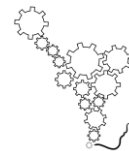
#### C - Check

6. Verificação: avaliam-se se os resultados obtidos são favoráveis em relação ao obtidos inicialmente; caso não sejam, é preciso voltar à etapa de Observação e elaborar um novo PDCA/MASP.

#### A - Act

7. Padronização: esta etapa está destinada a padronização do processo para garantir que o problema tratado não volte a se repetir. Para isso, é preciso que todos estejam cientes das mudanças e treinados de acordo, para que práticas antigas não retornem;

8. Conclusão: nesta etapa o PDCA/MASP é reavaliado para verificar que tudo tenha sido analisado sem que nada tenha deixado de ser realizado. Os resultados desse estudo devem ser apresentados, pois mesmo que sejam os planejados, podem servir de aprendizado para trabalhos futuros.



## 4 ESTUDO DE CASO

### 4.1 OBJETO ESTUDO DE CASO

Por questão de confidencialidade não é possível registrar o nome da empresa, ou mesmo a fonte dos dados, pois a identificaria. Entretanto, cabe ressaltar que dados apresentados neste subitem estão disponíveis nas fontes corporativas, bem como em seu portal na internet.

Desta forma, cabe citar que o estudo de caso se desenvolve no contexto de uma companhia multinacional francesa, prestadora de serviços em inovação e engenharia de alta tecnologia, com atuação no setor automotivo, telecomunicações e financeiro, fundada em 1982, operando em mais de 20 países.

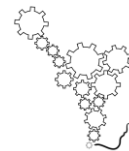
A organização presta auxílio a outras corporações apoiando na superação dos desafios tecnológicos e de negócios com base em sua sabedoria aperfeiçoada em variados domínios das indústrias, relacionada ao poder de inovação, operação e tecnologia integradas.

Além de seguir todas as fases do ciclo de desenvolvimento dos seus produtos, auxilia no progresso das estratégias com a finalidade de efetuar resultados inovadores com regresso de riscos e chegada dos investimentos, modificando e ilustrando à medida das expectativas e necessidades criadas pelos clientes.

Atualmente a empresa atua com a metodologia *Balanced Scorecard* (BSC) para seu planejamento estratégico e tem como foco a mensuração do desempenho. No entanto, essa ferramenta de gestão não faz o uso de nenhum método de inspeção que permita mapear e oferecer soluções para problemas que provocam baixo desempenho empresarial. A empresa também não se apoia em nenhum método para análise de problemas que são sinalizados pelo BSC e, sendo assim, não consegue identificar a melhor forma para mitigá-los.

### 4.2 APLICAÇÃO DO FUZZY-SAW

A aplicação do modelo *Fuzzy-SAW*, neste estudo de caso, é necessária para a hierarquização dos problemas quanto a sua importância para a empresa e a determinação do mais crítico para a organização. As etapas a seguir representam o processo adotado para a aplicação deste método.



1ª etapa – Modelo – nesta etapa, definem-se as alternativas e os critérios do modelo multicriterial (FIGURA 2).

- Definição das Alternativas - O procedimento para identificação dos maiores problemas baseia-se na análise dos dados obtidos de Andrade (2020), para a mesma empresa, que se referem ao resultado do processamento de um modelo matemático *Neuro-Fuzzy* para a mesma empresa deste estudo de caso. Este modelo resulta em quatro indicadores parciais, além de um indicador geral que representa o seu desempenho sistêmico. Analisaram-se os dados de 2019, em meses, para todas as variáveis de entrada do modelo, confrontando-os nos seguintes passos:

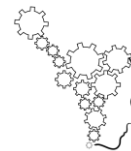
1. Identificação do mês com desempenho mais crítico: é baseado no indicador sistêmico do BSC com pior desempenho: analisaram-se dados dos indicadores Financeiro, Cliente e Sociedade, Processos Internos e Aprendizado e Crescimento a fim de se determinar o mês com o pior desempenho. Janeiro/2019 foi considerado o mês mais crítico para a empresa;

2. Identificação do indicador parcial mais crítico para janeiro/2019: analisou-se o indicador primário com o pior desempenho, influenciando na atuação de janeiro. Desta forma, observou-se que o indicador parcial Processos Internos obteve pior nota em relação aos outros;

3. Definição das alternativas do modelo multicriterial: identificaram-se as três piores variáveis do indicador Processos Internos, sendo elas: Diálogo Social (A1), Habilidade Aprimorada (A2) e Desempenho Ambiental (A3).

- Definição dos Critérios - por consulta com a gestora da empresa, responsável pela avaliação de desempenho, obtiveram-se os seguintes critérios que a organização adota em suas avaliações internas:

- Eficiência e Eficácia da Comunicação (C1): necessita-se da correlação direta entre a habilidade dos gestores em realizar comunicação de cada estratégia e o desempenho para o alcance dos objetivos traçados, assegurando assim a informação correta e de relevância para a empresa, necessitando-se de organização pelo fato do trabalho ser realizado por equipes em sistemas e processos interligados;



- Ética Profissional no Gerenciamento dos Indicadores (C2): é fundamental obter a opinião dos colaboradores que gerenciam os projetos em relação ao uso dos indicadores como medidas de desempenho, onde propõe-se que o conhecimento e aprendizado em pensar e debater as questões éticas são tão essenciais quanto as habilidades de pensar de forma criativa e lógica no planejamento, execução e controle das demandas existentes na empresa, tendo como objetivo o direcionamento da atenção das ações humanas para as regras de conduta morais que são relacionadas aos valores humanos e organizacionais de honestidade, respeito à pessoa humana, à integridade dos envolvidos, cumprimento das regras e lei e à concorrência justa e respeitosa. Sendo assim, a empresa que se preocupa em promover a moralidade e a ética tem maior facilidade em desenvolver uma cultura de contribuição e compartilhamento mútua;
- Impactos nas Tomadas de Decisões (C3): precisa-se que o gestor e sua equipe se adequem ao tamanho, complexidade, grau de inovação, urgência e importância dos projetos, não havendo de tal modo um único método ou técnica que possam ser rotulados como correto ou padrão. Sendo assim, serão capazes de se adaptar às condições e necessidades apresentadas nos projetos no quais estejam envolvidos. Portanto, obterá decisões melhores e mais rápidas, importantes para os projetos que são mantidos dentro de limites de prazos e orçamentos;
- Gerenciamento de Mudanças (C4): necessita-se de que as equipes estejam preparadas para riscos que possam acontecer mediante ao ambiente de mudanças, tais que são geradas por fatores externos, como a diminuição ou aumento de demandas, desligamentos de colaboradores, alterações gerenciais do método realizado das demandas, avanços tecnológicos, mudanças na forma de faturamento e etc., onde precisa-se de um escopo para relacionar mais tempo e mais dinheiro ao que se solicita, obtendo de tal forma um controle integrado que avalie e identifique as mudanças e os impactos que possam ser gerados.

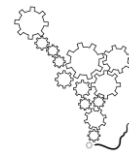
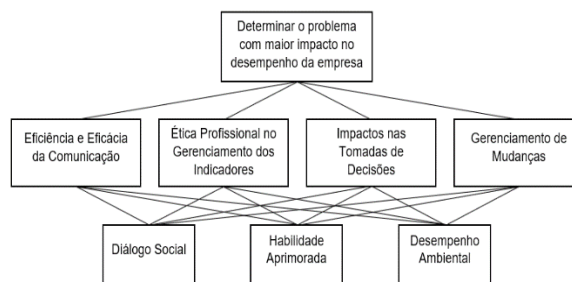


FIGURA 2 – REPRESENTAÇÃO DO MODELO MULTICRITÉRIO



FONTE: próprios autores (2021)

2ª etapa – Matriz de Decisão – É a representação das relações ( $r_{ij}$ ) entre as  $i$  alternativas e os  $j$  critérios, conforme apresentadas na QUADRO 1.

QUADRO 1 – MATRIZ DE DECISÃO PARA ANÁLISE

		Critérios			
		C1	C2	C3	C4
Alternativas	A1	$r_{11}$	$r_{12}$	$r_{13}$	$r_{1j}$
	A2	$r_{21}$	$r_{22}$	$r_{23}$	$r_{2j}$
	A3	$r_{i1}$	$r_{i2}$	$r_{i3}$	$r_{ij}$

FONTE: próprios autores (2021)

Legenda: C1 - Eficiência e Eficácia da Comunicação; C2 - Ética Profissional no Gerenciamento dos Indicadores; C3 - Impactos nas Tomadas de Decisões; C4 - Gerenciamento de Mudanças; A1 - Diálogo Social; A2 - Habilidade Aprimorada; A3 - Desempenho Ambiental

3ª e 4ª etapas – Dados – os valores das relações ( $r_{ij}$ ) são dados qualitativos que devem ser modelados segundo (2) com três termos linguísticos Essencial, Básico e Dispensável. Desta forma é possível também se determinar os seus números triangulares *Fuzzy* representativos, conforme a seguir.

$$\text{Essencial (E)} = \int_{0 \rightarrow 1}^{0,3 \rightarrow 0} -\frac{x}{0,3} + 1 / X \rightarrow (0;0;0,3) \quad (16)$$

$$\text{Básico (B)} = \int_{0,2 \rightarrow 0}^{0,5 \rightarrow 1} \frac{x-0,2}{0,3} / X + \int_{0,5 \rightarrow 1}^{0,8 \rightarrow 1} \frac{-x+0,8}{0,3} / X \rightarrow (0,2; 0,5; 0,8) \quad (17)$$

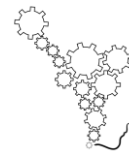
$$\text{Dispensável (D)} = \int_{0,7 \rightarrow 1}^{1,0 \rightarrow 1} \frac{x-0,7}{0,3} / X \rightarrow (0,7;1,0;1,0) \quad (18)$$

Os pesos foram modelados segundo os mesmos princípios anteriores, com os mesmos rótulos, entretanto, usando números *Fuzzy* trapezoidais, por disponibilizarem maiores amplitudes no máximo grau de pertinência para cada função. Assim, a seguir apresenta-se a modelagem estabelecida.

$$\text{Dispensável (E)} = \int_{0 \rightarrow 1}^{0,30 \rightarrow 0} 1 / X + \int_{0,30 \rightarrow 1}^{0,31 \rightarrow 0} -\frac{x-0,31}{0,01} / X \rightarrow (0;0;0,30;0,31) \quad (19)$$

$$\text{Básico (B)} = \int_{0,30 \rightarrow 0}^{0,31 \rightarrow 1} \frac{x-0,30}{0,01} / X + \int_{0,31 \rightarrow 1}^{0,60 \rightarrow 1} 1 / X + \int_{0,60 \rightarrow 1}^{0,61 \rightarrow 1} \frac{-x+0,61}{0,01} / X \rightarrow (0,30;0,31;0,60;0,61) \quad (20)$$

$$\text{Essencial (D)} = \int_{0,7 \rightarrow 1}^{1,0 \rightarrow 1} \frac{x-0,7}{0,3} / X \rightarrow (0,60;0,61;1,00;1,00) \quad (21)$$



O preenchimento dos valores de  $r_{ij}$  e dos pesos dos critérios com Essencial, Básico e Dispensável se deu por entrevista junto a gestora da empresa, responsável pela avaliação de desempenho. Tais dados são representados na TABELA 1 pelos números *Fuzzy* (16) a (21).

TABELA 1 – MATRIZ DE DECISÃO PREENCHIDA

		Critérios			
		C1	C2	C3	C4
Pesos		(0,60;0,61;1,00;1,00)	(0,30;0,31;0,60;0,61)	(0,60;0,61;1,00;1,00)	(0;0;0,30;0,31)
Alternativas	A1	(0;0;0,3)	(0,2;0,5;0,8)	(0,2;0,5;0,8)	(0;0;0,3)
	A2	(0,2;0,5;0,8)	(0;0;0,3)	(0;0;0,3)	(0,2;0,5;0,8)
	A3	(0,7;1;1)	(0,2;0,5;0,8)	(0;0;0,3)	(0,7;1;1)

FONTE: próprios autores (2021)

5ª etapa – Determinação do problema mais crítico que influencia no desempenho da empresa - É obtido pela aplicação da função utilidade (14), se destacando pelo maior valor de  $S$ . Para exemplificação do cálculo é utilizada a alternativa Diálogo Social (A1) com a aplicação de (7) e (9) convertendo-se os números triangulares *Fuzzy* em números trapezoidais *Fuzzy*, pela observação na Figura 1 (b). O resultado é então *Defuzzificado* pela aplicação de (13), chegando-se aos  $S_{Ai}$ .

$$S_{A1} = (0;0;0,30) \times (0,60;0,61;1,00;1,00) + (0,20;0,50;0,50;0,80) \times (0,30;0,31;0,60;0,61) + (0,20;0,50;0,50;0,80) \times (0,60;0,61;1,00;1,00) + (0;0;0,30) \times (0;0;0,30;0,31) = (0,18;0,47;0,80;1,68) = 0,78$$

$$S_{A2} = (0,12;0,31;0,65;1,53) = 0,65 \quad S_{A3} = (0,48;0,77;1,60;2,10) = 1,24$$

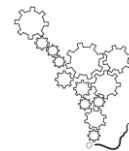
Assim, o problema que mais influência no desempenho da organização, que deve ser tratado pelo PDCA/MASP, é o baixo Desempenho Ambiental, pois apresenta o maior valor ( $S_{A3}=1,24$ ).

#### 4.3 APLICAÇÃO DO PDCA/MASP

A aplicação segue os oito passos do PDCA/MASP expostos no subitem 3.3 conforme descrito adiante:

1º passo – Identificação do Problema – identificado no subitem anterior: desempenho ambiental.

2º passo – Observação – foram desenvolvidas reuniões para observações na rotina de trabalho dos funcionários da instituição, identificando-se a carência de responsabilidade e de envolvimento com as práticas de desenvolvimento sustentável na empresa e à cultura de liderança em admitir ações que possam reduzir os impactos ambientais.

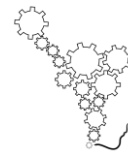


3º passo – Análise – por *Brainstorming* com apoio da gestora da empresa identificaram-se cinco principais causas para o problema “baixo Desempenho Ambiental”: Uso de Energia e Recursos: causada pela falta de gerenciamento de consumo de energia; Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE): causada, principalmente, pelas viagens de negócios realizadas em excesso; Serviços para Clientes: provocada pelos deslocamentos rodoviários para serviços prestados aos clientes causando impactos ambientais negativos; Resíduos Sólidos: motivada pela falta de conscientização ambiental da instituição; Compras: originada pelo processo de compra que não analisa os impactos ambientais negativos relacionados aos itens que a empresa adquire.

4º passo – Plano de Ação (QUADRO 2) – neste passo elabora-se um plano de ação utilizando-se a metodologia 5W2H (o que vai ser realizado, onde vai ser realizado, quando vai ser realizado, por que vai ser realizado, por quem vai ser realizado e como será realizado), propondo-se formas de mitigação das causas.

QUADRO 2 – PLANO DE AÇÃO COM APLICAÇÃO DO 5W2H

A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Uso de energia e recursos	Fazer análise para encontrar a melhor maneira de gerenciar os recursos disponíveis.	Analistas Ambientais	12/2020 Trimestralmente	Em todas as filiais.	Para diminuir o desperdício de energia e recursos, possibilitando também, a redução dos custos da empresa.	Definindo passo a passo das atividades diárias; implementando o uso de energia sustentável.	US\$ 8.000
2	Emissões de gases de efeito	Implementar as reuniões de negócios remotas.	Diretor Regional	11/2020 Permanente	Em todas as filiais.	Para reduzir o número de viagens realizadas para reunião de negócios, diminuindo assim, a emissão de gases de efeito estufa.	Padronizando o uso de aplicativos e programas virtuais de reuniões.	US\$ 50/mês
3	Serviços para cliente	Realizar um estudo analisando a melhor forma de gerenciar os impactos ambientais causados à prestação de serviços aos clientes.	Gerentes de cada regional	12/2020 Trimestralmente	Em todas as filiais.	Para melhorar a imagem que a organização apresenta para os clientes.	Definindo um passo a passo das atividades e serviços prestados aos clientes.	US\$ 1.500
4	Resíduos sólidos	Implementar programas de incentivo à reciclagem e reutilização.	Diretor Nacional	11/2020 Semestralmente	Em todas as filiais.	Para reduzir a produção de resíduos descartados incorretamente, trazendo assim uma imagem sustentável para a empresa.	Distribuindo pela área de comum acesso da empresa cartazes de conscientização; ministrando palestras de incentivo à reciclagem; premiando equipe que gerar menos resíduos.	US\$ 200



QUADRO 2 – PLANO DE AÇÃO COM APLICAÇÃO DO 5W2H

(continuação)

A	B	C	D	E	F	G	H	I
5	Compras	Adquirir produtos derivados de recursos naturais e sustentáveis.	Gerente de Compras	12/2020 A cada compra efetuada	Em todas as filiais.	Para transmitir a imagem de uma instituição sustentável e consciente sobre o meio ambiente.	Adquirindo produtos considerados Eco Friendly (sustentáveis e renováveis) que não impactam o meio ambiente.	US\$ 20.000

FONTE: próprios autores (2021)

Legenda: A - Grau de impacto; B – Causas; C - WHAT? (O que?); D - WHO? (Quem?); E - WHEN? (Quando? | Duração); F - WHERE? (Onde?); G - WHY? (Por quê?); H - HOW? (Como?); I - HOW MUCH? (Quanto custa?)

5º passo – Ação – após o plano de ação é necessário implementá-lo na prática, a fim de erradicar o problema e todas as suas causas. Contudo, devido a pandemia do COVID-19 com a implementação do trabalho remoto, não foi possível fazer sua aplicação real. Essa questão interfere na completude dos 6º, 7º e 8º passos.

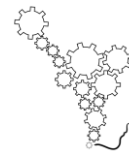
#### 4.4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS PELO VIÉS CORPORATIVO

O interesse pelo uso de método multicriterial é sustentar a decisão quanto à identificação do problema mais crítico, considerando-se a visão da gestão e tomando-se os dados gerados por metodologia para controle por indicadores no BSC, detalhado em Andrade (2020).

Os problemas (alternativas do modelo) analisados foram Diálogo Social (A1), Habilidade Aprimorada (A2) e Desempenho Ambiental (A3), segundo os critérios Eficiência e Eficácia da Comunicação (C1), Ética Profissional no Gerenciamento dos Indicadores (C2); Impactos nas Tomadas de Decisões (C3); Gerenciamento de Mudanças (C4).

Pelo cálculo da Função Utilidade do *Fuzzy*-SAW chegou-se ao Desempenho Ambiental como problema mais crítico, surpreendendo a gestora. Além disso, percebeu-se também que o valor final é quase 60% maior que o segundo problema mais crítico (Diálogo Social) e 91% maior que o menos crítico (Habilidade Aprimorada).

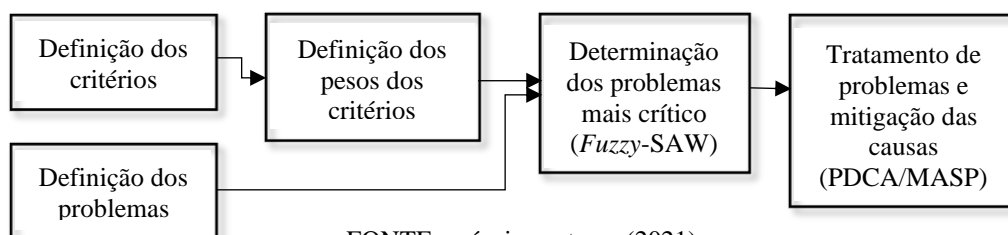
Na aplicação do PDCA/MASP houve prejuízo por não conseguir completar a sua implementação a partir do 5º passo, diante do início da pandemia do COVID-19. Entretanto, gerou-se o plano com cinco ações factíveis, com recursos temporais e financeiros definidos.



## 5 CONCLUSÕES

Inicialmente, denotada pela gestora da empresa a importância do procedimento de união de dois métodos para aperfeiçoamento da gestão empresarial, este trabalho registra um resumo, em forma de diagrama (FIGURA 3), permitindo-se a implantação em outras instâncias corporativas.

FIGURA 3 – REPRESENTAÇÃO DIAGRAMADA DA UNIÃO DE *FUZZY-SAW* E PDCA/MASP



FONTE: próprios autores (2021)

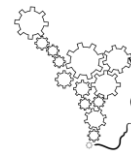
O contato com a gestão da empresa permitiu-se destacar algumas vantagens no uso dos dois métodos, que são: *Fuzzy-SAW* – não necessita de software específicos, pois pode-se utilizar planilhas eletrônicas; simples entendimento; é possível aproveitar os controles existentes (no caso específico, do BSC) para subsidiar com dados; incorpora impressões qualitativas, além de quantitativas; é possível direcionar os recursos empresariais (que são limitados) focando-se nos principais gargalos gerenciais; após a implementação em software, é possível promover simulações com cenários diferentes. PDCA/MASP – fácil compreensão; adaptável para qualquer problema, independente da magnitude; viabiliza a atuação da gestão intermediária com as visões orgânicas estratégica (superior) e operacional (inferior); gera histórico dos passos definidos, permitindo-se aproveitamento da experiência em outras análises.

## REFERÊNCIAS

- ABADI, S. *et al.* Identification of Sundeep, Leafhopper and Fungus of Paddy by Using Fuzzy SAW Method **International Journal of Pharmaceutical Research**, anuary-March 2019, Vol 11, Issue 1 <https://doi.org/10.31838/ijpr/2019.11.01.093>
- AGUIAR, Satya Andrade; LOOS, Mauricio Johnny. Aplicação do método MASP relacionado ao ciclo PDCA (Check-List) para acompanhamento de obras na construção civil. **Revista Espacios**, Brasil, v. 38, n. 21, p. 34-45, fev./2017. Disponível em: <<https://www.revistaespacios.com/a17v38n21/a17v38n21p34.pdf>>. Acesso em: 22 mai. 2020.



- AMARAL, I. C. G. D. S. **Metodologia Para Escolha De Estações Para Implantação De Projetos De Dot (Desenvolvimento Orientado Ao Transporte)**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Instituto Militar de Engenharia, 2016.
- BASTOS JÚNIOR, L. C. D. S. Método de Análise e Solução de Problemas (MASP) apoiado no ciclo PDCA: um estudo bibliográfico. **Revista Brasileira de Administração Científica**, Brasil, v. 7, n. 1, p. 7-13, fev./2016. Disponível em: <<https://sustenere.co/index.php/rbadm/article/view/SPC2179-684X.2016.001.0001>>. Acesso em: 26 abr. 2020.
- DE SALVO CASTRO, Antônio Orestes; FERREIRA FILHO, Virgílio José Martins. Genetic Fuzzy Sistem para Seleção de Poços de Petróleo para Fraturamento Hidráulico, **XXXV SBPO**, Disponível em <https://www.din.uem.br/sbpo/sbpo2003/pdf/arq0207.pdf>, Acesso em jan/2020, Natal/RN, 2003.
- LESTARI, Pashatania *et al.* The Effectiveness of *Fuzzy*-SAW Method for the Selection of New Student Admissions in Vocational High School. **Letters in Information Technology Education (LITE)** Vol 3, No 1, 2020, pp. 18-22 e-ISSN: 2654-5667
- MCGEE, James; PRUSAK, Laurence. **Gerenciamento Estratégico da Informação: Aumente a Competitividade e a Eficiência de sua Empresa Utilizando a Informação como uma Ferramenta Estratégica**. 21. Ed. Rio de Janeiro: Eusevier, 1994.
- OLIVEIRA, Bruno Fonseca. Teletrabalho: A Seleção de um Modelo em uma Empresa de Serviços. **Revista de Ciência, Tecnologia e Inovação**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 5, p. 40-51, dez./2018. Disponível em: <<http://www.revista.unifeso.edu.br/index.php/revistacienciatecnologiainovacao/article/view/1202/542>>. Acesso em: 10 abr. 2020.
- PATEL, Pratik M; DESHPANDE, Vivek A. Application Of Plan-Do-Check-Act Cycle For Quality And Productivity Improvement - A Review. **International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology**, Índia, v. 5, n. 1, p. 197-201, jan./2017. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/318743952\\_Application\\_Of\\_Plan-Do-Check-Act\\_Cycle\\_For\\_Quality\\_And\\_Productivity\\_Improvement-A\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/318743952_Application_Of_Plan-Do-Check-Act_Cycle_For_Quality_And_Productivity_Improvement-A_Review)>. Acesso em: 18 abr. 2020.
- PIASECKI, Krzysztof *et al.* Simple Additive Weighting Method Equipped with *Fuzzy* Ranking of Evaluated Alternatives **Symmetry** 11, no. 4: 482. 2019 <https://doi.org/10.3390/sym11040482>
- PRODANOV, Cleber; FREITAS, Ernani. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo - Rio Grande do Sul - Brasil: [s.n.], 2013. p. 1-277.
- ROSS, T. J. **Fuzzy Logic With Engineering Applications** Ed. Mcgraw-Hill, USA, 1999.
- SANTOS, M. C. D; GONÇALVES, A. T. P. Aplicação da metodologia de análise e solução de problemas – MASP na logística de uma grande rede varejista. **GEPROS**, Bauru, v. 11, n. 4, p. 21-44, dez./2016. Disponível em: <<https://revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/download/1529/752>>. Acesso em: 22 mai. 2020.



- SANTOS, J. C. D.S. 1950 - **A chegada do “Modelo Americano” de Gestão Empresarial: O que caracterizou o modelo americano de Gestão**, Disponível em <https://meuartigo.brasilecola.uol.com.br/administracao/1950-chegada-modelo-americano-gestao-empresarial.htm>, Acesso em jan./2020, 2010.
- SHAW, I. S., & SIMÕES, M. G. **Controle E Modelagem Fuzzy** 1ª Ed. Edgard Blucher-FAPESP, São Paulo, SP, Brasil, 1999.
- SILVA, M. B. Da (2020) **Um Estudo Sobre Operações Aritméticas Com Números Fuzzy** (Dissertação de Mestrado) Universidade Federal De São Carlos -UFSCAR Centro De Ciências Exatas E Tecnologias Programa De Pós-Graduação Em Ensino De Ciências Exatas, São Carlos, SP, Brasil.
- STANKOVIĆ, Miomir *et al.* A New *Fuzzy* MARCOS Method for Road Traffic Risk Analysis. **Mathematics** 8, no. 3: 457. 2020 <https://doi.org/10.3390/math8030457>
- TANAKA, K. **An Introduction To Fuzzy Logic For Practical Applications** Springer-Verlag, New York, USA, 1997.
- TANSCHKEIT, Ricardo. **Sistemas Fuzzy**. Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Disponível em <http://www.inf.ufsc.br/~mauro.roisenberg/ine5377/leituras/ICA-Sistemas%20Fuzzy.pdf>, Acesso em jan./2020, Rio de Janeiro, 2004.
- VAZ, M. C. S. *et al.* Tomada de decisão multicritério para seleção de tecnologias na produção agrícola com abordagem FUZZY. **VII Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção**, Ponta Grossa, PR, Brasil, v. 1, n. 1, p. 1-11, dez./2017. Disponível em: <http://www.aprepro.org.br/conbrepro/2017/down.php?id=2723&q=1>. Acesso em: 17 abr. 2020.