

Prevenção de acidentes de trabalho: seleção de campanhas pelo método híbrido AHP-PROMETHEE

Accident Prevention in the workplace: campaign selection using the hybrid AHP-PROMETHEE Method

DOI: 10.55905/ijsmvtv9n3-022

Recebimento dos originais: 13/06/2023

Aceitação para publicação: 11/07/2023

Cylan Marques Delgado

Pós-graduado em Economia Comportamental

Instituição: Universidade Federal Fluminense

Endereço: Rua Recife, S/N, Jardim Bela Vista, Rio das Ostras – RJ,

CEP: 28895-532

E-mail: cylandelgado@id.uff.br

Vitor Salvador Messias

Bacharel em Administração e Gestão de Pessoas

Instituição: Universidade Federal Fluminense

Endereço: Rua Recife, S/N, Jardim Bela Vista, Rio das Ostras – RJ,

CEP: 28895-532

E-mail: vitorsalvadmessias@id.uff.br

Dalessandro Soares Vianna

Doutor em Informática

Instituição: Universidade Federal Fluminense

Endereço: Rua Recife, S/N, Jardim Bela Vista, Rio das Ostras – RJ,

CEP: 28895-532

E-mail: dalessandrovianna@id.uff.br

Edwin Benito Mitacc Mezza

Doutor em Ciência da Computação

Instituição: Universidade Federal Fluminense

Endereço: Rua Recife, S/N, Jardim Bela Vista, Rio das Ostras – RJ,

CEP: 28895-532

E-mail: emitacc@id.uff.br

Marcilene de Fátima Dianin Vianna

Doutora em Ciências Naturais

Instituição: Universidade Federal Fluminense

Endereço: Rua Recife, S/N, Jardim Bela Vista, Rio das Ostras – RJ,

CEP: 28895-532

E-mail: marcilenedianin@id.uff.br

RESUMO

Este estudo visa apoiar a escolha de uma campanha preventiva para uma empresa petrolífera objetivando à redução emergencial de acidentes com mãos e dedos de seus colaboradores que atuam offshore no Brasil. Para isso, foi utilizado um processo híbrido que une dois métodos multicritérios: AHP e PROMETHEE II. Onze critérios foram criados por uma empresa com experiência em educação e avaliação de comportamento e percepção de riscos. Seus pesos foram estipulados por um especialista em segurança do trabalho e por uma especialista em educação, sendo calculados com o uso do AHP. Sete campanhas foram analisadas conjuntamente por dois tomadores de decisão da companhia petrolífera, que precisaram avaliá-las subjetivamente sob apenas três dos onze critérios. Os dados que alimentam os outros oito critérios são técnicos e foram estabelecidos de acordo com as informações fornecidas pela área de contratos da companhia, tornando o resultado final mais robusto. O PROMETHEE II definiu o ranqueamento final das campanhas, e a melhor alternativa foi aquela que geraria menos desembolso e menos custos indiretos.

Palavras-chave: AHP, PROMETHEE, seleção, campanhas de prevenção, segurança do trabalho.

ABSTRACT

This study sights to support the choice of a prevention campaign for an oil company aiming at emergency reduction of accidents involving hands and fingers of their employees who work off-shore in Brazil. For that, it was used a hybrid process linking two multiple criteria methods: AHP and PROMETHEE II. Eleven criteria have been created by a company with experience in education and in behavior and risk perception assessment. Their weights have been defined by a specialist in occupational safety and by a specialist in education and calculated using AHP. Seven campaigns have been jointly analyzed by two decision makers from the oil company, who needed to evaluate them subjectively under only three of the eleven criteria. The data that feed the other eight criteria are technical and were established according the information provided by the company's contracts area, making the final result more robust. PROMETHEE II has defined the final ranking of the campaigns, and the best alternative was that one would generate less disbursement and less indirect costs.

Keywords: AHP, PROMETHEE, selection, prevention campaign, occupational safety.

1 INTRODUÇÃO

Segundo o portal SmartLab (Observatório de Saúde e Segurança do Trabalho) do Ministério Público do Trabalho, em consulta realizada em 13 de setembro de 2021, foram notificados no Brasil 5.589.837 acidentes de trabalho entre 2012 e 2020, dos quais 20.467 resultaram em morte. Nesse mesmo período, somando todos os dias em que cada pessoa individualmente não trabalhou devido a afastamentos previdenciários acidentários, foram perdidos 427.733.347 dias de trabalho. Números como esses evidenciam a importância da aplicação frequente de programas de prevenção de acidentes para a evolução da nossa sociedade.

Considerando que há diversos modelos para campanhas de prevenção de Segurança e Saúde no Trabalho reconhecidas no Brasil, o que determina e direciona a construção desses modelos são na prática os valores e as prioridades das diferentes interpretações e concepções de riscos existentes. Esses diversos modelos de campanha de prevenção de acidentes sugerem duas linhas distintas de abordagem: uma focada no comportamento do indivíduo e a outra no ambiente ou nas condições econômicas, sociais ou de produção em que ele se encontra. (LIBERATO, 2020)

Existem diversas maneiras de conceber a prevenção de riscos ocupacionais. Assim, campanhas que visam à diminuição de acidentes de trabalho podem ser elaboradas de várias formas, tanto em relação à abordagem como utilizando meios e mecanismos de comunicação distintos para chamar a atenção e conscientizar os trabalhadores dos riscos a que eles estão expostos durante sua jornada laboral. (MENÉNDEZ-NAVARRO, 2019)

Essa diversidade, no entanto, faz com que naturalmente várias alternativas distintas de campanhas para prevenção e redução de acidentes sejam propostas aos gestores de segurança. Diante desse cenário, o tomador de decisão, mesmo sendo influenciado pelas diferentes medidas de prevenção propostas, precisa dar prioridade às campanhas mais úteis para alcançar o objetivo esperado em detrimento daquelas menos impactantes. Sendo assim, é importante considerar métodos de tomada de decisão que ajudem a analisar e priorizar essas medidas preventivas, pois determinar a ordem dessas prioridades é um processo complexo de decisão. (SARWAN; IMRAN, 2021)

A seleção de uma campanha de segurança eficaz entre várias alternativas propostas envolve muitos critérios, técnicas e métodos, sendo necessário desenvolver um

processo sistemático para identificar e priorizar os critérios relevantes e avaliar as relações entre os diferentes critérios (BANSAL; KUMAR, 2013). Assim, para fazer a seleção da campanha foi proposto neste artigo um processo híbrido que une dois métodos de apoio à tomada de decisão multicritérios (MCDM – Multiple Criteria Decision Making), conhecidos como AHP (Analytic Hierarchy Process) e PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation). (NEVES; GALHARDI; LUCATO, 2021)

Desde março de 2020, vem crescendo o número de acidentes com mãos e dedos de trabalhadores offshore de uma grande empresa da indústria petrolífera. Coincidentemente, exatamente nessa mesma época, a OMS (Organização Mundial de Saúde) reconheceu como pandemia a infecção respiratória por COVID-19 (SARS-CoV-2), causada pelo coronavírus, que se dá de pessoa para pessoa por meio de gotículas e superfícies contaminadas, podendo evoluir para um quadro gripal grave que necessite de hospitalização. (SIQUEIRA; PALUDO; ARRUDA, 2021)

Sendo assim, o objetivo deste estudo de caso é dar apoio a uma seleção de campanhas de prevenção de acidentes de trabalho, entre sete distintas, que foram elaboradas para reduzir emergencialmente o número de ocorrências com mãos e dedos dessa empresa petrolífera. O processo proposto visa primordialmente ao estabelecimento de uma ordenação das sete campanhas por meio de uma análise multicritério com o intuito de dar suporte científico à tomada de decisão dos gestores para resolver esse problema pontual que envolve muitos trabalhadores.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Processos de seleção envolvem essencialmente: uma decisão a ser tomada, as variáveis capazes de interferir nas escolhas e as próprias escolhas. Demonstrando o juízo de valores dos envolvidos nessas decisões de maneira aceitável, abordagens multicritérios são formas de modelar esses processos. Portanto, quando os tomadores de decisão ainda têm uma percepção incipiente do problema ou existindo conflito entre eles, os métodos multicritérios atuam como base argumentativa, sendo capazes também de fornecer uma melhor compreensão do que está sendo discutido. (NEVES; GALHARDI; LUCATO, 2021)

Os métodos MCDM possuem como características relevantes: alternativas; critérios versus alternativas avaliadas; pontuações de alternativas de acordo com critérios; e seus pesos traduzindo a magnitude de cada critério quando comparado com outros. Numerosas abordagens baseadas em MCDM foram propostas recentemente para auxiliar na escolha da melhor alternativa em contraste com decisões que são tomadas com base apenas em experiências anteriores, avaliações e opiniões pessoais (GUL, 2018). Nesse sentido, conforme afirmam Neves, Galhardi e Lucato (2021), dois métodos MCDM têm destaque na literatura: AHP, da escola americana, e PROMETHEE, da escola francesa.

Baseado em Matemática, o método AHP foi apresentado por Saaty (2008) e é um poderoso método para a análise de problemas complexos de tomada de decisão. Auxilia o decisor a selecionar e ranquear racionalmente complexos critérios, construindo uma estrutura hierárquica e estipulando os pesos dos critérios de decisão para estabelecer posteriormente as alternativas prioritárias. (BANSAL; KUMAR, 2013)

O AHP propõe uma construção hierárquica em formato de árvore de elementos de decisão interligados que é composta pelo objetivo principal, critérios e alternativas de solução, que concretizam este objetivo. Em cada nível de hierarquia, compara-se os critérios em pares — em geral, subjetivamente —, de acordo com a escala de superação de Saaty (2008), representada de maneira crescente pelos números inteiros de 1 a 9. Não havendo superação do elemento A sobre o elemento B, essas comparações são então retratadas pela função inversa desses números inteiros. Sendo assim, os pesos são computados com base nas matrizes construídas com essas representações, cujos dados permitem verificar a consistência desse procedimento em cada nível hierárquico. As fórmulas e métodos de cálculo dos pesos e da consistência das avaliações podem ser encontradas no artigo de Saaty (1991). Por fim, obtém-se o ranqueamento final das alternativas, comparando-as em pares sob cada um dos critérios e multiplicando pelos pesos correspondentes. (WOLNOWSKA; KONICKI, 2019)

Categorizado como um método de superação, o método PROMETHEE foi introduzido por Brans, Vincke e Mareschal (1986). Tem como procedimento uma comparação pareada das alternativas de acordo com todos os critérios, estabelecendo relações binárias parciais que caracterizam o quão forte é a preferência de uma determinada alternativa sobre outra. Essa comparação é feita com o auxílio de uma função

preferencial matemática que calcula as contribuições das alternativas em relação a cada um dos critérios. (VENKATA RAO; PATEL, 2010)

O PROMETHEE propõe seis funções preferenciais que definem sob cada critério o quanto uma alternativa deve ser priorizada em relação à outra, transformando o desvio entre elas em um grau de preferência. De acordo com sua forma e parâmetros, detalhados no estudo de Brans, Vincke e Mareschal (1986), a função escolhida para cada critério responde com valores entre 0 e 1; graduando o quanto esses desvios são decisivos ou não. Com isso, de acordo com o peso de cada critério, os dados obtidos pelas funções são computados, estabelecendo-se assim o quanto cada alternativa supera as outras (fluxo positivo), e o quanto cada alternativa é superada pelas outras (fluxo negativo). Sendo assim, o ordenamento final é estabelecido pelas maiores diferenças entre os fluxos positivo e negativo de cada alternativa. (BOGDANOVIC; NIKOLIC; ILIC, 2012)

Os métodos AHP e PROMETHEE têm pontos positivos e negativos, mas determinar pesos e estruturar o problema da decisão são características favoráveis do método AHP que podem potencializar o método PROMETHEE, pois os pesos dos critérios obtidos pelo método AHP têm alto nível de coerência, correlação, consistência e precisão. Por outro lado, na maioria das vezes em que o método PROMETHEE é utilizado, os pesos estipulados são baseados na intuição ou no conhecimento de um especialista. (TAHA; ROSTAM, 2012)

Entretanto, o método PROMETHEE tem a capacidade de simultaneamente trabalhar com critérios qualitativos e quantitativos e pode processar informações que são incertas e nebulosas. Além disso, tem a vantagem de exigir menor número de inputs dos tomadores de decisão para o seu funcionamento. (ISHAK; AKMALIAH, 2019)

Tentando obter o melhor de ambas as técnicas, alguns autores têm apresentado na literatura uma combinação do método AHP com o PROMETHEE, entre eles: Taha e Rostam (2019), Ishak e Akmaliah (2019), Bansal e Kumar (2013). Nessa metodologia híbrida, o AHP tem sido utilizado para estruturar o problema e determinar os pesos dos critérios, enquanto o PROMETHEE se encarrega de fazer o ranqueamento final das alternativas. (BALALI; ZAHRAIE; ROOZBAHANI; 2014)

3 METODOLOGIA

Para atingir o objetivo deste estudo foi utilizada essa técnica híbrida de MCDM com os métodos AHP e PROMETHEE II. Sendo assim, a metodologia do processo de decisão foi realizada em 7 fases distintas, descritas a seguir:

3.1 FASE 1 - DEFINIÇÃO DOS CRITÉRIOS E SUBCRITÉRIOS PARA MEDIÇÃO DAS ALTERNATIVAS

Os critérios para seleção das campanhas foram propostos por uma empresa de consultoria que, há cerca de 10 anos, presta serviços em educação e avaliação de comportamento e percepção de riscos em empresas de óleo e gás, visando à redução de acidentes de seus trabalhadores. Sem informação sobre as campanhas concorrentes e com o desconhecimento das estatísticas de acidentes da empresa petrolífera, foi definida uma árvore hierárquica para os critérios com 3 níveis. No primeiro nível hierárquico, foram criados 6 critérios principais (Abrangência, Aprendizado, Atratividade, Custos Indiretos e Especificidade). Destes critérios, em um segundo nível hierárquico, foram concebidos subcritérios para Custos Indiretos (Perda de Produção e Uso de Recurso Interno) e Aprendizado (Avaliabilidade, Frequência, Interatividade e Replicabilidade). Por último, no terceiro nível hierárquico, foram constituídos dois subcritérios para Frequência (Global e Diluída). De todos esses critérios/subcritérios, as métricas de avaliações das alternativas para Desembolso, Perda de Produção e Uso de Recurso Interno atuam no sentido negativo, isto é, quanto menor for a medida maior o mérito da alternativa avaliada.

Esses critérios/subcritérios são descritos resumidamente nos Quadros 1, 2, 3 e 4 para melhor compreensão de suas funções no processo de decisão:

Quadro 1 - Critérios principais (Nível hierárquico 1)

CRITÉRIOS	DESCRIÇÃO
Abrangência	Percentual de trabalhadores offshore atingidos em todas as fases da campanha
Aprendizado	Eficiência de retenção/fixação do conteúdo da campanha pelos trabalhadores
Atratividade	Grau de atração e entusiasmo da campanha para o trabalhador
Custos Ind	Hora extra ou reduzida de trabalho para assistir ou fazer parte da campanha
Desembolso	Valor financeiro desembolsado pela empresa para realizar a campanha
Especificidade	Nível de foco da campanha em relação ao tipo de acidente a ser diminuído

Fonte: Dos autores

Quadro 2 - Subcritérios de Custos Indiretos (Nível hierárquico 2)

SUBCRITÉRIOS	DESCRIÇÃO
Perda Prod	Quantidade H/h diária não produzida para assistir/participar da campanha
Uso Rec Int	Quantidade H/h diária de instrutores da empresa para realizar a campanha

Obs.: H/h - Homem/hora

Fonte: Dos autores

Quadro 3 - Subcritérios de Aprendizado (Nível hierárquico 2)

SUBCRITÉRIOS	DESCRIÇÃO
Avaliabilidade	Nível de avaliação com feedback para fixação do conteúdo da campanha
Frequência	Exposição do conteúdo da campanha para o trabalhador no período
Interatividde	Grau de interação/participação do trabalhador na campanha (virtual ou não)
Replicabilidade	Facilidade de reprodução informal do conteúdo de um trabalhador para outro

Fonte: Dos autores

Quadro 4 - Subcritérios de Frequência (Nível hierárquico 3)

SUBCRITÉRIOS	DESCRIÇÃO
Diluída	Número de vezes por dia de exposição da campanha no período
Global	Total de horas que o trabalhador fica exposto à campanha no período

Fonte: Dos autores

3.2 FASE 2 – FORMA DE AVALIAÇÃO DAS ALTERNATIVAS PARA CRITÉRIOS QUALITATIVOS

Visando à diminuição da subjetividade no ranqueamento das alternativas no processo de seleção das campanhas por meio de uma comparação pareada, obtivemos da empresa petrolífera valores precisos de cada uma das campanhas para 6 dos 11 critérios/subcritérios preestabelecidos, que foram considerados quantitativos.

Sob critérios qualitativos esses valores são difíceis de ser expressos em números e melhores obtidos como variáveis linguísticas. Pensando nisso, Zadeh (1976) propôs uma abordagem linguística *fuzzy*, que permite avaliar os méritos de uma alternativa em termos linguísticos, tais como “bom” e “muito importante”. (WU et al., 2020)

Sendo assim, foi solicitado também à empresa de consultoria que estabelecesse formas de avaliação qualitativa das alternativas, utilizando uma abordagem linguística *fuzzy*, para 5 dos critérios/subcritérios restantes. No Quadro 5, a seguir, pode-se observar as métricas estipuladas para avaliação qualitativa das campanhas pelos tomadores de decisão para esses critérios.

Quadro 5 - Escala para avaliação qualitativa dos critérios/subcritérios

Atratividade		Especificidade		Avaliabilidade		Interatividade		Replicabilidade	
#		#		#		#		#	
						7	Altíssima		
5	Muito Alta	7	Perfeita	5	Muitos Testes	6	Muito Alta		
4	Alta	5	Ideal	3	Poucos Testes	5	Alta	3	Simple
3	Média	2	Satisfatória	2	Testes s/ Gabarito	4	Razoável	2	Possível
2	Baixa	1	Insatisfatória	1	Sem Testes	3	Baixa	1	Complexa
1	Nenhuma					2	Muito Baixa		
						1	Irrelevante		

Fonte: Dos autores

3.3 FASE 3 – ESTABELECIMENTO DO PESO DOS CRITÉRIOS

É difícil precisar os pesos de cada critério diretamente em um problema MCDM, pois a diferença de pesos entre os critérios é o que determina a sua importância. Dessa forma, comparar todos os critérios de forma pareada é um procedimento capaz de revelar a importância de cada um dos critérios sobre os demais (WU et al., 2020). Como o método AHP tem esse procedimento como um ponto positivo (TAHA; ROSTAM, 2012), o mesmo foi utilizado para estabelecer os pesos dos critérios e subcritérios.

Essa tarefa foi realizada por um profissional experiente e especialista em segurança do trabalho, que atua há mais de 10 anos nessa área como colaborador em grande empresa do setor de óleo e gás. Entretanto, para estipular os pesos dos subcritérios de Aprendizado, por ser um campo do conhecimento bem específico, essa responsabilidade foi direcionada a uma pedagoga empresarial, doutoranda em Educação e pós-graduada em Neurociências com foco em Aprendizagem. Da mesma forma que no processo de concepção dos critérios, essas tarefas também foram realizadas sem que ambos os especialistas conhecessem as campanhas concorrentes e sem que tivessem acesso às estatísticas de acidentes da empresa petrolífera.

Os critérios foram comparados em pares, e suas pontuações foram dadas de acordo com a escala de Saaty (2008) e lançadas em uma planilha Excel, programada especialmente para a realização dessas tarefas. Antes que as pontuações fossem dadas, para diminuir a possibilidade de comparações inconsistentes, os especialistas estabeleceram uma ordenação inicial entre os critérios de acordo com a sua importância.

Iniciando o processo pelo critério mais importante, este era comparado a cada um dos demais critérios, com menor ou igual importância, e assim estabelecia-se as pontuações entre cada par de critérios. Depois disso, o segundo critério mais importante era selecionado, comparava-se com os demais critérios... e assim sucessivamente. Dessa forma, necessariamente as pontuações foram sempre dadas por números inteiros de 1 a 9.

No entanto, quando os especialistas percebiam que a ordenação inicial dos critérios estava em desacordo com alguma relação de pontos que eles pretendiam estabelecer para um determinado par de critérios, a ordenação de todos os critérios era refeita, corrigida, e todo o processo de pontuação dos critérios reiniciado. Esse mesmo procedimento foi também feito para determinar os pesos dos subcritérios.

Como neste estudo, os pesos dos critérios foram calculados em uma planilha Excel. Para validá-los, comparamos nossos resultados com os pesos fornecidos on-line pelo software AHP-OS (GOEPEL, 2018), que pode ser acessado pelo link <https://bpmsg.com/ahp/ahp-calc.php>.

3.4 FASE 4 – PROPOSIÇÃO DAS ALTERNATIVAS OU CAMPANHAS CONCORRENTES

Para a seleção da campanha foram apresentadas sete propostas distintas para aplicação na empresa durante 28 dias. Neste período, o trabalhador está 14 dias embarcado, sendo 2 dias em transição, e 14 dias em casa. A seguir, uma descrição resumida das campanhas:

- 1 – Jogos de SMS: Aplicativo de celular desenvolvido com o intuito de aprimorar os conhecimentos dos colaboradores sobre o risco de acidentes com mãos e dedos. Os jogos são diários e contêm, cada um, 10 perguntas que podem ser respondidas durante o dia, em um tempo total máximo de 20 minutos. A competição é estimulada por meio do aprendizado dos trabalhadores, pois o maior pontuador do jogo do dia é destacado perante seus pares. Após essa divulgação, os competidores recebem suas pontuações. Ao final dos 28 jogos, os trabalhadores recebem os gabaritos com informações que permitem a compreensão de seus erros nos jogos.
- 2 – Curso EAD: Treinamento de 1 h, durante 12 dias offshore, feito em computadores da empresa para aprendizagem e reforço de procedimentos de

segurança e percepção de riscos para acidentes com mãos e dedos por meio de videoaulas interativas, com diferentes exercícios on-line e feedback imediato, que permitem uma autoavaliação constante do conteúdo absorvido.

3 – Curso Presencial: Treinamento intensivo de um grupo em sala de aula com instrutores, realizado em período de folga com os trabalhadores ganhando hora extra. O curso é específico sobre tarefas com mãos e dedos e tem 40 h de duração, divididas em 5 dias consecutivos. Ao final do curso, os trabalhadores fazem um teste e recebem o gabarito.

4 – Campanhas Direcionadas: Atividades presenciais diárias específicas com 2h de duração, em 12 dias offshore, para evitar determinados acidentes com mãos e dedos que vêm ocorrendo com frequência. Os facilitadores demonstram na prática como os trabalhadores devem realizar determinadas tarefas para que não cometam os equívocos de seus colegas acidentados.

5 – Auditorias Comportamentais: Procedimento de 1 h, executado e relatado 2 vezes ao dia, durante 12 dias offshore, por profissionais que analisam atividades realizadas pelos trabalhadores, observando atentamente o uso das mãos e dedos na execução dos serviços. Ao identificar algum desvio do procedimento seguro, a tarefa é interrompida e a correção feita imediatamente. Não havendo desvio, o trabalhador recebe um elogio, e este é relatado.

6 – Videoaulas: Programa pedagógico direcionado à prevenção de acidentes com mãos e dedos por meio de aulas pré-gravadas em vídeo. Além de entrevistas, histórias de acidentes e comentários, incluem filmagens de execução de tarefas no local do trabalho, demonstrando como os procedimentos devem ser feitos para evitar acidentes. Durante 14 dias offshore, em seu tempo livre, os trabalhadores devem assistir diariamente 1h de aula em vídeo no celular, no hotel de transição para embarque, ou em salas de exibição dos próprios terminais.

7 – DDS: O Diálogo Diário de Segurança é uma atividade de segurança feita por meio de uma conversa de um facilitador com um grupo de trabalhadores prestes a realizar uma tarefa. Realizados 4 vezes ao dia, durante 12 dias offshore, cada DDS tem duração de 15 minutos e objetiva relembrar e reforçar a atenção dos

trabalhadores para procedimentos seguros específicos sobre as tarefas que serão realizadas com mãos e dedos imediatamente após essa atividade.

3.5 FASE 5 – PONTUAÇÃO DAS ALTERNATIVAS PARA OS CRITÉRIOS

De acordo com as escalas criadas na Fase 2, dois profissionais da empresa petrolífera, tomadores de decisão, avaliaram em conjunto cada uma das campanhas concorrentes, em relação a todos os critérios e subcritérios que foram considerados qualitativos.

Os critérios/subcritérios quantitativos (Desembolso, Uso de Recurso Interno, Perda de Produção, Abrangência, Frequência Global e Frequência Diluída) não precisaram ser avaliados pelos tomadores de decisão, pois para estes a área de contratos da empresa petrolífera foi capaz de fornecer dados suficientemente precisos de cada uma das campanhas concorrentes.

Embora os critérios Avaliabilidade e Especificidade tenham sido considerados qualitativos, a forma de avaliação sob estes dois critérios são de fato enquadramentos técnicos das campanhas, feitos somente com base nas informações contidas nas propostas. Com isso, apenas para o critério Atratividade e para os subcritérios Replicabilidade e Interatividade, em que as avaliações são de intensidade, houve subjetividade dos tomadores de decisão.

3.6 FASE 6 – ESCOLHA DAS FUNÇÕES PARA CADA CRITÉRIO/SUBCRITÉRIO

Uma vez estabelecidos todos os valores das alternativas, havia ainda a necessidade da escolha das funções preferenciais e seus parâmetros para cada critério, essenciais para a análise de superação entre as alternativas, conforme propõe o método PROMETHEE. Como esse é um dos mais importantes passos deste método, e a maioria dos tomadores de decisão têm muita dificuldade em selecionar uma função preferencial para cada critério porque ainda não têm conhecimento suficiente sobre eles (BALALI; ZAHRAIE; ROZBAHANI, 2014), decidiu-se usar as funções preferenciais e parâmetros sugeridos pela versão acadêmica do software Visual PROMETHEE, disponível para download na internet pelo link <https://www.promethee-gaia.net/academic-edition.html>.

3.7 FASE 7 – ALIMENTAÇÃO DOS DADOS PARA OBTENÇÃO DO RANQUEAMENTO FINAL DAS CAMPANHAS

Estando os critérios estabelecidos, e seus pesos estipulados pelo método AHP; esses dados em conjunto com as funções preferenciais e seus parâmetros, e com as alternativas de campanha e seus valores, foram todos lançados em uma planilha Excel, especialmente programada para essa seleção pelo método PROMETHEE II. Após isso, o ranqueamento das campanhas obtidos com a planilha foram validados ao compará-los com os resultados fornecidos pelo software Visual PROMETHEE.

4 RESULTADOS

Sendo a árvore hierárquica do método AHP definida com 3 níveis de critérios, para se obter os pesos finais de cada um deles, as avaliações foram divididas em 4 etapas: uma para os seis critérios principais (nível 1); duas para os subcritérios de Aprendizado e Custos Indiretos (nível 2); e uma para subcritério Frequência (nível 3). Por conseguinte, foram geradas 4 matrizes com as avaliações pareadas de superação entre critérios, que computadas forneceram a razão de consistência (RC) de cada uma das matrizes. Essas informações podem ser observadas nas Tabelas 1, 2, 3 e 4, a seguir:

Tabela 1: Avaliações dos Critérios (RC =2,30 %)

	Desembolso	Custos Ind	Especificidade	Atratividade	Abrangência	Aprendizado
Desembolso	1	1/2	1/5	1/6	1/7	1/9
Custos Ind	2	1	¼	1/4	1/5	1/7
Especificidade	5	4	1	1	1/3	1/3
Atratividade	6	4	1	1	1/2	1/3
Abrangência	7	5	3	2	1	1/2
Aprendizado	9	7	3	3	2	1

Fonte: Dos autores

Tabela 2: Avaliações dos Subcritérios de Aprendizado (RC = 1,16 %)

	Replicabilidade	Avaliabilidade	Frequência	Interatividade
Replicabilidade	1	1/3	1/5	1/5
Avaliabilidade	3	1	1/3	1/3
Frequência	5	3	1	1
Interatividade	5	3	1	1

Fonte: Dos autores

Tabela 3: Avaliações dos Subcritérios de Custos Ind (RC = 0,00 %)

Uso Rec Int		
Uso Rec Int	1	1/4
Perda Prod	4	1

Fonte: Dos autores

Tabela 4: Avaliações dos Subcritérios de Frequência (RC = 0,00 %)

	Global	Diluída
Global	1	1/3
Diluída	3	1

Fonte: Dos autores

Sendo a razão de consistência (RC) de cada uma das matrizes menor do que 10 %, as comparações pareadas entre os critérios são todas consistentes. Com isso, pode-se calcular os pesos dos 11 critérios/subcritérios pelo AHP (SAATY, 1991), cujos percentuais assinalados para cada um deles estão disponíveis no Quadro 6, que pode ser visto um pouco mais a frente, onde também constam os sentidos de superação e as funções preferenciais com seus parâmetros para uso do PROMETHEE. Além disso, estão também neste Quadro 6, os valores fornecidos pela empresa petrolífera para os critérios quantitativos e as avaliações dos tomadores de decisão para os critérios qualitativos.

Pela Tabela 5, pode-se analisar o ranqueamento final das campanhas para a seleção, contendo ainda os valores dos fluxos de superação líquido (Φ), positivo (Φ^+) e negativo (Φ^-), obtidos pelo PROMETHEE II. O resultado encontrado é peculiar e interessante economicamente, pois, dentre as sete campanhas concorrentes, a melhor alternativa selecionada pelo método multicritério aplicado é a que envolve conjuntamente

o menor desembolso e o menor custo indireto para a empresa petrolífera, facilitando bastante a escolha dos gestores.

Embora os critérios que atuam no sentido negativo, representando custos ou perdas de receita, tenham contribuído apenas com um peso de 7,63 % das avaliações de superação, cabe ressaltar que as três campanhas com menor desembolso e menor custo indireto (DDS, Direcionada e Auditoria) estão entre as quatro primeiras ranqueadas. Tendo em comum a troca de ideias com colegas de trabalho no próprio ambiente corporativo, estas três campanhas preventivas conscientizam os trabalhadores por meio de conversas em grupo ou observações e questionamentos de tarefas executadas por um facilitador ou por eles próprios.

O achado deste trabalho corrobora um estudo feito por Vieira e Magalhães (2020) que analisaram o desempenho do DDS refletido nas ocorrências dentro do canteiro de uma obra de construção civil no interior do Brasil, evidenciando-se assim a eficácia desse modelo de prevenção de acidentes. Os autores concluíram que, embora existam hoje novas tecnologias, a conscientização do trabalhador por meio do diálogo ainda é a melhor forma de prevenção.

Ao entrevistar vários gestores, profissionais de Saúde e Segurança do Trabalho (SST) e conselhos de trabalhadores, com o objetivo de identificar os caminhos adotados pelas empresas para enfrentar e prevenir questões de SST, pesquisadores conseguiram distinguir um tipo de empresa na Alemanha em que “o ser humano é o centro”. Por entender que seus trabalhadores são o seu recurso mais importante, essas companhias enxergam a comunicação como a chave do sucesso para um fluxo de trabalho sem atritos, incidentes e bons resultados econômicos. A cultura de segurança dessas empresas notabiliza a conclusão do estudo feito por Vieira e Magalhães (2020) e, por conseguinte, deste presente estudo. Haja vista que nessas companhias alemãs, a melhor maneira de gerenciar SST é criar padrões de comportamento relevantes por meio de um processo contínuo de discussões. Seus colaboradores estão sempre sendo convidados a participar de conversas sobre questões de SST, discussões sobre o que é necessário e como todos devem se portar de fato para serem capazes de trabalhar com saúde e segurança. (SCHMITT-HOWE, 2017)

Quadro 6: Critérios x Alternativas (PROMETHEE II)

Quadro 6: Critérios x Alternativas (PROMETHEE II)											
	Critérios/Subcritérios										
Alternativas	Desembolso	Uso Rec Int	Perda Prod	Abrangência	Atratividade	Replicabilidade	Avaliabilidade	Interatividade	Global	Diluida	Especificidade
Unidade	R\$	Homem/hora	Homem/hora	% população	5 níveis	3 níveis	4 níveis	7 níveis	Hora	Num. exposição	5 níveis
Pesos	3,00%	0,93%	3,70%	25,71%	14,91%	2,58%	5,77%	14,94%	3,73%	11,20%	13,52%
Sentido	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Função	Linear c/ zona	Linear c/ zona	Linear c/ zona	Linear c/ zona	Usual	Usual	Usual	Usual	Linear c/ zona	Linear c/ zona	Usual
Indiferença	48831	11	10	9					8,2	12	
Preferência	113593	29	25	14					20,4	27	
Avaliação	Quant	Quant	Quant	Quant	Quali Subj	Quali Subj	Quali Tec	Quali Subj	Quant	Quant	Quali Tec
Alternativas	Desembolso	Uso Rec Int	Perda Prod	Abrangência	Atratividade	Replicabilidade	Avaliabilidade	Interatividade	Global	Diluida	Especificidade
Jogos SMS	150000	0	0	99	Muito Alta	Simples	Testes s/ Gabarito	Altíssima	9,3	21	Satisfatória
EAD	100000	28	28	99	Baixa	Possível	Muitos Testes	Razoável	28	14	Satisfatória
Presencial	25000	40	32	80	Média	Complexa	Poucos Testes	Razoável	40	5	Satisfatória
Direcionada	10000	24	24	99	Alta	Simples	Sem Testes	Alta	24	24	Ideal
Auditoria	0	24	24	99	Alta	Simples	Poucos Testes	Muito Alta	24	24	Satisfatória
Videoaulas	40000	0	0	99	Média	Possível	Sem Testes	Baixa	28	14	Satisfatória
DDS	0	12	12	99	Muito Alta	Simples	Sem Testes	Altíssima	12	48	Perfeita

Fonte: Dos autores

Tabela 5: Ranqueamento das campanhas pelo PROMETHEE II

Ranking	Campanha	Phi	Phi+	Phi -
1	DDS	0,5052	0,5636	0,0583
2	Jogos SMS	0,2274	0,3683	0,1410
3	Direcionada	0,1213	0,3403	0,2190
4	Auditoria	0,1039	0,2917	0,1878
5	EAD	-0,2245	0,1392	0,3637
6	Videoaulas	-0,2532	0,1169	0,3702
7	Presencial	-0,4801	0,1195	0,5996

Obs.: Phi: fluxo líquido de superação; Phi+: fluxo de superação positiva; Phi-: fluxo de superação negativa
Fonte: Dos autores

O achado deste trabalho corrobora um estudo feito por Vieira e Magalhães (2020) que analisaram o desempenho do DDS refletido nas ocorrências dentro do canteiro de uma obra de construção civil no interior do Brasil, evidenciando-se assim a eficácia desse modelo de prevenção de acidentes. Os autores concluíram que, embora existam hoje novas tecnologias, a conscientização do trabalhador por meio do diálogo ainda é a melhor forma de prevenção.

Ao entrevistar vários gestores, profissionais de Saúde e Segurança do Trabalho (SST) e conselhos de trabalhadores, com o objetivo de identificar os caminhos adotados pelas empresas para enfrentar e prevenir questões de SST, pesquisadores conseguiram distinguir um tipo de empresa na Alemanha em que “o ser humano é o centro”. Por entender que seus trabalhadores são o seu recurso mais importante, essas companhias enxergam a comunicação como a chave do sucesso para um fluxo de trabalho sem atritos, incidentes e bons resultados econômicos. A cultura de segurança dessas empresas notabiliza a conclusão do estudo feito por Vieira e Magalhães (2020) e, por conseguinte, deste presente estudo. Haja vista que nessas companhias alemãs, a melhor maneira de gerenciar SST é criar padrões de comportamento relevantes por meio de um processo contínuo de discussões. Seus colaboradores estão sempre sendo convidados a participar de conversas sobre questões de SST, discussões sobre o que é necessário e como todos devem se portar de fato para serem capazes de trabalhar com saúde e segurança. (SCHMITT-HOWE, 2017)

5 CONCLUSÕES

Este estudo de caso foi feito com intuito de dar apoio à seleção de uma campanha preventiva para diminuir o número de acidentes com mãos e dedos de trabalhadores. Infelizmente, exceto estudos que atestam a eficiência de determinadas campanhas de prevenção para evitar acidentes de trabalho, que mesmo assim são raros, não foram encontrados na literatura trabalhos que comparem diferentes formas de campanhas. Essa aridez foi um fator limitante para uma discussão mais robusta sobre as conclusões deste trabalho. Isso posto, acredita-se que há uma lacuna a ser explorada nesse campo do conhecimento.

Como neste estudo a definição dos critérios e a estipulação de seus pesos foram feitas ambas às cegas, e principalmente sem o conhecimento do tipo específico de acidente a ser prevenido, sugere-se que os critérios criados e seus pesos aqui obtidos sejam utilizados como base de comparação em trabalhos similares que tenham por objeto a seleção de campanhas que também visem à redução de outros tipos específicos de acidentes de trabalho.

É importante destacar como limitação deste trabalho que, por se tratar de uma solução pontual e emergencial, não houve a necessidade de criação de um critério que valorizasse a perenidade das campanhas ao longo do tempo. Isso significa que o método multicritério utilizado para fazer o ranqueamento das alternativas desconsiderou o fato de que os recursos investidos na implementação das campanhas, ou parte deles, poderiam ser economizados posteriormente.

Em trabalhos futuros, sugere-se que mais profissionais experientes em segurança do trabalho sejam convidados para estipular o peso dos critérios, mantendo-se no processo o desconhecimento da especificidade das campanhas e das estatísticas de acidentes da empresa, assim como a utilização de mais tomadores de decisão que, da mesma forma deste estudo, não tenham acesso prévio a esses pesos, para fazer as avaliações das campanhas de acordo com os critérios qualitativos preestabelecidos.

REFERÊNCIAS

- BALALI, Vahid; ZAHRAIE, Banafsheh; ROOZBAHANI, Abbas. A comparison of AHP and PROMETHEE family decision making methods for selection of building structural system. **American Journal of Civil Engineering and Architecture**, v. 2, n. 5, p. 149-159, 2014.
- BANSAL, Ankit; KUMAR, Pravin. 3PL selection using hybrid model of AHP-PROMETHEE. **International Journal of Services and Operations Management**, v. 14, n. 3, p. 373-397, 2013.
- BOGDANOVIC, Dejan; NIKOLIC, Djordje; ILIC, Ivana. Mining method selection by integrated AHP and PROMETHEE method. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 84, n. 1, p. 219-233, 2012.
- BRANS, Jean-Pierre; VINCKE, Ph; MARESCHAL, Bertrand. How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method. **European journal of operational research**, v. 24, n. 2, p. 228-238, 1986.
- GOEPEL, Klaus D. Implementation of an Online Software Tool for the Analytic Hierarchy Process (AHP-OS). **International Journal of the Analytic Hierarchy Process**, v. 10, n. 3, 2018.
- GUL, Muhammet. A review of occupational health and safety risk assessment approaches based on multi-criteria decision-making methods and their fuzzy versions. **Human and ecological risk assessment: an international journal**, v. 24, n. 7, p. 1723-1760, 2018.
- ISHAK, Aulia; AKMALIAH, Vina. Analytical Hierarchy Process and PROMETHEE as Decision Making Tool: A Review. In: **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**. IOP Publishing, 2019. p. 012085.
- LIBERATO, Leo Vinicius Maia. Dos fatores individuais aos sociais: paradigmas em Segurança e Saúde no Trabalho em campanhas preventivas audiovisuais no Brasil. **Laborare**, v. 3, n. 4, p. 15-31, 2020.
- MENÉNDEZ-NAVARRO, Alfredo. A Arte de Prevenção em Segurança e Saúde no Trabalho. **São Paulo: Fundacentro**, 2019.
- ROGER NEVES, Glauber; CESAR GALHARDI, Antonio; CEZAR LUCATO, Wagner. APLICAÇÃO E COMPARAÇÃO DE MÉTODOS DE APOIO À DECISÃO MULTICRITÉRIO: AHP, TODIM E PROMETHEE II. **Exacta**, v. 20, n. 1, 2022.
- SAATY, Thomas L. Some mathematical concepts of the analytic hierarchy process. **Behaviormetrika**, v. 18, n. 29, p. 1-9, 1991.

SAATY, Thomas L. Decision making with the analytic hierarchy process. **International journal of services sciences**, v. 1, n. 1, p. 83-98, 2008.

SARWAR, Adnan; IMRAN, Muhammad. Prioritizing infection prevention and control activities for SARS-CoV-2 (COVID-19): a multi-criteria decision-analysis method. **Journal of healthcare leadership**, v. 13, p. 77, 2021.

SCHMITT-HOWE, Britta. What kind of prevention cultures are prevailing? Typical dialogues on occupational safety and health in German companies. In: **Prevention of Accidents at Work**. CRC Press, 2017. p. 171-177.

SIQUEIRA, Luciana Dorneles; DOS REIS PALUDO, Raquel Loren; ARRUDA, Jalsi Tacon. LEVANTAMENTO EPIDEMIOLÓGICO DO INÍCIO DA PANDEMIA PELO COVID-19 NA REGIÃO CENTRO-OESTE DO BRASIL. In: **Anais Colóquio Estadual de Pesquisa Multidisciplinar (ISSN-2527-2500) & Congresso Nacional de Pesquisa Multidisciplinar**. 2021.

TAHA, Zahari; ROSTAM, Sarkawt. A hybrid fuzzy AHP-PROMETHEE decision support system for machine tool selection in flexible manufacturing cell. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v. 23, n. 6, p. 2137-2149, 2012.

VENKATA RAO, R.; PATEL, Bhisma K. Decision making in the manufacturing environment using an improved PROMETHEE method. **International Journal of Production Research**, v. 48, n. 16, p. 4665-4682, 2010.

VIEIRA, BRUNA SOUZA; MAGALHÃES, DR LUCIANO DA ROCHA. APLICAÇÃO DO DIÁLOGO DIÁRIO DE SEGURANÇA EM CANTEIRO DE OBRA PARA PREVENÇÃO DE ACIDENTES NO AMBIENTE DE TRABALHO. **REVISTA RUMOS**, p. 191.

WOLNOWSKA, Anna E.; KONICKI, Wojciech. Multi-criterial analysis of oversize cargo transport through the city, using the AHP method. **Transportation Research Procedia**, v. 39, p. 614-623, 2019.

WU, Xingli et al. An integrated method with PROMETHEE and conflict analysis for qualitative and quantitative decision-making: case study of site selection for wind power plants. **Cognitive Computation**, v. 12, n. 1, p. 100-114, 2020.

ZADEH, L. A. «The Concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning», Part 1, 2 and 3, *Information Sciences*, 1975, vol. 8, pp. 199-249, pp. 301-357 and *Information Sciences*. 1976.