

## **Alternativas de melhoria para o monitoramento da eficiência de operações industriais sob a ótica de indicadores estratégicos: estudo de caso em uma indústria do setor metalmeccânico do oeste catarinense**

*Alternatives for improvement for monitoring the efficiency of industrial operations from the perspective of strategic indicators: a case study in an industry in the metalworking sector in western santa catarina*

Vanessa Quadros<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Centro Universitário SENAI/SC

\*Correspondente: [vanessaquadros3@gmail.com](mailto:vanessaquadros3@gmail.com)

### **Resumo**

O presente trabalho tem como objetivo demonstrar a aplicabilidade dos métodos de multicritério em tomadas de decisões gerenciais no setor industrial, mais precisamente em uma empresa do setor metal mecânico. O método de multicritério adotado foi o AHP (Analytic Hierarchy Process), buscando primeiramente, através de observações, um olhar sob a perspectiva do gestor quanto à eficiência das operações industriais em seus processos produtivos com o intuito de avaliar as alternativas de melhoria na eficiência das operações com ênfase em indicadores estratégicos. Para a consecução do estudo, houve a condução de reuniões junto ao gestor para a construção dos critérios e identificação das alternativas, buscando validar o modelo gerado. A aplicação do método AHP permitiu priorizar os indicadores estratégicos mais eficientes, apresentando o critério indicador de treinamento, seguido pelo critério representado pelo indicador retrabalho, ambos considerados pelo gestor de extrema importância, sendo que, ao decorrer da entrevista, foi salientada pelo gestor a ligação direta e positiva do treinamento dos colaboradores com o desempenho da produção e conseqüentemente da qualidade. Os dados foram coletados em campo e os resultados obtidos foram validados em diálogo com o gestor da indústria em análise.

**Palavras-chave:** gestão de operações; indicadores estratégicos; decisão multicritério (ahp).

**Abstract**

The present paper aims to demonstrate the applicability of multicriteria methods in managerial decision making in the industrial sector, more precisely in a company in the metal-mechanics sector. The multi-criteria method adopted was the AHP (Analytic Hierarchy Process), seeking first, through observations, an overview, from the manager's perspective, of the efficiency of industrial operations in the production processes thereof in order to evaluate improvement alternatives for operational efficiency with emphasis on strategic indicators. To carry out the study, meetings were held with the manager for the construction of criteria and identification of alternatives seeking to validate the model generated. The AHP method allowed prioritizing the most efficient strategic indicators, bringing out the training indicator criterion, followed by the rework indicator criterion, both considered extremely important by the manager, and during the interview the manager highlighted the direct and positive connection between staff training and production performance, and consequently quality. Data were collected in the field and the results obtained were validated in dialogues with the manager of the company under analysis.

**Keywords:** operations management; strategic indicators; multicriteria decision (ahp).

## 1. INTRODUÇÃO

O processo de tomada de decisão tem se tornado cada vez mais complexo frente às transformações dos dias atuais, em que as demandas vêm passando por modificações dia após dia, salientando, assim, a necessidade da otimização de custos, gastos e lucros em busca da otimização dos processos das organizações (GOMES, 2014; ANDRADE, 2015).

Conforme pontua Andrade (2015), métodos e modelos matemáticos são capazes de determinar e alocar os recursos de forma otimizada. Sob essa perspectiva, avaliar os indicadores estratégicos para o monitoramento de eficiência das operações de uma indústria pode auxiliar no processo decisório dos gestores.

Dessa forma, diversos autores corroboram que a compreensão da priorização de critérios e alternativas é essencial na tomada de decisões mais assertivas (ANDRADE, 2015; SOUZA, 2016). Sendo assim, o presente estudo tem como objetivo utilizar o método Analytic Hierarchy Process (AHP) para auxiliar na tomada de decisão multicritério em busca do monitoramento da eficiência das operações, visando à melhoria contínua através dos indicadores de treinamento, retrabalho, qualidade e produção em uma empresa do setor metalmeccânico do Oeste Catarinense.

Os resultados apresentados são baseados em dados reais da indústria analisada, obtidos por meio de reuniões com o tomador de decisões, em que definiram-se os critérios e alternativas analisados. Dessa forma, o tema da presente pesquisa é a proposta de um Modelo de Avaliação de Indicadores de desempenho do setor metalmeccânico através de um instrumento de apoio à decisão para monitorar a eficiência das operações industriais.

Acrescenta-se, ainda, que, para se solucionar um problema ou uma demanda, é necessário estruturar o problema, separando

metas e objetivos, critérios e subcritérios, finalizando pelo julgamento feito pelo decisor ou decisores e, por fim, as prioridades (OLIVEIRA; MARTINS, 2015). Nesse contexto, busca-se responder a seguinte pergunta: Que indicador pode ser considerado mais estratégico para o monitoramento de eficiência das operações industriais de uma empresa do setor metalmeccânico do Oeste Catarinense?

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Metodologia de apoio à tomada de decisão

A decisão pode ser definida como o processo de análise e escolha entre diversas alternativas disponíveis que o gestor decisor deverá seguir. Nesse contexto, o método de apoio à tomada de decisão é elencado a prioridades, multicritérios, modelos analíticos e modelos matemáticos em busca da escolha voltada a uma tomada de decisão (OLIVEIRA; MARTINS, 2015).

Foi escolhido o método para a construção do Modelo de Decisão Multicritério, onde optou-se pelo método AHP, realizando em planilha de excel a avaliação dos pesos dos critérios e alternativas, já que através do microsoft excel é possível desenvolver uma planilha, utilizando fórmulas para resolver as matrizes criadas, inclusive para obter o índice de consistência e o vetor próprio (Eigenvetor), quando a tomada de decisão é individual, de um único gestor, , como o caso do presente estudo, pois é difícil fazer uma análise de sensibilidade e tomada de decisão em grupo através do microsoft excel.

Basicamente, no método AHP clássico, o problema ou demanda é dividido em três passos prévios à aplicação da análise lógica. O primeiro passo é a estruturação da hierarquia de decisão – o problema é dividido em níveis

hierárquicos, sendo eles: objetivo, critério e alternativa. Nessa etapa, são identificados os elementos principais para a tomada de decisão. O segundo passo consiste na definição das prioridades. Por fim, o terceiro passo diz respeito à consistência lógica, ou seja, à capacidade de se estabelecer uma lógica que permita relacionar o seu nível de consistência.

A abordagem proposta do estudo prescreve a agregação dos critérios de forma não-compensatória. Dessa forma, procura-se evitar que avaliações negativas em alguns critérios sejam compensadas por avaliações muito positivas em outros (ou vice-versa), o que pode acontecer no modelo original da teoria situacional, que é compensatório, em que as avaliações são agregadas por meio de uma soma ponderada. Sendo assim, entre os diferentes métodos MCDA, escolheu-se o AHP, já que suas características são aplicáveis à estrutura do problema e ao contexto do decisor.

## 2.2 Setor metalmecânico

O setor metalmecânico no Brasil é de grande importância e relevância, haja vista a crescente expansão das exportações de commodities, corroborando com o superávit da balança comercial brasileira, ao mesmo tempo em que a perda de competitividade tem sido pauta de debates e grande preocupação devido ao expressivo aumento nas importações de produtos chineses no consumo interno, afetando de forma direta o desempenho da cadeia metalmecânica (SOUZA *et al.*, 2013). Além disso, a representatividade do setor metalmecânico na economia brasileira também se dá devido à quantidade de investimentos realizados pelo setor e ao número de empregos gerados.

Dessa forma, indo ao encontro de um dos objetivos específicos do trabalho, evidenciou-se o perfil de desempenho atual da empresa em análise, dado seu *status quo* avaliando seu processo produtivo através de visita téc-

nica através da qual se observou a gestão dos processos operacionais. A indústria analisada está localizada no Extremo Oeste de Santa Catarina, em um município com 5 mil habitantes, o qual, devido a questões logísticas, por ficar longe de portos e aeroportos, sofre com a falta de fornecedores, tanto de matéria-prima quanto prestadores de serviços.

Salienta-se que a empresa em questão utiliza uma tecnologia alemã que está sendo aprimorada no Brasil através dos sistemas produtivos, alavancando a produção e mantendo-se em plena expansão, produzindo cerca de 100 implementos ao ano, com valores que variam de R\$ 400.000,00 a R\$ 780.000,00. Quanto ao seu processo produtivo, destacam-se: corte a laser, dobra, caldeiraria, usinagem, pré-montagem, pintura e montagem final. O produto carro-chefe é um hidráulico frontal, em que é realizada a transmissão de força do trator com a colhedora de forragem, para o processamento da forragem verde. O implemento aumenta a eficiência na colheita e moagem do milho para o beneficiamento de silagem, aumentando assim a produtividade do trabalho em campo do produtor rural.

A principal preocupação da indústria em análise é a escassez de mão de obra especializada, tendo a empresa que desenvolver os profissionais internamente, o que gera um alto custo com horas em treinamento e grandes perdas com improdutividade e retrabalhos, dificultando, dessa forma, o crescimento sustentável do negócio.

Sob a ótica dos indicadores de desempenho analisados, foi possível constatar que a falta de desenvolvimento profissional impacta significativamente a expansão das operações.

## 3. METODOLOGIA

No presente artigo, foi utilizado o método AHP clássico, o qual se apresenta a forma estruturada para estabelecer os objetivos

e critérios de uma forma hierárquica, analisando todos os critérios e alternativas para, então, propor o melhor resultado para monitoramento da eficiência das operações da indústria através do indicador com melhor resultado apresentado.

Entre os diversos métodos, optou-se pelo AHP para a tomada de decisão operacional tendo em vista, a busca por uma maior eficiência das operações industriais, visto que AHP é uma das metodologias mais usadas para a tomada de decisão com multicritérios. O referido método foi selecionado pela capacidade de avaliar as alternativas de maneira qualitativa e quantitativa, em que os diferentes critérios são os diferentes impactos capazes de identificar as causas e suas mais variadas consequências.

Segundo Oliveira e Martins (2015), o método AHP clássico desenvolvido por Thomas Lorie Saaty, por volta da década de 1970, hierarquiza as alternativas utilizando a comparação par a par, em que as alternativas e critérios são analisados para encontrar o melhor resultado para a demanda da organização.

A metodologia utilizada para a aplicação do método de multicritério de tomada de decisão AHP visou à escolha do indicador mais adequado para monitorar a eficiência das operações. Para auxiliar nessa tomada de decisão, o estudo aqui apresentado demonstrará quatro indicadores: de treinamento, de retrabalho, de qualidade e de produção. A abordagem do presente artigo é quali-quantitativa, já que transforma julgamentos qualitativos em números, ou seja, em escala numérica.

Visando a alcançar o objetivo proposto, a pesquisa foi separada em três etapas, desde a definição da empresa a ser analisada, passando pela ponderação dos critérios, até o ranqueamento das alternativas. Com análise prévia da indústria, a pesquisadora, autora do presente estudo, verificou pontos vitais que demandavam melhoria. Utilizando o embasa-

mento teórico, foi possível propor alternativas capazes de auxiliar a indústria analisada no monitoramento da eficiência de suas operações industriais. Em seguida, foram elencados os indicadores distintos a serem analisados na indústria: indicador de treinamento, de retrabalho, de qualidade e de produção.

Sendo assim, a coleta e a análise dos dados se deram da seguinte forma: a primeira etapa ocorreu junto à indústria, através do critério de conveniência, em que ocorreu uma avaliação preliminar da empresa. Em um segundo momento, foi realizada a avaliação do processo produtivo da empresa, em que foram então definidas as alternativas e critérios para o monitoramento de eficiência de operações da Indústria sob a ótica dos indicadores estratégicos de monitoramento de eficiência das operações da própria indústria. A partir disso, definiu-se o tomador de decisão, acrescentando, assim, os critérios e alternativas e realizando a entrevista com o decisor.

A entrevista foi realizada com o decisor de perfil mais jovem, 37 anos, que ocupa o cargo de gestor e diretor da organização. A empresa analisada neste estudo tem em torno de 30 anos de existência e possui um organograma que atribui ao gestor a responsabilidade e a autoridade pertinente ao processo decisório.

Os julgamentos foram construídos através de entrevista realizada com o gestor da indústria, construindo, dessa forma, uma árvore de decisão para seleção do indicador mais adequado a ser utilizado com o fim de atingir a eficiência das operações industriais. O próximo passo foi identificar os múltiplos objetivos do problema de decisão. Nessa etapa, foi realizada a identificação, estruturação, análise e compreensão dos objetivos relevantes (estratégicos, fundamentais e objetivos-meio), de tal forma a garantir a qualidade do processo decisório.

A solução encontrada através do processo decisório visa a atingir o objetivo principal da indústria estudada, que é: avaliar os indi-

cadres estratégicos para o monitoramento de eficiência de suas operações industriais. Para que seja possível alcançar o objetivo principal, traçam-se os objetivos-meio, a saber:

- Identificar os indicadores de desempenho utilizados pela indústria analisada;
- Evidenciar o perfil de desempenho atual (*status quo*) da indústria analisada;
- Diagnosticar o impacto dos indicadores de treinamento, retrabalho, qualidade e produtividade na indústria;
- Analisar as relações existentes entre os indicadores e a eficiência da operação industrial.

Dessa forma, foram estabelecidos os critérios associados a cada objetivo, bem como a

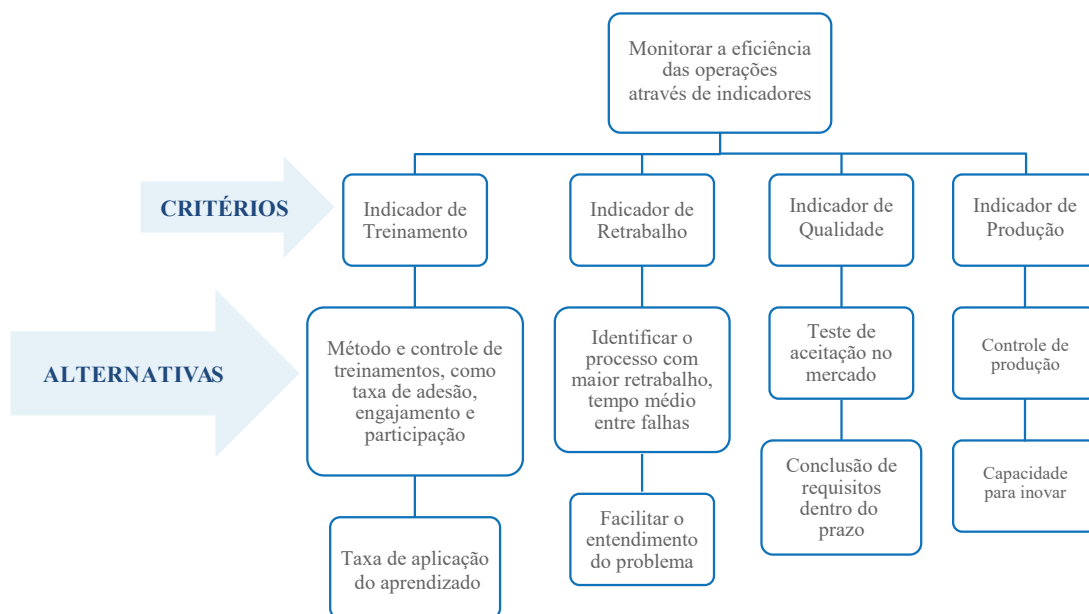
estruturação em níveis hierárquicos e definição de pesos e prioridades. Conforme descrito por Keeney e Raiffa (1993), a partir de cada objetivo definido na etapa anterior, são estabelecidos os critérios que representam os objetivos no processo de modelagem. Para cada objetivo definido, está estabelecida uma variável para mensuração do nível de desempenho com que os objetivos devem ser atingidos.

No mesmo contexto, o esclarecimento dos critérios de decisão permite identificar posteriormente o conjunto de alternativas potenciais (DE ALMEIDA, 2013).

### 3.1 Alternativas possíveis

Os critérios e alternativas podem ser verificados na Figura 1.

Figura 1 - Critérios associados às alternativas elencadas ao objetivo geral do estudo



Fonte: Da autora (2022)

Conforme argumentam Saaty & Shih (2009), primeiramente cria-se a hierarquia, com o objetivo de descrever o problema, iniciando com o objetivo global na parte superior e, logo depois, decompondo-o em partes semelhantes à estrutura de uma árvore, tendo como raiz o objetivo global. As comparações são expressas em termos linguísticos/verbais, que são convertidos em valores numéricos usando a Escala de Saaty para julgamentos comparativos.

Os valores dessa escala se dão em 9 pontos, e as comparações expressam termos verbais que são convertidos em valores numéricos através da Escala de Saaty para julgamentos comparativo, que mede o grau de importância dos elementos elencados no estudo, conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1 - Escala de Saaty

ESCALA	AVALIAÇÃO	RECÍPROCO
extremamente preferido	9	1/9
muito forte a extremo	8	1/8
muito fortemente preferido	7	1/7
forte a muito forte	6	1/6
fortemente preferido	5	1/5
moderado a forte	4	1/4
moderadamente preferido	3	1/3
igual a moderado	2	1/2
igualmente preferido	1	1

Fonte: Saaty (2008)

Após estabelecer os critérios para julgamentos e utilizar essas informações para calcular os pesos, será possível analisar a consistência das informações. A consistência se dá quando, por meio de um montante de dados brutos de uma base determinada, todos os outros dados podem ser logicamente deduzidos por esta mesma. Às vezes, os valores podem se mostrar inconsistentes. Diante disso, Saaty desenvolve procedimentos que permitem avaliar a consistência dos julgamentos.

#### 4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Mediante uma avaliação realizada pelo gestor da indústria, foi possível encontrar a melhor alternativa, diante das alternativas de indicadores, que viesse a contribuir para um melhor desempenho da indústria, através do monitoramento da eficiência das operações. Por meio da Tabela 2, pode-se perceber os resultados da matriz dos critérios.

Tabela 2 - Cálculo da matriz de consequência, comparação par a par, ranqueamento por critério

Monitorar a eficiência das operações através de indicadores	Indicador de treinamento	Indicador de retrabalho	Indicador de qualidade	Indicador de produção	Prioridades
Indicador de Treinamento	1	3	1	5	<b>0,480</b>
Indicador de Retrabalho	1/5	1	3	5	<b>0,337</b>
Indicador de Qualidade	1/5	1/3	1	1	<b>0,182</b>
Indicador de Produção	1/7	1/5	1/5	1	<b>0,049</b>
	1,543	4,533	5,200	12,000	

Fonte: Da autora (2022)

Essa etapa avalia qual a estrutura de preferências mais apropriada para a representação das preferências do decisor sobre o conjunto de consequências, bem como a racionalidade mais adequada. Para esse problema, o decisor consegue expressar as relações de preferências sob uma estrutura de preferência estrita (P) e de indiferença (I) (ROY, 1996), não existindo incomparabilidade, confirmando que tais preferências entre alternativas seguem as propriedades de ordenabilidade e transitividade (VINCKE, 1992; ROY, 1996).

Identifica-se, também, uma racionalidade compensatória do decisor no problema, pois faz-se necessário equilibrar o conjunto de necessidades requeridas em termos de *trade-off* entre critérios, sendo aceitável a compensação de um menor desempenho de uma alternativa em um critério por um melhor desempenho nos outros critérios.

Essa necessidade de fazer compensação entre fatores conflitantes para encontrar a melhor opção torna-se relevante quando as ofertas dos fornecedores apresentam contradições entre critérios, por exemplo, o fornecedor com o menor preço pode não ter simultaneamente a melhor qualidade, ou o fornecedor com a melhor qualidade pode não ser capaz de realizar entregas dentro de um curto intervalo de tempo (AISSAOUI; HAOUARI; HASSINI, 2007).

Para fazer a avaliação intracritérios, são utilizadas as funções valores que variam na escala de 0 a 1. Os critérios aos quais foi atribuído o peso 1 são os mais relevantes para determinado indicador, e, assim, avalia-se sucessivamente cada um deles. Esse proce-

dimento de normalização é muito utilizado para a avaliação de multicritérios.

Para avaliar a ordem de relevância dos critérios, utilizou-se o modelo aditivo determinístico. A Equação 1 foi utilizada para determinar o valor global, que representa a constante de escala para o critério, e esse valor é normalizado conforme a Equação 2. Considerou-se que todos os indicadores possuem o mesmo peso de 1 a 9 cada. O critério que apresentar maior valor global, será o mais relevante para a solução, e assim se tem a ordem de importância de critérios.

A etapa de avaliação intracritério está relacionada de forma direta aos critérios estabelecidos no início do processo de tomada de decisão, já que é o atributo que fará o direcionamento da escala de avaliação. Dessa forma, a avaliação intracritério é a etapa na qual é determinada a escala para a avaliação dos critérios, pois o método deve ser padrão para auxiliar na decisão, de modo igualitário (ALMEIDA, 2013). Sendo assim, foram calculados os critérios como peso de julgamento das alternativas estabelecidas.

Tabela 3 - Matriz de critérios

Monitorar a eficiência das operações através de indicadores	Indicador de Treinamento	Indicador de Retrabalho	Indicador de Qualidade	Indicador de Produção
<b>Indicador de Treinamento</b>	1	3	1	5
<b>Indicador de Retrabalho</b>	0,200	1,000	3,000	5,000
<b>Indicador de Qualidade</b>	0,200	0,333	1,000	1,000
<b>Indicador de Produção</b>	0,143	0,200	0,200	1,000
<b>Peso</b>	<b>0,480</b>	<b>0,337</b>	<b>0,182</b>	<b>0,049</b>
			RC	0,02343
			IC	0,021086535

Fonte: Da autora (2022)



O primeiro julgamento feito junto ao gestor foi considerado inconsistente, fez-se então uma nova rodada, já que seu primeiro julgamento foi inconsistente quanto as suas decisões. Então, nessa nova rodada, após a realização das comparações par a par, verificou-se a consistência dos julgamentos. O método AHP utilizado neste estudo calcula a RC (razão de consistência) comparando-a ao CI (índice de consistência) da matriz dos julgamentos propostos através do RI (índice de consistência de uma matriz do tipo aleatório). Segundo os preceitos de Saaty (2012), os va-

lores são calculados conforme o tamanho das diferentes matrizes, como mostra a Tabela 3.

Razão de Consistência (RC) é o cálculo que permite avaliar a inconsistência em função dos julgamentos realizados, por meio da equação:  $RC = IC / IR$ , onde IC é o Índice de Consistência e IR é o Índice Randômico (Random Index). O índice randômico é percebido como o índice de consistência obtido para uma matriz randômica recíproca, apresentando elementos não negativos, para diversos tamanhos de matriz N.

Tabela 4 - Índice de Consistência Randômica

DIMENSÃO DA MATRIZ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INCONSISTÊNCIA ALEATÓRIA	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,14	1,45	1,49

Fonte: Adaptado de Saaty (2008)

A análise apontou um índice RC de 25% – isso representa que há consistência, pois é inferior a 10%. Na Tabela 5, é possível visualizar a matriz do critério qualidade em relação às alternativas.

Tabela 5 - Matriz normalizada

MATRIZ NORMALIZADA	INDICADOR DE TREINAMENTO	INDICADOR DE RETRABALHO	INDICADOR DE QUALIDADE	INDICADOR DE PRODUÇÃO
	65%	66%	19%	42%
	13%	22%	58%	42%
	13%	7%	19%	8%
	9%	4%	4%	8%

Fonte: Da autora (2022)

Com o ranqueamento dos critérios, sabemos que o critério Indicador de Treinamento é o mais importante, com 0,480, ou seja, com 48% da importância total, seguido pelo Indicador de Retrabalho, com 0,337, ou seja, 33,7 % da importância total. Em terceiro lugar, aparece o Indicador de Qualidade, com 0,182, ou seja, 18,2 %; e o Indicador de Produção é o com menor importância nesta análise, com 0,049, ou 4,9 % da importância total.

No que tange ao presente estudo, a pesquisadora observa que a empresa conduz seus trabalhos de forma eficiente, mas salienta que o aumento da produtividade almejado pela indústria está atrelado à falta de treinamento dos colaboradores. Observou-se que os treinamentos utilizados até então pela indústria não são suficientes para abordar todas as necessidades dos colaboradores, gerando retrabalhos e conseqüentemente a baixa da produtividade.

de da indústria, impactando diretamente no crescimento do negócio. Dessa forma, a implantação de um programa de treinamento na empresa analisada, assim como em qualquer outra, contribuiria para o desenvolvimento das organizações, conforme indica a literatura (CHIAVENATO, 2014; MEIRELES, 2017; SOUZA *et al.*, 2013). Os autores corroboram que o treinamento dos colaboradores qualifica a mão de obra, aumenta seu nível técnico, melhorando assim a produtividade.

Sendo assim, nesse julgamento, o critério mais importante é o Indicador de Treinamento. Destaca-se, ainda, que nossa decisão é consistente, pois a análise apontou um índice

RC de 2% e um índice de consistência de 0,02 – isso representa que há consistência, pois é inferior a 10%.

0,021086535	IC
2%	RC

Diante da matriz normalizada, chegamos ao valor normalizado e obtemos o vetor de prioridade dos critérios. Em seguida, realizou-se a avaliação da matriz de julgamento das alternativas. Os vetores de prioridades são agregados em um único vetor. Na Tabela 6, é possível visualizar a matriz dos critérios em relação às alternativas.

Tabela 6 - Matriz dos critérios indicador em relação às alternativas

PRIORIDADES FINAIS DAS ALTERNATIVAS					
Alternativa	Indicador treinamento	Indicador retrabalho	Indicador qualidade	Indicador produção	Prioridade Final
Peso dos critérios	<b>0,480</b>	<b>0,337</b>	<b>0,182</b>	<b>0,049</b>	
Método controle treinamento	0,400	0,281	0,152	0,041	0,873
Taxa aplicação do aprendizado	0,080	0,056	0,030	0,008	0,175
Tempo médio entre falhas	0,360	0,253	0,137	0,037	0,786
Facilitar entendimento problema	0,120	0,084	0,046	0,012	0,262
Teste aceitação mercado	0,432	0,303	0,164	0,044	<b>0,943</b>
Conclusão requisitos no prazo	0,048	0,034	0,018	0,005	0,105
Controle de produção	0,420	0,295	0,159	0,043	0,917
Capacidade de inovar	0,060	0,042	0,023	0,006	0,131
Soma	1,920	1,348	0,728	0,196	

Fonte: Da autora (2022)

Através das análises acerca das prioridades gerais, é possível observar que, no critério Indicador de Treinamento, a alternativa que se destacou da melhor forma foi o teste de aceitação no mercado, seguida pela alternativa controle de produção. No que tange ao critério Indicador de Retrabalho, as alternativas que obtiveram maior destaque foram o

controle de produção e o método como são controlados os treinamentos, como sua taxa de adesão, engajamento e participação dos colaboradores. A partir do julgamento do gestor para o critério Indicador de Qualidade, a alternativa com destaque foi o teste de aceitação no mercado, seguida pela alternativa controle de produção.

Segundo a análise dos julgamentos para o critério Indicador de Produção, as alternativas mais relevantes foram testes de aceitação no mercado e tempo médio entre as falhas; mas destacam-se pontuações baixas em todas as alternativas quando se analisa o critério produção.

O critério Indicador de Treinamento e, na sequência, o critério representado pelo Indicador de Retrabalho são considerados pelo gestor como de extrema importância, sendo que, no decorrer da entrevista, o gestor salientou o que treinamento dos colaboradores possui ligação direta e positiva com o desempenho da produção e conseqüentemente da qualidade, e acrescentou, ainda, que os treinamentos agregam informações importantes, o que facilita o entendimento de problemas que possam surgir, ou por vezes sendo capazes de mitigar falhas ou mesmo aumentar o tempo entre elas.

Destaca-se, ainda que a maior dor da empresa é a dificuldade na contratação de mão de obra qualificada e, com isso, não conseguir aumentar a produtividade devido à baixa escolaridade da mão de obra, considerando que o polo de estudos mais próximo fica a 50 km de distância, o que dificulta o desenvolvimento profissional. Com esse olhar, Araújo (2006) associa a aplicação de treinamentos à redução de

retrabalhos e desperdícios, bem como a uma melhora no clima da organização, levando a ganhos e diferenciais em competitividade.

#### 4.1 Análise de sensibilidade (AS)

Elucida-se que, com a análise de sensibilidade efetuada, pode-se verificar o comportamento das variáveis, indicando, através das simulações, os possíveis cenários alternativos que poderiam demonstrar a sensibilidade existente na tomada de decisão.

Diante das análises efetuadas através do método AHP, verificou-se a alternativa a ser priorizada pelo gestor da indústria. A análise de sensibilidade é de extrema importância, pois nos permite entender a robustez da decisão do gestor e identificar quais critérios influenciaram os resultados originais. Além disso, diversos autores advertem que nenhuma decisão final deve ser tomada sem antes realizar a análise de sensibilidade. Nessa etapa, verifica-se a robustez do resultado final obtido na etapa anterior, quando consideradas variações nos dados de entrada na matriz de conseqüências. Para realizar essa análise em um primeiro cenário, coloca-se o mesmo peso para todos os critérios (indicadores), conforme Tabela 7.

Tabela 7 - Análise de Sensibilidade – Cenário 1: Todos os critérios com o mesmo peso

Alternativa	Indicador treinamento	Indicador retrabalho	Indicador qualidade	Indicador produção	Prioridade Final
Peso dos critérios	0,333	0,333	0,333	0,333	
Método controle treinamento	0,291	0,291	0,291	0,291	<b>1,166</b>
Taxa aplicação do aprendizado	0,042	0,042	0,042	0,042	0,167
Tempo médio entre falhas	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Facilitar entendimento problema	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Teste aceitação mercado	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Conclusão requisitos no prazo	0,291	0,291	0,291	0,291	1,163
Controle de produção	0,087	0,087	0,087	0,087	0,349
Capacidade de inovar	0,314	0,314	0,314	0,314	1,256
Soma	1,025	1,025	1,025	1,025	

Fonte: Da autora (2022)

Com todos os critérios com o mesmo peso, a alternativa método e controle de treinamentos passa ser a melhor, salientando que, na decisão anterior, o critério Indicador de Treinamento teve o maior peso (0,480), seguido pelo segundo maior peso (0,337) representado pelo critério indicador retrabalho. Este seria um primeiro cenário. Em um segundo

cenário, buscamos descobrir qual peso seria necessário para que, por exemplo, o critério do Indicador de Treinamento levasse a um empate nas prioridades gerais das alternativas. Dessa forma, para que isso seja feito, deve-se fazer alterações nos pesos dos critérios e ver como eles se alteram com as prioridades das alternativas, conforme Tabela 8.

Tabela 8 - Cenário 2: Qual o peso necessário para o critério Indicador de Treinamento levar a um empate nas prioridades gerais das alternativas

Alternativa	Indicador treinamento	Indicador retrabalho	Indicador qualidade	Indicador produção	Prioridade Final
Peso dos critérios	<b>0,240</b>	<b>0,120</b>	<b>0,060</b>	<b>0,060</b>	
Método controle treinamento	0,063	0,031	0,016	0,016	0,126
Taxa aplicação do aprendizado	0,226	0,113	0,057	0,057	<b>0,453</b>
Tempo médio entre falhas	0,031	0,016	0,008	0,008	0,063
Facilitar entendimento problema	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Teste aceitação mercado	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Conclusão requisitos no prazo	0,280	0,140	0,070	0,070	<b>0,559</b>
Controle de produção	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Capacidade de inovar	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Soma	0,600	0,300	0,150	0,150	

Fonte: Da autora (2022)

Com o critério Indicador de Treinamento com a metade do peso total, a alternativa com maior relevância é a conclusão de requisitos dentro do prazo, seguida pela taxa de aplicação do aprendizado. As alternativas método e controle de treinamentos e tempo médio entre falhas aparecem com baixa prioridade; já as demais alternativas apresentam prioridade zero.

Nessa etapa, devem-se avaliar os resultados e elaborar recomendações a um nível de detalhamento sobre o processo decisório, contemplando o nível de confiança que o decisor deve ter quanto ao modelo de decisão construído. A recomendação é mostrada ao decisor através de um relatório de análises e recomendações, junto com a solução encon-

trada em cada cenário, ressaltando a confiabilidade do modelo de apoio à decisão construído. Da mesma forma, deve-se ressaltar o papel do SAD, em termos de interatividade com o decisor, e a facilidade para realizar a elicitação de preferências, identificar inconsistências entre respostas e avaliar que coincidem com as escolhas iniciais.

Nesse sentido, é importante destacar que o decisor pode ter dificuldades cognitivas para identificar as relações de indiferença no procedimento de elicitação de pesos, o que pode explicar o comportamento dos valores da constante de escala *k* em relação ao grande valor para uns critérios e ao valor quase nulo para outros.

É importante destacar, também, que o decisor deve avaliar todos critérios, considerando os pesos dos critérios não apenas enquanto grau de importância, mas levando-se em consideração o espaço de consequências, identificando as preferências e a compensação entre critérios.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir de uma análise prévia realizada pela pesquisadora no setor metalmeccânico, pôde-se verificar pontos que demandavam melhorias. Através do embasamento teórico, foi possível propor alternativas ao gestor da indústria, tanto no quesito qualidade quanto nas questões relacionadas a produção e retrabalho. Utilizando a experiência do gestor da indústria em questão, pode-se denotar que a alternativa prioritária para permitir o monitoramento da eficiência das operações está relacionada diretamente ao treinamento de pessoal. Salienta-se que, com a análise de sensibilidade efetuada, foi possível verificar o comportamento das variáveis, podendo indicar, através de simulações, cenários diferentes capazes de demonstrar a sensibilidade existente na tomada de decisão.

A implantação da ação ou adoção de procedimentos sobre o conjunto de ações indicadas, de acordo com a problemática definida, é o que se objetiva com o suporte à tomada de decisão.

Após todos os testes, conclui-se e chega-se a uma decisão final. A partir da análise de sensibilidade, pode-se expressar a recomendação final, grifando que o maior peso é do Indicador de Treinamento, em que a prioridade final destacada é a aceitação de mercado. Por outro lado, quando damos o mesmo peso a todos os critérios, a alternativa que se destaca é o método e controle de treinamentos. Por fim, quando se utiliza a metade do peso no critério Indicador de Treinamento, a prioridade final

em destaque é a conclusão de requisitos dentro do prazo, vindo, na sequência, como prioridade final a taxa de aplicação do aprendizado

Seguindo as recomendações indicadas no relatório elaborado, a empresa deve avaliar a implementação do modelo como a interligação dos treinamentos dados a seus colaboradores em todos os seus setores operacionais, já que, nos dois cenários utilizados para a realização da análise de sensibilidade, as alternativas com maior prioridade final estão relacionadas ao critério Indicador de Treinamento.

Corroborando que o treinamento dos colaboradores está ligado de forma direta e positiva ao retrabalho, à qualidade e à produção, Bilanakos *et al.* (2018) reforçam que colaboradores bem treinados possuem maior capacidade de produzir bens padronizados, com menos retrabalho e um maior tempo médio entre as falhas. Sendo assim, é fundamental que a organização conheça os seus processos a fim de melhorar sua qualidade, aumentando assim a capacidade de monitorar a eficiência de suas operações industriais.

O presente estudo contribui para um maior conhecimento e entendimento do processo produtivo de uma indústria do setor metal-mecânico e de como ocorre esse processo, suas demandas e dores. Dessa forma, pode-se sugerir propostas para melhoria nesse processo, a partir de recursos plausíveis para a indústria. Frisa-se a baixa escolaridade da mão de obra, apontando o fato de que o polo de estudos mais próximo fica a 50 Km de distância do município onde se situa a indústria analisada, o que dificulta o desenvolvimento profissional, destacando, dessa forma, a importância da realização de treinamentos internos voltados para o aumento da eficiência nas operações industriais. Foi possível identificar, ainda, como a falta de treinamentos pode impactar negativamente nos processos produtivos, reduzindo a produtividade e aumentando as chances de erro.

Sob esse olhar, pôde-se identificar pontos de melhoria e propor um plano de ação para que a empresa possa aprimorar seu processo de desenvolvimento profissional através da implantação de um Plano Anual de Treinamentos e da elaboração de uma Matriz de Competências para cada função.

Dessa forma, os indicadores de desempenho serão monitorados mensalmente e será possível avaliar a melhoria da eficiência dos processos através de ferramentas de gestão.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, L. C. G. **Gestão de Pessoas: estratégias e integração organizacional**. São Paulo: Atlas, 2006.
- ANDRADE, E. L. **Introdução à pesquisa operacional: métodos e modelos para análise de decisões**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015.
- BILANAKOS, C.; HEYWOOD, J. S.; SESSIONS, J.; THEODOROPOULOS, N. Does demand for product quality increase worker training. **Journal of Economic Behavior & Organization**, n. 155, pp. 159-177, 2018.
- CHIAVENATO, I. **Gestão de Pessoas: o novo papel dos recursos humanos nas organizações**. 4. ed. Barueri (SP): Manole, 2014.
- GOMES, C. F. S.; GOMES, L. F. A. M. **Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2014.
- MEIRELES, R. B. **Gestão de Pessoas: Princípios para o desenvolvimento humano**. 1. ed. São Paulo: SENAI, 2017.
- OLIVEIRA, V. H. M.; MARTINS, C. H. **Ferramenta multicritério para tomada de decisão** - Shopping Center. Curitiba: Appris, 2015.
- SAATY, T. L. Decision making with the analytic hierarchy process. **International journal of services sciences**, n. 1, e. 1, pp. 83-98, 2008.
- SAATY, T. L., & SHIH, H. S. Structures in decision making: On the subjective geometry of hierarchies and networks. **European Journal of Operational Research**, n. 199, e. 3, pp. 867-872, 2009.
- SOUZA, L. P. **Priorização de projetos de TI utilizando Metodologia Multicritério: proposta para o comitê de TI de uma empresa de transporte de gás**. 2016. 165 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Gestão) - Escola de Engenharia, Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2016.
- SOUZA, V. D. S., SILVA, Á. M., PEREIRA, K. T. B. Treinamento e desenvolvimento de pessoas. In: Congresso Nacional de Iniciação Científica, 13., 2013, Campinas, SP. **Anais...** Campinas: SEMESP, pp. 29-40, 2013.
- SOUZA, L. O. P. DE; ATRE, S. V.; SOUZA, J. P. DE. Importância do setor metal mecânico para o desenvolvimento sustentável da economia e sua relação com a legislação ambiental brasileira, pp. 1608-1618. In: Congresso da AMB - Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração, 68., 2013, São Paulo. **AMB Proceedings**, São Paulo: AMB, 2013.