

# **APLICAÇÃO DO MÉTODO *TECHNIQUE FOR ORDER PREFERENCE BY SIMILARITY TO IDEAL SOLUTION* (TOPSIS) A PARTIR DA PLANTA DE CONFECÇÃO 4.0 DO SENAI CETIQT**

Lucas Chagas (SENAI CETIQT) lucasfchagas@live.com

Marcos dos Santos (Instituto Militar de Engenharia – IME) marcosdossantos@ime.br

## **Resumo**

O atual trabalho propõe a utilização dos conceitos da Indústria 4.0, verificando as dificuldades do microempreendedor para investir em tecnologias que possam, não só modernizar sua empresa, mas também conferir competitividade ao negócio, otimizar a eficiência da cadeia produtiva, agregar valor ao produto, racionalizar o uso dos recursos e customizar as soluções inventivas, sejam produtos ou serviços. O propósito deste trabalho é demonstrar os desafios e as limitações presentes no dia a dia de uma microempresa, em relação as tecnologias que possam otimizar seus processos, sejam de produção ou gestão, e em paralelo “ranquear” os equipamentos da indústria 4.0 que podem ser adaptados na alfaiataria onde foi realizado o estudo de caso.

**Palavras-Chaves:** Indústria 4.0, Método TOPSIS, Apoio Multicritério à Decisão (AMD), Pesquisa Operacional.

## **1. Introdução**

Durante mais de uma década, vantagens competitivas centradas no trabalho de baixo custo reconfiguraram a geografia da produção mundial. O aumento dos custos e de incertezas, entretanto, erodiram gradativamente as vantagens da produção em países distantes dos mercados mais ricos, enquanto novos hábitos de consumo tornaram qualidade e proximidade geográficas e aspectos centrais na preferência dos consumidores dispersos pelo mundo. Mudanças qualitativas sinalizam para o aumento de complexidade dos sistemas produtivos. Um novo ambiente competitivo está em formação, oferecendo oportunidades de desenvolvimento para indústrias que souberem iniciar narrativas de renovação de suas estruturas (BRUNO, 2017).

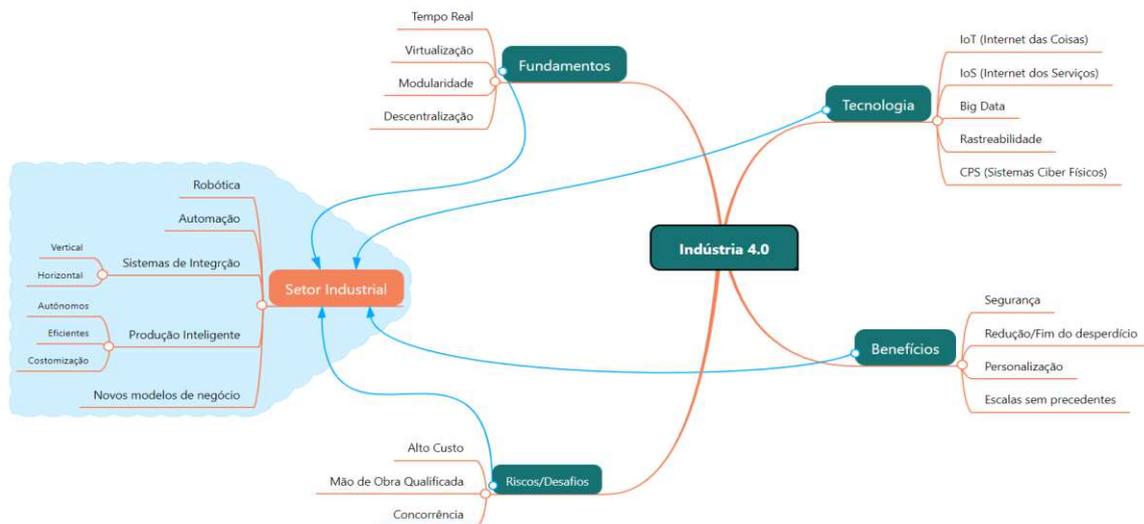
Por meio da Internet e das tecnologias de comunicação, foi possível disseminar a informação em tempo real para qualquer parte do mundo, fazendo com que a transposição do espaço físico passasse a ser o principal fator limitador e diferenciador de acesso entre os mercados e os novos produtos (BRUNO, 2017).

## 2. Problema

Mais do que os aspectos políticos e sociais, os pontos onde permite melhor qualificar o tamanho do desafio atual e dos obstáculos a serem empregados pelas indústrias e principalmente pelas micro e pequenas empresas se dá na questão econômica e tecnológica. Tais tecnologias vêm se renovando em um ritmo frenético, que tornam obsoletas hoje as invenções e inovações de ontem. Dessa forma o fator financeiro acaba sendo afetado diretamente, tendo em vista não só o valor dessas tecnologias, mas todo o aspecto de usabilidade por parte da mão de obra e estrutura, até mesmo física, para comportar essas melhorias.

A partir desse questionamento foi elaborado um mapa mental com o macro tema do projeto. Foi limitado tendo em vista o número elevado de itens que são relacionados ao estudo. Facilitando assim o entendimento do enfoque do estudo.

Figura 1: Mapa Mental (Macro tema do projeto)



Fonte: Autores (2018)

## 3. Fundamentação Teórica

### 3.1. Indústria 4.0

O termo Indústria 4.0 vem sendo disseminado mundialmente. Também conhecida como a 4ª Revolução Indústria. Esse conceito está diretamente associado às revoluções industriais passadas, que introduziram, aqueceram e revolucionaram o cenário produtivo mundial. A diferença atualmente se dá pelo ritmo com que as tecnologias se superam dia após dia e, onde os mundos virtuais e físicos se fundem através da internet.

Figura 2: Cadeia Indústria 4.0



Fonte: Autores (2018)

Segundo o Bitkom (2016) Considerado por alguns empresários e acadêmicos como 4ª revolução industrial, esse é um termo utilizado para descrever um conjunto de tecnologias de ponta, implantadas primeiramente pela indústria alemã, onde ligadas em rede, na internet, tem o objetivo de tornar os sistemas de produção mais flexíveis. Assim, máquinas utilizando a Inteligência Artificial (IA), se auto otimizam e se configuram para executar e completar tarefas complexas a fim de proporcionar eficiência de custo de forma elevada, sejam nos bens ou serviços. (BAHRIN et al., 2016).

### 3.1.1 Desafios

O aumento da digitalização nos sistemas de produção determina mudanças em toda cadeia de valor, desde como é realizado a aquisição da matéria-prima até seu uso final. A segurança, proteção digital, seguidos dos processos, organização do trabalho, interfaces de comunicação e a capacidade cognitiva são as maiores preocupações das empresas em incluir a Indústria 4.0 nas pequenas e microempresas (PMEs). (EUROPEAN PARLIAMENT, 2016).

Ainda segundo ao European Parliament (2016) o desafio se torna maior pela necessidade da implantação desse conceito e as vantagens da digitalização das PMEs, seria essencial para permitir aos parceiros ao longo da cadeia de abastecimento, melhorarem seus produtos e/ou serviços, reduzir custos, melhorar a concorrência

Dessa forma o custo, quantidade de equipamentos/maquinário, tecnologia e da mão de obra que cada vez deve estar mais capacitada e qualificada, se tornam os maiores desafios para as PMEs, mas para as demais empresas. Além de se fazer necessário alguns pré-requisitos um pouco mais elaborados do que o “padrão” ajudariam bastante para dar o passo inicial dentro desse novo conceito.

### **3.2 Pesquisa Operacional**

Pode-se considerar que o nome Pesquisa Operacional (PO) é de origem militar, tendo sido usado pela primeira vez na Grã-Bretanha durante a Segunda Guerra Mundial. Cientificamente, a PO possui características que permitem aplicações em um campo bastante amplo o que justifica a existência de várias definições, algumas tão gerais que podem se aplicar a qualquer ciência, e outras tão particulares que só são válidas em determinadas áreas de aplicação. (MARINS, 2009).

### **3.3 Métodos de Apoio Multicritério à Decisão**

Segundo Acolet (2008) esses métodos possuem algumas características básicas, que podem ser tomadas como padrão para o entendimento dos métodos, que são eles:

- Devem conter no mínimo dois critérios e serem disputados;
- Critérios e alternativas não são claramente identificados e as consequências não são definidas;
- Aceitação de correlação entre critérios e alternativas, ou seja, uma alternativa pode fazer com que outra seja desconsiderada;
- Decisões são tomadas por um grupo de variáveis e suas percepções podem divergir;
- Diferenciação na escala das variáveis, podendo ser quantificáveis ou não;
- Restrições e critérios não são facilmente isolados.

#### **3.3.1 Métodos da Escola Francesa ou Europeia**

Os métodos de decisão da Escola Francesa se caracterizam em dois estágios. A princípio são realizados confrontos entre cada variável pertencente a  $X$  e as demais. A partir desses confrontos, são definidas interações de sobre classificação entre cada par de variáveis de tal maneira que, dadas  $A, B \in X$  se  $A$  é pelo menos tão boa quanto  $B$ , então pode-se dizer que  $A$  sobre classifica  $B$ .

Na segunda etapa, essas relações são ampliadas e direcionadas, tendo como objetivo organizar de forma ordenada as variáveis da melhor até a pior, classificando por predefinição ou obter a melhor alternativa de  $A$ .

### **3.3.2 Métodos da Escola Americana**

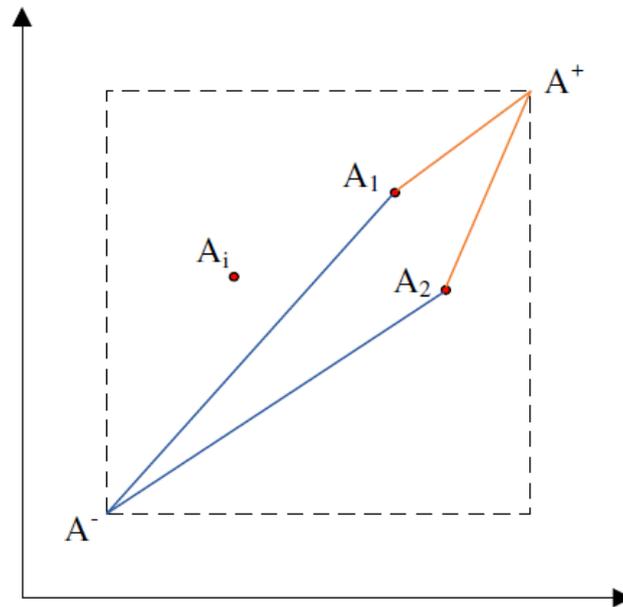
A Escola Americana tem por base a Teoria da Utilidade, no qual são utilizados problemas matemáticos para solução de situações e/ou problemas, para facilitar, de certa forma na escolha final do decisor. Com essa função são atribuídos valores em cada alternativa para permitir ordenar cada variável em uma escala que varia da melhor até a pior. A alternativa mais plausível, a de maior utilidade, é, portanto, aquela que possuir a maior nota. Assim, a metodologia da Escola Americana caracteriza-se por auxiliar o decisor a construir uma modelagem que melhor represente o problema em questão, baseando-se na teoria axiomática que assegura a existência dessa modelagem matemática (PARREIRAS, 2004).

### **3.4 Especificidades do Método TOPSIS**

O método TOPSIS, desenvolvido por Hwang e Yoon (1981), durante os últimos tempos, se enquadra dentre os diversos tipos de métodos de Apoio Multicritério à Decisão (AMD) e vem sendo utilizados para auxiliar justamente na tomada de decisão. Entre eles, um dos mais utilizados é o *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS).

O fundamento se baseia na ideia onde a alternativa escolhida deverá conter o espaço mais curto entre a solução ideal/ótima ( $A^+$ ) e a menor distância entre a “pior” solução ( $A^-$ ). Tal fundamento pode ser analisado a partir da Figura 8, de demonstra a ideia básica do método TOPSIS.

Figura 3: Fundamento do Método TOPSIS



Fonte: Hwang e Yoon (1981).

Em súmula, o TOPSIS parte da seguinte lógica: Dado um conjunto de alternativas  $A = [a_i | i = 1, 2, \dots, m]$  um conjunto de critérios  $c = [c_j | j = 1, 2, \dots, n]$  e um conjunto de constantes de escala  $w = [w_j | j = 1, 2, \dots, n]$ ,  $w_j > 0$  e  $w_j > 0$  e  $\sum_{j=1}^n w_j = 1$ , onde  $w_j$  denota a constante de escala do critério  $c_j$ , temos  $x = [x_{ij} | i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n]$  que denota a matriz de decisão onde  $x_{ij}$  e a medida de performance da alternativa  $a_i$  em relao ao critério  $c_j$ .

O método TOPSIS segue seis etapas, sendo assim, esse método  estruturado a partir dos seguintes procedimentos (HWANG; YOON, 1981):

**Etapa 1:** Escolha das variáveis e modelagem da matriz de decisão. So escolhidos os critrios e as alternativas, conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1: Matriz TOPSIS (alternativas x critérios)

$A_n \backslash C_n$	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
A1	A1;C1	A1;C2	A1;C3	A1;C4	A1;C5	A1;C6	A1;C7
A2	A2;C1	A2;C2	A2;C3	A2;C4	A2;C5	A2;C6	A2;C7
A3	A3;C1	A3;C2	A3;C3	A3;C4	A3;C5	A3;C6	A3;C7
A4	A4;C1	A4;C2	A4;C3	A4;C4	A4;C5	A4;C6	A4;C7
A5	A5;C1	A5;C2	A5;C3	A5;C4	A5;C5	A5;C6	A5;C7
A6	A6;C1	A6;C2	A6;C3	A6;C4	A6;C5	A6;C6	A6;C7
A7	A7;C1	A7;C2	A7;C3	A7;C4	A7;C5	A7;C6	A7;C7
A8	A8;C1	A8;C2	A8;C3	A8;C4	A8;C5	A8;C6	A8;C7

Fonte: Autores (2018)

**Etapa 2:** Atribuição dos pesos aos critérios. Nesta etapa é adicionado aos critérios os pesos de acordo com a importância demandada de cada alternativa.

Equação 1: Peso da Matriz

$$\sum_{i=1}^n w = 1$$

**Etapa 3:** Normalização da Matriz de decisão. Nessa etapa são normalizados os dados da Matriz a partir da equação 2.

Equação 2: Equação de Normalização da Matriz

$$n_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^n x_{ij}^2}}, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n.$$

**Etapa 4:** Multiplicação da Matriz pelos pesos dos critérios.

Equação 3: Multiplicação dos Pesos

$$p = [p_{ij}] m \times n : p_{ij} = w_j \times r_{ij}$$

**Etapa 5:** Alternativas ideal e não ideal. Após normalização com os pesos, são selecionados o maior e menor valor de cada critério para serem executados nas seguintes equações, respectivamente:

Equação 4: Equação Positiva (Melhor Valor)

$$\text{Positiva: } d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (d_{ij})^2} \rightarrow p_j^+ - p_{ij}$$

Equação 5: Equação Negativa (Pior Valor)

$$\text{Negativa: } d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (d_{ij})^2} \rightarrow p_j^- - p_{ij}$$

**Etapa 6:** Calcula-se a proximidade relativa de cada alternativa e as coloca em ordem decrescente. Por fim, com os valores mais próximos e mais afastados do coeficiente número 1 (um) de cada Critério, são definidos a partir da Equação 6 o “ranqueamento” das Alternativas.

Equação 6: Ranqueamento das Alternativas

$$RC_i = \frac{S_j^-}{S_j^+ + S_j^-}$$

#### 4. Estudo de caso

O estudo de caso foi executado com a colaboração da empresa Alfaiataria São Lucas e, assim averiguar a ordem de prioridade de aquisição das alternativas tecnológicas, preestabelecidas na modelagem, para a execução da metodologia com os desafios pertinentes a microempresa, criando um parâmetro para a caso no futuro a mesma pretenda investir o seu capital em equipamentos que se enquadrem nos conceitos de indústria 4.0.

#### 4.1 A empresa

A empresa Alfaiataria São Lucas do GESA LTDA - ME, deu início em suas atividades no ano de 1956, dentro do Quartel Militar 31º GAC, localizado na Vila Militar, zona oeste, Rio de Janeiro, com o seu primeiro e falecido proprietário, Sr. Antônio Baptista. Desde sua abertura, se enquadra como microempresa (ME), que segundo o BNDES (2018) as são aquelas em que seu faturamento anual é igual ou inferior a R\$ 360 mil.

Com o passar dos anos, além do desejo e necessidade de ampliar e evoluir a empresa, assim como, atender as demandas do mercado, o processo de confecção foi se adaptando aos poucos e substituindo o sistema tradicional de produção por uma confecção mais enxuta. Tendo como base os conceitos de *just-in-time*, através de uma produção puxada, de acordo com a demanda, evitando desperdícios e o estoque elevado.

Figura 4: Logomarca da empresa



Fonte: Alfaiataria São Lucas (2017)

Além do fato da dificuldade de mão de obra qualificada, pode-se dizer que a profissão de alfaiate encontrasse quase que em extinção, o trabalho artesanal do alfaiate, individualizado, sob medida, foi sendo deixado um pouco de lado, com a produção de uniformes com tamanhos padrão e assim, ter margem para atender outras organizações públicas e privadas.

Aproveitando a versatilidade que é permitido dentro do ramo têxtil, devido aos equipamentos e mão de obra, foi permitido um aproveitamento da infraestrutura, para equilibrar e manter a empresa no mercado de forma competitiva, mesmo após grandes instabilidades e crises no mercado interno, concorrência etc.

## 4.2 Confeção 4.0

Dessa forma, foi utilizado como base os equipamentos da confecção 4.0 do SENAI CETIQT, onde possui uma linha de produção que é voltada 100% a este conceito e, tem-se um modelo de fabricação que automatiza quase todo o processo de confecção de uma peça de roupa. Que vai desde a escolha do tipo da peça (*Tops* ou *Bottoms*), personalização do item (cor, tamanho, estampa), corte do tecido, fechamento da peça pelo colaborador (única etapa com a interação da mão de obra), até o seu empacotamento e armazenagem.

Figura 5: Confeção 4.0 SENAI CETIQT



Autor: SENAI CETIQT (2018)

## 4.3 Variáveis de Escolha

Para a operação do método TOPSIS foram escolhidas as alternativas de acordo com a planta piloto do SENAI CETIQT de indústria 4.0, que são os equipamentos que compõem todo o processo de criação de uma peça de roupa definida e personalizada pelo cliente. Tais equipamentos encontram-se listados no Quadro 1.

Quadro 1: Alternativas e Critérios de Escolha

ALTERNATIVAS	CRITÉRIOS
$A_1$ = Espelho Virtual - (Suporte + TV 70" Samsung + sensor Kinect 2.0 + computador DELL + Nobreak)	$C_1$ = Custo de Aquisição (Valor estimado do equipamento, R\$ reais)
$A_2$ = Impressora – Modelo Epson SC-F9200	$C_2$ = Complexidade (Grau de manuseio do equipamento, Escala Likert)
$A_3$ = Máquina de Corte – Modelo Zünd S3	$C_3$ = Espaço (Área total do equipamento em Metros, m <sup>2</sup> )
$A_4$ = Robô Estoque – Modelo KR 6 R900 SIXX	$C_4$ = Demanda (Tempo de utilização do equipamento, Horas/Dia)
$A_5$ = Máquina de Bordar – Modelo Janome MB-7	$C_5$ = Assistência Técnica (Nível de assistência técnica, Escala Likert)
$A_6$ = Calandra – Modelo Mogk MTC-1800	$C_6$ = Produção (Produção do Equipamento, Unidade/Hora)
$A_7$ = Dobradeira – Modelo Metalnox MDM 280	$C_7$ = Energia Elétrica (Grau de consumo do equipamento, kiloWatt/Hora)

Fonte: Autores (2018)

Sendo assim, os critérios foram designados de acordo com os pontos onde o desafio se torna maior na hora de elevar a empresa em um novo patamar, afim de se manter competitiva no mercado, devido as novas atualizações dos processos e acompanhando os desejos dos clientes.

São inúmeros desafios, porém foram selecionados os que são consideramos fatores essenciais em uma análise prévia, quando as alternativas em questão são determinantes para introdução dos conceitos de indústria 4.0.

❖  **$C_1$  – Custo de aquisição**

Considerado um dos mais importantes, de acordo com o valor em Reais do equipamento, esse critério foi selecionado, tendo em vista o valor elevado, pode acabar sendo inviável para a empresa adquirir.

❖  **$C_2$  – Complexidade**

Relacionado diretamente com a mão de obra, com o auxílio da escala Likert, foi medido o grau de operação dos equipamentos (alternativas) propostas. Assim, pode-se mensurar a necessidade ou não de mão de obra mais qualificada.

❖ **C<sub>3</sub> – Espaço**

Outro fator determinante, a área total do equipamento em metros quadrados. Mesmo a empresa tendo possibilidade de investir o capital no maquinário, a falta de espaço para alocar os mesmos se torna um fator de peso.

❖ **C<sub>4</sub> – Demanda**

Esse critério foi selecionado, de acordo com a usabilidade do equipamento em horas por dia. Não havendo demanda, equipamento com tempo ocioso é prejudicial, produtivamente e financeiramente.

❖ **C<sub>5</sub> – Assistência técnica**

Novamente com a contribuição da escala Likert, foi aferido, de acordo com a experiência do gestor da empresa em relação a manutenção de equipamentos, o nível de assistência técnica disponível. Caso um equipamento venha a dar algum tipo de pane mecânica, a escassez de profissionais capacitados para solucionar pode ser um problema.

❖ **C<sub>6</sub> – Produção**

A produção do equipamento por unidade hora é um fato determinante para definir os aspectos produtivos e financeiros da aquisição dos equipamentos.

❖ **C<sub>7</sub> – Energia elétrica**

O consumo de energia elétrica dos equipamentos, medidos em quilowatt por hora, foi incluso como fator, pois dependendo do equipamento pode gerar um gasto maior da empresa.

### 4.3.1 Escala Likert

O modelo foi desenvolvido por Rensis Likert (1932) para mensurar atitudes no contexto das ciências comportamentais. A flexibilidade dessa escala permite criar parâmetros que são facilmente adaptáveis de acordo com a necessidade do explorador e da pesquisa, como por exemplo ao nível 1 mensurar sendo muito ruim até chegar ao nível 5, como muito bom ou até mesmo como péssimo (nível 1) até o excelente (nível 5). O Quadro 2 mostra um exemplo desta escala para medição de satisfação com um serviço, em 5 pontos.

Quadro 2: Exemplo Escala Likert

ESTOU SATISFEITO COM O SERVIÇO:				
DISCORDO TOTALMENTE	DISCORDO PARCIALMENTE	NÃO CONCORDO NEM DISCORDO	CONCORDO PARCIALMENTE	CONCORDO TOTALMENTE
1	2	3	4	5

Fonte: Autores (2018)

### 4.4 Execução do método TOPSIS

Foram utilizadas as etapas e equações presentes no item 2.4.2 deste trabalho. Dessa forma, para a operação da metodologia TOPSIS no estudo de caso, foram desconsideradas as etapas 2 e 4, sendo elas respectivamente, da escolha dos pesos de acordo com a importância das alternativas e, onde seria executado a multiplicação da matriz pelos pesos escolhidos na etapa 2.

A partir da análise prévia, deu-se início a estruturação e modelagem da metodologia. Primeiramente foi construído a matriz de decisão (Tabela 2), com os dados e valores, em números, das alternativas e critérios preestabelecidos para a execução do estudo de caso.

Tabela 2: Matriz de Decisão (alternativas x critérios)

$A_n \setminus C_n$	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
A1	45000	4	1	2	4	6	0,13
A2	110000	2	2,44	3	3	18	0,12
A3	400000	1	11,11	3	2	45	3
A4	90000	3	0,36	4	2	75	2
A5	21000	4	0,18	6	1	15	0,055
A6	110000	1	4,76	3	1	50	17,1
A7	50000	3	1,75	4	2	60	0,5

Fonte: Autores (2018)

Após a montagem da matriz de decisão foi realizado a normalização da matriz, mediante a utilização da Equação 2, gerando como resultado uma nova matriz com os valores normalizados, conforme mostra a Tabela 3, tendo em vista que foi trabalhado com diferentes padrões de medição para os critérios.

Tabela 3: Matriz de decisão normalizada

<b>An / Cn</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>C5</b>	<b>C6</b>	<b>C7</b>
<b>A1</b>	0,10132	0,53452	0,08000	0,20101	0,64051	0,05011	0,00744
<b>A2</b>	0,24767	0,26726	0,19519	0,30151	0,48038	0,15034	0,00686
<b>A3</b>	0,90060	0,13363	0,88875	0,30151	0,32026	0,37585	0,17158
<b>A4</b>	0,20264	0,40089	0,02880	0,40202	0,32026	0,62642	0,11439
<b>A5</b>	0,04728	0,53452	0,01440	0,60302	0,16013	0,12528	0,00315
<b>A6</b>	0,24767	0,13363	0,38078	0,30151	0,16013	0,41761	0,97803
<b>A7</b>	0,11258	0,40089	0,13999	0,40202	0,32026	0,50113	0,02860

Fonte: Autores (2018)

Para a realização da próxima etapa, a partir da matriz normalizada, foram selecionados os maiores e menores valores de cada critério em relação as alternativas, conforme mostra a Tabela 4.

Tabela 4: Maior e menor valor dos Critérios

	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>C5</b>	<b>C6</b>	<b>C7</b>
<b>V+</b>	0,04728	0,13363	0,01440	0,60302	0,16013	0,62642	0,00315
<b>V-</b>	0,90060	0,53452	0,88875	0,20101	0,64051	0,05011	0,97803

Fonte: Autores (2018)

O passo seguinte, após a seleção do maior ( $V +$ ) e menor ( $V -$ ) valor de cada critério foi a etapa 4. Com o auxílio das equações 4 e 5 gerou-se outras duas colunas com os “melhores” e “piores” valores de cada alternativa. Tais valores encontram-se indicados na Tabela 4.

Tabela 2: Melhor e Pior valor das Alternativas

	Di+	Di-
<b>A1</b>	0,58106	1,55436
<b>A2</b>	0,68594	1,40160
<b>A3</b>	1,36630	0,94900
<b>A4</b>	0,58341	1,49966
<b>A5</b>	0,51132	1,83190
<b>A6</b>	1,21902	0,92551
<b>A7</b>	0,60405	1,52745

Fonte: Autores (2018)

Com os “melhores” ( $D_i +$ ) e “piores” ( $D_i -$ ) valores de cada alternativa seguiu-se para o último estágio do método, a etapa 6, onde foi aplicada a equação 6. Dessa forma foram calculados novos e únicos valores para cada alternativa, sendo possível fazer o ranqueamento das mesmas em função dos novos valores, conforme mostra a Tabela 5.

Tabela 3: Valor final de referência das Alternativas

	RCi
<b>A1</b>	0,72789
<b>A2</b>	0,67141
<b>A3</b>	0,40988
<b>A4</b>	0,71993
<b>A5</b>	0,78179
<b>A6</b>	0,43157
<b>A7</b>	0,71661

Fonte: Autores (2018)

A partir do resultado  $RC_i$  obtido, foi feito o ranqueamento das alternativas, tendo em vista que quanto mais o valor do número se aproxima do coeficiente 1 (um) melhor e, quanto mais afastado, pior. A Tabela 6 apresenta o ranking final das alternativas.

Tabela 4: Ranking das alternativas

Rank	Alternativas
1º	A5 - Máquina de Bordar
2º	A1 - Espelho Virtual
3º	A4 - Robô Estoque
4º	A7 - Dobradeira
5º	A2 - Impressora
6º	A6 - Calandra
7º	A3 - Máquina de Corte

Fonte: Autores (2018)

Ao final obteve-se o ranqueamento das alternativas, da primeira até a última. Tem-se o resultado da ordem com que empresa deve se portar caso queira aderir em seus processos os equipamentos presentes no conceito de indústria 4.0.

#### 4.4.1 Discussão dos resultados

O resultado se mostrou conivente com os critérios estabelecidos, porém apesar dos equipamentos poderem ser operados de forma individual e facilmente adaptados na confecção, na atual estrutura da empresa, algumas alternativas teriam mais usabilidade do que outras, independente da ordem gerada pela metodologia.

Dessa forma, por parte do gestor, a empresa levaria tempo para obter cada equipamento de forma individual e, não haveria possibilidade financeira para adquirir todos os equipamentos em conjunto, pois demanda um montante de capital muito elevado. Mesmo levando em consideração o ordenamento do TOPSIS, essa solução de ordem para a aquisição não seria interessante.

Segundo o gestor, caso a empresa venha a aderir os conceitos de indústria 4.0 no futuro, o estudo de caso serviria como um norte para as escolhas a serem feitas, porém seria avaliado previamente diversos fatores para determinar se realmente aquele ordenamento para o processo da empresa no momento é o ideal.

## 5. Considerações Finais

O método multicritério de apoio à tomada de decisão TOPSIS descrito no capítulo 3, se mostrou eficiente, levando em consideração os critérios utilizados, dentro das dificuldades de implantação dos conceitos presentes na 4ª revolução industrial.

A metodologia escolhida, assim como qualquer outra do tipo AMD, seja em qual for a sua escola de origem, serve literalmente para apoiar a decisão e, não se pode torná-la como

verdade absoluta. Ela apenas serve para induzir como a empresa poderá prosseguir e se comportar, mediante os critérios e alternativas preestabelecidos. Cabe ao gestor, verificar, analisar e pesquisar se o ordenamento aferido pela metodologia está de acordo com as necessidades da empresa ou se será necessário fazer alguma alteração.

O estudo de caso atingiu o objetivo geral e específico do trabalho de forma satisfatória. Assim foi possível propor uma metodologia para implementação dos conceitos de indústria 4.0 detalhando as dificuldades e limitações como critério do método AMD TOPSIS.

Aplicando a metodologia foi possível verificar a ordem de aquisição dos equipamentos, caso a empresa almeje no futuro aderir ao seu sistema de produção esse novo conceito e, assim se manter no mercado de forma competitiva.

Um dos motivos de ter se mostrado satisfatório, se dá pelo exemplo que foi utilizado como base do conceito de indústria 4.0 para este trabalho, a confecção 4.0 do SENAI CETIQT. Um projeto/protótipo que passou por diversos estudos, pesquisas e por profissionais capacitados para fazer com que esse modelo fosse um espelho e retratasse a funcionalidade desse novo conceito.

## REFERÊNCIAS

ACOLET, TATIANA. **Modelo de análise de crédito fundamentado no ELECTRE TRI**. Rio de Janeiro: Faculdades Ibmecc. Dissertação de Mestrado Profissionalizante apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração das Faculdades Ibmecc, 2008.

BRUNO, F. S., **Do mercado interno à globalização: governo, instituições e empresários, planejando o futuro do setor**. In: SENAI CETIQT. Globalização da economia têxtil e de confecção brasileira: empresários, governo e academia unidos pelo futuro do setor. Série Desafios para a competitividade: cadeia têxtil. 2007.

BAHRIN, M., OTHMAN, F., AZLI, N., TALIB, M., Industry 4.0: A review on industrial automation and robotic. **Journal Teknologi**, [s.l.], v. 78, n.6-13, p.137–143, 2016.

BITKOM; VDMA; ZVI. **Implementation strategy industrie 4.0**: report on the results of the industrie 4.0 platform. Frankfurt, Alemanha, 2016.

BNDES. **Quem pode ser cliente**: Classificação de porte dos clientes. Disponível em: <<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/guia/quem-pode-ser-cliente/>>. Acesso em: 15 set. 2018.

EUROPEAN PARLIAMENT. **Industry 4.0**. União Europeia, 2016.

HWANG, C. L., YOON, K., **Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications: A State of the Art Survey**, Springer-Verlag, New York, USA, 1981.

HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. **Introdução à Pesquisa Operacional**. 9ª Edição. Porto Alegre: AMGH/McGraw-Hill, 2013. 1.005 p.

LIKERT, R. A, **technique for the measurement of attitudes**. Archives in Psychology, 140, p. 1-55, 1932.

MARINS, C. S.; SOUZA, D. O., BARROS, M. S., **O uso do método de análise hierárquica (AHP) na tomada de decisões gerenciais – um estudo de caso**. XLI Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. Porto Seguro/BA.2009.

PARREIRAS, R. O. VASCONCELOS, J. A. “**A Comparative Study of Smart and Promethee Coupled to Genetic Algorithms**”, Proceedings of the 11th Biennial IEEE Conference on Electromagnetic Field Computation (CEFC2004), Seoul, vol. 1, pp. 181, 2004.

SCHMIDT, A.M. A., 1995. **Processo de apoio à decisão- abordagens: AHP e Macbeth**. Dissertação. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.