



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS (UFG)  
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA (FCT)  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**NATHÁLIA CRISTHYNA RODRIGUES DE LIMA**

**APLICAÇÃO DO MÉTODO MULTICRITÉRIO ELECTRE TRI PARA A  
AVALIAÇÃO DA MATURIDADE DE INOVAÇÃO DE PROCESSOS  
INDUSTRIAIS**

Aparecida de Goiânia – GO

2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

## TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES

### E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei 9.610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

#### 1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação     Tese     Outro\*: \_\_\_\_\_

\*No caso de mestrado/doutorado profissional, indique o formato do Trabalho de Conclusão de Curso, permitido no documento de área, correspondente ao programa de pós-graduação, orientado pela legislação vigente da CAPES.

Exemplos: Estudo de caso ou Revisão sistemática ou outros formatos.

#### 2. Nome completo do autor

NATHÁLIA CRISTHYNA RODRIGUES DE LIMA

#### 3. Título do trabalho

APLICAÇÃO DO MÉTODO MULTICRITÉRIO ELECTRE TRI PARA A AVALIAÇÃO DA MATURIDADE DE INOVAÇÃO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS

#### 4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento  SIM     NÃO<sup>1</sup>

**[1]** Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

**a)** consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);

**b)** novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação. O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.



Documento assinado eletronicamente por **Roberto Da Piedade Francisco, Professor do Magistério Superior**, em 27/08/2024, às 17:04, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.

---



Documento assinado eletronicamente por **Nathalia Cristhyna Rodrigues De Lima, Discente**, em 03/09/2024, às 15:57, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.

---



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **4777500** e o código CRC **10645229**.

---

Referência: Processo nº 23070.033326/2024-71

SEI nº 4777500

NATHÁLIA CRISTHYNA RODRIGUES DE LIMA

**APLICAÇÃO DO MÉTODO MULTICRITÉRIO ELECTRE TRI PARA A  
AVALIAÇÃO DA MATURIDADE DE INOVAÇÃO DE PROCESSOS  
INDUSTRIAIS**

Dissertação de Mestrado Profissional apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT), da Universidade Federal de Goiás (UFG), como requisito para obtenção do título de Mestre Profissional em Engenharia de Produção.

Área de concentração: Sistemas Produtivos

Linha de pesquisa: Gerenciamento de Sistemas Produtivos

Orientador: Prof. Dr. Roberto da Piedade Francisco

Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Nadya Regina Galo

Aparecida de Goiânia – GO

2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Lima, Nathália Cristhyna Rodrigues de  
APLICAÇÃO DO MÉTODO MULTICRITÉRIO ELECTRE TRI PARA A  
AVALIAÇÃO DA MATURIDADE DE INOVAÇÃO DE PROCESSOS  
INDUSTRIAIS [manuscrito] / Nathália Cristhyna Rodrigues de Lima. -  
2024.

CIII, 103 f.

Orientador: Prof. Dr. Roberto da Piedade Francisco; co  
orientadora Dra. Nadya Regina Galo.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás,  
Faculdade de Ciência e Tecnologia, Programa de Pós-graduação em  
Engenharia de Produção, Aparecida de Goiânia, 2024.

Apêndice.

Inclui lista de figuras, lista de tabelas.

1. Nível de maturidade em inovação. 2. Gestão da inovação. 3.  
Indústria 4.0. 4. ELECTRE TRI. I. Francisco, Roberto da Piedade,  
orient. II. Título.

CDU 658.5



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
**ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO**

Ata nº **38** da sessão de Defesa de Dissertação de **Nathália Cristhyna Rodrigues de Lima**, que confere o título de Mestre(a) em **Engenharia de Produção**, na área de concentração em **Sistemas Produtivos**.

Ao/s **dezesete dias do mês de julho de dois mil e vinte e quatro**, a partir da(s) **14 horas**, cuja **participação ocorreu através de videoconferência**, realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada **“APLICAÇÃO DO MÉTODO MULTICRITÉRIO ELECTRE TRI PARA A AVALIAÇÃO DA MATURIDADE DE INOVAÇÃO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS”**. Os trabalhos foram instalados pelo Orientador, Professor Doutor **Roberto da Piedade Francisco (FCT/UFG)** com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Professor Doutor **Manuel Osório Binelo (UNIJUÍ)**, membro titular externo; Professor Doutor **Júlio Cesar Valandro Soares (FCT/UFG)**, membro titular interno, e a Professora Doutora **Nadya Regina Galo**, coorientadora. Durante a arguição os membros da banca **não fizeram** sugestão de alteração do título do trabalho. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação, tendo sido a candidata **aprovada** pelos seus membros. Proclamados os resultados pelo Professor Doutor **Roberto da Piedade Francisco**, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora, ao(s) **dezesete dias do mês de julho de dois mil e vinte e quatro**, às **15:50**.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA



Documento assinado eletronicamente por **Roberto Da Piedade Francisco, Professor do Magistério Superior**, em 17/07/2024, às 16:12, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Nadya Regina Galo, Usuário Externo**, em 17/07/2024, às 16:38, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Julio Cesar Valandro Soares, Professor do Magistério Superior**, em 17/07/2024, às 18:03, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Manuel Osório Binelo, Usuário Externo**, em 12/08/2024, às 13:50, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **4678131** e o código CRC **4A041757**.



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS**

---

**BANCA EXAMINADORA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Autora: Nathália Cristhyna Rodrigues de Lima**

**Orientador: Prof. Dr. Roberto da Piedade Francisco**

**Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Nadya Regina Galo**

**Membros:**

**1. Prof. Dr. Júlio Cesar Valandro Soares**

**2. Prof. Dr. Manuel Osório Binele**

**Data: 17/07/2024**

**DEDICO ESTE TRABALHO A MEUS PAIS, QUE ME MOSTRARAM QUE O  
ÚNICO E VERDADEIRO PATRIMÔNIO É O CONHECIMENTO. AOS MEUS  
FAMILIARES, ESPOSO E FILHA, QUE DE FORMA GENEROSA DEDICARAM-SE  
A CONSTRUIR TODO O AMBIENTE, CONHECIMENTO E OS PILARES QUE ME  
PERMITIRAM ESTAR AQUI.**

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de expressar meu sincero agradecimento a todas as pessoas que tornaram possível a realização deste trabalho. Em primeiro lugar, agradeço a Deus pela força e pela inspiração que me concedeu durante todo o processo. Agradeço imensamente ao meu marido/pai por seu apoio incondicional, compreensão e encorajamento ao longo de todas as etapas deste trabalho. Sua paciência e incentivo foram fundamentais para que eu pudesse me dedicar plenamente a este projeto. À minha filha, que trouxe alegria e motivação extra aos meus dias, agradeço por compreender as horas em que precisei me ausentar para me concentrar nos estudos. Por fim, não poderia deixar de agradecer aos meus pais, cujo amor, orientação e apoio constante ao longo da vida me proporcionaram as bases necessárias para alcançar meus objetivos acadêmicos. Suas palavras de sabedoria e encorajamento foram fundamentais em cada passo deste caminho. Agradeço também às minhas irmãs, sobrinhos, cunhados e familiares, que compreenderam cada ausência, cada momento longe, enquanto eu me dedicava à realização dos trabalhos e experimentos descritos aqui. Além disso, agradeço especialmente por terem compartilhado momentos de descontração e relaxamento que trouxeram tantos sorrisos e momentos felizes. A todos vocês, meu profundo obrigado por fazerem parte desta jornada e por sempre estarem ao meu lado. Este trabalho não seria possível sem o apoio e o amor de vocês. Que nossos laços se fortaleçam ainda mais com cada conquista compartilhada.

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
1.1. Estrutura da Dissertação .....	14
1.2. Problema de Pesquisa .....	15
1.3. Objetivos.....	15
1.3.1. Objetivo Geral .....	16
1.3.2. Objetivos Específicos .....	16
1.4. Justificativa .....	16
<b>CAPÍTULO 2 – REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>19</b>
2.1. Inovação e Gestão da Inovação .....	19
2.1.1. Inovação .....	19
2.1.2. Gestão da Inovação .....	26
2.1.3. Inovação em Processos.....	30
2.2. Métodos de Ferramentas de Avaliação da Maturidade em Inovação.....	35
2.3. Método de Tomada de Decisão Multicritério – ELECTRE TRI .....	44
<b>CAPÍTULO 3 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	<b>50</b>
3.1. Metodologia da Pesquisa .....	50
3.2. Metodologia do Trabalho .....	54
3.3. Proposta de Método de Medição do Nível de Maturidade em Inovação .....	56
3.4. Ferramenta de Aplicação do Método .....	59
3.5. Informações de Campo.....	61
3.5.1. Método de Medição .....	62
3.5.2. Dados Coletados para Aplicação do Método ELECTRE TRI .....	68
<b>CAPÍTULO 4 – ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b> .....	<b>72</b>
4.1. Aplicação do Método ELECTRE TRI .....	72
4.2. Análise de Sensibilidade Quanto aos Parâmetros do ELECTRE TRI .....	82
<b>CAPÍTULO 5 – CONCLUSÃO</b> .....	<b>84</b>
<b>CAPÍTULO 6 – REFERÊNCIAS</b> .....	<b>86</b>
<b>APÊNDICE A</b> .....	<b>95</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura do trabalho.....	15
Figura 2 - Dimensões críticas da gestão da inovação.....	28
Figura 3 - Componentes básicos da Indústria 4.0.....	33
Figura 4 - Níveis de Maturidade e Classificação das Empresas do Método IMPULS.....	37
Figura 5 - Definição de categorias usando perfis de limite. ....	46
Figura 6 - Relação entre a e b a partir dos índices de credibilidade. ....	48
Figura 7 - Método para pesquisa bibliográfica. ....	51
Figura 8 - Etapas de Pesquisa. ....	55
Figura 9 - Níveis de inovação.....	56
Figura 10 - Ferramenta de aplicação do método. ....	59
Figura 11 - Tabela com os critérios de inovação da ferramenta de aplicação.....	60
Figura 12 - Exemplo da Ferramenta aplicada ao método.....	60
Figura 13 - Blocos da pesquisa em campo. ....	62
Figura 14 - Categorias do método. ....	69
Figura 15 - Categorias do método utilizando limites de perfis.....	70
Figura 16 - Procedimento pessimista e otimista da empresa 1.....	75
Figura 17 - Procedimento pessimista e otimista da empresa 2.....	77
Figura 18 - Procedimento pessimista e otimista da empresa 8.....	78
Figura 19 - Procedimento pessimista e otimista da empresa 12.....	80
Figura 20 - Procedimento pessimista e otimista da empresa 11.....	81

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Evolução do processo de inovação.....	25
Quadro 2 - Vantagens e Desafios da Indústria 4.0. ....	34
Quadro 3 - Método de Maturidade IMPULS - Indústria 4.0. ....	37
Quadro 4 - Níveis de maturidade em relação à Estratégia Corporativa com maturidade exemplar. ....	38
Quadro 5 - Método de Maturidade e Prontidão para a Estratégia I4.0.....	38
Quadro 6 - Avaliação da Maturidade Lean e Performance Operacional.....	39
Quadro 7 - Avaliação de Processos Requisitos para Estruturas de Medição de Processos (SPICE).....	40
Quadro 8 - Método de Maturidade de Processos – DREAMY. ....	41
Quadro 9 - Método de Maturidade DPMM 4.0. ....	42
Quadro 10 - Método de Maturidade OSCM 4.0.....	43
Quadro 11 - Dimensões do Método de Maturidade em Processos.....	57
Quadro 12 - Níveis de maturidade do método de inovação. ....	58

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Fórmulas para cálculo dos índices.....	47
Tabela 2 - Pesquisas realizadas nas bases/periódicos.....	52
Tabela 3 - Limites de preferência, indiferença e de veto do método.....	71
Tabela 4 - Matriz de decisão do método.....	72
Tabela 5 - Conjunto de alternativas a partir dos critérios.....	73
Tabela 6 - Relações de preferências das empresas parceiras.....	73
Tabela 7 - Resultado da categorização das alternativas das empresas parceiras.....	74
Tabela 8 - Critérios das empresas 1, 4 e 6.....	76
Tabela 9 - Critérios das empresas 8, 13 e 15.....	79
Tabela 10 - Resultado da categorização das alternativas das empresas parceiras, com a redução do nível de corte.....	82

## RESUMO

O problema de pesquisa abordado consiste em identificar que ferramentas as indústrias de pequeno e médio porte podem utilizar para monitorar e controlar o nível de maturidade de inovação dos seus processos. Este trabalho tem como objetivo desenvolver uma ferramenta para avaliação da maturidade em inovação de processos em empresas de pequeno e médio porte do setor industrial. A ferramenta foi projetada para auxiliar essas empresas na identificação e monitoramento da maturidade de inovação em processos, permitindo uma análise estruturada e sistemática de suas práticas e definição de estratégias. A ferramenta proposta é desenvolvida adotando-se uma planilha avançada, em Excel, que posteriormente poderá ser convertida em um aplicativo de software, facilitando seu uso e aplicação por empresas. O desenvolvimento da ferramenta inclui a definição de critérios e indicadores chave que refletem a maturidade em inovação de processos, tais como cultura organizacional, gestão de processos, habilidades e estratégias, ferramentas e tecnologias, governança, e clientes e mercado. Os critérios são avaliados com base em dados que são coletados em empresas, e os resultados são categorizados em níveis de maturidade, permitindo uma visão clara de como seus processos incorporam inovações e de que avanços necessitam. A ferramenta também incorpora procedimentos de categorização pessimista e otimista de método de tomada de decisão multicritério (ELECTRE TRI) para oferecer uma análise mais robusta e abrangente. Além disso, a pesquisa destaca a importância de tecnologias da Indústria 4.0 e da padronização dos processos para alavancar a inovação nas empresas. Para validar a ferramenta, dados foram obtidos e analisados para identificar padrões e insights sobre o nível de maturidade em inovação. Os resultados obtidos permitiram ajustar a ferramenta e verificar sua eficácia em diferentes contextos organizacionais. A análise dos resultados mostrou uma classificação precisa das alternativas em diferentes categorias de inovação, facilitando a priorização de ações estratégicas e destacando as alternativas mais promissoras. A partir da análise dos resultados obtidos, são feitas recomendações específicas para aprimorar as práticas de inovação e gestão de processos. Este trabalho é um passo significativo para ajudar empresas de pequeno e médio porte a fortalecerem suas capacidades inovadoras, de modo a alcançarem maior competitividade e sustentabilidade no setor industrial. O uso do ELECTRE TRI facilitou a priorização de ações estratégicas, destacando as alternativas mais promissoras e permitindo que as empresas identifiquem áreas que necessitam de melhorias e áreas que já apresentam alto desempenho inovador.

Palavras chaves: Nível de maturidade em inovação; Gestão da inovação; Indústria 4.0; ELECTRE TRI.

## ABSTRACT

The research problem addressed consists of identifying which tools small and medium-sized industries can use to monitor and control the maturity level of innovation in their processes. This work aims to develop a tool for assessing the maturity of process innovation in small and medium-sized companies in the industrial sector. The tool was designed to assist these companies in identifying and monitoring the maturity of innovation in processes, allowing a structured and systematic analysis of their practices and strategy definition. The proposed tool is developed by adopting an advanced spreadsheet in Excel, which can later be converted into a software application, facilitating its use and application by companies. The development of the tool includes the definition of key criteria and indicators that reflect the maturity in process innovation, such as organizational culture, process management, skills and strategies, tools and technologies, governance, and customers and market. The criteria are evaluated based on data collected from companies, and the results are categorized into maturity levels, allowing a clear view of how their processes incorporate innovations and what improvements are needed. The tool also incorporates pessimistic and optimistic categorization procedures of the multi-criteria decision-making method (ELECTRE TRI) to offer a more robust and comprehensive analysis. Furthermore, the research highlights the importance of Industry 4.0 technologies and the standardization of processes to leverage innovation in companies. To validate the tool, data were obtained and analyzed to identify patterns and insights into the level of maturity in innovation. The results allowed for adjusting the tool and verifying its effectiveness in different organizational contexts. The analysis of the results showed an accurate classification of alternatives into different categories of innovation, facilitating the prioritization of strategic actions and highlighting the most promising alternatives. Based on the analysis of the results obtained, specific recommendations are made to improve innovation practices and process management. This work is a significant step in helping small and medium-sized companies strengthen their innovative capabilities to achieve greater competitiveness and sustainability in the industrial sector. The use of ELECTRE TRI facilitated the prioritization of strategic actions, highlighting the most promising alternatives and enabling companies to identify areas needing improvement and areas that already show high innovative performance.

Keywords: Level of maturity in innovation; Innovation management; Industry 4.0; ELECTRE TRI.

## CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, as organizações enfrentaram várias mudanças principalmente no que tange o contexto econômico e na transformação digital. Isto é proveniente do desenvolvimento contínuo do mercado global, que necessita atender as novas demandas dos consumidores, encarar novos desafios e criar estratégias para enfrentar a instabilidade econômica e política. Neste sentido, com essa globalização presente, impactando diretamente nas empresas, elas precisam se apropriar de estratégias e ferramentas para obter um diferencial competitivo frente ao mercado.

Neste pressuposto, Chang e Cheng (2019) afirmam que as empresas são desafiadas constantemente a se adaptarem, de modo a atender as novas necessidades e práticas do mercado volátil, buscando alcançar um crescimento sustentável. E com isso é possível conquistar uma parcela maior do mercado e promover um melhor desenvolvimento e aumento do capital financeiro da empresa. Uma excelente estratégia de competitividade utilizada é incorporar a inovação nos processos, serviços e/ou produtos presentes nas organizações.

Além do mais, é necessário que as empresas implementem tecnologias em seus processos, devido as necessidades da inserção de equipamentos e/ou estratégias mais inovadoras para que essas organizações se tornem mais desenvolvidas. Pois, de acordo com Ganzarain e Errasti (2016) os negócios necessitam de uma assistência tecnológica, tanto virtual quanto física, para conseguir proporcionar um melhor desempenho e rápida adaptação em suas relações e operações (GANZARAIN e ERRASTI, 2016). Por isso, é necessário que as empresas se planejem e criem técnicas se tornando mais ágeis e obtendo melhor capacidade de resposta.

O processo inovativo organizacional desempenha um papel crucial na solução de problemas ambientais, culturais e econômicos, tornando essencial que as empresas invistam em inovação devido ao seu impacto em várias áreas. Koh, Orzes e Jia (2019) destacam que, embora existam técnicas para melhorar a produtividade e eficiência no processo produtivo industrial, é necessário reformular o uso da cadeia de suprimentos para obter melhores resultados.

Nesse sentido, é imprescindível que as organizações busquem inovar continuamente os seus processos produtivos, principalmente, o que está relacionado a gestão da cadeia de suprimentos (SCM). Pois assim, Majeed e Rupasinghe (2017) afirmam que as empresas devem incorporar tecnologias existentes em seus processos para alcançar competitividade e sustentabilidade ao longo da cadeia de suprimentos. Isto porque somente assim as organizações conseguirão obter crescimento, a partir das alterações propostas pela demanda dos clientes, pela inovação dos processos e, conseqüentemente, pela necessidade da empresa.

A utilização de tecnologias adequadas pode auxiliar no processo de transformação digital das indústrias. Fato que se tornou um desafio incessante para as organizações, devido a capacidade dessas empresas conseguirem realizar mudanças que proporcione crescimento, facilitando a proximidade com o seu público e elevando a competitividade entre os negócios. Com isso, Oliveira, Oliveira e Ziviani (2019) compreendem que esse processo envolve a adoção de novas tecnologias disruptivas e a implementação de respostas estratégicas com o objetivo de transformar a maneira como o valor é criado nas organizações.

Além disso, propiciar a transformação da mentalidade das empresas é possível acarretar o seu desenvolvimento e crescimento frente ao mercado. Neste sentido, Majchrzak, Markus e Wareham (2016) afirmam a mudança das atividades produtivas, dos processos de negócios, das competências humanas e de métodos empresariais que buscam, de forma estratégica, alavancar as organizações e oferecem oportunidades para obter fontes tecnológicas são compreendidos como um processo de transformação digital consiste em.

Diante disso, é importante que as indústrias se tornem mais competitivas, consigam implementar novas tecnologias, apresentando inovações no mercado, para que assim ela tenha vantagens. Neste sentido, é necessário criar e estruturar métodos e estratégias para monitorar o quanto a empresa consiga implementar inovações em seus processos, serviços e/ou produtos oferecidos aos clientes. Além de que, utilizar métodos para indicar a inovação presente nas empresas é essencial na busca para compreender e monitorar os processos produtivos, bem como na difusão dos conhecimentos científicos, tecnologias e inovações (BERNE, 2016).

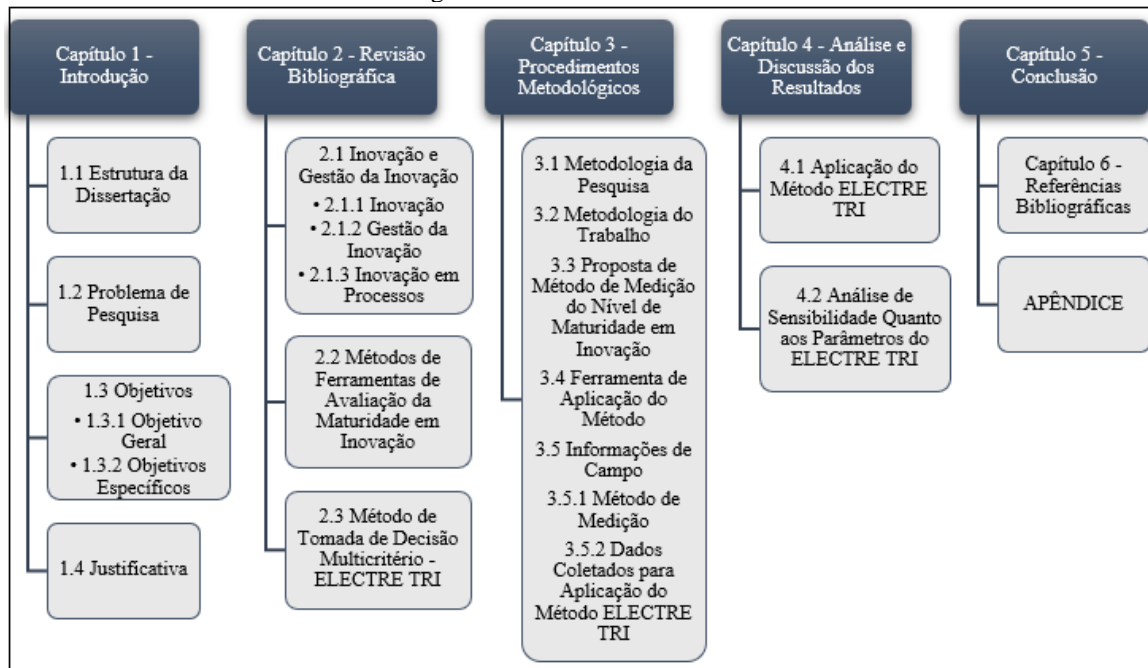
## **1.1 Estrutura da Dissertação**

A primeira seção do presente trabalho contextualiza o tema e apresenta o problema de pesquisa, bem como define os objetivos geral e específicos deste trabalho. Na segunda seção, é realizada uma revisão bibliográfica, que visa apresentar os conceitos, vantagens e desvantagens da inovação, o que é a gestão da inovação. Além de compreender o que é a inovação de processos e de que forma Indústria 4.0, assim como suas ferramentas tecnológicas irão impactar os processos produtivos industriais. Ainda neste capítulo é feito um levantamento de ferramentas que monitorem e avaliem o nível de maturidade de inovação dos processos dentro das organizações e, também, o que consiste no método multicritério ELECTRE TRI.

A terceira seção apresenta a metodologia aplicada para alcançar os objetivos deste trabalho, com a caracterização da pesquisa, a apresentação dos métodos e ferramentas desenvolvidas geradas na constituição deste trabalho. Assim como apresentar o modelo

proposto de ferramenta de avaliação de maturidade em inovação de processos e a ferramenta de aplicação do método. Na quarta seção são apresentados os resultados obtidos, desde a aplicação do ELECTRE TRI nas empresas parceiras, como a apresentação da ferramenta de avaliação do nível de maturidade de inovação em processos nas empresas. Na Figura 1 está representada a estrutura do trabalho.

Figura 1 - Estrutura do trabalho.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

## 1.2 Problema de Pesquisa

Deste modo, este trabalho tem como tema de pesquisa desenvolver um método de avaliação da maturidade de inovação em processos de indústrias de pequeno e médio porte, que possibilite que as organizações consigam um melhor posicionamento estratégico, bem como o mercado se beneficie com empresas que estejam mais bem desenvolvidas, tornando o cenário econômico mais atrativo. Neste sentido, a pergunta norteadora de pesquisa é: que ferramentas as indústrias de pequeno e médio porte podem utilizar para monitorar e controlar o nível de maturidade de inovação dos seus processos?

## 1.3 Objetivos

Visando responder o problema de pesquisa do presente trabalho foi possível definir os objetivos geral e específicos que são apresentados nos tópicos seguintes.

### **1.3.1 Objetivo Geral**

Este trabalho tem como objetivo desenvolver uma ferramenta para avaliação da maturidade em inovação de processos em empresas de pequeno e médio porte industriais, empregando o método multicritério ELECTRE TRI.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

Para alcançar o objetivo geral, o estudo propõe como objetivos específicos:

- Conhecer e comparar sistemas ou ferramentas de avaliação de maturidade da inovação em processos industriais, através de uma revisão bibliográfica;
- Desenvolver um método para avaliar a situação atual das empresas de pequeno e médio porte relativamente ao grau de inovação em seus processos, definindo indicadores de maturidade em inovação de processos industriais e desenvolvendo um método de cálculo aplicando-se o ELECTRE TRI;
- Testar e validar a ferramenta através de informações de campo;
- Estruturar uma ferramenta (dashboard) para o monitoramento da evolução da maturidade em inovação.

## **1.4 Justificativa**

As organizações frequentemente enfrentam desafios quando se trata de inovação, incluindo recursos limitados, capacidades internas restritas e maior sensibilidade ao risco. No entanto, o reconhecimento da importância da inovação para a competitividade e o crescimento sustentável tem levado a necessidade de desenvolver ferramentas de avaliação de maturidade em inovação que são adaptáveis e acessíveis para as empresas de pequeno e médio porte. Pois, Naranjo-Valencia, Jiménez-Jiménez e Sanz-Valle (2016) afirmaram que a inovação apresenta resultados positivos dentro da organização que consegue implementá-la.

A inovação é uma das principais alavancas para o crescimento e a competitividade das organizações em um ambiente de negócios em constante evolução. Portanto, é importante monitorar o nível de maturidade em inovação dentro dessas organizações por vários motivos. Desde a identificação dos pontos fortes e fracos da empresa ao implementar a inovação, as

oportunidades de melhoria dentro da empresa, o aumento da competitividade. Além da melhora da eficiência e eficácia, aumento da satisfação do cliente e alinhamento da inovação como estratégia de desenvolvimento da organização. De acordo com o Índice Global de Inovação de 2021 (DE INOVAÇÃO, 2021), divulgado pela OMPI – Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI), as empresas mais inovadoras têm um desempenho financeiro superior às demais, com um retorno sobre ativos 80% superior.

Além disso, as mudanças do mercado estão ocorrendo em ritmo acelerado, apresentando muitas inovações e provocando perturbações nas empresas. Contudo, é necessário que essas organizações sejam reativas às mudanças, adaptando suas tecnologias como estratégia de sobrevivência frente ao concorrente (HAAKER *et al.*, 2021). Neste sentido, a organização que consiga acompanhar as mudanças inovativas proposta pelo mercado e que de tal modo possa monitorar esse nível de inovação, se tornará mais produtiva e obterá uma maior qualidade de seus processos, tornando-as mais competitivas.

De acordo com De Negri (2022) em um estudo realizado no Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) revelou que apenas no Brasil entre 34% das empresas que são inovadoras, 19,1% lançaram produtos novos no mercado e 28,8% lançaram processos novos no mercado. Além disso, o estudo mostrou que a maior parte dessas empresas concentra seus investimentos em melhorias incrementais de produtos e processos, em vez de inovações mais radicais. Isso sugere que muitas empresas de médio e pequeno porte no Brasil ainda estão em estágios iniciais de maturidade em inovação. Fato que sugere a necessidade de elevar esses parâmetros a partir da implementação de melhorias e inovações dentro das empresas.

No entanto, existem iniciativas e programas que buscam estimular a inovação nessas empresas, embora ainda haja um longo caminho a percorrer, há um potencial significativo de inovação em empresas brasileiras de médio e pequeno porte. O sucesso dependerá de uma combinação de fatores, como investimento em pesquisa e desenvolvimento, capacitação de equipes, criação de uma cultura de inovação e acesso a financiamento e redes de suporte.

Um estudo realizado pela Serasa Experian (2020), mostrou que o número de novas empresas abertas no Brasil cresceu 6,4% no segundo semestre do ano, em relação ao mesmo período do ano anterior. No entanto, é importante lembrar que o cenário ainda é desafiador e que as novas empresas precisam estar preparadas para enfrentar os obstáculos que surgem no caminho do crescimento, especialmente em momentos de incerteza econômica e política.

Além disso, um levantamento feito pelo Sebrae (2021) em parceria com a Fundação Getúlio Vargas (FGV) apontou que as micro e pequenas empresas têm apresentado mais resiliência diante da crise e que muitas delas têm investido em tecnologia e inovação para

manter seus negócios. Para isso, é fundamental contar com uma boa gestão e um planejamento estratégico adequado, buscando se adaptar às novas demandas do mercado e aproveitar as oportunidades que surgem.

De acordo com o Mapa de Empresas do Ministério da Economia (2023), o número de novas empresas abertas de pequeno porte no Brasil até março de 2023 foi de 10.060 organizações. Além disso, em relação à sobrevivência dessas organizações, estudos apontam que a taxa de mortalidade de empresas no Brasil é alta, especialmente nos primeiros anos de vida. De acordo com uma pesquisa realizada pelo Sebrae (2020) em parceria com o Instituto Brasileiro de Qualidade e Produtividade (IBQP), em 2019, cerca de 24,8% das empresas brasileiras encerraram suas atividades em até dois anos de funcionamento.

Para enfrentar esse cenário, é fundamental que as indústrias adotem estratégias para se adaptarem às novas demandas do mercado, buscando investir em inovação e tecnologia, e garantir a segurança e o bem-estar dos seus funcionários. Por este pressuposto, Dobni e Klassen (2021) afirmam que a inovação está tão intimamente ligada ao talento, recursos, processos, tecnologias, relacionamentos com clientes, produtos e serviços.

Outro ponto a ser destacado no processo de incorporar tecnologias ao sistema de gestão das operações consiste em auxiliar na construção de uma cadeia de suprimentos mais responsiva. De tal modo que, para que as empresas consigam obter resultados satisfatórios neste processo é necessário que seja feito um monitoramento contínuo dos processos e que a empresa se adapte mesmo com a complexidade do negócio (KERSTEN *et al.*, 2017).

Neste sentido, a NBR ISO 9001 (2015) sublinha a importância de monitorar e medir regularmente os processos e produtos para assegurar que os requisitos do sistema de gestão da qualidade sejam cumpridos. A norma ainda afirma que as organizações analisem e avaliem esses dados para melhorar continuamente a eficácia do sistema e garantir que ele continue a atender às necessidades e expectativas dos clientes e outras partes interessadas. Sendo assim, medir o nível de maturidade dos processos é importante, pois pode ajudar as organizações a gerirem e manterem seus esforços de introdução da inovação. De modo a melhorar seus processos e a qualidade dos produtos, assim como alinhar os processos com a estratégia da organização, aumentar a confiabilidade e a eficiência dos processos e, em consequência, melhorar os resultados do negócio.

## **CAPÍTULO 2 – REVISÃO DA LITERATURA**

Para fundamentar este trabalho, foi realizada uma pesquisa bibliográfica com os principais temas do estudo dentre os quais, diante dos objetivos propostos, serão abordados os seguintes assuntos: Inovação; Gestão da Inovação; Inovação em Processos; Métodos de Ferramentas de Medição do Nível de Maturidade em Inovação; Método Tomada de Decisão Multicritério – ELECTRE TRI.

### **2.1 Inovação e Gestão da Inovação**

#### **2.1.1 Inovação**

Inovação é um termo que pode ter diferentes definições dependendo do contexto em que é utilizado, podendo ser discutido em diferentes campos, como a economia, a administração e a tecnologia. De acordo com o Manual de Oslo (OCDE, 1997) a inovação consiste na implementação de um produto, bem ou serviço novo ou significativamente melhorado, buscando comercializar oportunidades mais eficientes. Para tanto, a inovação pode ser de produtos, serviços, processos, marketing e organizacional visando entregar aos clientes um serviço e/ou produto que se destaca e que apresente valor agregado ao mercado. Em geral, a inovação se refere ao processo de criação, desenvolvimento e implementação de novas ideias, produtos, serviços ou processos que criam valor para indivíduos, empresas ou a sociedade como um todo.

Além disso, Drucker (2013) assegura que a organização que possui ideias brilhantes não representa somente a inovação em si, pois necessariamente um novo produto ou serviço precisa monetizar lucro junto à inovação. Deste modo, a inovação pode envolver o uso de novas tecnologias, a melhoria de processos existentes, a criação de novos produtos ou serviços, a descoberta de novas oportunidades de mercado, entre outras coisas.

Schumpeter (1934) complementa explicando que inovação é a introdução de um novoproduto, processo ou mercado que cria valor para os consumidores e aumenta a competitividade das empresas. Esse processo pode levar a vantagens competitivas, uma vez que as empresas que inovam podem diferenciar seus produtos e serviços e criar barreiras de entrada para novos concorrentes. Além do mais, ela proporciona o aumento

da eficiência e da produtividade nas empresas, reduzindo os custos de produção e melhorando a qualidade dos produtos e serviços oferecidos. Isso pode ser especialmente importante em setores com grande concorrência e margens de lucro reduzidas.

As empresas precisam realizar o processo inovativo para elevar seu desempenho e ocasionar vantagens competitivas. Por isso, Bessant e Tidd (2009) destaca que a inovação é evidenciada na capacidade de estabelecer as relações entre a organização e o mercado, ao perceber oportunidades e aproveitá-las. Pois assim, será possível adquirir maior desenvolvimento financeiro, competitivo e econômico. Além disso, O’Cass e Sok (2013) afirmam que para obter um nível inovativo elevado é importante que a organização tenha criatividade, cultura inovadora, recursos e competências, para que a empresa alcance o seu espaço no mercado.

Neste sentido, a inovação pode ser vista como um processo dinâmico que envolve a identificação de uma necessidade ou problema, a busca por soluções criativas e a implementação dessas soluções em prática. Guimarães e Mattos (2005) complementam que a inovação quebra padrões organizacionais e obtêm retornos melhores em empresas que realizam negócios comuns.

De acordo com Damanpour, Walker e Avellaneda (2009) existe uma gama extensa de tipologias de inovação. Isto surge, a partir da necessidade das empresas de se manterem competitivas em um ambiente de constantes mudanças em que são apresentados dois grupos de inovação, isto é, a inovação organizacional e a inovação tecnológica. Entende-se a tipologia tecnologia se referindo às mudanças no sistema operacional da empresa, e a tipologia organizacional influencia principalmente os sistemas de gestão (DAMANPOUR; ARAVIND, 2012).

A inovação organizacional pode ser compreendida como sendo a implementação prática de um processo, estrutura ou técnica de gestão que é nova e tem como propósito melhorar a gestão organizacional da empresa (BIRKINSHAW; HAMEL; MOL, 2008). Por isso, esse tipo de inovação se refere à criação de novos produtos, serviços, processos e métodos de negócios que permitem que uma organização se adapte a um ambiente em constante mudança e permaneça competitiva. Isso pode envolver mudanças significativas na cultura, estrutura e sistemas de uma organização.

Deste modo, Zhang (2022) afirma que a inovação de produto irá permitir que as empresas alcancem uma vantagem competitiva desenvolvendo novos produtos para

atrair novos potenciais clientes ou realizar a introdução de produtos significativamente melhorados nos mercados atuais. Alternativamente, a inovação de processo oferece às empresas uma vantagem competitiva ao diminuir os custos unitários de produção ou aumentando a sua participação no mercado utilizando-se produtos de maior qualidade e produção flexível. Contudo, pesquisas mostram que as empresas tendem a utilizá-las simultaneamente (ZHANG,2022).

Por outro lado, a inovação tecnológica está relacionada ao desenvolvimento e à implementação de novas tecnologias, produtos e processos. Ela se concentra na criação de novas soluções tecnológicas para melhorar a qualidade e eficiência dos produtos ou serviços oferecidos, além de promover a criação de novos produtos e serviços. Contudo, Camisón e Villar-López (2014) explicam que dentro de uma organização é importante que haja a integração dessas duas vertentes inovativas, visto que a introdução das novas práticas de gestão é importante para um desempenho positivo da empresa, assim como o desenvolvimento de capacidades de inovação tecnológica.

Outra distinção importante estabelecida na tipologia de inovação consiste no grau de radicalidade da inovação, de tal modo que uma organização pode implementar inovações radicais ou incrementais dentro de seus processos, produtos e serviços. De acordo com Tidd eBessant (2020), a inovação incremental se concentra em melhorias contínuas e graduais em produtos e processos existentes, geralmente usando tecnologias já conhecidas. Esse tipo de inovação é comum em empresas maduras que buscam manter a vantagem competitiva atravésde melhorias graduais em sua linha de produtos.

A inovação radical, por outro lado, é caracterizada pela criação de produtos, serviços ou processos totalmente novos, com base em tecnologias e ideias inovadoras. Essa forma de inovação pode abrir novos mercados ou transformar completamente um setor, como exemplificado pela introdução do iPhone da Apple em 2007, que inaugurou uma nova era de smartphones e mudou radicalmente a forma como as pessoas se comunicam e interagem com a tecnologia (CHRISTENSEN, 2013). Contudo, Chang *et al.* (2012) apontam que empresas estabelecidas muitas vezes ficam em desvantagens ao adotar inovações radicais, isso ocorre devido a dificuldades em romper rotinas, culturas organizacionais rígidas e transformar suas capacidades centrais atuais. Por isso, é de grande relevância que essas empresas estejam sempre atentas com a atualidade e consigam inserir em seu ambiente organizacional mudanças culturais.

A inovação disruptiva, um conceito cunhado por Christensen (2013), refere-se a uma abordagem que oferece soluções mais simples, acessíveis ou convenientes do que as existentes, muitas vezes com base em tecnologias emergentes ou menos sofisticadas. Essa forma de inovação pode inicialmente parecer menos sofisticada ou eficiente em relação às soluções já existentes, mas pode atrair novos clientes e transformar completamente o mercado, como exemplificado pelo surgimento do Uber, que transformou a indústria de táxis.

Além disso, existem outros conceitos de tipologias de inovação que podem ser classificados de acordo com diferentes critérios, como a inovação aberta e a social. A inovação aberta, por sua vez, é uma abordagem que busca ideias e soluções fora da organização, muitas vezes por meio de parcerias com outras empresas, universidades ou comunidades de inovação. Essa forma de inovação permite que as empresas acessem novas perspectivas, conhecimentos e recursos, acelerando o desenvolvimento de novos produtos, serviços e processos (CHESBROUGH, 2003).

Por fim, a inovação social é uma forma de inovação que busca soluções para problemas sociais e ambientais, envolvendo a participação de comunidades e organizações sem fins lucrativos. Deste modo, Phills, Deiglmeier e Miller (2008) explicam que esse tipo de inovação visa aliar impacto social e sustentabilidade com viabilidade econômica, criando soluções que são ao mesmo tempo inovadoras e socialmente responsáveis. E Mulgan (2006) complementa explicando que a inovação social é responsável pela criação de novas soluções para problemas sociais, como a pobreza, a exclusão social e a mudança climática. A inovação social envolve a criação de novas formas de organização e colaboração, e muitas vezes é impulsionada por organizações sem fins lucrativos.

Muitas organizações têm buscado a inovação para se diferenciar e se tornarem mais competitivas, independentemente do desafio (LEGNICK-HALL, 1992), visto que ela é fundamental para o desenvolvimento econômico e social de uma nação e de suas empresas. As vantagens da inovação podem ser observadas em diferentes setores, desde a melhoria de produtos e serviços até a otimização de processos e redução de custos. De acordo com um relatório publicado pela Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento (UNCTAD, 2018), a inovação pode ajudar as empresas a adotar novas tecnologias e práticas de produção que reduzem os custos e aumentam a

eficiência, além de permitir a criação de novos mercados e a melhoria da competitividade.

De acordo com Dobni e Klassen (2021) as organizações melhoraram sua infraestrutura estratégica, para melhorar sua capacidade de aproveitar oportunidades e se adaptar a mudanças nos processos de negócios. Isso inclui a adoção de tecnologias e práticas que permitem às empresas reagir rapidamente às mudanças no mercado e aproveitar oportunidades para crescer e se desenvolver. Além de envolver a criação de novas ofertas de produtos ou serviços, a identificação de novos mercados ou a expansão para novas regiões geográficas.

No geral, uma infraestrutura estratégica orientada para oportunidades e ágil é essencial para as organizações que desejam permanecer competitivas e adaptáveis em um ambiente de negócios em constante mudança. Isso permite que as empresas aproveitem novas oportunidades e se adaptem a mudanças nos processos de negócios, garantindo seu sucesso a longo prazo. Deste modo, McKinsey (2022) realizou um estudo descobriu que 84% dos executivos entrevistados acreditam que a inovação é uma chave para o crescimento e o sucesso das empresas. Além disso, a pesquisa constatou que as empresas mais inovadoras têm um desempenho financeiro superior em comparação com as menos inovadoras.

Contudo, isto deve ser feito após analisar as necessidades dos clientes, concorrentes e mercado, criando ideias de soluções, testando-as e implementando-as, de modo a gerar maiores lucros e menores custos. Assim, Faoro e De Abreu (2014) complementam que a organização que não implementa inovação no seu âmbito organizacional está sujeita a dois riscos: perder vantagens competitivas e/ou arcar com custos elevados frente aos seus concorrentes que conseguiram principiaram a inovação.

Os autores Ascani e Iammarino (2018) enfatizam a importância da competitividade das empresas no mercado atual e destacam a necessidade de aumentar a produtividade e melhorar a qualidade dos produtos para atender às demandas dos clientes e manter-se à frente da concorrência. Para alcançar esses objetivos, a implementação de tecnologia e inovação é fundamental. As empresas que trabalham com várias ferramentas, dispositivos e equipamentos de controle de processo podem se beneficiar significativamente da adoção de tecnologias que permitem maior velocidade e produção otimizada, como a automação de processos.

No entanto, a implementação de tecnologia e inovação deve ser feita de forma inteligente e estratégica. Sendo importante escolher ferramentas confiáveis e eficientes que realmente ajudem a aumentar a produtividade e melhorar a qualidade dos produtos. Além disso, os controles de processos devem ser mantidos em operação para garantir que as melhorias sejam sustentáveis e os resultados desejados sejam alcançados a longo prazo. Destemodo, Gunday *et al.* (2011) acrescentam que as rápidas mudanças nas tecnologias e o aumento da concorrência nos mercados globais afetam significativamente o valor agregado pelos produtos e serviços existentes. Isto porque os clientes estão sempre em busca de soluções melhores e mais eficientes para atender às suas necessidades. Com o surgimento de novas tecnologias e produtos, os consumidores podem se tornar menos leais a marcas e empresas específicas, buscando constantemente novas alternativas, sendo necessário que as organizações estejam inovando constantemente.

Contudo, a inovação não é um evento isolado, mas sim um processo que envolve uma série de atividades planejadas e organizadas para transformar uma ideia em um produto ou serviço comercializável. De acordo com Ahmed e Shepherd (2010) o processo de inovação descreve uma sequência de diversas atividades que são realizadas para consolidar uma oportunidade e trazer uma ideia para o mercado. Esse processo pode incluir atividades como pesquisa e desenvolvimento, prototipagem, testes, validação, produção, lançamento e comercialização. Cada uma dessas atividades tem seu próprio conjunto de etapas, tarefas e objetivos específicos que precisam ser realizados para alcançar o sucesso da inovação.

Alguns autores debatem sobre o processo de inovação e definem suas perspectivas quanto a quantidade de fases. Segundo, Tidd e Bessant (2020) as fases do processo de inovação são subdivididas em quatro, que são elas 1) Buscar, que consiste em realizar uma análise do meio interno e externo, e um gerenciamento das possíveis ameaças e oportunidades para se inovar; 2) Selecionar, a partir da estratégia de inovação da empresa decidir como a organização irá reagir; 3) Implementação, que o desenvolvimento de novos produtos e serviços a partir da busca de ideias; e 4) Aprendizado, aprimorar o processo de inovação e uma base para o conhecimento.

Assim como Rogers (2003) que divide em quatro fases, a primeira consiste na identificação das oportunidades e a geração de ideias, seguida da avaliação e seleção de ideias, a penúltima será o desenvolvimento de conceito e solução e, por fim, a fase de lançamento do produto para ser comercializado. Por outro lado, Kumar, Persaud e Kumar

(1996) definem esse processo em cinco etapas: projeção inicial, avaliação comercial, desenvolvimento, lançamento da fabricação e comercialização inicial. Em uma divisão mais minuciosa, Roberts e Frohman (1978) sugerem o processo de inovação subdivido em sete etapas, sendo elas o reconhecimento de oportunidades, formulação de ideias, pesquisa básica/aplicada, desenvolvimento de soluções, padronização, fabricação e comercialização.

Além disso, no Quadro 1, é apresentado a evolução da forma como as empresas e organizações gerenciam a inovação ao longo do tempo. Essa evolução pode ser dividida em fases distintas, cada uma com suas características e abordagens específicas.

Quadro 1 - Evolução do processo de inovação.

<b>Geração</b>	<b>Método</b>	<b>Características</b>
1ª ) Geração – Década de 50 a meados da década de 60.	Impulso da Tecnologia	Método sequencial linear simples; ênfase em P&D
2ª) Geração – Meados da década de 60 até início da década de 70.	Atração do Mercado	Método sequencial linear simples; ênfase em marketing
3ª) Geração – Meados da década de 70 até início da década de 80.	Acoplamento	Integração de P&D e marketing
4ª) Geração – Meados da década de 80 até início de 90.	Processamento paralelo	Combinações de empurrar e puxar
5ª) Geração – Início de 2000	E-Integração	Integração da tecnologia da informação (TI) em sistemas de inovação
6ª) Geração – Metade de 2000	Inovação de rede	Integração de sistemas e extensa rede, inovação contínua

Fonte: Modificado de Rothwell (1994), Tidd e Bessant (2020).

Neste sentido, ao entender essas fases e a evolução do método de inovação, é possível traçar uma trajetória para o progresso futuro na gestão da inovação. Isso significa que a compreensão dessas fases pode ajudar as empresas a identificarem onde estão atualmente na gestão da inovação e aonde precisam chegar para continuar a inovar de forma eficaz.

Deste modo, Gunday *et al.* (2011) acrescentam que a inovação é um componente crucial da estratégia de uma empresa. Sendo um fator chave para o crescimento econômico, a competitividade das empresas, a resolução de problemas sociais e o desenvolvimento sustentável. A inovação pode ser impulsionada por diferentes fontes, incluindo ideias e recursos externos, e pode ser aplicada em diferentes setores e contextos. Além de ser o processo de criação de novas ideias, produtos, serviços ou processos que trazem valor para a organização, enquanto a gestão da inovação é o processo de gerenciamento e coordenação dessas atividades de inovação.

### 2.1.2 Gestão da Inovação

De acordo com Niewöhner *et al.* (2020) a gestão da inovação é um conceito que tem sido abordado de diversas maneiras na literatura, e que pode variar dependendo do contexto em que é utilizado. No entanto, dependendo do ponto de vista de cada autor, diferentes tarefas podem ser atribuídas à gestão da inovação. Por exemplo, alguns autores podem enfatizar a importância da criação de um ambiente propício à inovação, que estimule a criatividade e o pensamento disruptivo. Outros podem destacar a importância da gestão de processos, da alocação de recursos e da gestão de riscos para o sucesso da gestão da inovação.

Deste modo, Ahmed e Shepherd (2010) explicam que entender como gerenciar a inovação é fundamental porque a inovação é um fator chave para o crescimento corporativo e que gere vantagem competitiva às empresas. A capacidade de inovar permite que as empresas criem produtos, serviços e processos que atendam às necessidades dos clientes, reduzam custos, aumentem a eficiência e melhorem a qualidade. Com isso, a gestão da inovação ajuda a garantir que as inovações criadas pela empresa estejam alinhadas com as estratégias da empresa e com as necessidades dos clientes, bem como que sejam desenvolvidas e implementadas de forma eficaz e eficiente.

Além disso, Chesbrough (2003) explica que a gestão da inovação pode ser definida como o processo de capturar o valor das ideias criativas, transformando-as em produtos, serviços ou processos que geram valor para a organização. Nesse sentido, a gestão da inovação envolve desde a identificação de oportunidades de inovação até a implementação e comercialização dessas ideias. Além de criar uma cultura de inovação, a identificação de oportunidades de inovação, a gestão do processo de inovação, a criação e gerenciamento de portfólio de inovações, o monitoramento e avaliação do desempenho da inovação e a gestão de riscos.

Para Tidd e Bessant (2020) a gestão da inovação é vista como um processo de aprendizagem contínua que busca a identificação de rotinas eficazes para lidar com os desafios do processo de inovação. Os autores destacam que a gestão da inovação está relacionada a fatores-chave, tais como: (1) Aprendizado para adaptar ao futuro incerto; (2) Interação entre mercado, tecnologia e organização; (3) Processo genérico, pois cada organização deve encontrar sua própria maneira de trabalhar com a inovação; (4) Rotinas eficazes dependem de cada organização, produtos e tecnologias; (5) As rotinas eficazes dependem de cada organização, produtos e tecnologias; (6) O gerenciamento da inovação é um processo contínuo

de busca por rotinas efetivas e de aprendizagem para enfrentar os desafios dos processos de inovação.

A gestão da inovação é uma abordagem sistemática para gerenciar e promover a inovação em uma organização. Segundo Naeini *et al.* (2022) a gestão da inovação envolve a formalização do processo de inovação para garantir que novas ideias, métodos e produtos sejam sistematicamente identificados, avaliados, desenvolvidos e lançados no mercado. Para implementar uma gestão eficaz da inovação, as empresas podem usar diferentes abordagens, como a criação de equipes de inovação dedicadas, a adoção de ferramentas e processos específicos para gerenciar ideias e projetos, a busca de parcerias e colaborações externas e a implementação de estratégias de incentivo para estimular a criatividade e a inovação dentro da organização.

Deste modo, a gestão da inovação é um processo que envolve a criação, desenvolvimento e implementação de novas ideias, produtos, processos ou serviços dentro de uma empresa. Assim, os autores McNally e Schmidt (2011) asseguram que uma das atividades centrais nesse processo é a tomada de decisão, que requer o processamento de informações por parte dos gestores envolvidos no processo de inovação. Os gestores precisam tomar decisões importantes em relação a quais ideias de inovação devem ser desenvolvidas, quais recursos devem ser alocados para cada projeto, quais equipes devem ser designadas para trabalhar em cada projeto e como medir o sucesso da implementação de uma nova ideia.

Para tomar decisões informadas e bem fundamentadas, os gestores precisam coletar e processar informações relevantes sobre o mercado, os concorrentes, os clientes, as tecnologias disponíveis e as tendências futuras. Essas informações ajudam os gestores a avaliarem o potencial de sucesso de uma ideia de inovação e a identificar os riscos e oportunidades associados a cada projeto. Além disso, os gestores também precisam considerar as restrições orçamentárias e de recursos disponíveis, a fim de tomar decisões realistas e viáveis para a empresa. Por isso, entende-se que a gestão da inovação possui atividades complexas dentro de uma organização. Visto que, para que uma organização tenha uma gestão de inovação adequada, os autores Clark e Wheelwright (1995) afirmam que é necessário que criem uma estratégia de inovação consolidada, uma estrutura organizacional eficaz e pessoas dedicadas equipadas com a mentalidade certa, habilidades necessárias e ferramentas de inovação apropriadas.

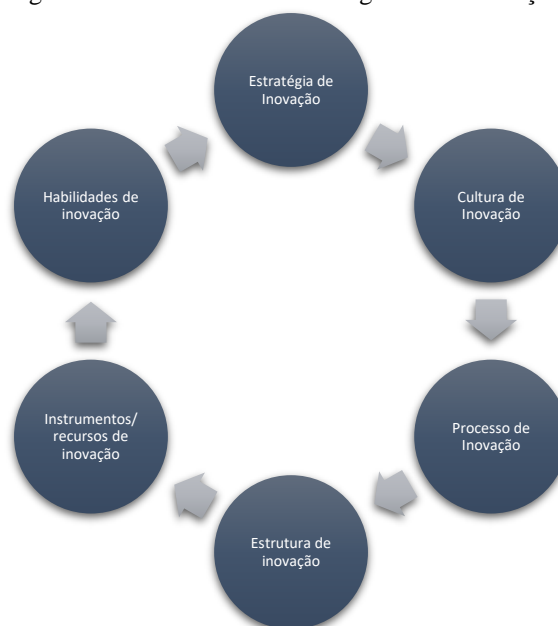
Com isso, Melendez, D'Avila e Melgar (2019) explicam que o processo de gestão da inovação é marcante para a organização, pois ela busca obter uma vantagem competitiva através do desenvolvimento da inovação, define estratégias e ainda precisa criar uma estrutura

administrativa adequada para apoiar essa inovação e o processo de tomada de decisão. Isso implica em criar uma cultura de inovação dentro da organização, que incentive e valorize as ideias criativas dos colaboradores e forneça recursos e suporte para a execução dessas ideias.

Logo, é importante lembrar que a gestão da inovação é um processo contínuo e dinâmico, que exige flexibilidade, adaptabilidade e uma mentalidade aberta para mudanças. As empresas devem estar dispostas a aprender com os erros e ajustar sua estratégia conforme necessário para garantir que estejam sempre na vanguarda da inovação e da competitividade. Contudo, Pietronudo, Croidieu e Schiavone (2022) afirmam que a gestão da inovação pode ser desafiadora para as organizações, pois envolve lidar com incertezas, riscos e mudanças constantes, e que muitas empresas não conseguem seguir um processo racional. Isso ocorre devido à falta de informações completas e precisas sobre as necessidades do mercado e as tendências tecnológicas.

Não obstante é relevante compreender os elementos fundamentais que devem ser considerados ao planejar, implementar e avaliar a gestão da inovação em uma organização, isto é, as dimensões críticas. Neste sentido, Roberts (2007) define três dimensões críticas para a gestão da inovação que consistem em habilidades, estrutura e estratégias. Enquanto autores como Tidd e Bessant (2020) e Chesbrough (2003) definem os processos de inovação como sendo uma dimensão crítica para a gestão da inovação. Além de Kaschny, Nolden e Schreuder (2015) dividem a gestão da inovação em estratégias, estruturas, cultura, instrumentos e processos de inovação.

Figura 2 - Dimensões críticas da gestão da inovação.



Fonte: Elaborada pela autora (2023).

Os autores Niewöhner *et al.* (2020) apresentam seis campos da gestão da inovação: impulsos para inovação, geração de ideias e implementação de inovação, bem como organização, cultura e estratégia de inovação. Neste sentido, algumas dimensões críticas para a gestão da inovação a partir de um compilado dos autores são apresentadas na Figura 2, de tal modo que, essas dimensões são interdependentes e complementares, e devem ser consideradas em conjunto para que a organização possa desenvolver uma estratégia sólida de inovação e obter vantagem competitiva no mercado.

Analisar as dimensões críticas da inovação dentro do contexto da gestão organizacional é importante porque permite às empresas identificarem e gerenciar de forma mais eficaz os fatores que afetam o sucesso da inovação. Isso pode ajudar as empresas a desenvolverem uma cultura de inovação e a implementar práticas eficazes de gerenciamento de inovação em toda a organização. Sendo assim, Haefner *et al.* (2021) afirmam que a gestão da inovação organizada pelo homem é importante porque envolve a criação de um ambiente propício à inovação, bem como a implementação de processos e práticas eficazes para gerenciar a inovação.

Além disso, Haefner *et al.* (2021) complementam que com a evolução da Inteligência Artificial (IA) e o aprendizado de máquina é provável que o papel da gestão da inovação seja transformado. Embora as tecnologias de IA possam ajudar as empresas a identificarem oportunidades de inovação e aprimorar processos de seleção, a gestão da inovação humana ainda terá um papel crítico a desempenhar na liderança e direcionamento do desenvolvimento estratégico da organização. Uma das principais áreas em que a IA pode apoiar a gestão da inovação é na análise de dados e na identificação de padrões. As empresas podem usar algoritmos de aprendizado de máquina para analisar grandes quantidades de dados, incluindo informações de clientes, vendas, concorrentes e tendências do mercado, para identificar oportunidades de inovação.

De tal modo que, a gestão da inovação é importante no contexto da inovação de processos porque ajuda a garantir que as soluções de inovação desenvolvidas para melhorar os processos sejam gerenciadas de forma eficaz. Isso envolve a criação de uma cultura organizacional que valoriza a inovação e a criação de um ambiente propício para a inovação de processos. Com isso, Niewöhner *et al.* (2020) explicam que no âmbito da estratégia de inovação é particularmente importante delinear o processo de inovação, definir papéis e organizar a função inovação.

Logo, a gestão da inovação é um processo multifacetado que abrange a criação de um ambiente propício à inovação, a gestão de recursos, a alocação de equipes e a tomada de decisões estratégicas. A gestão da inovação deve ser compreendida como sendo um processo contínuo de aprendizagem e adaptação, essencial para enfrentar os desafios do mercado. A evolução da Inteligência Artificial (IA) também promete transformar a gestão da inovação, auxiliando na análise de dados e na identificação de padrões, enquanto a gestão humana continua crucial para liderar e direcionar o desenvolvimento estratégico. A implementação bem-sucedida da gestão da inovação requer a consideração de dimensões críticas como habilidades, estrutura, cultura e processos, para que as empresas possam desenvolver uma estratégia sólida de inovação e obter vantagem competitiva no mercado.

### **2.1.3 Inovação em Processos**

Inovar em processos significa introduzir novos ou melhorados métodos, técnicas e sistemas na produção, distribuição e entrega de bens e serviços, isso provoca mudanças na maneira como os produtos são projetados, fabricados e distribuídos, bem como melhorias na maneira como os serviços são entregues aos clientes (DENARDIN *et al.*, 2012). Inovar em processos envolve a introdução de novas ou aprimoradas formas de realizar as atividades relacionadas à produção, distribuição e entrega de bens e serviços. Essas mudanças podem incluir o uso de tecnologias avançadas, a adoção de práticas mais eficientes e sustentáveis, a simplificação de processos complexos, entre outras iniciativas que visem melhorar a qualidade e a eficiência dos processos empresariais.

Nesse sentido, Davenport (1994) afirma que a inovação de processos pode ser um veículo fundamental para a implementação de estratégias de redução de custos, aumento da velocidade e satisfação do cliente. Através da inovação de processos, as empresas podem identificar maneiras de melhorar a eficiência, reduzir os custos de produção e aumentar a qualidade dos produtos e serviços, o que pode levar a um aumento da satisfação do cliente e da competitividade. Além disso, a inovação de processos pode ajudar as empresas a se adaptarem às mudanças no mercado e a enfrentarem novos desafios, como a concorrência global e a rápida evolução da tecnologia.

Dessa forma, a inovação de processos pode se tornar uma importante fonte de vantagem competitiva para as organizações, permitindo que elas se diferenciem de seus concorrentes e ofereçam maior valor aos clientes. Segundo West e Farr (1989) a inovação de processos organizacionais é voltada para a criação de novas formas de estruturar e organizar o trabalho

dentro das empresas. Isso pode incluir a redefinição das funções e responsabilidades dos funcionários, a implementação de novos métodos de gestão, a adoção de novas tecnologias e a criação de novos processos de tomada de decisão.

Nesta conjectura, Sisaye e Bimberg (2010) afirmam que a adoção de inovações de processos leva em consideração a necessidade de manter ou melhorar o desempenho empresarial para responder às mudanças ambientais, sejam elas internas ou externas à organização. Por exemplo, mudanças no ambiente de negócios, como o surgimento de novos concorrentes, mudanças nas preferências dos consumidores, alterações nas políticas governamentais, entre outras, podem requerer que as empresas se adaptem rapidamente a essas mudanças para manter sua relevância e competitividade no mercado. Além disso, a inovação de processos organizacionais também busca mudanças em relação aos comportamentos e funções individuais e de equipe, visando a criação de uma cultura de inovação dentro da empresa.

É importante que as empresas adotem um novo método de negócios que seja capaz de acelerar as mudanças, romper barreiras e buscar diferenciação, isso ocorre devido ao mundo complexo e dinâmico, necessitando que as mudanças sejam aceleradas e que ocorrem de forma exponencial e sem precedentes (DE OLIVEIRA e WEISE, 2014). Para acelerar as mudanças, as empresas devem estar dispostas a experimentar novas ideias e tecnologias, buscando sempre formas mais eficientes e inovadoras de produzir e entregar valor aos seus clientes. Sendo assim, Hamel (2010) afirma que a inovação nos processos gerenciais é, de fato, uma arma importante que as empresas utilizam para competir em um mercado cada vez mais complexo e competitivo.

Desta forma, Gans (2023) assegura que como regra geral, as empresas que se apropriam de tecnologias conseguem obter uma melhor eficiência da produção e tendem a obter uma maior competitividade ao adotá-las. Neste sentido, tecnologias como a automação, a robótica e a inteligência artificial, podem tornar as empresas mais competitivas, reduzindo custos, aumentando a produtividade e melhorando a qualidade dos produtos e serviços. Ao implementá-las, as empresas podem reduzir seus custos de produção e aumentar sua capacidade de atender às demandas dos clientes.

Com isso, Buer, Strandhagen e Chan (2018) alegam que uma estratégia da inovação de processos da Indústria 4.0 (I4.0) está alinhada com os princípios Lean, pois busca aumentar a eficiência do processo de produção, reduzir o desperdício e diminuir o custo marginal da produção. De tal modo que, considera-se o Lean Manufacturing como sendo uma filosofia de gestão que busca maximizar o valor para o cliente, minimizando os desperdícios em todas as etapas do processo de produção.

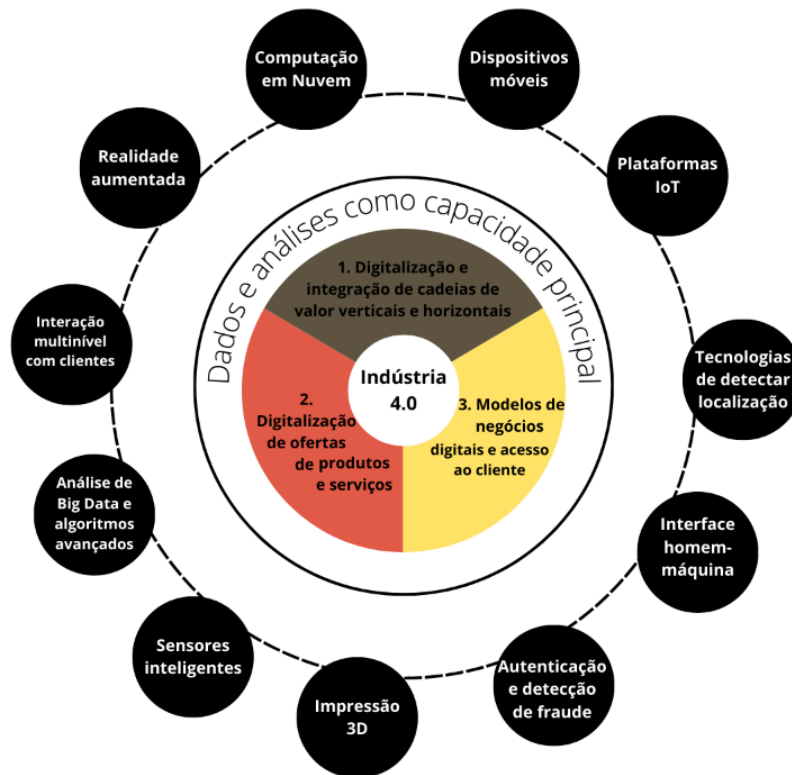
Neste pressuposto, Hermann, Pentek e Otto (2016) salientam que o conceito I4.0 está auxiliando nas transformações dos processos produtivos. E com todas as mudanças acarretadas pelo conceito I4.0 pode-se considerar a necessidade de os colaboradores serem mais flexíveis e adaptáveis, uma vez que para atenderem as novas demandas eles precisarão ser equipados com tecnologia eficiente que suporte a nova demanda (SYBERFELDT; DANIELSSON; GUSTAVSSON, 2017). Para tanto, afirma-se que são inúmeros os benefícios que o conceito I4.0 pode gerar, como auxílio para avaliação do risco da cadeia de suprimentos de maneira contínua ou na criação de estratégias no processo de tomada de decisão perante a necessidade de ações corretivas.

Com isso, Rüßmann *et al.* (2015) caracterizam o conceito I4.0 pela interconexão e comunicação entre as máquinas e equipamentos de produção, sistemas de informação e o ambiente externo, permitindo a tomada de decisão em tempo real, a customização em massa de produtos e serviços e a redução do tempo de resposta às demandas do mercado. Essa integração de tecnologias permite que as empresas obtenham informações precisas e em tempo real sobre seus processos de produção, fornecimento e demanda, permitindo uma tomada de decisão mais rápida e precisa. Além de levar a uma maior satisfação do cliente e, portanto, a um aumento nas vendas e na fidelidade do cliente.

Deste modo, Pinzone *et al.* (2020) acrescentam que o conceito I4.0 consistem em uma heterogeneidade de ideias e tecnologias que precisam ser entendidas pelos gestores das empresas de manufatura, utilizando-se de tecnologias que possam gerar os benefícios para a empresa, é necessário que elas sejam aplicadas de maneira integrada e estratégica. Isso significa que a tecnologia deve ser utilizada para aumentar o desempenho geral do sistema, permitindo e facilitando a eficiência e o bem-estar do trabalho.

Quando as empresas investem em tecnologias Indústria 4.0, estão sinalizando aos fornecedores que estão empenhadas em melhorar sua eficiência interna e, portanto, melhorar suas operações como um todo (De GIOVANNI, 2019). Isso pode ser feito por meio de uma variedade de tecnologias, como a Internet das Coisas (IoT), a Inteligência Artificial (IA), a Robótica Avançada, a Manufatura Aditiva (Impressão 3D), entre outras, conforme é apresentado na Figura 3. Essas tecnologias podem ser aplicadas em diferentes áreas da empresa, desde o chão de fábrica até a cadeia de suprimentos e a logística, e acarreta diversas vantagens para as empresas e o mercado de modo geral.

Figura 3 - Componentes básicos da Indústria 4.0.



Fonte: Adaptado de Lichtblau *et al.*, (2015).

Segundo De Giovanni e Cariola (2021) os investimentos em tecnologias I4.0 podem levar a uma inovação significativa nos processos de produção, sendo ela caracterizada pela integração de tecnologias avançadas como impressão 3D, robótica, sensores inteligentes, IoT industrial e interface homem-máquina avançada. Por conseguinte, Schuh *et al.* (2020) explicam que a digitalização e os dados são elementos centrais que permitem a transição da automação para a digitalização, promovendo uma capacidade preditiva e a adaptabilidade, que são efeitos derivados da I4.0. Isso permite que as empresas sejam mais eficientes, eficazes e ágeis em suas operações e processos.

Com a adoção dessas tecnologias, as empresas podem automatizar processos, melhorar a eficiência e a produtividade, reduzir os custos de produção, minimizar os erros e aumentar a qualidade dos produtos. Além disso, tecnologias I4.0 também pode fornecer uma visibilidade mais completa da produção e dos dados em tempo real, permitindo uma melhor tomada de decisão e otimização da produção. Deste modo, Oztemel e Gursev (2018) estruturaram vantagens e desafios da adoção das tecnologias I4.0, conforme é apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 - Vantagens e Desafios da Indústria 4.0.

<b>Vantagens I4.0</b>	<b>Desafios I4.0</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Maior capacidade de inovação;</li> <li>▪ Fácil monitoramento e diagnóstico do sistema multifuncional;</li> <li>▪ Maior autoconsciência e capacidade de manutenção dos sistemas;</li> <li>▪ Alta produtividade com produtos ecologicamente corretos;</li> <li>▪ Maior flexibilidade com redução de custos;</li> <li>▪ Processo de desenvolvimento de produção mais rápido com novos métodos de serviço de anúncios comerciais;</li> <li>▪ Tomada de decisão imparcial, em tempo real e baseada em conhecimento;</li> <li>▪ Participação nacional para contribuir com a economia;</li> <li>▪ Aumento do comércio eletrônico com mercados mais espalhados e acesso aos mercados globais;</li> <li>▪ Maior facilidade de acesso aos serviços públicos (educação, saúde, serviço local etc.);</li> <li>▪ Produtos e serviços penetrados, aumentando a qualidade de vida;</li> <li>▪ Cidades/prédios/fábricas inteligentes e controle à distância;</li> <li>▪ Produtos mais customizados;</li> <li>▪ Fácil acesso a informações pessoais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Baixo nível de privacidade;</li> <li>▪ Aumento de ataques cibernéticos e redução da segurança da informação;</li> <li>▪ Mais distrações levando a acidentes perigosos;</li> <li>▪ Aumento do plágio e dificuldade de manter propriedades.</li> <li>▪ Disseminação do conhecimento desgastado e manipulação aprimorada;</li> <li>▪ Restringir o acesso ao conhecimento (principalmente por enganar a sociedade);</li> <li>▪ Mais demanda em serviços em funcionamento 24 horas / 7 dias na semana;</li> <li>▪ Não ser capaz de remover ou ocultar informações indesejadas.</li> </ul>

Fonte: Adaptado de Oztemel e Gursev (2018).

No entanto, é importante ressaltar que a adoção do conceito Indústria 4.0 não é uma tarefa fácil e requer um planejamento cuidadoso e uma mudança cultural dentro da empresa. As empresas precisam investir em capacitação e treinamento de seus funcionários para que possam lidar com as novas tecnologias e processos, bem como estabelecer uma cultura de inovação e colaboração para que as equipes possam trabalhar juntas de forma mais eficaz. De tal modo que Senge (2000) destaca que a organização alcançará o sucesso a partir do momento que ela conseguir sustentar seus processos de mudança e transformação, sendo capazes de se adaptar a um ambiente em constante mudança para permanecerem competitivas e relevantes.

Contudo, se a organização obtiver um bom gerenciamento e com o uso de ferramentas e metodologias específicas obterá maiores resultados, alcançando um melhor desenvolvimento organizacional interno e de mercado. Sendo evidente que a empresa obtenha uma maior lucratividade, reduzindo os custos e aumento da produtividade. Por isso, Verhees, Meulenberg e Pennings (2010) destacam que a inovação de processos está diretamente relacionada com as mudanças nas atividades operacionais, com o objetivo de obter vantagem competitiva, propiciando o crescimento, aumento de resultados econômicos e sua sobrevivência.

Nesta conjectura, Frank, Dalenogare e Ayala (2019) afirmam que os benefícios esperados com o uso das tecnologias na indústria variam, pois, as sinergias e inter-relações

entre diferentes elementos da I4.0 podem levar a um melhor desempenho. Visto que, é necessário pensar sistematicamente na implementação dessas tecnologias para atingir um nível de maturidade mais alto de I4.0 (DALENOGARE *et al.*, 2018). Por isso, é fundamental que as organizações compreendam e conheçam o seu grau de inovação existente, para que consiga fornecer subsídios para acompanhar o desenvolvimento organizacional.

Neste sentido, compreende-se que a inovação em processos é essencial para a modernização e competitividade das empresas, permitindo a introdução de novas tecnologias e métodos que melhoram a produção, distribuição e entrega de bens e serviços. Sendo uma estratégia fundamental para a redução de custos, aumento da eficiência e qualidade, e para enfrentar os desafios do mercado global. No entanto, para a implementação bem-sucedida das inovações Indústria 4.0 é crucial investir em treinamento e capacitação de funcionários, bem como fomentar uma cultura organizacional adaptável e colaborativa. A inovação em processos, portanto, não só promove a sustentabilidade e a eficiência, mas também é um motor vital para o crescimento e a competitividade contínua das empresas no cenário global.

## **2.2 Métodos de Ferramentas de Avaliação da Maturidade em Inovação**

A gestão por nível de maturidade é uma abordagem que busca identificar em que nível de maturidade a empresa se encontra em relação a determinada área de gestão, tendo como objetivo aumentar a performance da empresa ao identificar as lacunas existentes entre o nível de maturidade atual e o nível desejado (SANTOS, 2009), e então, desenvolver planos de ação para preencher essas lacunas. Para isso, é utilizado um método de maturidade que define um conjunto de práticas ou comportamentos esperados em cada nível de maturidade.

Neste sentido, Mettler (2009) afirma que a maturidade está diretamente relacionada ao processo evolutivo das empresas, pois se trata de um caminho que a organização percorre, partindo de um estado inicial até o estado desejado em termos de capacidade de gestão e performance. À medida que a empresa avança nos níveis de maturidade, ela adquire novas competências e habilidades, tornando-se mais eficiente e eficaz em suas operações.

Diversos estudos realizados por institutos internacionais têm demonstrado que empresas que possuem foco na gestão de seus processos tendem a apresentar um nível de desempenho superior em relação a seus concorrentes do mesmo segmento (MOREIRA, 2010). Isso ocorre porque a gestão de processos é uma abordagem que visa a identificação, análise e melhoria dos processos de negócios da empresa, com o objetivo de aumentar a eficiência, a eficácia e a qualidade dos resultados. Ao adotar uma abordagem orientada a processos, a empresa é capaz

de visualizar o fluxo de trabalho em sua totalidade e identificar gargalos, ineficiências e oportunidades de melhoria em cada etapa do processo.

Os métodos de maturidades (MMs) são ferramentas de avaliação que têm como objetivo analisar e determinar o nível de preparação, atitudes e recursos de um sistema em relação a determinada área de gestão (MITTAL *et al.*, 2018), de tal modo que consigam ilustrar se a organização está pronta para iniciar o processo de desenvolvimento ou não (AKDIL; USTUNDAG; CEVIKCAN, 2018). Ao aplicar um método de maturidade, é possível avaliar o desempenho atual da empresa em relação à área de gestão em questão, identificar pontos fortes e áreas de melhoria, estabelecer metas e planos de ação para avançar para o próximo nível de maturidade e, conseqüentemente, melhorar a performance geral da organização.

As propriedades dos MMs fornecem uma estrutura clara e orientada a resultados para a gestão de diversas áreas de negócios, permitindo a evolução constante das empresas. De acordo com Carolis *et al.* (2017), Fraser, Moultrie e Gregory (2002) e Röglinger, Pöppelbuß e Becker (2012) algumas propriedades comuns dos MMs são os níveis de maturidade; a “descrição” com o nome de cada nível; o detalhamento genérico dos níveis; as dimensões; as atividades para cada dimensão; e descrição de cada atividade, para cada nível de maturidade.

Neste sentido, Ghobakhloo (2018) afirma que a maioria das organizações definem a I4.0 como seu propósito de desenvolvimento, porém, não sabem o que significa ou como chegar lá. Sendo assim, Bibby e Dehe (2018) explicam que para que as empresas que buscam desenvolver suas estratégias tornando-as I4.0 devem começar por entender seu nível de maturidade atual. Para isso, a empresa pode utilizar métodos de maturidade específicos para a área de atuação.

O método de avaliação do nível de maturidade proposto por Lichtblau *et al.* (2015) classifica uma organização em seis níveis de maturidade para a I4.0, sendo elas apresentadas no Quadro 2, abaixo. Contudo, a estrutura é composta de seis dimensões: 1) Estratégia e Organização; 2) Fabricação Inteligente; 3) Operações inteligentes; 4) Produtos inteligentes; 5) Serviços orientados por dados e 6) Funcionários. Além disso, dentro das dimensões desse método de maturidade IMPULS há 18 campos agrupados pelos indicadores de acordo com o nível de maturidade.

Quadro 3 - Método de Maturidade IMPULS - Indústria 4.0.

Nível	Definição do Nível
0 - Leigo	Não há nenhum requisito para os conceitos de Indústria 4.0 propostos na empresa.
1 - Iniciante	Na empresa há projetos pilotos em alguns setores, a tecnologia da informação é utilizada em alguns processos e a infraestrutura das máquinas permitem somente parcial integração e comunicação.
2 - Intermediário	A empresa possui estratégias de implantação das tecnologias I4.0 para monitorar o andamento das operações.
3 - Experiente	A empresa possui estratégias bem definidas do conceito I4.0, há várias tecnologias implantadas, são desenvolvidos produtos inteligentes, mas não há uma integração junto aos clientes.
4 - Expert	A empresa possui investimentos na maioria das áreas e os processos são suportados pela gestão da inovação. Há sistemas de tecnologia da informação e comunicação suportando parte dos processos, coletando dados, para que seja otimizado esses processos.
5 - Alta Performance	Há um monitoramento contínuo do status dos projetos, a gestão da inovação é consolidada, na empresa as máquinas e ferramentas operam de forma autônoma e os sistemas são interligados.

Fonte: Adaptado de Lichtblau *et al.* (2015).

Além disso, no método IMPULS proposto por Lichtblau *et al.* (2015) as empresas são classificadas de acordo com o nível de maturidade que ela obteve, podendo ser iniciante, para aquelas que estiverem no nível 0 ou 1; Aprendizes, para as que se encontram classificadas no nível 2; e Líderes, para as empresas que estiverem nos níveis 3, 4 ou 5. Os autores também, fornecem uma ferramenta de avaliação on-line onde as organizações podem identificar seu nível de prontidão para a I4.0. A Figura 4 apresenta as classificações de acordo com o nível de maturidade em que é obtido.

Figura 4 - Níveis de Maturidade e Classificação das Empresas do Método IMPULS.



Fonte: Adaptado de Lichtblau *et al.* (2015).

Os níveis de maturidades propostos por Pessl (2017) estão relacionados à estratégia corporativa com maturidade exemplar. Conforme é apresentado no Quadro 4, Pessl (2017) define cinco níveis em relação ao grau de integração do conceito I4.0. O nível de maturidade mais baixo é igual a nenhuma referência da Indústria 4.0, o mais alto representa a integração total, incluindo um sistema de medição sistemático, para monitorar e avaliar o desempenho.

Quadro 4 - Níveis de maturidade em relação à Estratégia Corporativa com maturidade exemplar.

Nível	Definição do Nível
1	Indústria 4.0 não é considerada de forma alguma na estratégia da empresa.
2	Indústria 4.0 não é considerada na estratégia da empresa, mas a empresa começa a atentar-se com os conceitos I4.0.
3	Indústria 4.0 atrai atenção moderada na estratégia da empresa, mas está em estágio inicial, pois está sendo implementada em algumas áreas.
4	Indústria 4.0 atrai atenção na estratégia corporativa e as medidas são implementadas pela maioria.
5	Indústria 4.0 está totalmente integrada à estratégia da empresa e as medidas são consistentemente implementadas e avaliadas.

Fonte: Adaptado de Pessl (2017).

Nesse pressuposto Pessl (2017) afirma que a integração da I4.0 na estratégia da empresa é um fator crítico de sucesso para o processo de mudança, pois a transformação digital deve ser vista como uma oportunidade para aprimorar a posição competitiva da organização e agregar valor ao negócio. A empresa deve agir de forma ativa e ser claramente responsável pela mudança, estabelecendo objetivos claros e realistas e definindo uma estratégia bem estruturada.

Quadro 5 - Método de Maturidade e Prontidão para a Estratégia I4.0.

Nível	Definição do Nível
0	Alguns requisitos são extremamente baixos e por isso considera-se que não há implementação de conceitos da I4.0.
1	Existe um nível de maturidade onde a empresa realiza algumas iniciativas piloto em seus departamentos. Não há a elaboração de produtos inteligentes na empresa. Os níveis de integração e automação são baixos, e as coletas de dados não são suficientes para realizar a transformação digital. As tecnologias digitais e a nuvem não foram implementadas em todos os processos da operação. A prontidão da infraestrutura do equipamento é baixa. A administração considera a implementação de estratégias da I4.0 para algumas áreas. Existem iniciativas piloto de gerar métodos de negócios. A estrutura organizacional não é adequada o suficiente.
2	Os dados são gerenciados em tempo real e podem ser rastreáveis. As ofertas de serviços baseados em dados estão em nível médio. Os processos de negócio da empresa estão em nível médio de integração, compartilhamento, coleta e uso de dados. Os processos podem ser descentralizados e o princípio de interoperabilidade é implementado em algumas áreas com suporte de tecnologias digitais. A empresa considera novas oportunidades de negócio e cria parceiros acadêmicos e de outras empresas. A estrutura organizacional é adequada para projetos iniciais da I4.0 e novos métodos de negócios estão sendo construídos.
3	Os produtos e serviços são inteligentes, baseados em dados fornecidos com alto nível de confiança. Os processos de negócios da empresa possuem alto nível de integração, compartilhamento, coleta de dados. Praticamente todos os processos são descentralizados e o princípio de interoperabilidade é implementado em quase todas as áreas da empresa, tendo como suporte tecnologias digitais avançadas. A equipe de liderança fornece suporte para a I4.0 e faz investimentos para todos os departamentos. A estrutura organizacional é adequada para gerenciar a transformação em toda a empresa. A empresa cria muitas parcerias com outras empresas, acadêmicos, fornecedores e provedores de tecnologia.

Fonte: Adaptado de Akdil, Ustundag e Cevikcan (2018).

Além disso, o método desenvolvido por Akdil, Ustundag e Cevikcan (2018) analisam a maturidade das empresas no que tange os conceitos implementados da Indústria 4.0. O método proposto inclui um total de 13 campos associados que são agrupados em 3 dimensões, que são

elas produtos e serviços inteligentes, processos de negócios inteligentes e, estratégia e organização. Deste modo, para identificar o nível de maturidade da I4.0 de uma empresa são definidos quatro estágios, e as respostas da pesquisa de avaliação são avaliadas em relação a esses estágios, como “Ausência”, “Existência”, “Sobrevivência” e “Maturidade”, conforme é apresentado no Quadro 5.

Contudo, Santos Bento e Tontine (2018) desenvolveram um método para avaliar a maturidade Lean e a performance operacional. Nesse sentido, eles propuseram medir a maturidade enxuta nas empresas com base em 14 princípios do Sistema Toyota de Produção, sendo estruturado com 34 práticas distribuídas em oito eixos. No Quadro 6 são apresentados os níveis e a descrição do método. Neste modo, a avaliação dos eixos e suas práticas os autores utilizam a escala de Likert de cinco pontos para avaliar a realidade da manufatura enxuta.

Quadro 6 - Avaliação da Maturidade Lean e Performance Operacional.

<b>Nível</b>	<b>Definição do Nível</b>
1	O processo ainda não foi implementado ou está sem fase de implementação de maneira informal, mas apresentam resultados instáveis.
2	O processo formal de implementação foi iniciado e existe um cronograma a ser cumprido.
3	O processo foi implementado e documentado, mas existem falhas na implementação.
4	O processo foi implementado totalmente em algumas áreas e com indicadores estabelecidos, os resultados planejados estão sendo alcançados.
5	O processo está totalmente implementado com indicadores estabelecidos, resultados efetivos e houve melhoras nos últimos 12 meses.

Fonte: Adaptado de Santos Bento e Tontine (2018).

No caso específico da Indústria 4.0, a abordagem de etapas é particularmente importante devido à complexidade das tecnologias envolvidas. De acordo com Gökalp, Sener e Eren (2017), o método SPICE apresenta seis níveis de capacidade os atributos de aspecto definidos para cada nível, baseados na ISO 33003: Avaliação de Processos - Requisitos para Estruturas de Medição de Processos, fornecendo uma estrutura clara para a implementação de tecnologias da Indústria 4.0, conforme mostra o Quadro 7. Cada etapa se baseia na anterior, o que significa que a organização deve completar uma etapa antes de avançar para a próxima. Isso ajuda a garantir que a implementação seja gradual e controlada, permitindo que a organização resolva problemas à medida que surgem e adapte à implementação às suas necessidades específicas.

Quadro 7 - Avaliação de Processos Requisitos para Estruturas de Medição de Processos (SPICE).

<b>Nível</b>	<b>Definição do Nível</b>
<b>0 – Incompleto</b>	As práticas do aspecto base são parcialmente alcançadas ou ainda não há implementação. A organização se concentra apenas nas operações fundamentais, como análise de requisitos, aquisição, produção e vendas.
<b>1 – Realizado</b>	As práticas de aspecto correspondentes são alcançadas e a transformação é iniciada. A infraestrutura tecnológica para a transição da Indústria 4.0 é adquirida e a organização tende a empregar tecnologias inteligentes, como IoT. A visão da Indústria 4.0 existe e há um roteiro para a estratégia de transição, mas não está totalmente implementado.
<b>2 – Gerenciado</b>	Conjunto de dados relacionados a cada operação são definidos e começam a ser coletados, mas não são integrados nas diferentes funcionalidades das operações. Itens físicos estão começando a ser representados por um mundo virtual. A digitalização é avaliada neste nível.
<b>3 – Estabelecido</b>	As atividades-chave do negócio, as operações de valor agregado são bem definidas e as qualificações dos processos e operações são consistentes com a padronização correspondente. O conjunto de dados é claramente identificado para cada operação da organização e coletado e armazenado sistematicamente em um banco de dados bem gerenciado. A integração vertical, incluindo integração interna de fábrica de sensores e atuadores em máquinas até sistemas de Planejamento de Recursos Empresariais, foi alcançada. Padronização são avaliados neste nível.
<b>4 – Previsível</b>	A integração horizontal, incluindo a integração de redes de produção no nível de negócios, é alcançada pela integração da cadeia de suprimentos, podendo incluí-las mais no futuro. As informações específicas de produtos ou processos são instantâneas, aumentando o nível de detalhe e qualidade na otimização da manufatura distribuída. Ferramentas de análise de dados são empregadas para melhorar a produtividade das organizações de manufatura. As áreas são integradas, elevando a eficiência das operações, e os dados são usados para controlar o processo e as operações em tempo real.
<b>5 – Otimização</b>	Integração para engenharia e vida útil do produto permitindo o compartilhamento de conhecimento. A organização possui dados coletados e tenta melhorar seus negócios continuamente. O método de negócios está evoluindo para uma estrutura inovadora.

Fonte: Adaptado de Gökalp, Sener e Eren (2017).

Por outro lado, o método de maturidade desenvolvido por Carolis *et al.*, (2017), conhecido como DREAMY (“Digital Readiness Assessment Maturity Model” – “Método de Maturidade de Avaliação de Prontidão Digital”) busca suportar as organizações industriais no processo de transformação digital, avaliando seu nível de maturidade e na identificação do grau de prontidão. Diferentemente, do que foi proposto nos outros métodos, buscando analisar a I4.0 este irá auxiliar na melhoria dos processos da empresa. Para o método foram definidas quatro dimensões: i) Processos; ii) Monitoramento e Controle; iii) Tecnologia; e iv) Organização. No Quadro 8 é apresentado os níveis de maturidade e suas definições.

Quadro 8 - Método de Maturidade de Processos – DREAMY.

<b>Nível</b>	<b>Definição do Nível</b>
<b>1 - Inicial</b>	A empresa atualmente não está gerenciando seus processos de forma proativa, o que pode levar a problemas e situações imprevistas. Além disso, a empresa não possui a infraestrutura e tecnologias adequadas para criar soluções que possam ser facilmente repetíveis, usáveis e escaláveis.
<b>2 – Gerenciado</b>	Falta de planejamento adequado e de tecnologias habilitadoras pode ter um impacto significativo na gestão dos processos de uma organização. Quanto às decisões, elas são baseadas na experiência dos planejadores.
<b>3 - Definido</b>	O planejamento é bem definido, podendo ser útil para a tomada de decisão em relação aos processos. Contudo, ainda é possível que as restrições surjam durante a execução dos processos, devido à falta de tecnologias habilitadoras e responsabilidades organizacionais. Os processos não estão totalmente integrados.
<b>4 – Integrado e Interoperável</b>	Os processos são desenvolvidos a partir da troca de informações, integração e interoperabilidade entre as aplicações. Os processos são implementados e planejados.
<b>5 – Digitalmente orientado</b>	Os processos são digitalizáveis, orientados e baseados em tecnologias habilitadoras. A empresa apresenta alto potencial de crescimento, suportando velocidade, robustez e segurança na troca de informações, a colaboração entre as funções da empresa e a tomada de decisão.

Fonte: Adaptado de Carolis *et al.* (2017).

Além disso, Asdecker e Felch (2018) propõem que a digitalização da cadeia de suprimentos pode fornecer uma estrutura útil para avaliar a inovação e a eficácia da transformação digital dentro de uma organização. Ao aplicar essa estrutura, as empresas podem identificar as áreas onde precisam melhorar e desenvolver um plano de ação específico para melhorar sua maturidade digital. Além disso, a riqueza de detalhes fornecida pelo método, denominado Delivery Process Maturity Model 4.0 – “Método de Maturidade do Processo de Entrega” (DPMM 4.0) permite uma análise mais precisa dos resultados e ajuda a determinar um caminho de desenvolvimento específico para a cadeia de suprimentos. Embora existam muitas ferramentas disponíveis para medir a inovação organizacional, o DPMM 4.0 pode ser uma ferramenta útil para monitorar o progresso da transformação digital em empresas.

Neste sentido, o DPMM 4.0 consiste em cinco estágios de maturidade (digitalização básica, digitalização entre departamentos, digitalização horizontal e vertical, digitalização completa e digitalização completa otimizada) que são aplicados a três dimensões (processamento de pedidos, armazenamento e remessa). Cada dimensão tem de três a sete elementos. No Quadro 9 são apresentados os níveis do método e suas respectivas descrições.

Quadro 9 - Método de Maturidade DPMM 4.0.

<b>Estágio de maturidade</b>	<b>Descrição</b>
<b>1 – Digitalização Básica</b>	A organização não debate sobre os conceitos estratégias da I4.0; O processo de entrega não é digitalizado; A disponibilidade de dados não é garantida e não é contínua; O sistema de TI corporativo disponível suporta apenas seu campo de aplicação.
<b>2 – Digitalização entre departamentos</b>	A organização começa a abordar questões da I4.0 dentro dos departamentos que contribuem para o processo de entrega, sejam eles logístico, armazenamento e atendimento ao cliente; os dados são totalmente integrados em um único sistema corporativo; há troca de informações entre os departamentos, mas ela não é automatizada. A organização passa a seguir os princípios da <i>Service Oriented Architecture</i> (SOA) e possibilita a conexão direta entre os sistemas de informação.
<b>3 – Digitalização Horizontal e Vertical</b>	O processo de entrega é digitalizado, dentro das fronteiras organizacionais; os requisitos da I4.0 foram implementados dentro da organização; os fluxos de dados são automatizados podendo ser encaminhadas para a etapa seguinte ou anterior do processo; utiliza-se as nuvens para troca de dados; Os serviços estão disponíveis em toda a empresa e os funcionários podem acessar informações em qualquer lugar por meio de dispositivos móveis.
<b>4 – Digitalização Completa</b>	A digitalização do processo de entrega é alcançada além das fronteiras corporativas; os princípios da I4.0 são ativamente seguidos por todos os parceiros de negócios; A organização digitalizada colabora com clientes e provedores de serviços externos para desenvolver soluções; as informações disponíveis sobre pedidos e entregas são compartilhadas automaticamente com clientes e prestadores de serviços. A plataforma orientada a serviços e baseada em nuvem está disponível em toda a cadeia de suprimentos; Técnicas apropriadas de criptografia e autenticação estão em vigor para garantir o acesso seguro aos dados.
<b>5 – Digitalização Completa Otimizada</b>	A digitalização completa do processo de entrega interna e entre empresas, juntamente com a colaboração com clientes e provedores de serviços externos, estabelecem as bases para o desenvolvimento de recursos de forma autônoma. Os dados disponíveis permitem a simulação em tempo real do processo de entrega, podendo ser utilizados em diagnósticos colaborativos e tomadas de decisão. Inteligência artificial e habilidades de autoaprendizagem são integradas nos sistemas de informação.

Fonte: Adaptado de Asdecker e Felch (2018).

Por fim, o método proposto por Caiado *et al.* (2021) tem como propósito avaliar a maturidade das operações e cadeias de suprimentos dentro de uma organização. Neste sentido, foi estruturado um método com cinco níveis de maturidade, que avalia as Operações e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos com estratégias da Indústria 4.0 (OSCM 4.0). Compreende-se que quanto maior o nível, mais madura será a empresa em OSCM. Desde modo, os níveis de maturidade em inovação proposto pelos autores Caiado *et al.* (2021) são apresentados no Quadro 10.

Quadro 10 - Método de Maturidade OSCM 4.0.

Nível	Descrição
<b>0 - Inexistente</b>	O processo não foi implementado, é baseado na experiência e gerado sem padrões, sendo implementado de forma informal e com pouco controle. A gestão de processos é reativa e não possui as tecnologias adequadas para construir uma infraestrutura que suporte a revolução digital. A organização não aborda I4.0 e o sistema de TI corporativo disponível suporta apenas seu campo de aplicação.
<b>1 - Conceitual</b>	O processo formal de implantação foi iniciado e há um conhecimento sobre o avanço do processo. A gestão de processos é fraca devido à falta de organização e/ou tecnologias facilitadoras. Uma maturidade parcial na gestão do desenvolvimento de infraestrutura. A organização começa a resolver os problemas da I4.0 dentro dos departamentos e conecta os aplicativos de tecnologia existentes para criar fluxo de dados, os dados são totalmente integrados em um único sistema corporativo, mas a troca de dados não é automatizada.
<b>2 – Gerencial</b>	A padronização pode ser alcançada e as tecnologias e requisitos I4.0 podem ser implementados para obter melhorias, bem como estabelecer abordagens assistidas por computador e criar fluxos de dados e processos automatizados. O processo foi formalmente documentado e definido a partir de um planejamento e implementação de boas práticas e procedimentos de gestão. Mas existem algumas lacunas/falta de integração e interoperabilidade nas aplicações, apesar dos dados serem estruturados.
<b>3 - Avançado</b>	O processo é construído sobre integração e interoperabilidade, com padronização e compartilhamento dentro da empresa, implementado em uma área ou várias áreas, com indicadores estabelecidos e gestão otimizada, avaliando oportunidades e aplicando benchmarking. Os princípios e tecnologias do I4.0 são alcançados além das fronteiras corporativas e seguidos por todos os parceiros de negócios; há previsão de planejamento e controle, a plataforma orientada a serviços e baseada em nuvem disponível em toda cadeia de suprimentos, técnicas de criptografia e autenticação apropriadas são implementadas para ter acesso seguro aos dados e sistemas de simulação são usados para testes, prototipagem e otimização de fábrica. O uso de previsão de dados é necessário, pois há interoperabilidade pragmática e ações automáticas são promovidas antes do surgimento de um problema.
<b>4 – Auto otimizado</b>	O processo é orientado para o digital, tendo uma infraestrutura tecnológica e uma organização com alto potencial de crescimento. Os dados disponíveis permitem a simulação em tempo real, para facilitar diagnósticos colaborativos e tomar decisão. A digitalização completa nos processos internos e interempresariais, há forte colaboração, integração de IA e habilidades de autoaprendizagem em sistemas de informação, e criação de processos proativos para previsão e planejamento de produção futura, integrando visualização de dados e sistemas externos parceiros para permitir a previsibilidade da cadeia de suprimentos e a fabricação inteligente.

Fonte: Adaptado de Caiado *et al.* (2021).

Logo, os métodos apresentados são projetados para auxiliar as empresas a promover a inovação de seus processos e implementar a I4.0 em suas operações. Esses métodos abrangem uma ampla gama de áreas empresariais, desde processos de produção e operações até a gestão e planejamento estratégico. As diferenças entre os métodos estão relacionadas à sua profundidade e objetividade, na composição dos itens avaliados em cada dimensão e nos critérios de mensuração. Alguns métodos enfocam mais as tecnologias envolvidas na Indústria 4.0, enquanto outros têm um enfoque mais estratégico.

### 2.3 Método de Tomada de Decisão Multicritério – ELECTRE TRI

A tomada de decisão multicritério (MCDM) é uma abordagem sistemática e estruturada para resolver problemas complexos que envolvem múltiplos critérios, frequentemente com objetivos conflitantes, de tal modo que deve ser escolhida uma ou mais alternativas a partir da avaliação de dois ou mais critérios (DYER *et al.*, 1992; KORHONEN; MOSKOWITZ; WALLENIUS, 1992). Este método é essencial em situações em que a decisão deve considerar diversos fatores qualitativos e quantitativos, permitindo uma avaliação mais completa e equilibrada das alternativas disponíveis (GRECO; FIGUEIRA; EHRGOTT, 2016).

Segundo, Roy (1990) as abordagens multicritério podem auxiliar os decisores a selecionar as melhores alternativas diante da ambiguidade, incerteza e diversas opções disponíveis. Isso é alcançado através da estruturação do problema, identificação e avaliação das alternativas, e agregação das preferências dos decisores (VINCKE, 1992). Existem várias técnicas dentro do MCDM, cada uma com suas próprias características e aplicações.

Roy e Slowinski (2013) classificam os métodos de tomada de decisão, com base nos tipos de resultados, em três categorias: métodos de escolha, de ordenação e de categorização. De acordo com Galo (2018) os métodos de escolha visam encontrar a melhor solução ou um conjunto reduzido de soluções que permita eliminar as outras. Saaty (2001) explica que o método de ordenação é uma técnica utilizada para estabelecer uma hierarquia de alternativas com base em múltiplos critérios, permitindo a identificação das opções mais favoráveis e se tornando essencial em processos de tomada de decisão onde é necessário comparar e priorizar diversas alternativas.

E Roy (1990) explana que o método de categorização é uma abordagem utilizada para classificar alternativas em diferentes categorias com base em critérios específicos.

Na elaboração de métodos de tomada de decisão, o objetivo principal é atingir um nível de precisão que seja suficientemente adequado para tornar o método útil, mantendo sua simplicidade (ALMEIDA *et al.*, 2015). De tal modo que, a tomada de decisão multicritério é uma ferramenta valiosa em ambientes de decisão complexos, proporcionando uma estrutura clara e sistemática para avaliar múltiplos critérios e chegar a decisões bem-informadas. Portanto, Galo (2018) afirma que para selecionar os métodos e técnicas mais apropriados, é essencial considerar o contexto do problema e determinar a importância de adicionar complexidade ao processo.

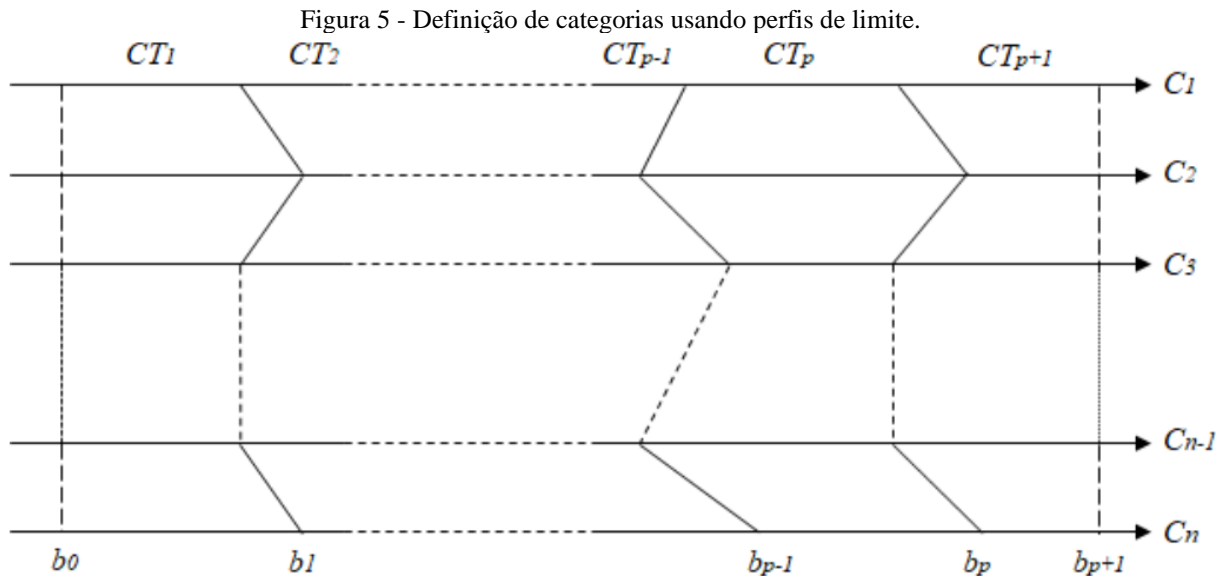
Os métodos multicritérios permitem a análise de diversas opções de forma comparativa, facilitando a escolha da alternativa mais adequada às necessidades e objetivos

estabelecidos (SAATY, 2001). Entre os métodos estão o AHP (*Analytic Hierarchy Process*), TOPSIS (*Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution*), PROMETHEE (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations*), e ELECTRE TRI (*Elimination and Choice Expressing Reality*). Estudos recentes demonstram que o ELECTRE TRI tem sido amplamente aplicado em diversas áreas, incluindo gestão de projetos, sustentabilidade e inovação empresarial, devido à sua capacidade de fornecer uma visão clara e estruturada das alternativas e suas respectivas categorias (GONÇALVES *et al.*, 2021).

O ELECTRE TRI (*Elimination et choix traduisant la réalité - Trier*) é um método de categorização utilizado para alocar alternativas em categorias predefinidas com base em múltiplos critérios, considerando tanto uma perspectiva otimista quanto pessimista para a avaliação das alternativas (GRECO; FIGUEIRA; EHRGOTT, 2016). Dias e Mousseau (2006) complementam que o ELECTRE TRI utiliza perfis de referência para comparar cada alternativa e determinar sua categoria apropriada, oferecendo uma abordagem robusta para a tomada de decisão em cenários complexos. Por isso, Roy (1991) explica que este método é amplamente utilizado para resolver problemas complexos que envolvem múltiplos critérios e alternativas. Essa robustez e flexibilidade fazem do ELECTRE TRI uma ferramenta valiosa na análise de cenários onde múltiplas dimensões e variáveis precisam ser consideradas simultaneamente.

O método em questão apresenta diversas características distintas. Entre as características proeminentes do método, vale ressaltar que ele não aceita compensações entre critérios; consegue lidar com escalas heterogêneas sem requerer normalização; e permite a inclusão de critérios qualitativos (FIGUEIRA *et al.*, 2013; GUARNIERI, 2014). Este método também pode lidar com diferentes tipos de dados e critérios, adaptando-se a diversas áreas de aplicação, conforme destacado por Roy (1990). Além disso, é capaz de considerar incertezas e preferências subjetivas dos decisores, o que é crucial em contextos complexos (GRECO; FIGUEIRA; EHRGOTT, 2016).

O problema de classificação multicritério consiste em designar um conjunto de alternativas  $A = a_1, a_2, \dots, a_n$ , avaliados em  $n$  critérios  $g_1, g_2, \dots, g_n$ , a uma das categorias predefinidas e que são delimitadas por perfis  $b_h$  (MOUSSEAU; SLOWINSKI; ZIELNIEWICZ, 2000). Para classificar as alternativas utilizando o ELECTRE TRI, são estabelecidas categorias ordenadas com limites inferiores e superiores ajustados para cada critério em questão, como exemplificado na Figura 5.



Fonte: Mousseau, Figueira e Naux (2001) e Mousseau, Slowinski e Zielniewicz (2000).

Na figura acima, cada critério  $C_j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ), a categoria  $CT_{h+1}$  é limitada por um limite inferior  $b_h$  e um limite superior  $b_{h+1}$ . Para designar uma alternativa  $a$  para uma categoria  $CT_{h+1}$  compara-se as alternativas  $a$  com os perfis  $b_h$  ( $h = 1, 2, \dots, p$ ), que serão definidos os limites de cada categoria (MOUSSEAU; SLOWINSKI; ZIELNIEWICZ, 2000). No método ELECTRE TRI, as relações de sobreclassificação desempenham um papel crucial na ordenação das alternativas com base em múltiplos critérios. Essas relações são estabelecidas entre cada par de alternativas, indicando se uma alternativa é preferida, indiferente ou inferior à outra em termos de todos os critérios considerados (GRECO; FIGUEIRA; EHRGOTT, 2016). Ainda, conforme discutido por os referidos autores estas relações são fundamentais para a construção da fronteira de eficiência e para a determinação das alternativas não dominadas, auxiliando os decisores na seleção da melhor opção possível frente a um conjunto complexo de critérios e preferências.

De acordo com Certa *et al.*, (2017) para validar ou invalidar a afirmação de que  $aSb_h$  e  $b_hSa$ , o ELECTRE utiliza um parâmetro conhecido como índice de credibilidade ( $\sigma(a, b_h)$  e  $\sigma(b_h, a)$ ). Para calcular o índice de credibilidade, é necessário definir e calcular outros parâmetros, como o peso  $w_j$  dos critérios, a avaliação do desempenho nos critérios  $g_j(a) \forall a$  ( $a = \{1, 2, \dots, A\}$ ), os limiares de preferência  $p_j(b_h)$ , indiferença  $q_j(b_h)$  e o veto  $v_j(b_h)$ .

O limiar de preferência  $p_j(b_h)$  especifica a maior diferença  $g_j(a) - g_j(b_h)$  que se mantém a preferência de  $a$  em relação a  $b_h$  no critério  $g_j$ ; o limiar de indiferença  $q_j(b_h)$  representa a menor diferença  $g_j(a) - g_j(b_h)$  em que se mantém a indiferença entre  $a$  e  $b_h$  no

critério  $g_j$ ; e o limiar veto  $v_j(b_h)$  representa a menor diferença  $g_j(b_h) - g_j(a)$  que anula completamente a afirmação de que  $aSb_h$  (MOUSSEAU; SLOWINSKI; ZIELNIEWICZ, 2000). Para definir o grau de credibilidade, seguem-se os seguintes passos (MOUSSEAU; FIGUEIRA; NAUX, 2001): (1) Cálculo dos índices de concordância parcial  $c_j(a, b_h) \forall j \in F$ ; (2) Cálculo do índice de concordância global  $c(a, b_h)$ ; (3) Cálculo do índice de discordância  $d_j(a, b_h) \forall j \in F$ ; (4) Cálculo do índice de credibilidade  $\sigma(a, b_h)$  da relação de sobreclassificação. Na Tabela 1 são apresentados os cálculos conforme Mousseau, Figueira e Naux (2001).

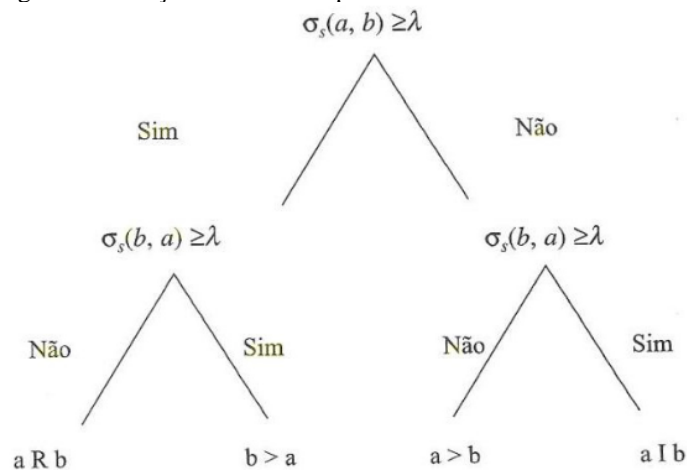
Tabela 1 - Fórmulas para cálculo dos índices.

Índices	Equação
Concordância Parcial	$c_j(a, b_h) = \begin{cases} 0, & \text{se } g_j(b_h) - g_j(a) \geq p_j(b_h) \\ 1, & \text{se } g_j(b_h) - g_j(a) \leq q_j(b_h) \\ \frac{p_j(b_h) + g_j(a) - g_j(b_h)}{p_j(b_h) - q_j(b_h)}, & \text{caso contrário} \end{cases}$
Concordância Global	$C(a, b_h) = \frac{\sum_{j=1}^n w_j \times c_j(a, b_h)}{\sum_{j=1}^n w_j}$
Discordância	$d_j(a, b_h) = \begin{cases} 0, & \text{se } g_j(b_h) - g_j(a) \leq p_j(b_h) \\ 1, & \text{se } g_j(b_h) - g_j(a) > v_j(b_h) \\ \frac{g_j(b_h) - g_j(a) - p_j(b_h)}{v_j(b_h) - p_j(b_h)}, & \text{caso contrário} \end{cases}$
Credibilidade	$\sigma(b_h) = c(a, b_h) \times \prod_{j \in F} \frac{1 - d_j(a, b_h)}{1 - c_j(a, b_h)}, \text{ onde } F = \{j \in F: d_j(a, b_h) > c_j(a, b_h)\}$

Fonte: Adaptado de Mousseau, Figueira, Naux (2001).

Ao obter o grau de credibilidade, é necessário definir um nível de corte  $\lambda$ , com  $\lambda \in [0.5, 1]$  (FONTANA; NEPOMUCENO, 2017) para identificar as relações de sobreclassificação ou superação. Segundo Galo (2018) o nível de corte  $\lambda$  irá indicar o menor grau de credibilidade  $\sigma(a, b_h)$  que permite afirmar que a alternativa supera o limite de uma categoria. Na Figura 6, são apresentados os passos realizados para determinar a relação de superioridade entre as alternativas  $a$  e a referência  $b$ , utilizando os índices de credibilidade  $\sigma(a, b_h)$  e  $\sigma(b_h, a)$ , além do nível de corte ( $\lambda$ ) utilizado.

Figura 6 - Relação entre a e b a partir dos índices de credibilidade.



Fonte: Gomes, González e Carignano (2004).

Logo, os critérios estabelecidos por Mousseau, Figueira e Naux (2001) para comparar as alternativas com os limites são: se  $\sigma(a, b_h) \geq \lambda$  e  $\sigma(b_h, a) \geq \lambda$ , tem-se que  $aSb_h$  e  $b_hSa$ , então  $a$  é indiferente a  $b_h$  ( $aIb_h$ ); Se  $\sigma(a, b_h) \geq \lambda$  e  $\sigma(b_h, a) < \lambda$ , tem-se que  $aSb_h$  e não  $b_hSa$ , então  $a$  é preferível a  $b_h$  ( $aSb_h$ ); Se  $\sigma(a, b_h) < \lambda$  e  $\sigma(b_h, a) \geq \lambda$ , tem-se que  $aSb_h$  e  $b_hSa$ , então  $b_h$  é preferível a  $a$  ( $b_hSa$ ); E se  $\sigma(a, b_h) < \lambda$  e  $\sigma(b_h, a) < \lambda$ , tem-se que  $aSb_h$  e não  $b_hSa$ , então  $a$  é incomparável a  $b_h$  ( $aSb_h$ ). Esses critérios permitem determinar se uma alternativa é preferível, indiferente, ou inferior a outra, fornecendo uma estrutura clara para decisões complexas.

Para designar as alternativas a uma categoria, o método ELECTRE TRI segue dois passos principais: (1) Desenvolvimento de uma relação de superação  $S$  através da comparação de cada alternativa com os limites das categorias; (2) Exploração da relação  $S$  para atribuir cada alternativa específica (MOUSSEAU; SLOWINSKI; ZIELNIEWICZ, 2000). O primeiro passo é alcançado calculando o nível de credibilidade e construindo as relações de preferência. No segundo passo, é necessário explorar as relações de sobreclassificação para alocar as alternativas às classes predefinidas. Existem dois procedimentos de atribuição que podem ser aplicados: o procedimento pessimista e o procedimento otimista (CERTA *et al.*, 2017).

O procedimento pessimista e otimista refere-se a uma abordagem de análise de decisão que considera diferentes perspectivas extremas em relação aos resultados possíveis. Segundo Figueira, Greco e Ehrgott (2016), o procedimento pessimista envolve a maximização das desvantagens e minimização das vantagens associadas a cada alternativa, visando identificar a pior situação possível. Quando este procedimento é aplicado com  $\lambda = 1$ , a designação de uma

alternativa à categoria  $C_h$  ocorrerá somente se  $g_j(a)$  for igual ou maior que  $g_j(b_h)$  para cada critério (MOUSSEAU; SLOWINSKI; ZIELNIEWICZ, 2000).

Por outro lado, o procedimento otimista, como discutido por Figueira, Greco e Ehrgott (2016), foca na maximização das vantagens e minimização das desvantagens, procurando determinar a melhor situação possível para cada alternativa considerada. Esses procedimentos são úteis para avaliar a robustez das decisões em face de diferentes cenários e níveis de incerteza, permitindo aos decisores considerar tanto os riscos quanto as oportunidades potenciais de cada opção disponível. Quando este procedimento é aplicado com  $\lambda = 1$ , uma alternativa  $a$  só poderá ser atribuída à categoria  $C_h$  se  $g_j(b_h)$  exceder  $g_j(a)$  em pelo menos um critério (MOUSSEAU; SLOWINSKI; ZIELNIEWICZ, 2000).

## CAPÍTULO 3 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### 3.1 Metodologia da Pesquisa

O procedimento metodológico utilizado neste trabalho consiste em uma pesquisa aplicada, pois visa gerar conhecimentos para colocá-los em prática e, assim, alcançar o objetivo principal deste trabalho. Quanto aos fins, Gil (2002) caracteriza uma pesquisa exploratória pois visa proporcionar maior familiaridade com o problema, tornando-o mais preciso, de modo a facilitar a construção de hipóteses. Neste pressuposto a pesquisa deste trabalho é caracterizada como exploratória. De acordo com essa definição, este estudo tem caráter exploratório para levantar maiores informações e fazer uma análise dos indicadores existentes na literatura para avaliar o nível de maturidade de inovação em processos nas empresas. E, assim ser possível desenvolver um método de cálculo para avaliar internamente na organização essa maturidade inovativa de processos.

Além disso, esta pesquisa pode ser classificada quanto aos meios, como sendo uma pesquisa bibliográfica e levantamento de campo, pois será relacionada as diversas ferramentas de medição do grau de inovação existentes na literatura para embasar e auxiliar a estruturação e elaboração de trabalhos futuros. Visto isto, entende-se a pesquisa bibliográfica como sendo em uma espécie de “varredura” nas revisões de literatura existentes sobre um assunto, visando obter informações e dados para embasamento de um estudo (DE MACEDO, 1995).

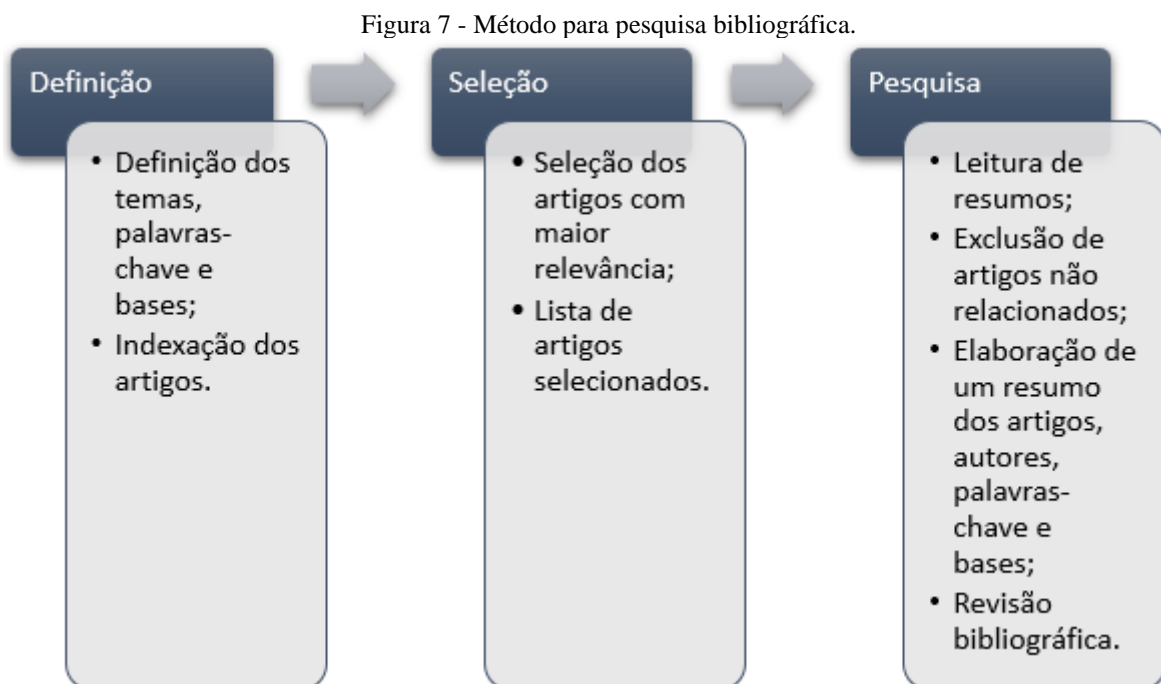
A presente pesquisa é caracterizada, quanto ao tipo de abordagem, uma pesquisa mista, isto é, qualitativa e quantitativa. Pois, foi realizada uma análise de dados qualitativos envolvendo os temas como Inovação e Gestão da Inovação; Ferramentas de Avaliação da Maturidade de Inovação em Processos; Método de Tomada de Decisão Multicritério; e ELECTRE TRI, usando métodos como análise de conteúdo ou análise temática. Além disso, utiliza-se a análise de dados quantitativos envolvendo o uso de técnicas estatísticas para analisar padrões numéricos, estabelecer relações entre variáveis e testar hipóteses.

Bertrand e Fransoo (2002) fazem a classificação de pesquisas quantitativas como sendo axiomática e empírica. Deste modo, Miguel *et al.* (2010) explicam que quando o foco está na obtenção de soluções dentro de um modelo pré-definido, assegurando que essas soluções ofereçam uma compreensão sobre a estrutura do problema conforme delineado pelo modelo, essa abordagem se dedica ao estudo de problemas idealizados, entende-se como axiomática. Nesse contexto, busca-se formular teorias usando intensivamente métodos matemáticos, estatísticos e computacionais. Por outro lado, a pesquisa quantitativa empírica foca

principalmente na criação de modelos que se ajustem às relações causais presentes em problemas reais (MIGUEL *et al.*, 2010).

As pesquisas quantitativas, sejam axiomáticas ou empíricas, podem ser classificadas em duas categorias: descritivas, quando o objetivo é criar um modelo que descreva as relações causais; e normativas ou prescritivas, quando o foco está no desenvolvimento de políticas, métodos, estratégias ou ações para melhorar a situação atual (BERTRAND; FRANSOO, 2002). Com base nessas classificações, esta pesquisa se enquadra na categoria de modelagem quantitativa axiomática normativa (prescritiva), pois propõe um modelo de tomada de decisão capaz de lidar com diferentes aspectos da inovação nas organizações.

A pesquisa bibliográfica tem como objetivo principal levantar informações e embasar conceitos relacionados ao tema em estudo. Esse tipo de pesquisa envolve a busca, seleção e análise de material bibliográfico, para tanto, conforme é apresentado na Figura 7, o trabalho foi orientado com as seguintes etapas.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Para definir os temas de pesquisa do trabalho foi necessário validar os objetivos gerais e específicos propostos, nos quais abordam inovação, gestão da inovação, inovação de processos, métodos de maturidade de inovação. A primeira etapa consistiu em uma revisão da literatura para identificar conceitos, tipos e vantagens da inovação. Além de um levantamento dos métodos de maturidade já existentes na literatura. A primeira etapa da revisão bibliográfica foi realizada através da busca por artigos nos periódicos científicos catalogados na IEEE

Engineering, Science Direct, Scopus e Periódico Capes. As 31.974 publicações encontradas nesses periódicos foram tabuladas conforme a sua classificação CAPES (2020) para a disciplina de ENGENHARIAS III, conforme é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 - Pesquisas realizadas nas bases/periódicos.

<b>Termos de Busca</b>	<b>Local</b>	<b>Tipo</b>	<b>Total</b>
"innovation" AND "strategies" AND "competitiveness" AND "innovation management"	IEEE Engineering	journals, magazines	48
	Scopus	journals, magazines, article	112
	Science Direct	review articles, article, journals	7864
	Periódico Capes	book chapter, journals, magazines, article	3483
"innovation" AND "innovation management" AND "Industry 4.0"	IEEE Engineering	journals, magazines	596
	Scopus	journals, magazines, article	82
	Science Direct	review articles, article, journals	696
	Periódico Capes	book chapter, journals, magazines, article	3137
"innovation" AND "innovation management" AND "types of innovation" AND "process innovation"	IEEE Engineering	journals, magazines	2560
	Scopus	journals, magazines, article	11
	Science Direct	review articles, article, journals	629
	Periódico Capes	book chapter, journals, magazines, article	6953
"innovation" AND "process innovation AND "technological innovation" AND "model maturity"	IEEE Engineering	journals, magazines	167
	Scopus	journals, magazines, article	3
	Science Direct	review articles, article, journals	1
	Periódico Capes	book chapter, journals, magazines, article	94
"innovation" AND "multicriteria"	IEEE Engineering	journals, magazines	87
	Scopus	journals, magazines, article	678
	Science Direct	review articles, article, journals	3444
	Periódico Capes	book chapter, journals, magazines, article	551

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Além dos artigos buscados conforme processo apresentado foram utilizadas as ferramentas Google Scholar, Google Books para realizar a pesquisa por livros, artigos, consultas a base de patentes e monografias não englobadas nas etapas anteriores. Por fim, foi delineada uma metodologia de aplicação em ambientes caracterizados anteriormente.

A análise da tabela fornecida, que lista os resultados de busca para termos específicos relacionados à inovação em diversas bases de dados e tipos de publicações, revela algumas tendências importantes sobre a literatura acadêmica nesse campo. Neste sentido, o periódico Science Direct apresenta o maior número de resultados em todas as buscas, indicando um vasto acervo de artigos, revisões e periódicos relacionados a inovação. Por exemplo, a busca por *"innovation" AND "strategies" AND "competitiveness" AND "innovation management"* 7.864

resultados. E, o Periódico Capes também apresenta um número substancial de resultados, principalmente em buscas amplas como *"innovation" AND "strategies" AND "competitiveness" AND "innovation management"* com 3.483 resultados, mostrando a relevância da plataforma para pesquisa em inovação no contexto brasileiro.

Contudo, IEEE Engineering tende a ter menos resultados comparados a Science Direct e Periódico Capes, mas isso se deve ao foco mais técnico e engenheiro das publicações. Por exemplo, *"innovation" AND "strategies" AND "competitiveness" AND "innovation management"* retorna 48 resultados, enquanto *"innovation" AND "multicriteria"* retorna 87, sugerindo um interesse crescente em aplicações técnicas e práticas da inovação. Scopus oferece uma quantidade moderada de resultados, como 112 para a busca mais geral e 678 para *"innovation" AND "multicriteria"*, posicionando-se como uma base de dados intermediária que combina profundidade com especialização.

Quanto aos termos de busca *"innovation" AND "strategies" AND "competitiveness" AND "innovation management"* há um retorno amplo de resultados, especialmente em Science Direct e Periódico Capes, sugerindo que essas áreas são amplamente estudadas e documentadas. Quanto aos termos *"innovation" AND "innovation management" AND "Industry 4.0"* o número é significativo, em Science Direct (696) e Periódico Capes (3.137), pode-se destacar a relevância contemporânea da Indústria 4.0 na gestão da inovação, refletindo um foco crescente na digitalização e tecnologias emergentes. Em relação aos termos *"innovation" AND "innovation management" AND "types of innovation" AND "process innovation"* há uma discrepância entre os resultados do IEEE Engineering (2.560) e Scopus (11) sugere que há um foco técnico muito mais pronunciado nas publicações IEEE, enquanto Scopus pode estar mais alinhado com pesquisas de gestão e negócios.

Nos termos *"innovation" AND "process innovation" AND "technological innovation" AND "model maturity"* os resultados são relativamente baixos nas bases, especialmente Scopus (3) e Science Direct (1), indicando que esta é uma área mais especializada e talvez menos explorada comparativamente. Por fim, quanto aos termos *"innovation" AND "multicriteria"* há um elevado número de resultados em Scopus (678) e Science Direct (3.444), refletindo a importância e a aplicabilidade dos métodos multicritério na pesquisa sobre inovação.

Neste sentido, a análise indica que a literatura sobre inovação é vasta e diversificada, com uma distribuição significativa de resultados em várias bases de dados. Science Direct e Periódico Capes são especialmente ricos em publicações, refletindo uma ampla gama de estudos e abordagens. A variação nos resultados entre diferentes bases de dados como IEEE e

Scopus destaca as diferenças em foco e especialização, com IEEE tendo uma abordagem mais técnica e as outras bases fornecendo um panorama mais abrangente de estudos em inovação.

### 3.2 Metodologia do Trabalho

De fato, Cuylen, Kosch e Breitner (2016) garantem que a falta de documentação do método de desenvolvimento e a ausência de validação empírica podem limitar a eficácia do método de maturidade. Por esse motivo, tem-se sugerido vários métodos de procedimentos para o projeto de métodos de maturidades. Neste sentido, De Bruin *et al.* (2005) explicam que uma abordagem sistemática permite que o método seja aplicado de maneira consistente em diferentes contextos e em diferentes tipos de empresas, garantindo que a avaliação da maturidade seja objetiva e confiável. Além disso, uma abordagem sistemática e padronizada do desenvolvimento do método de maturidade permite que as lacunas e oportunidades de melhoria sejam identificadas com mais precisão, permitindo que as empresas saibam exatamente onde concentrar seus esforços para alcançar níveis mais elevados de maturidade.

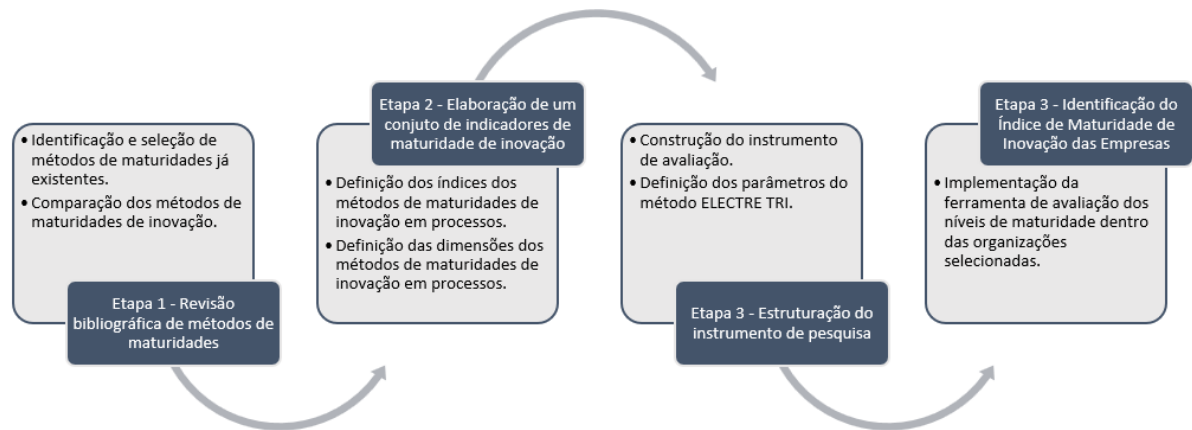
Uma abordagem sistemática do desenvolvimento de métodos de maturidade baseada em um procedimento documentado e padronizado tende a produzir resultados mais rentáveis e confiáveis do que um procedimento intuitivo (BECKER; KNACKSTEDT; PÖPPELBUß, 2009). Isso ocorre porque um procedimento documentado e padronizado permite que as empresas identifiquem claramente as melhores práticas e critérios de avaliação relevantes para sua área ou processo avaliado, tornando o processo de avaliação mais objetivo e confiável. Além disso, esse tipo de abordagem permite que as empresas monitorem e avaliem seu progresso ao longo do tempo de maneira mais eficaz, identificando áreas de melhoria e medindo o impacto de suas iniciativas de melhoria.

Portanto, para fornecer um instrumento rigoroso para avaliação do nível de maturidade em inovação de processos dentro das organizações, esta pesquisa visa desenvolver um método teoricamente sólido e empiricamente fundamentado, baseado no método e procedimento de Caiado *et al.* (2021). Pois, o trabalho utiliza-se de abordagens de multi métodos compreendidos em revisões de literatura, entrevistas, grupos focais e estudo de caso para estruturar um método de avaliação de maturidade da Indústria 4.0. O método proposto foi construído e aplicado com base no problema definido na seção de introdução deste artigo seguindo quatro etapas, conforme exibido na Figura 8, abaixo.

Inicialmente foi realizada uma comparação dos métodos de maturidade em inovação já existentes, que visava identificar o requisito principal do nível de inovação, identificação dos

elementos desses métodos, as tecnologias mais utilizadas e os processos usuais, implementados dentro das organizações. Em um segundo momento, foi realizado um procedimento iterativo que teve como objetivo definir o desenho do método e determinar um conjunto de indicadores críticos para avaliar holisticamente os processos dentro das indústrias de forma sistemática.

Figura 8 - Etapas de Pesquisa.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Na terceira etapa ocorre a implementação do método elaborado, que consistiu no desenvolvimento e avaliação do método, através do aperfeiçoamento e ajuste da ferramenta de avaliação e da modelagem de um conjunto de parâmetros do método ELECTRE TRI. Por fim, em uma quarta etapa é realizada a avaliação do método, em que serão analisados em um quantitativo de empresas de médio e pequeno porte do Estado de Goiás para testar e validar o método. Para que, assim, os resultados possam ser discutidos, com a análise do gap de maturidade e possíveis propostas de ação para melhoria contínua da manufatura 4.0.

Assim, conforme Tangpong (2011) explica um estudo de método misto, combinando múltiplos métodos (qualitativo e quantitativo), pode ajudar a reduzir a susceptibilidade a achados sistematicamente enviesados e a aumentar a validade e a confiabilidade dos resultados, levando ao final à validação do método. Além disso, o método de procedimento é composto pelas seguintes etapas: (i) comparação dos métodos existentes; (ii) desenho e determinação de um conjunto de indicadores; (iii) implementação do método, ajustes da ferramenta de avaliação e modelagem dos sistemas do método ELECTRE TRI; e (iv) aplicação em indústrias para avaliar a ferramenta.

Neste sentido, avaliar o nível de maturidade em inovação de processos dentro das indústrias tem como objetivo identificar a quão avançada e eficaz é a adoção de inovações nos processos de produção, gestão e operação da empresa. Espera-se apresentar uma ferramenta

(dashboard) para facilitar à organização nessa avaliação e compreensão, fornecendo insights para a empresa sobre como melhorar a sua capacidade de inovar e se adaptar às mudanças no mercado e nas necessidades dos clientes.

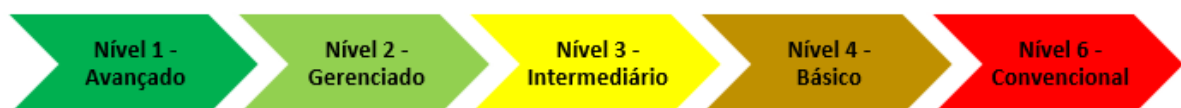
Pois, ao avaliar o nível de maturidade em inovação de processos dentro das indústrias espera-se que a avaliação revele os pontos fortes e fracos da empresa em relação à inovação de processos, ajudando a identificar áreas em que a empresa está bem-posicionada e outras em que precisa melhorar. Além de fornecer um benchmarking em relação a outras empresas do mesmo setor, permitindo que a empresa compare o seu desempenho com o das concorrentes e identifique oportunidades de melhoria.

Outro ponto importante consiste que a avaliação forneça sugestões de melhorias para a empresa em termos de processos, tecnologias e habilidades, que possam aumentar a sua capacidade de inovar. Espera-se, também, que a avaliação promova uma cultura de inovação na empresa, incentivando a colaboração e a criatividade entre os funcionários e gerentes, e enfatizando a importância da inovação nos processos de produção e operação. Além de melhorar a capacidade da empresa de inovar, possa levar a melhorias no desempenho financeiro da empresa, aumentando a sua competitividade e a sua capacidade de atender às necessidades dos clientes.

### 3.3 Proposta de Método de Medição do Nível de Maturidade em Inovação

Para a elaboração de um método de maturidade em inovação de processos, é comum utilizar elementos básicos que ajudam a estruturar o método de maneira clara e organizada. O método deve ter um número determinado de níveis de maturidade, que foi definido cinco níveis. Cada nível representa um estágio na evolução da maturidade em inovação de processos, e a organização deve atingir cada nível antes de avançar para o próximo. Além disso, é importante descrever cada nível, de tal modo que deve ser resumido as principais características que a organização deve possuir para ser classificada naquele nível de maturidade. Conforme mostra a Figura 9, para o nível 1 caracteriza-se como avançado, nível 2 – gerenciado, nível 3 – intermediário, nível 4 – básico, nível 5 – convencional.

Figura 9 - Níveis de inovação.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Além do descritor, é importante ter uma descrição mais detalhada de cada nível, que explique em mais detalhes as características que a organização deve possuir para ser classificada naquele nível. Outro ponto relevante consiste na definição do número de dimensões. Isto é, um método de maturidade em inovação de processos geralmente é estruturado em diferentes dimensões, que representam diferentes aspectos da inovação, sejam elas relacionadas aos processos, cultura organizacional, habilidades e ferramentas de inovação.

Quadro 11 - Dimensões do Método de Maturidade em Processos.

<b>Dimensão</b>	<b>Descrição</b>
<b>Gestão de processos</b>	Capacidade da organização de desenvolver e gerenciar processos inovadores, desde a ideia até a implementação.
<b>Cultura Organizacional</b>	Mentalidade da organização em relação à inovação, incluindo a tolerância ao risco, a motivação para inovar e a colaboração entre equipes.
<b>Habilidades e Estratégias</b>	Capacidade da organização de identificar e desenvolver habilidades necessárias para a inovação, como pensamento criativo, resolução de problemas e <i>design thinking</i> . Além, da capacidade da organização de alinhar sua estratégia de negócios com a inovação, identificando oportunidades de inovação e desenvolvendo uma visão clara de como a inovação pode ajudar a alcançar seus objetivos.
<b>Ferramentas e Tecnologias</b>	Capacidade da organização de utilizar ferramentas e tecnologias inovadoras, como inteligência artificial, internet das coisas e robótica, para melhorar seus processos.
<b>Governança</b>	Capacidade da organização de gerenciar e monitorar sua atividade de inovação, incluindo a gestão de riscos, o estabelecimento de metas e indicadores de desempenho e a comunicação dos resultados da inovação para partes interessadas internas e externas.
<b>Clientes e Mercado</b>	Capacidade da organização de compreender as necessidades e demandas do mercado e dos clientes, e de utilizar essa compreensão para desenvolver soluções inovadoras que atendam a essas necessidades.

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Neste sentido, o método proposto foi estruturado em seis dimensões, são elas: Gestão de Processos; Cultura Organizacional; Habilidades e Estratégias; Ferramentas e Tecnologias; Governança; Clientes e Mercado. Deste modo, cada dimensão pode ser vista a partir de diferentes perspectivas e, para cada perspectiva, é importante ter um descritor que resuma as principais características que a organização deve possuir para ser classificada naquele nível de maturidade, conforme é apresentado no Quadro 11.

Deste modo, ao analisar o método proposto por Caiado *et al.* (2021) e Carolis *et al.* (2017) foi possível identificação semelhanças e diferenças entre os métodos existentes, para que assim, fosse possível estruturar um método mais robusto, abrangente e relevante para as organizações. No método DREAMYS proposto por Carolis *et al.* (2017) foram definidos cinco níveis de maturidades, sendo subdivididos do 1 ao 5, que consistem em inicial, gerenciado, definido,

integrado e interoperado, e digitalmente orientado. Além disso, as dimensões foram: Processos; Controle e Monitoramento; Tecnologia; Organização.

Assim como no método de OSCM 4.0 de Caiado *et al.* (2021) que foram definidos cinco níveis de maturidades, sendo subdivididos de 0 a 4, que consistem em inexistente, conceitual, gerenciado, avançado e auto otimizado. Enquanto as dimensões foram três e sete perspectivas, sendo: Clientes, logística e fornecedor para a dimensão da Gestão da Cadeia de Suprimentos (SCM), a integração para SCM e POM, e planejamento e controle dos sistemas de produção, a qualidade e manutenção da dimensão POM.

Quadro 12 - Níveis de maturidade do método de inovação.

<b>Nível</b>	<b>Descrição</b>
<b>1 – Avançado</b>	Há a gestão dos processos, com tecnologias de ponta, com uma organização em potencial crescimento, onde os processos são digitalizáveis. Os dados podem ser monitorados integralmente e virtualmente, facilitando diagnósticos e tomada de decisão. Há segurança na troca de informações, existe uma gestão de risco bem orientada e estruturada. As atividades e departamentos são integrados com o apoio de tecnologias habilitadoras.
<b>2 – Gerenciado</b>	Há uma padronização dos processos com planejamento adequado e a utilização de tecnologias da I4.0 que ampliam as fronteiras corporativas. Há uma cultura organizacional bem planejada e definida internamente. Existe uma padronização, compartilhamento de dados e interoperabilidade com uso de dados. Falta investimentos em tecnologias de ponta para alavancar os processos e facilitar a automação e digitalização da empresa. Inicia-se uma gestão de risco interna na empresa, mas ainda precisa ser mais bem estruturada.
<b>3 – Intermediário</b>	Há uma padronização dos processos, porém falta planejamento adequado e de tecnologias habilitadoras pode ter um impacto significativo na gestão dos processos. Utiliza-se algumas tecnologias da I4.0 para auxiliar na gestão da empresa de maneira significativa. É implementado a cultura organizacional de forma proativa. A empresa percebe a necessidade de oferecer cursos e disseminar a importância de inovação, mas existe pouco planejamento. Existe algumas deficiências na integração e interoperabilidade, apesar de se ter dados estruturados.
<b>4 – Básico</b>	Inicia-se o processo formal de implantação dos processos e há um conhecimento sobre alguns processos que está sendo dissipado internamente, por isso, a gestão de processos é pouca. Há pouca ou nenhuma tecnologia adequada para obter a revolução digital, mas inicia-se a criação de um fluxo de dados o que favorece um monitoramento das atividades. A organização começa a resolver os problemas da I4.0 dentro de um ou dois departamentos. Inicia-se a disseminação de valores e normas na empresa.
<b>5 – Convencional</b>	Não há gerenciamento dos processos dentro da organização com pouco controle das operações. Não há cultura organizacional bem definida dentro da empresa e o pouco que existe não está claro para todos. Não há incentivo para inovar dentro da organização, assim como não possui tecnologias adequadas para construir uma infraestrutura que suporte a revolução digital. A organização não aborda I4.0 e o sistema de TI corporativo disponível suporta apenas seu campo de aplicação.

Fonte: Elaborada pela autora (2023).

Além do mais, ambos os trabalhos apresentam discursões acerca da necessidade de se obter inovações de processos, conceitos, estratégias e tecnologias da I4.0. Fato que é de grande relevância para o atual momento no mercado, o que corrobora a necessidade de se estudar e analisar os níveis de maturidades dentro das indústrias. De tal modo que elas consigam se tornar

mais receptivas a mudanças e compreender os pontos que estão tendo falhas para tomar decisões, implementando novas tecnologias, apresentando novos conceitos na sua rede de apoio, seja clientes, colaboradores e fornecedores. Neste sentido, no Quadro 12 é apresentado os níveis de maturidade do método proposto e sua descrição.

Sendo assim, após a estruturação do método, é necessário realizar uma avaliação para determinar o nível atual de maturidade das empresas em relação aos critérios definidos pelo método. Com base nos resultados da avaliação, a empresa pode identificar as lacunas em relação ao método e definir um plano de ação para evoluir para níveis mais elevados de maturidade. O plano de ação pode incluir a definição de metas, a elaboração de um plano de implementação, a capacitação dos colaboradores, entre outras medidas. O objetivo final é alcançar níveis mais elevados de maturidade, o que pode trazer benefícios como maior eficiência, maior qualidade, maior produtividade, maior satisfação dos clientes e dos colaboradores, entre outros.

### 3.4 Ferramenta de Aplicação do Método

Nesta seção é apresentada a ferramenta de aplicação do método ELECTRE TRI, de tal modo que seja explanada a sua utilização. Este trabalho é desenvolvido utilizando funcionalidades avançadas do Excel, mas pode ser facilmente convertido em um aplicativo de software para facilitar seu uso por empresas industriais ou outras organizações de apoio. Na Figura 10 é apresenta a ferramenta de aplicação do método ELECTRE TRI para compreender o nível de inovação em processos nas organizações.

Figura 10 - Ferramenta de aplicação do método.

The screenshot shows an Excel spreadsheet interface for the ELECTRE TRI tool. The spreadsheet has columns labeled A through N and rows 1 through 8. A table is visible with the following structure:

Nome	Cultura Organizacional (g1)	Gestão de Processos (g2)	Habilidades e Estratégias (g3)	Ferramentas e Tecnologias (g4)	Governança (g5)	Clientes e Mercado (g6)

To the right of the table is a 'Calcular' button with a refresh icon. Below the table, the spreadsheet is divided into four sections: 'Empresa', 'Otimista', 'Pessimista', and 'Análise'. The bottom status bar shows 'Dados' and 'Main' tabs.

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Na ferramenta há duas abas, são elas “Dados” e “Main”. Para preencher a ferramenta e obter as informações necessárias é preciso que seja preenchida a tabela disposta na aba “Main”. Nesta aba tem uma tabela estruturada com colunas correspondentes aos diferentes critérios de inovação, em que deve ser inserido o nome da empresa, na célula “D4” e nos campos “Cultura Organizacional ( $g_1$ )”, “Gestão de Processos ( $g_2$ )”, “Habilidades e Estratégias ( $g_3$ )”, “Ferramentas e Tecnologias ( $g_4$ )”, “Governança ( $g_5$ )” e “Clientes e Mercado ( $g_6$ )” deve ser preenchido as células “E4”, “F4”, “G4”, “H4”, “I4” e “J4” com a média geométrica de cada bloco das perguntas, conforme mostra a Figura abaixo.

Figura 11 - Tabela com os critérios de inovação da ferramenta de aplicação.

Nome	Cultura Organizacional ( $g_1$ )	Gestão de Processos ( $g_2$ )	Habilidades e Estratégias ( $g_3$ )	Ferramentas e Tecnologias ( $g_4$ )	Governança ( $g_5$ )	Clientes e Mercado ( $g_6$ )
A1	2,000	5,000	4,000	3,000	4,000	2,000

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Após realizar o preenchimento, clique no botão “Calcular”. Automaticamente é preenchido os campos “Empresa”, “Otimista”, “Pessimista” e “Análise”, conforme é apresentado na Figura 12.

Figura 12 - Exemplo da Ferramenta aplicada ao método.

The screenshot shows the application interface with the following components:

- Table:** A table with 7 columns (Nome, Cultura Organizacional ( $g_1$ ), Gestão de Processos ( $g_2$ ), Habilidades e Estratégias ( $g_3$ ), Ferramentas e Tecnologias ( $g_4$ ), Governança ( $g_5$ ), Clientes e Mercado ( $g_6$ )) and 2 rows (A1, A1).
- Buttons:** A "Calcular" button and a refresh icon.
- Results Section:**
  - Empresa:** A1
  - Otimista:** C2 Gerenciado. Description: Há uma padronização dos processos com planejamento adequado e a utilização de tecnologias da I4.0 que ampliam as fronteiras corporativas. Há uma cultura organizacional bem planejada e definida internamente. Existe uma padronização, compartilhamento de dados e interoperabilidade com uso de dados. Falta investimentos em tecnologias de ponta para alavancar os processos e facilitar a automação e digitalização da empresa. Inicia-se uma gestão de risco interna na empresa, mas ainda precisa ser mais bem estruturada.
  - Pessimista:** C4 Básico. Description: Inicia-se o processo formal de implantação dos processos e há um conhecimento sobre alguns processos que está sendo dissipado internamente, por isso, a gestão de processos é pouca. Há pouca ou nenhuma tecnologia adequada para obter a revolução digital, mas inicia-se a criação de um fluxo de dados o que favorece um monitoramento das atividades. A organização começa a resolver os problemas da I4.0 dentro de um ou dois departamentos. Inicia-se a disseminação de valores e normas na empresa.
  - Análise:** Para garantir que a empresa alcance todos os critérios sugere-se que utilize-se o método pessimista. Logo, a empresa é classificada no nível C4, isto é, nível básico. O processo formal de implantação dos processos está começando, e há um conhecimento sobre alguns processos que está sendo disseminado internamente, resultando em uma gestão de processos limitada. A organização possui pouca ou nenhuma tecnologia adequada para alcançar uma revolução digital completa, mas está iniciando a criação de um fluxo de dados que facilita o monitoramento das atividades. A empresa começa a enfrentar os desafios da Indústria 4.0 dentro de um ou dois departamentos específicos. Além disso, a disseminação de valores e normas na empresa está começando. SUGESTÃO: Sugere-se como melhorias o desenvolvimento de um plano de ação detalhado para a implementação dos processos, garantindo que todos os passos necessários sejam seguidos e monitorados; Estabelecer uma gestão de processos mais robusta, incluindo treinamento específico para os colaboradores e a definição clara de responsabilidades; Investir em tecnologias da Indústria 4.0, como Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial (IA) e big data, para digitalizar e automatizar os processos; Implementar sistemas integrados que permitam a comunicação entre diferentes departamentos, facilitando a troca de informações e a tomada de decisões baseada em dados.


Fonte: Elaborado pela autora (2024).

O campo “Otimista” apresenta o nível que a empresa se encontra em relação ao procedimento otimista. Neste exemplo, a empresa A1 que possui os critérios  $g_1$ ,  $g_2$ ,  $g_3$ ,  $g_4$ ,  $g_5$  e  $g_6$  com notas de dois (2,000), cinco (5,000), quatro (4,000), três (3,000), quatro (4,000) e dois (2,000), respectivamente. Ela está no nível C2, isto é, possui inovação gerenciada quanto ao procedimento otimista. Enquanto no procedimento pessimista, representado pelo campo

“Pessimista”, possui nível C4, isto é, nível básico de inovação. Em ambos os procedimentos além de apresentar os níveis é mostrado um resumo geral de quais são as características desta empresa quando se está em determinado nível.

Além disso, no campo “Análise” é apresentado uma avaliação de qual procedimento deve ser considerado e um breve resumo de sugestões de melhorias para a empresa, com base no seu nível de inovação. Segundo Mousseau, Slowinski e Zielniewicz (2000) sugere-se a utilização do procedimento pessimista, pois assegura que, quando  $\lambda = 1$ , a atribuição de uma alternativa à categoria  $C_h$  ocorrerá somente se  $g_j(a)$  for igual ou superior a  $g_j(b_h)$  para todos os critérios avaliados. Logo, neste exemplo, a empresa deve considerar que está no nível C4, isto é, nível básico de inovação.

Na aba “Dados” são feitos cálculos automatizados dos índices de concordância parcial e global, índices de discordância, de credibilidade, as relações de preferência e a designação de categorias. Esses cálculos são possíveis de serem realizados após preencher os valores seis critérios, na aba “Main”, como dito anteriormente. Ainda nessa aba são apresentados os limiares de preferência, indiferença e de veto, sendo que essas células são editáveis para que o responsável possa fazer alterações conforme necessário.

Por fim, na aba “Main” possui o ícone  que poderá redefinir a planilha, limpando todas as informações contidas nesta aba. Seguindo esses passos, é possível garantir que a ferramenta em Excel seja utilizada de forma eficaz para medir e melhorar o nível de inovação nos processos industriais de empresas de pequeno e médio porte. E a partir desse protótipo poderá ser desenvolvido um aplicativo de software para projetos futuros. Logo, será demonstrado no capítulo seguinte um conjunto de perguntas apresentadas às empresas.

### 3.5 Informações de Campo

Para compreender o nível de inovação das empresas do estado de Goiás foi solicitado a participação de algumas empresas parceiras. Empresas responderam institucionalmente, e garantida a anonimidade, se propuseram a testar o método. Neste sentido, foi realizada uma coleta de dados e informações diretamente do ambiente empresarial.

### 3.5.1 Método de Medição

O método é constituído de um conjunto de doze quesitos, sendo dois para cada “bloco”. Os blocos foram definidos de acordo com as seis dimensões em que o método proposto foi estruturado. Na Figura 13, são apresentados os blocos para avaliar a maturidade de inovação em processos dentro das organizações.

Figura 13 - Blocos da pesquisa em campo.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Além disso, as informações são oriundas das seguintes áreas das empresas: produção, gestão de projetos, vendas e marketing, recursos humanos e outros.

Os dados obtidos para a estruturação da planilha Excel pelo método ELECTRE TRI consistem nas seguintes situações:

Situação 1 (g1) - **Valorização da inovação e adaptação de processos como parte de sua cultura.** E havia cinco possibilidades de respostas, sendo a primeira referente ao primeiro nível de inovação, isto é, nível avançado (C1) “Sim, a cultura organizacional incentiva ativamente a busca por melhorias contínuas e a exploração de novas ideias para aprimorar processos e produtos. Existem programas e recursos dedicados à promoção da inovação e da adaptação de processos.”; A segunda opção, referente ao nível gerenciado (C2) “Sim, a inovação é uma parte importante da cultura da empresa. Encorajamos a criatividade e a busca por soluções inovadoras para enfrentar os desafios em nossas operações, mas ainda de forma limitada.”; A terceira opção, referente ao nível intermediário (C3) “Em certa medida, a empresa reconhece a importância da inovação e da adaptação de processos, embora haja espaço para melhorias na promoção dessas práticas.”; A quarta opção, referente ao nível básico (C4)

“A empresa está ciente da necessidade de inovação e adaptação, mas esses aspectos não são totalmente integrados na cultura organizacional. Poderia haver mais esforços para fomentar uma mentalidade inovadora.”; E, por fim, a última opção, nível convencional (C5) “Não, a empresa ainda não valoriza a inovação a adaptação de processos, e existe uma resistência a mudanças e inovações.”.

Situação 2 (g1) – **Métrica utilizada para monitorar o sucesso da cultura de inovação dentro da empresa.** E as possibilidades de respostas consiste na primeira, o nível avançado (C1) “A empresa utiliza pesquisas regulares com os colaboradores e métricas de participação em programas de inovação para avaliar o sucesso de sua cultura de inovação. Além disso, mede o impacto financeiro das iniciativas inovadoras em termos de aumento de receita, redução de custos e ROI (Retorno Sobre o Investimento) para determinar a eficácia de suas práticas inovadoras.”; A segunda, o nível gerenciado (C2) “A empresa mede o sucesso de sua cultura de inovação por meio de indicadores-chave de desempenho relacionados à inovação, como o número de patentes registradas anualmente, o lançamento de novos produtos inovadores e a análise de melhorias no atendimento ao cliente provenientes de inovações.”; A terceira, o nível intermediário (C3) “A empresa avalia parcialmente o sucesso de sua cultura de inovação por meio de pesquisas de satisfação dos colaboradores, mas ainda não há métricas de desempenho inovadoras sólidas.”; A quarta, o nível básico (C4) “A empresa atualmente não possui um método eficaz para medir o sucesso de sua cultura de inovação, mesmo que a inovação seja incentivada, não existem métricas ou indicadores estabelecidos para avaliar as iniciativas inovadoras.”; E a última, o nível convencional (C5) “A empresa não reconhece formalmente a necessidade de medir o sucesso de sua cultura de inovação.”.

Situação 3 (g2) – **Que metodologias específicas a empresa utiliza, tais como Six Sigma, Value Stream Mapping para aprimorar seus processos.** E as possibilidades de respostas consiste na primeira, o nível avançado (C1) “Sim, utilizamos pelo menos duas metodologias para otimizar nossos processos e todas as áreas da empresa são treinadas para aplicá-las na organização de forma eficiente.”; A segunda opção, o nível gerenciado (C2) “Sim, nossa empresa utiliza metodologias para aprimorar os processos, sendo essas abordagens parte de nossa cultura de melhoria e algumas equipes são treinadas para aplicá-las na organização.”; A terceira opção, o nível intermediário (C3) “A empresa está explorando a possibilidade de adotar metodologias, de tal modo que algumas equipes têm experimentado essas abordagens, mas ainda não foram implementadas de forma generalizada.”; A quarta opção, o nível básico (C4) “A empresa não utiliza atualmente tais metodologias, pois as melhorias são feitas de forma simples e, por isso, não seguimos nenhuma abordagem formal.”; E a última opção, o nível

convencional (C5) “Até o momento, a empresa não reconheceu a importância de adotar metodologias específicas para aprimorar processos.”.

Situação 4 (g2) – **As ferramentas ou softwares que a empresa utiliza para automatizar e otimizar processos operacionais.** E as possibilidades de resposta, seria o nível avançado (C1) “Além de utilizar várias ferramentas de automação, também investimos em tecnologias avançadas, tais como softwares de simulação (*FlexSim*, *Simul8* e/ou outros), utilização de robôs e ferramentas de IA (Inteligência Artificial).”; O nível gerenciado (C2) “Sim, a empresa utiliza várias ferramentas e softwares para automatizar e otimizar processos operacionais. Isso inclui sistemas de gestão integrada (ERP), automação de fluxo de trabalho, softwares de gestão de projetos e ferramentas específicas para aprimorar eficiência em várias áreas da empresa.”; O nível intermediário (C3) “A empresa está em processo de avaliação e seleção de ferramentas e softwares para automatizar e otimizar processos operacionais. Estamos explorando opções no mercado e planejando sua implementação no futuro.”; O nível básico (C4) “A empresa reconhece a necessidade de automação e otimização de processos, mas ainda não implementou ferramentas ou softwares avançados para atingir esse objetivo. Atualmente, nossas operações são realizadas principalmente de forma manual.”; E o nível convencional (C5) “No momento, a empresa não utiliza ferramentas ou softwares para automatizar ou otimizar processos operacionais, pois as operações são amplamente manuais.”.

Situação 5 (g3) – **As parcerias ou colaborações externas que a empresas busca para impulsionar a inovação, e como essas parcerias são gerenciadas.** E as possibilidades de resposta, seria o nível avançado (C1) “Além de buscar parcerias externas, temos uma estratégia robusta para gerenciar essas colaborações. Utilizamos plataformas de gerenciamento de parcerias e temos equipes dedicadas de P&D e inovação.”; O nível gerenciado (C2) “Sim, a empresa busca ativamente parcerias externas para impulsionar a inovação. Mantemos relacionamentos com universidades, startups e outras empresas para colaborações em pesquisa, desenvolvimento e inovação.”; O nível intermediário (C3) “A empresa está em processo de avaliação e consideração de parcerias externas para impulsionar a inovação. Estamos explorando possíveis colaborações e avaliando como elas se encaixam em nossa estratégia de inovação.”; O nível básico (C4) “A empresa reconhece a importância de parcerias externas, mas não tem tomado medidas concretas para estabelecê-las. Além disso, a estratégia de inovação ainda não inclui colaborações externas.”; E o nível convencional (C5) “A empresa não busca ativamente parcerias ou colaborações externas para impulsionar a inovação. Até o momento, nossa abordagem tem sido predominantemente interna, sem foco em colaborações externas.”.

Situação 6 (g3) – **A identificação e aproveitamento das habilidades únicas dos funcionários para impulsionar a inovação.** E as possibilidades de resposta, seria o nível avançado (C1) “Além de reconhecer e aproveitar as habilidades dos funcionários, também incentivamos a formação de equipes multidisciplinares que reúnem diversas competências e perspectivas para promover a inovação.”; O nível gerenciado (C2) “Sim, a empresa valoriza e promove ativamente a identificação e aproveitamento das habilidades de seus funcionários. Temos processos e programas específicos para reconhecer e utilizar as contribuições individuais de nossos colaboradores para impulsionar a inovação.”; O nível intermediário (C3) “A empresa está em processo de avaliação e desenvolvimento de um sistema para identificar e aproveitar as habilidades dos funcionários. Estamos trabalhando para melhorar a integração de talentos e inovação, com a implementação de treinamentos e workshops.”; O nível básico (C4) “A empresa reconhece a importância de aproveitar as habilidades de seus funcionários, mas ainda não tem um sistema estabelecido para fazê-lo. A inovação é incentivada, mas as contribuições individuais não são bem integradas.”; E o nível convencional (C5) “Não, a empresa ainda não tem um processo eficaz para identificar e aproveitar as habilidades de seus funcionários, pois a gestão de talentos e a promoção da inovação não estão alinhadas.”.

Situação 7 (g4) – **Identificação de oportunidades de inovação e tomada de decisões estratégicas através da análise de dados e a inteligência artificial.** E as possibilidades de resposta, seria o nível avançado (C1) “Além de utilizar análise de dados e inteligência artificial, a empresa tem uma estratégia avançada para aproveitar essas tecnologias. Usamos algoritmos de aprendizado de máquina para identificar oportunidades de inovação e tomamos decisões estratégicas informadas por análises avançadas de dados.”; O nível gerenciado (C2) “Sim, a empresa utiliza análise de dados e pelo menos uma ferramenta de inteligência artificial. Essas tecnologias desempenham um papel fundamental em nossas operações, ajudando-nos a identificar tendências, prever demandas do mercado e otimizar processos.”; O nível intermediário (C3) “A empresa utiliza análise de dados, como *Business Intelligence* e/ou *Big Data Analytics*, e inteligência artificial de forma limitada, como impressão 3D, sistemas de execução baseada em nuvens e IoT (Internet das Coisas). Estamos no processo de ampliar sua adoção e integrá-las mais completamente em nossas operações.”; O nível básico (C4) “A empresa reconhece a importância da análise de dados e da inteligência artificial, mas ainda não as implementou eficazmente, pois estamos em fase inicial de exploração dessas tecnologias.”; E o nível convencional (C5) “A empresa não utiliza a análise de dados, nem a inteligência artificial para identificar oportunidades de inovação ou tomar decisões estratégicas.”.

Situação 8 (g4) – **Adoção de automação e tecnologias emergentes, como Internet das Coisas (IoT), blockchain ou realidade aumentada, para promover a inovação.** E as possibilidades de resposta, seria o nível avançado (C1) “Sim, temos processos automatizados, com a utilização de robôs, adotamos duas ou mais tecnologias emergentes e temos uma estratégia robusta para sua implementação. Investimos ativamente em IoT, blockchain, realidade aumentada e/ou outras tecnologias de ponta para impulsionar a inovação em todos os aspectos de nossa operação.”; O nível gerenciado (C2) “Sim, a empresa adotou parcialmente a automação em algumas áreas e pelo menos uma tecnologia emergente, como IoT, blockchain e/ou realidade aumentada, para promover a inovação.”; O nível intermediário (C3) “A empresa adotou parcialmente tecnologias emergentes, como IoT e/ou blockchain, para promover a inovação em áreas específicas. Estamos avaliando a viabilidade de sua implementação em outras partes da organização.”; O nível básico (C4) “A empresa reconhece a existência de tecnologias emergentes, mas ainda não as implementou eficazmente para promover a inovação, pois estamos em fase inicial de exploração dessas tecnologias.”; E o nível convencional (C5) “Não, a empresa ainda não adotou tecnologias emergentes para promover a inovação. Nossas práticas de inovação são baseadas em abordagens tradicionais.”.

Situação 9 (g5) – **Estrutura organizacional da empresa para a gestão da inovação (departamento dedicado ou uma equipe multidisciplinar).** E as possibilidades de resposta, seria o nível avançado (C1) “Sim, além de ter um departamento e/ou equipe multidisciplinar dedicada à inovação, a empresa integra a gestão da inovação em toda a organização. Cada departamento tem um papel ativo na promoção da inovação, e a cultura de inovação é disseminada em todos os níveis da empresa.”; O nível gerenciado (C2) “Sim, a empresa possui uma estrutura organizacional dedicada à gestão da inovação. Temos um departamento e/ou uma equipe multidisciplinar responsável por liderar as iniciativas de inovação em toda a organização.”; O nível intermediário (C3) “A empresa está em processo de estabelecer uma estrutura organizacional para a gestão da inovação. Estamos considerando a criação de um departamento e/ou equipe multidisciplinar, mas ainda não está totalmente implementado.”; O nível básico (C4) “Embora a empresa reconheça a importância da inovação, não possui uma estrutura organizacional formal dedicada a ela. A gestão da inovação é uma responsabilidade compartilhada entre vários departamentos, mas não existe uma equipe multidisciplinar designada para liderar essa iniciativa.”; E o nível convencional (C5) “A empresa ainda não possui uma estrutura organizacional dedicada à gestão da inovação, pois a inovação não é uma prioridade organizacional claramente definida.”.

Situação 10 (g5) – **Principais processos e procedimentos que a empresa utiliza para identificar, avaliar e priorizar iniciativas de inovação.** E as possibilidades de resposta, seria o nível avançado (C1) “Sim, os processos estabelecidos, e a empresa utiliza ferramentas de gestão de projetos e equipes dedicadas para garantir a eficácia na identificação, avaliação e priorização de iniciativas de inovação.”; O nível gerenciado (C2) “A empresa possui processos e procedimentos bem definidos. Esses processos incluem a coleta de ideias, análise de viabilidade, estabelecimento de critérios de avaliação e alocação de recursos.”; O nível intermediário (C3) “A empresa está em processo de desenvolvimento de processos e procedimentos para identificar, avaliar e priorizar iniciativas de inovação. Estamos criando uma estrutura para gerenciar a inovação, mas ainda não está completamente implementada.”; O nível básico (C4) “A empresa reconhece a importância de ter processos para inovação, mas ainda não os implementou efetivamente.”; E o nível convencional (C5) “A empresa ainda não tem processos estabelecidos, de modo que a inovação é incentivada, mas não há uma estrutura formal para seu gerenciamento.”.

Situação 11 (g6) – **Opinião dos clientes para inspirar novas ideias de inovação.** E as possibilidades de resposta, seria o nível avançado (C1) “Coletamos a opinião dos clientes, e a empresa estabeleceu um sistema robusto de gestão do feedback do cliente para inspirar continuamente novas ideias de inovação. Essas ideias são incorporadas em nosso processo de desenvolvimento de produtos e serviços.”; O nível gerenciado (C2) “Sim, a empresa busca ativamente a opinião dos clientes como parte integrante de nosso processo de inovação. Coletamos feedback de várias maneiras, como pesquisas, grupos focais e análise de mídias sociais, e utilizamos essas informações para gerar novas ideias e melhorias.”; O nível intermediário (C3) “A empresa valoriza a opinião dos clientes e coleta feedback regularmente para inspirar novas ideias de inovação. Embora ainda existam oportunidades para aprimorar nosso processo, estamos ativamente engajados na escuta dos clientes.”; O nível básico (C4) “A empresa reconhece a importância da opinião dos clientes, mas ainda não tem um sistema eficaz para coletar e utilizar essas opiniões para inspirar inovações. Estamos no processo de avaliação de como incorporar o feedback do cliente em nosso processo de inovação.”; E o nível convencional (C5) “A empresa não busca ativamente a opinião dos clientes para inspirar novas ideias de inovação.”.

Situação 12 (g6) – **Medição da satisfação do cliente após a implementação de produtos ou serviços inovadores.** E as possibilidades de resposta, seria o nível avançado (C1) “Além de medir a satisfação do cliente, a empresa tem um sistema robusto e contínuo para coletar e analisar feedback após a implementação de inovações. Esse feedback é usado para

aprimorar constantemente nossos produtos e serviços e garantir a satisfação do cliente.”; O nível gerenciado (C2) “Sim, a empresa mede regularmente a satisfação do cliente após a implementação de produtos ou serviços inovadores. Utilizamos pesquisas, feedback direto e outros métodos para avaliar o impacto da inovação na satisfação do cliente.”; O nível intermediário (C3) “A empresa mede ocasionalmente a satisfação do cliente após a implementação de produtos ou serviços inovadores, mas a abordagem não é sistemática. Estamos considerando a formalização desse processo.”; O nível básico (C4) “A empresa reconhece a importância da medição da satisfação do cliente após a implementação de inovações, mas ainda não implementou um sistema ou processo para fazê-lo efetivamente.”; E o nível convencional (C5) “A empresa ainda não mede a satisfação do cliente após a implementação de produtos ou serviços inovadores.”.

A situação 1 e 2 são referentes ao g1, isto é, referente a análise do nível de inovação da cultura organizacional da empresa. A situação 3 e 4 são referentes ao g2, isto é, referente a análise do nível de inovação da gestão de processos da empresa. A situação 5 e 6 são referentes ao g3, isto é, referente a análise do nível de inovação quanto a habilidades e estratégias da empresa. A situação 7 e 8 são referentes ao g4, isto é, referente a análise do nível de inovação quanto a ferramentas e tecnologias da empresa. A situação 9 e 10 são referentes ao g5, isto é, referente a análise do nível de inovação quanto a governança da empresa. A situação 11 e 12 são referentes ao g6, isto é, referente a análise do nível de inovação quanto aos clientes e mercado da empresa.

### 3.5.2 Dados Coletados para Aplicação do Método ELECTRE TRI

Para aplicar o ELECTRE TRI foram definidos os seguintes parâmetros do método: (1) alternativas  $A = (a_1, a_2, \dots, a_n)$ ; (2) os critérios  $g_1, g_2, \dots, g_n$ ; (3) os perfis das categorias  $b_h$ ; (4) os pesos dos critérios  $(w_1, w_2, \dots, w_n)$ ; (5) os limites de indiferença  $q_i(b_h)$  e preferência  $p_i(b_h)$  para cada critério  $i$ ; (6) os limiares de veto  $v_i(b_h)$  e o nível de corte  $\lambda$ .

Ao obter as respostas dos questionamentos nas empresas parceiras e buscando garantir a confidencialidade dos dados, foi recomendado o uso de siglas para identificar cada empresa participante. Deste modo, o problema de classificação multicritério necessita-se designar um conjunto de alternativas  $A = (a_1, a_2, \dots, a_n)$ . E, como houve quinze empresas parceiras que participaram da pesquisa, cada uma delas foram denominadas de A1 referente a primeira resposta obtida, A2 referente a segunda resposta obtida, e assim consecutivamente, até a A15.

Posteriormente, para definir os tomares de decisão e os critérios a serem avaliados utilizou-se os seis blocos, como já apresentado anteriormente, sendo eles: ( $g_1$ ) cultura organizacional, ( $g_2$ ) gestão de processos, ( $g_3$ ) habilidades e estratégias, ( $g_4$ ) ferramentas e tecnologias, ( $g_5$ ) governança, ( $g_6$ ) clientes e mercado. Contudo, cada bloco é composto por duas perguntas, e para obter os critérios das alternativas optou-se por utilizar a média geométrica das duas respostas obtidas. De acordo com Mario (2018) descreve a média geométrica como sendo uma medida usada principalmente para conjuntos de números positivos, especialmente quando os valores variam significativamente, e é calculada multiplicando todos os valores e, em seguida, tomando a raiz enésima, onde n é o número total de valores, conforme é mostrado na Equação 5.

$$\text{Média Geométrica (MG)} = \left( \prod_{i=1}^n x_i \right)^{\frac{1}{n}} \quad (5)$$

Mario (2018) ainda afirma que essa medida é frequentemente preferida em relação à média aritmética ao lidar com razões ou porcentagens para evitar a distorção que pode ser causada por valores muito altos ou muito baixos. Sendo assim, isto foi considerado pois a média geométrica busca atenuar o impacto de valores extremos, fazendo que ela seja uma medida mais representativa de dados que possam ter grandes variações. No permitindo que um critério que tenha uma resposta com nota baixa e outra com nota elevada fique tendencioso a valores elevados.

Ainda foram definidas cinco categorias a serem consideradas, sendo relacionadas com os cinco possíveis níveis de inovação conforme apresentado na literatura do presente trabalho. Os cinco níveis de inovação e das categorias consistem em avançado, gerenciado, intermediário, básico e convencional. Logo, as categorias são definidas e apresentadas na figura abaixo.

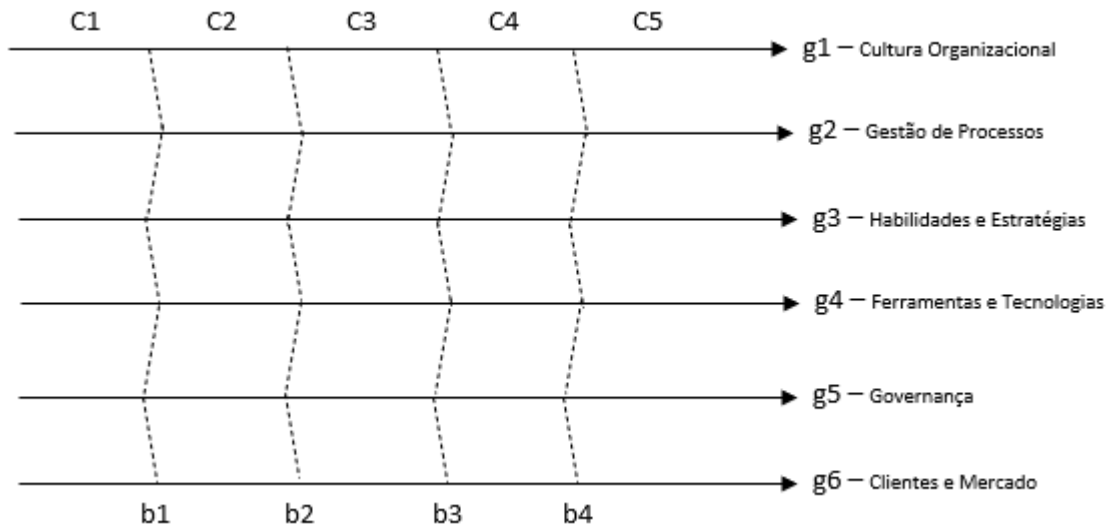
Figura 14 - Categorias do método.

<b>C1</b>	Avançado
<b>C2</b>	Gerenciado
<b>C3</b>	Intermediário
<b>C4</b>	Básico
<b>C5</b>	Convencional

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Neste sentido, define-se cinco perfis para o método, são eles b4, b3, b2 e b1. Na Figura 15 foi estruturado as categorias do método usando os perfis dos limites.

Figura 15 - Categorias do método utilizando limites de perfis.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Além disso, Figueira e Roy (2002) explicam que compreender as preferências dos decisores e atribuir pesos aos critérios são desafios significativos na elaboração de um método de suporte à decisão. Neste pressuposto, o peso foi distribuído igualmente para todos os critérios do método, conforme mostra a Equação 6.

$$w_i = \frac{1}{6} = 0,167 \quad (6)$$

Logo, o peso atribuído ( $w_i$ ) é de 0,167 para cada critério do método. Quanto ao nível de corte, define-se como sendo  $\lambda = 1$ , isto porque busca garantir que o desempenho mínimo seja obtido em todos os critérios. Esse valor definido para  $\lambda$  tem como objetivo assegurar que o desempenho de uma alternativa em cada critério seja pelo menos igual ao limite inferior da categoria na qual a alternativa foi classificada no processo pessimista (MOSSEAU; SLOWINSKI e ZIELNIEWICZ, 2000). Em relação, aos limites de preferência  $p_j(b_h)$ , de indiferença  $q_j(b_h)$  e o veto  $v_j(b_h)$  define-se conforme Tabela 3.

Tabela 3 - Limites de preferência, indiferença e de veto do método.

<b>Limiares p e q e v</b>						
	$g_1$	$g_2$	$g_3$	$g_4$	$g_5$	$g_6$
$p_j$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$q_j$	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
$v_j$	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

O limite de preferência foi definido como sendo igual a 1,00, isto serve para garantir que uma alternativa seja considerada pelo menos tão boa quanto o perfil de referência com o qual está sendo comparada. Além disso, admite-se o limite de indiferença igual a 0,5, pois onde pequenas diferenças no desempenho entre duas alternativas não são consideradas significativas. Isso ajuda a evitar que o modelo seja excessivamente sensível a variações mínimas, o que poderia levar a conclusões pouco robustas. Isso garante que o modelo seja útil e prático para os tomadores de decisão.

Além disso, um limiar de veto de 2,0 indica uma diferença significativa entre alternativas. Isso significa que, se uma alternativa tem um desempenho muito inferior a outra em um critério específico, ela pode ser vetada, mesmo que tenha bom desempenho em outros critérios. O veto impede que uma alternativa com um desempenho extremamente ruim em um critério importante seja considerada aceitável apenas porque tem bom desempenho em outros critérios. Sendo assim, a partir da definição dos valores pode-se então realizar os passos da aplicação do método ELECTRE TRI.

## CAPÍTULO 4 – ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 4.1 Aplicação do Método ELECTRE TRI

Esta seção detalha as simulações realizadas com base nos dados coletados das quinze organizações que testaram o método. O objetivo dessas simulações foi utilizar dados reais para exemplificar o método ELECTRE TRI. Neste sentido, na Tabela 4 é apresentada a matriz de decisão do método, onde os valores dos perfis e os pesos de cada critério são expostos.

Tabela 4 - Matriz de decisão do método.

Matriz de Decisão						
	Cultura Organizacional ( $g_1$ )	Gestão de Processos ( $g_2$ )	Habilidades e Estratégias ( $g_3$ )	Ferramentas e Tecnologias ( $g_4$ )	Governança ( $g_5$ )	Clientes e Mercado ( $g_6$ )
Perfil ( $b_1$ )	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
Perfil ( $b_2$ )	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
Perfil ( $b_3$ )	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
Perfil ( $b_4$ )	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Peso ( $w_i$ )	0,167	0,167	0,167	0,167	0,167	0,167

Fonte: Elaborada pela autora (2024).

Como mostra na tabela, os perfis foram atribuídos do menor para o maior, isto é,  $b_1$  igual a 5,0 para cada critério, e  $b_4$  igual a 2,0, isto ajuda a construir uma estrutura hierárquica clara e lógica para a classificação das alternativas. Pois, os perfis com valores decrescentes facilitam a identificação de níveis distintos de desempenho, tornando mais fácil comparar as alternativas e entender sua classificação em diferentes categorias. De tal modo que, usar valores iguais para cada critério dentro dos perfis garante que cada critério tenha a mesma influência no processo de classificação. Isso assegura que a avaliação das alternativas seja consistente e justa, sem favorecer um critério sobre os outros sem justificativa clara. Assim como, definir pesos iguais ajuda a minimizar o viés subjetivo que pode surgir ao tentar determinar a importância relativa de cada critério.

Tabela 5 - Conjunto de alternativas a partir dos critérios.

	<b>Cultura Organizacional</b> ( $g_1$ )	<b>Gestão de Processos</b> ( $g_2$ )	<b>Habilidades e Estratégias</b> ( $g_3$ )	<b>Ferramentas e Tecnologias</b> ( $g_4$ )	<b>Governança</b> ( $g_5$ )	<b>Clientes e Mercado</b> ( $g_6$ )
$A_1$	3,464	2,000	3,464	4,000	3,464	3,162
$A_2$	2,828	2,000	3,000	3,000	3,464	2,449
$A_3$	4,000	2,828	4,472	4,472	4,472	3,464
$A_4$	4,000	2,449	4,472	4,000	4,472	4,472
$A_5$	2,000	1,414	2,449	1,414	2,449	2,000
$A_6$	3,464	2,449	3,464	2,449	4,000	4,000
$A_7$	2,000	1,000	2,000	1,414	1,414	2,449
$A_8$	4,472	3,873	3,464	3,464	5,00	3,464
$A_9$	3,464	3,464	2,236	3,464	3,464	4,472
$A_{10}$	1,414	1,000	2,449	1,414	1,414	2,449
$A_{11}$	3,000	1,414	3,464	4,472	3,873	3,162
$A_{12}$	2,000	1,414	3,000	2,449	2,449	2,449
$A_{13}$	3,464	2,828	4,472	5,000	3,873	4,472
$A_{14}$	1,414	2,449	2,449	1,732	2,000	1,732
$A_{15}$	1,414	3,000	1,414	1,414	2,000	3,000

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Ao obter as respostas dos questionamentos referentes as situações, foi realizado o cálculo da média geométrica para cada bloco, e assim, foi possível atribuir valores a cada critério para cada alternativa. Conforme é apresentado na Tabela 5.

Tabela 6 - Relações de preferências das empresas parceiras.

	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$A_1$	$b_hSA_1$	$b_hSA_1$	$A_1Rb_h$	$A_1Sb_h$
$A_2$	$b_hSA_2$	$b_hSA_2$	$b_hSA_2$	$A_2Sb_h$
$A_3$	$b_hSA_3$	$b_hSA_3$	$A_3Sb_h$	$A_3Sb_h$
$A_4$	$b_hSA_4$	$b_hSA_4$	$A_4Rb_h$	$A_4Sb_h$
$A_5$	$b_hSA_5$	$b_hSA_5$	$b_hSA_5$	$b_hSA_5$
$A_6$	$b_hSA_6$	$b_hSA_6$	$A_6Rb_h$	$A_6Sb_h$
$A_7$	$b_hSA_7$	$b_hSA_7$	$b_hSA_7$	$b_hSA_7$
$A_8$	$b_hSA_8$	$A_8Rb_h$	$A_8Sb_h$	$A_8Sb_h$
$A_9$	$A_9Rb_h$	$A_9Rb_h$	$A_9Rb_h$	$A_9Sb_h$
$A_{10}$	$b_hSA_{10}$	$b_hSA_{10}$	$b_hSA_{10}$	$b_hSA_{10}$
$A_{11}$	$b_hSA_{11}$	$b_hSA_{11}$	$A_{11}Rb_h$	$A_{11}Rb_h$
$A_{12}$	$b_hSA_{12}$	$b_hSA_{12}$	$b_hSA_{12}$	$A_{12}Rb_h$
$A_{13}$	$b_hSA_{13}$	$A_{13}Rb_h$	$A_{13}Sb_h$	$A_{13}Sb_h$
$A_{14}$	$b_hSA_{14}$	$b_hSA_{14}$	$b_hSA_{14}$	$b_hSA_{14}$
$A_{15}$	$b_hSA_{15}$	$A_{15}Rb_h$	$A_{15}Sb_h$	$A_{15}Sb_h$

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Ao obter todos os dados e preencher a planilha, que foi estruturada como ferramenta de avaliação de maturidade de inovação em processos de empresas industriais, seguiu-se os cinco passos, conforme descrito na seção 2.3.1, que estão apresentados no Apêndice A para conferência. E assim, encontrou as relações de preferência do método, para cada alternativa. Essas relações de preferência são mostradas na Tabela 6.

Após estabelecer as relações de preferência entre as alternativas e os perfis das categorias, é possível finalmente ordenar as alternativas. Os resultados dessa ordenação são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Resultado da categorização das alternativas das empresas parceiras.

	<b>Procedimento Otimista</b>	<b>Procedimento Pessimista</b>
<b><math>A_1</math></b>	C3	C4
<b><math>A_2</math></b>	C4	C4
<b><math>A_3</math></b>	C3	C3
<b><math>A_4</math></b>	C3	C4
<b><math>A_5</math></b>	C5	C5
<b><math>A_6</math></b>	C3	C4
<b><math>A_7</math></b>	C5	C5
<b><math>A_8</math></b>	C2	C3
<b><math>A_9</math></b>	C3	C4
<b><math>A_{10}</math></b>	C5	C5
<b><math>A_{11}</math></b>	C3	C5
<b><math>A_{12}</math></b>	C4	C5
<b><math>A_{13}</math></b>	C2	C3
<b><math>A_{14}</math></b>	C5	C5
<b><math>A_{15}</math></b>	C2	C3

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Examinando os resultados da categorização na Tabela 7 alguns pontos se destacam. O primeiro deles é que o procedimento otimista produziu resultados consideravelmente diferentes em comparação com a categorização obtida pelo procedimento pessimista. Além disso, o procedimento otimista tende a ser mais permissivo, classificando as alternativas em categorias mais altas quando elas atendem a pelo menos um critério da categoria superior. Em contraste, o procedimento pessimista é mais rigoroso, exigindo que as alternativas atendam a todos os

critérios da categoria para serem classificadas nela. Sendo assim, no procedimento pessimista nenhuma alternativa foi classificada na categoria C1 e C2, isto é, nenhuma organização possui nível de inovação avançada e/ou gerenciada, respectivamente.

Ao realizar uma comparação geral entre as alternativas, é possível notar que as empresas 2, 3, 5, 7, 10 e 14 permaneceram no mesmo nível. As categorizações pelo procedimento otimista e pessimista são idênticas, indicando consistência no desempenho dessas alternativas independentemente do método de avaliação. Contudo, a empresa 2 está alocada no nível básico, C4. A empresa 3 está alocada no nível intermediário, C3. E as empresas 5, 7, 10 e 14 consistentemente categorizadas como C5, isto é, nível convencional (a pior categoria), sugerindo que essas alternativas apresentam um baixo nível de maturidade em inovação de processos. Neste sentido, todos os limites superam a alternativa, tornando essas empresas no nível mais inferior do método.

Na Figura 16 é apresentado a análise, a categorização, os níveis de inovação e a descrição desses níveis com relação a empresa 1. A alternativa 1 (empresa 1) é avaliada como incomparável a  $b_3$ , e não supera o limite  $b_4$ , pois na verdade o limite  $b_4$  supera a alternativa 1, no procedimento otimista. O que resulta na classificação da empresa no nível C3, ou seja, a empresa possui nível intermediário de inovação. E no procedimento pessimista, a alternativa é incomparável a  $b_4$ , logo é classificada no nível C4, indicando que a empresa está no nível básico. Neste caso, o procedimento pessimista avalia a empresa com um nível inferior comparado ao procedimento otimista.

Figura 16 - Procedimento pessimista e otimista da empresa 1.

	Otimista	Pessimista
<b>C3</b> Intermediário	Há uma padronização dos processos, porém falta planejamento adequado e de tecnologias habilitadoras pode ter um impacto significativo na gestão dos processos. Utiliza-se algumas tecnologias da I4.0 para auxiliar na gestão da empresa de maneira significativa. É implementado a cultura organizacional de forma proativa. A empresa percebe a necessidade de oferecer cursos e disseminar a importância de inovação, mas existe pouco planejamento. Existe algumas deficiências na integração e interoperabilidade, apesar de se ter dados estruturados.	<b>C4</b> Básico
		Inicia-se o processo formal de implantação dos processos e há um conhecimento sobre alguns processos que está sendo dissipado internamente, por isso, a gestão de processos é pouca. Há pouca ou nenhuma tecnologia adequada para obter a revolução digital, mas inicia-se a criação de um fluxo de dados o que favorece um monitoramento das atividades. A organização começa a resolver os problemas da I4.0 dentro de um ou dois departamentos. Inicia-se a disseminação de valores e normas na empresa.

### Análise

Para garantir que a empresa alcance todos os critérios sugere-se que utilize-se o método pessimista. Logo, a empresa é classificada no nível C4, isto é, nível básico. O processo formal de implantação dos processos está começando, e há um conhecimento sobre alguns processos que está sendo disseminado internamente, resultando em uma gestão de processos limitada. A organização possui pouca ou nenhuma tecnologia adequada para alcançar uma revolução digital completa, mas está iniciando a criação de um fluxo de dados que facilita o monitoramento das atividades. A empresa começa a enfrentar os desafios da Indústria 4.0 dentro de um ou dois departamentos específicos. Além disso, a disseminação de valores e normas na empresa está começando.

**SUGESTÃO:** Sugere-se como melhorias o desenvolvimento de um plano de ação detalhado para a implementação dos processos, garantindo que todos os passos necessários sejam seguidos e monitorados; Estabelecer uma gestão de processos mais robusta, incluindo treinamento específico para os colaboradores e a definição clara de responsabilidades; Investir em tecnologias da Indústria 4.0, como Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial (IA) e big data, para digitalizar e automatizar os processos; Implementar sistemas integrados que permitam a comunicação entre diferentes departamentos, facilitando a troca de informações e a tomada de decisões baseada em dados.

Fonte: Elaborada pela autora (2024).

Neste sentido, as alternativas 1, 4 e 6 são classificadas uma categoria abaixo no procedimento pessimista (C3 – nível intermediário) em comparação ao otimista (C4 – nível básico), indicando que essas alternativas falham em atender a todos os critérios de uma categoria superior no método pessimista. Logo, essas empresas precisam melhorar consistência e para atender a todos os critérios é essencial para subir de C4 para C3. Contudo, na Tabela 8, são apresentados as médias geométricas de cada critério das empresas 1, 4 e 6.

Tabela 8 - Critérios das empresas 1, 4 e 6.

Nome	Cultura Organizacional (g1)	Gestão de Processos (g2)	Habilidades e Estratégias (g3)	Ferramentas e Tecnologias (g4)	Governança (g5)	Clientes e Mercado (g6)
A1	3,464	2,000	3,464	4,000	3,464	3,162
A4	4,000	2,449	4,472	4,000	4,472	4,472
A6	3,464	2,449	3,464	2,449	4,000	4,000

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Conforme apresentado na tabela acima, a alternativa 4 é consistentemente a alternativa com melhor desempenho, liderando em quase todos os critérios. Isso indica uma maturidade elevada em várias áreas importantes, como cultura organizacional, habilidades e estratégias, e orientação ao cliente. A alternativa 6 mostra um desempenho bom em alguns critérios, como governança e clientes e mercado, mas tem fraquezas em gestão de processos e ferramentas e

tecnologias. Isso sugere que, enquanto algumas áreas são bem desenvolvidas, outras precisam de atenção. E a alternativa 1 tem um desempenho inferior em geral, especialmente em gestão de processos e clientes e mercado. No entanto, apresenta um bom uso de ferramentas e tecnologias, o que pode ser um ponto de partida para melhorias em outras áreas. Porém, ainda assim, elas foram classificadas no mesmo nível dos procedimentos otimista e pessimista, sendo C4 e C3, respectivamente.

Figura 17 - Procedimento pessimista e otimista da empresa 2.

	Otimista	Pessimista
<b>C4</b> <b>Básico</b>	<p>Inicia-se o processo formal de implantação dos processos e há um conhecimento sobre alguns processos que está sendo dissipado internamente, por isso, a gestão de processos é pouca. Há pouca ou nenhuma tecnologia adequada para obter a revolução digital, mas inicia-se a criação de um fluxo de dados o que favorece um monitoramento das atividades. A organização começa a resolver os problemas da I4.0 dentro de um ou dois departamentos. Inicia-se a disseminação de valores e normas na empresa.</p>	<p>Inicia-se o processo formal de implantação dos processos e há um conhecimento sobre alguns processos que está sendo dissipado internamente, por isso, a gestão de processos é pouca. Há pouca ou nenhuma tecnologia adequada para obter a revolução digital, mas inicia-se a criação de um fluxo de dados o que favorece um monitoramento das atividades. A organização começa a resolver os problemas da I4.0 dentro de um ou dois departamentos. Inicia-se a disseminação de valores e normas na empresa.</p>
	<b>Análise</b>	
	<p>Para garantir que a empresa alcance todos os critérios sugere-se que utilize-se o método pessimista. Logo, a empresa é classificada no nível C4, isto é, nível básico. O processo formal de implantação dos processos está começando, e há um conhecimento sobre alguns processos que está sendo disseminado internamente, resultando em uma gestão de processos limitada. A organização possui pouca ou nenhuma tecnologia adequada para alcançar uma revolução digital completa, mas está iniciando a criação de um fluxo de dados que facilita o monitoramento das atividades. A empresa começa a enfrentar os desafios da Indústria 4.0 dentro de um ou dois departamentos específicos. Além disso, a disseminação de valores e normas na empresa está começando.</p> <p><b>SUGESTÃO:</b> Sugere-se como melhorias o desenvolvimento de um plano de ação detalhado para a implementação dos processos, garantindo que todos os passos necessários sejam seguidos e monitorados; Estabelecer uma gestão de processos mais robusta, incluindo treinamento específico para os colaboradores e a definição clara de responsabilidades; Investir em tecnologias da Indústria 4.0, como Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial (IA) e big data, para digitalizar e automatizar os processos; Implementar sistemas integrados que permitam a comunicação entre diferentes departamentos, facilitando a troca de informações e a tomada de decisões baseada em dados.</p>	

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Na Figura 17 é apresentada a análise, a categorização, os níveis de inovação e a descrição desses níveis com relação a empresa 2. A alternativa 2 (empresa 2) é consistentemente avaliada como inferior às fronteiras até  $b_4$  em ambos os procedimentos, resultando em C4, isto é, nível básico de inovação.

Na Figura 18 é demonstrado a análise, os níveis, as categorizações e suas descrições da empresa 8, e é possível observar que desceu um nível ao analisar o procedimento otimista para o pessimista, isto é, foi do nível gerenciado para o nível intermediário.

Figura 18 - Procedimento pessimista e otimista da empresa 8.

		Otimista	Pessimista
<b>C2</b> Gerenciado		Há uma padronização dos processos com planejamento adequado e a utilização de tecnologias da I4.0 que ampliam as fronteiras corporativas. Há uma cultura organizacional bem planejada e definida internamente.	Há uma padronização dos processos, porém falta planejamento adequado e de tecnologias habilitadoras pode ter um impacto significativo na gestão dos processos. Utiliza-se algumas tecnologias da I4.0 para auxiliar na gestão da empresa de maneira significativa. É implementado a cultura organizacional de forma proativa. A empresa percebe a necessidade de oferecer cursos e disseminar a importância de inovação, mas existe pouco planejamento. Existe algumas deficiências na integração e interoperabilidade, apesar de se ter dados estruturados.
		Existe uma padronização, compartilhamento de dados e interoperabilidade com uso de dados. Falta investimentos em tecnologias de ponta para alavancar os processos e facilitar a automação e digitalização da empresa. Inicia-se uma gestão de risco interna na empresa, mas ainda precisa ser mais bem estruturada.	
	<b>C3</b> Intermediário		
<b>Análise</b>			
<p>Para garantir que a empresa alcance todos os critérios sugere-se que utilize-se o método pessimista. Logo, a empresa é classificada no nível C3, isto é, nível intermediário. Em que os processos são padronizados, mas a falta de planejamento adequado e de tecnologias habilitadoras pode impactar significativamente a gestão dos processos. Algumas tecnologias da Indústria 4.0 são utilizadas para auxiliar na gestão da empresa de forma notável. A cultura organizacional é implementada proativamente. A empresa reconhece a necessidade de oferecer cursos e promover a importância da inovação, mas há pouco planejamento nesse sentido. Apesar de haver dados estruturados, existem algumas deficiências na integração e interoperabilidade.</p> <p><b>SUGESTÃO:</b> Sugere-se como melhorias oferecer programas de capacitação contínua para promover a inovação e a adaptação às novas tecnologias; Implementar sistemas integrados que permitam a comunicação entre diferentes departamentos, facilitando a troca de informações e a tomada de decisões baseada em dado; Melhorar a infraestrutura de TI para suportar a revolução digital, garantindo a segurança e eficiência no fluxo de dados.</p>			

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Neste sentido, conclui-se que as empresas 8, 13 e 15 são classificadas no nível gerenciado (C2) no procedimento otimista e no nível intermediário (C3) no procedimento pessimista, sugerindo que esses processos possuem algumas áreas de força, mas não são suficientemente consistentes para atingir uma categoria mais alta no método mais rigoroso. Logo, sugere-se que essas alternativas têm potencial para serem melhores, mas falham em consistência ou em atender a todos os critérios de maneira uniforme. Assim, é importante que essas organizações invistam em áreas específicas que estão falhando sob avaliação rigorosa pode ajudar a consolidar essas alternativas em C2.

Na Tabela 9 é mostrado os critérios das empresas 8, 13 e 15 e pode-se notar que, as empresas que pontuam 5,000 em qualquer critério mostram excelência nessa área específica, destacando-se em habilidades e estratégias, ferramentas e tecnologias, e governança. As áreas com pontuações mais baixas, como gestão de processos e cultura organizacional, indicam onde as empresas precisam focar para alcançar um desempenho equilibrado. Algumas empresas mostram consistência em várias áreas, enquanto outras têm um desempenho desigual, destacando a necessidade de estratégias personalizadas para cada empresa.

Tabela 9 - Critérios das empresas 8, 13 e 15.

Nome	Cultura Organizacional (g1)	Gestão de Processos (g2)	Habilidades e Estratégias (g3)	Ferramentas e Tecnologias (g4)	Governança (g5)	Clientes e Mercado (g6)
<b>A8</b>	4,472	3,873	3,464	3,464	5,000	3,464
<b>A13</b>	3,464	2,828	4,472	5,000	3,873	4,472
<b>A15</b>	4,472	3,464	5,000	4,472	5,000	4,000

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Na Figura 19 apresenta a análise, os níveis, as categorizações e suas descrições da empresa 12. A12 é consistentemente inferior aos limites até  $b_4$  no procedimento pessimista, resultando no nível convencional (C5). No procedimento otimista, a alternativa é classificada no nível básico (C4).

Deste modo, as alternativas 11 e 12 estas alternativas são classificadas mais baixas pelo procedimento pessimista (C5) em comparação ao otimista (C3 para A11 e C4 para A12), sugerindo que estas alternativas falham em atender consistentemente os critérios de categorias mais altas. De tal modo que, as empresas A11 e A12 apresentam uma análise detalhada dos critérios que levam ao rebaixamento para C5 sob o método pessimista ajudará a identificar áreas

críticas que precisam de melhorias imediatas. Assim, todas as empresas que foram consistentemente categorizadas como C5 precisam de intervenções significativas para melhorar seu nível de inovação.

Figura 19 - Procedimento pessimista e otimista da empresa 12.

	Otimista	Pessimista
<b>C4</b> Básico	Inicia-se o processo formal de implantação dos processos e há um conhecimento sobre alguns processos que está sendo dissipado internamente, por isso, a gestão de processos é pouca. Há pouca ou nenhuma tecnologia adequada para obter a revolução digital, mas inicia-se a criação de um fluxo de dados o que favorece um monitoramento das atividades. A organização começa a resolver os problemas da I4.0 dentro de um ou dois departamentos. Inicia-se a disseminação de valores e normas na empresa.	<b>C5</b> Convencional
		Não há gerenciamento dos processos dentro da organização com pouco controle das operações. Não há cultura organizacional bem definida dentro da empresa e o pouco que existe não está claro para todos. Não há incentivo para inovar dentro da organização, assim como não possui tecnologias adequadas para construir uma infraestrutura que suporte a revolução digital. A organização não aborda I4.0 e o sistema de TI corporativo disponível suporta apenas seu campo de aplicação.
<b>Análise</b>		
<p>Para garantir que a empresa alcance todos os critérios sugere-se que utilize-se o método pessimista. Logo, a empresa é classificada no nível C5, isto é, nível convencional. A organização não possui gerenciamento de processos, resultando em pouco controle das operações. A cultura organizacional é indefinida e o que existe não está claro para todos os colaboradores. Não há incentivo para inovação, nem tecnologias adequadas para suportar a revolução digital. A abordagem da Indústria 4.0 é inexistente e o sistema de TI disponível só atende às necessidades básicas.</p> <p>SUGESTÃO: Sugere-se como melhorias adotar ferramentas e metodologias para mapear e gerenciar processos internos, como BPM (Business Process Management); Estabelecer indicadores de desempenho para monitorar e melhorar continuamente os processos; Promover programas de treinamento e workshops para alinhar todos os funcionários à cultura organizacional; Investir em pesquisa e desenvolvimento (P&amp;D) e estabelecer parcerias com universidades e centros de pesquisa; Realizar uma avaliação de necessidades tecnológicas e desenvolver um plano estratégico para a transformação digital.</p>		

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Na Figura 20 apresenta a análise, os níveis, as categorizações e suas descrições da empresa 11. A11 é avaliada como incomparável aos limites  $b_3$  e  $b_4$ , resultando em nível

intermediário (C3) no procedimento otimista. No procedimento pessimista, A11 é inferior às fronteiras, resultando em nível convencional (C5).

Figura 20 - Procedimento pessimista e otimista da empresa 11.

	Otimista	Pessimista
<b>C3</b> Intermediário	Há uma padronização dos processos, porém falta planejamento adequado e de tecnologias habilitadoras pode ter um impacto significativo na gestão dos processos. Utiliza-se algumas tecnologias da I4.0 para auxiliar na gestão da empresa de maneira significativa. É implementado a cultura organizacional de forma proativa. A empresa percebe a necessidade de oferecer cursos e disseminar a importância de inovação, mas existe pouco planejamento. Existe algumas deficiências na integração e interoperabilidade, apesar de se ter dados estruturados.	<b>C5</b> Convencional
		Não há gerenciamento dos processos dentro da organização com pouco controle das operações. Não há cultura organizacional bem definida dentro da empresa e o pouco que existe não está claro para todos. Não há incentivo para inovar dentro da organização, assim como não possui tecnologias adequadas para construir uma infraestrutura que suporte a revolução digital. A organização não aborda I4.0 e o sistema de TI corporativo disponível suporta apenas seu campo de aplicação.

#### Análise

Para garantir que a empresa alcance todos os critérios sugere-se que utilize-se o método pessimista. Logo, a empresa é classificada no nível C5, isto é, nível convencional. A organização não possui gerenciamento de processos, resultando em pouco controle das operações. A cultura organizacional é indefinida e o que existe não está claro para todos os colaboradores. Não há incentivo para inovação, nem tecnologias adequadas para suportar a revolução digital. A abordagem da Indústria 4.0 é inexistente e o sistema de TI disponível só atende às necessidades básicas.

**SUGESTÃO:** Sugere-se como melhorias adotar ferramentas e metodologias para mapear e gerenciar processos internos, como BPM (Business Process Management); Estabelecer indicadores de desempenho para monitorar e melhorar continuamente os processos; Promover programas de treinamento e workshops para alinhar todos os funcionários à cultura organizacional; Investir em pesquisa e desenvolvimento (P&D) e estabelecer parcerias com universidades e centros de pesquisa; Realizar uma avaliação de necessidades tecnológicas e desenvolver um plano estratégico para a transformação digital.

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Neste sentido, essas análises ajudam a identificar pontos fortes e fracos em cada alternativa, permitindo uma abordagem direcionada para melhorar o nível de maturidade em inovação de processos. O procedimento pessimista, sendo mais rigoroso, destaca áreas onde as

alternativas falham em atender aos critérios de forma consistente, enquanto o otimista identifica potenciais pontos fortes que podem ser desenvolvidos.

#### 4.2 Análise de Sensibilidade Quanto aos Parâmetros do ELECTRE TRI

Para entender o impacto dos parâmetros do ELECTRE TRI na classificação final das alternativas, foi conduzida uma análise de sensibilidade que envolveu a redução dos níveis de corte. Conforme discutido previamente, quando  $\lambda = 1$ , a categorização com o procedimento pessimista permanece mais rigorosa e consistente. Isso se deve ao fato de que as alternativas só serão alocadas a uma determinada categoria se o desempenho em todos os critérios for pelo menos igual aos limites dos perfis  $b_h$ . Contudo, com essa redução do nível de corte todos os critérios podem ultrapassar os limites dos perfis  $b_h$  ou não. Por exemplo, ao aplicar um nível de corte de  $\lambda = 0,8$  para as empresas, obtêm-se as classificações apresentadas na Tabela 10.

Tabela 10 - Resultado da categorização das alternativas das empresas parceiras, com a redução do nível de corte.

	<b>Procedimento Otimista</b>	<b>Procedimento Pessimista</b>
$A_1$	C3 $\rightarrow$ C3	C4 $\rightarrow$ C3
$A_2$	C4 $\rightarrow$ C3	C4 $\rightarrow$ C3
$A_3$	C3 $\rightarrow$ C2	C3 $\rightarrow$ C2
$A_4$	C3 $\rightarrow$ C2	C4 $\rightarrow$ C2
$A_5$	C5 $\rightarrow$ C4	C5 $\rightarrow$ C4
$A_6$	C3 $\rightarrow$ C3	C4 $\rightarrow$ C3
$A_7$	C5 $\rightarrow$ C4	C5 $\rightarrow$ C4
$A_8$	C2 $\rightarrow$ C2	C3 $\rightarrow$ C2
$A_9$	C3 $\rightarrow$ C2	C4 $\rightarrow$ C2
$A_{10}$	C5 $\rightarrow$ C5	C5 $\rightarrow$ C5
$A_{11}$	C3 $\rightarrow$ C3	C5 $\rightarrow$ C3
$A_{12}$	C4 $\rightarrow$ C4	C5 $\rightarrow$ C4
$A_{13}$	C2 $\rightarrow$ C2	C3 $\rightarrow$ C2
$A_{14}$	C5 $\rightarrow$ C4	C5 $\rightarrow$ C4
$A_{15}$	C2 $\rightarrow$ C2	C3 $\rightarrow$ C2

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Após a redução do nível de corte é possível notar, na tabela acima, que as alternativas  $A_1$ ,  $A_6$ ,  $A_8$ ,  $A_{11}$ ,  $A_{12}$ ,  $A_{13}$  e  $A_{15}$  no procedimento otimista a empresa permaneceu no mesmo nível, contudo, no procedimento pessimista a empresa subiu um nível. Neste sentido as

empresas A1 e A6 a empresa estava categorizada no nível de inovação básico e subiu para nível intermediário. As empresas A8, A13 e A15, que inicialmente estavam em um nível intermediário de inovação, foram elevadas ao nível gerenciado. A empresa A12 progrediu do nível convencional para o nível intermediário, o que indica que avançou dois níveis. E a empresa A12 estava no nível convencional e foi para o nível básico. Logo, essa flexibilização dos critérios de corte permite uma abordagem mais adaptável e menos rígida na categorização das alternativas.

Além disso, a empresa A2 sobe do nível básico para o nível intermediário em ambos os casos, isto é, no otimista e no pessimista. A empresa A3 eleva do nível intermediário para o nível gerenciado em ambos os casos. E as empresas A5, A7 e A14 do nível convencional para o nível básico tanto no procedimento otimista como no pessimista. As empresas A4 e A9 sobem um nível no procedimento otimista e dois níveis no procedimento pessimista. E a empresa A10 é a única que permaneceu no mesmo nível de inovação (convencional), mesmo havendo uma redução do nível de corte.

Sendo assim, o procedimento pessimista, por ser mais rigoroso, tende a garantir que as alternativas sejam categorizadas apenas se todos os critérios ultrapassarem os limites estabelecidos, resultando em uma avaliação mais conservadora e menos flexível. Isto garante que as alternativas só serão reclassificadas se atenderem a critérios estritos. Isso é útil em contextos em que a precisão e a garantia de desempenho superior são cruciais. Além disso, o procedimento otimista proporciona maior flexibilidade, permitindo que alternativas sejam promovidas a categorias superiores mais facilmente, o que pode ser vantajoso em situações em que se busca incentivar a inovação e melhorias contínuas. No entanto, para assegurar que todos os critérios sejam atendidos com um desempenho mínimo aceitável, é recomendado manter o nível de corte em um.

## CAPÍTULO 5 – CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo principal criar um método sistemático e estruturado que auxilie empresas, especialmente as de pequeno e médio porte, a diagnosticar, monitorar e aprimorar suas capacidades de inovação. A primeira etapa do trabalho consistiu em uma extensa revisão da literatura sobre modelos de maturidade em inovação, frameworks existentes e métodos de avaliação. Estudos e referências teóricas foram analisados para identificar critérios relevantes e indicadores de inovação.

Com base na revisão da literatura, foi estruturada uma ferramenta de avaliação. Esta ferramenta incluiu um conjunto de critérios e indicadores distribuídos em diferentes dimensões de inovação, tais como: cultura organizacional, gestão de processos, habilidades e estratégias, ferramentas e tecnologias, governança, clientes e mercado.

A ferramenta foi testada através de dados obtidos em ambiente industrial. Os dados coletados podem permitir ajustar a ferramenta e verificar sua eficácia em diferentes contextos organizacionais. Os dados obtidos foram analisados para identificar padrões e *insights* sobre o nível de maturidade em inovação de uma organização. Ela fornece às empresas uma maneira de diagnosticar suas capacidades inovadoras, identificar áreas de melhoria e acompanhar seu progresso ao longo do tempo. Espera-se que a adoção desta ferramenta contribua significativamente para o fortalecimento das práticas de inovação nas empresas de pequeno e médio porte, promovendo maior competitividade e sustentabilidade no mercado. Pois, as organizações necessitam de uma ferramenta estruturada para avaliar a maturidade de seus processos de inovação.

Além disso, facilitou a implementação inicial da ferramenta, permitindo que seja posteriormente convertida em um aplicativo de software para facilitar o uso e a aplicação por empresas. A incorporação de métodos de tomada de decisão multicritério, como o ELECTRE TRI, proporciona uma análise robusta e abrangente, categorizando as alternativas de inovação em diferentes níveis de maturidade.

A partir da análise dos resultados obtidos, a ferramenta permite fazer recomendações específicas para aprimorar as práticas de inovação e gestão de processos. Os resultados obtidos com a aplicação da ferramenta mostram uma classificação precisa das alternativas em diferentes categorias de inovação, facilitando a priorização de ações estratégicas e destacando as alternativas mais promissoras.

A categorização otimista tende a alocar alternativas em categorias mais altas (menos rigorosas), enquanto a categorização pessimista é mais rigorosa, refletindo uma avaliação mais

conservadora. Logo, essa flexibilização dos critérios de corte permite uma abordagem mais adaptável e menos rígida na categorização das alternativas. Isso pode ser vantajoso em situações em que se deseja um incentivo para melhorar e inovar, proporcionando um reconhecimento mais acessível das melhorias realizadas pelas alternativas. Esta flexibilidade na categorização permite um alinhamento mais dinâmico e adaptável às realidades e necessidades específicas das empresas ou projetos em avaliação.

"Para a disseminação da ferramenta, um aplicativo de software pode ser desenvolvido para aplicá-la de modo a poderem avaliar o seu grau de maturidade em seus processos, seja pela própria empresa ou por consultorias em gestão industrial.

## CAPÍTULO 6 – REFERÊNCIAS

- AHMED, Pervaiz; SHEPHERD, Charles D. **Innovation management: Context, strategies, systems and processes**. Pearson, 2010.
- ALMEIDA, Adiel Teixeira *et al.* **Multicriteria and multiobjective models for risk, reliability and maintenance decision analysis**. Cham, Switzerland: Springer International Publishing, 2015.
- AKDIL, Kartal Yagiz; USTUNDAD, Alp; CEVIKCAN, Emre. Maturity and readiness model for industry 4.0 strategy. **Industry 4.0: Managing the digital transformation**, p. 61-94, 2018.
- ASCANI, Andrea; IAMMARINO, Simona. Multinational enterprises, service outsourcing and regional structural change. **Cambridge Journal of Economics**, v. 42, n. 6, p. 1585-1611, 2018.
- ASDECKER, Björn; FELCH, Vanessa. Development of an Industry 4.0 maturity model for the delivery process in supply chains. **Journal of Modelling in Management**, 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 9001:2015. Sistema de Gestão da Qualidade – Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2015. 32p.
- BECKER, Jörg; KNACKSTEDT, Ralf; PÖPPELBUß, Jens. Developing maturity models for IT management: A procedure model and its application. **Business & Information Systems Engineering**, v. 1, p. 213-222, 2009.
- BERNE, Davi de França. **O grau de inovação das indústrias MPE da região metropolitana Oeste e Sudoeste de São Paulo**. 2016. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Administração). Faculdades Campo Limpo Paulista. São Paulo.
- BERTRAND, J. Will M.; FRANSOO, Jan C. Operations management research methodologies using quantitative modeling. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n. 2, p. 241-264, 2002.
- BESSANT, John; TIDD, Joe. O imperativo da inovação. **Inovação e empreendedorismo**. Porto Alegre: Bookman, p. 19-48, 2009.
- BIBBY, Lee; DEHE, Benjamin. Defining and assessing industry 4.0 maturity levels—case of the defence sector. **Production Planning & Control**, v. 29, n. 12, p. 1030-1043, 2018.
- BIRKINSHAW, Julian; HAMEL, Gary; MOL, Michael J. Management innovation. **Academy of management Review**, v. 33, n. 4, p. 825-845, 2008.
- BUER, Sven-Vegard; STRANDHAGEN, Jan Ola; CHAN, Felix TS. The link between Industry 4.0 and lean manufacturing: mapping current research and establishing a research agenda. **International journal of production research**, v. 56, n. 8, p. 2924-2940, 2018.

CAIADO, Rodrigo Goyannes Gusmão *et al.* A fuzzy rule-based industry 4.0 maturity model for operations and supply chain management. **International Journal of Production Economics**, v. 231, p. 107883, 2021.

CAMISÓN, César; VILLAR-LÓPEZ, Ana. Organizational innovation as an enabler of technological innovation capabilities and firm performance. **Journal of business research**, v. 67, n. 1, p. 2891-2902, 2014.

CERTA, Antonella *et al.* ELECTRE TRI-based approach to the failure modes classification on the basis of risk parameters: An alternative to the risk priority number. **Computers & Industrial Engineering**, v. 108, p. 100-110, 2017.

DE CAROLIS, Anna *et al.* Maturity models and tools for enabling smart manufacturing systems: comparison and reflections for future developments. In: **Product Lifecycle Management and the Industry of the Future: 14th IFIP WG 5.1 International Conference, PLM 2017, Seville, Spain, July 10-12, 2017, Revised Selected Papers 14**. Springer International Publishing, 2017.

CHANG, An-Yuan; CHENG, Yen-Tse. Analysis model of the sustainability development of manufacturing small and medium-sized enterprises in Taiwan. **Journal of cleaner production**, v. 207, p. 458-473, 2019.

CHANG, Yuan-Chieh *et al.* How do established firms improve radical innovation performance? The organizational capabilities view. **Technovation**, v. 32, n. 7-8, p. 441-451, 2012.

CHESBROUGH, Henry William. **Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology**. Harvard Business Press, 2003.

CHRISTENSEN, Clayton M. **The innovator's dilemma: when new technologies cause great firms to fail**. Harvard Business Review Press, 2013.

CLARK, Kim B.; WHEELWRIGHT, Steven B. **The Product Innovation Challenge: Competing through Speed, Quality, and Creativity**. Harvard Business School Press, Boston, MA. 1995.

CUYLEN, Angelica; KOSCH, Lubov; BREITNER, Michael H. Development of a maturity model for electronic invoice processes. **Electronic Markets**, v. 26, n. 2, p. 115-127, 2016.

DALENOGARE, Lucas Santos *et al.* The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. **International Journal of production economics**, v. 204, p. 383-394, 2018.

DAMANPOUR, Fariborz; ARAVIND, Deepa. Managerial innovation: Conceptions, processes and antecedents. **Management and organization review**, v. 8, n. 2, p. 423-454, 2012.

DAMANPOUR, Fariborz; WALKER, Richard M.; AVELLANEDA, Claudia N. Combinative effects of innovation types and organizational performance: A longitudinal study of service organizations. **Journal of management studies**, v. 46, n. 4, p. 650-675, 2009.

DAVENPORT, Thomas H. Reengenharia de Processos-Como inovar na empresa através da tecnologia da informação.[trad.]. **Waltensir Dutra. Rio de Janeiro: Campus, 1994.**

DE BRUIN, Tonia *et al.* Understanding the main phases of developing a maturity assessment model. In: Australasian Conference on Information Systems (ACIS). In: **Australasian Chapter of the Association for Information Systems, 2005.** p. 8 -19.

DE GIOVANNI, Pietro. Digital supply chain through dynamic inventory and smart contracts. **Mathematics**, v. 7, n. 12, p. 1235, 2019.

DE GIOVANNI, Pietro; CARIOLA, Alfio. Process innovation through industry 4.0 technologies, lean practices and green supply chains. **Research in Transportation Economics**, v. 90, p. 100869, 2021.

DE INOVAÇÃO, Índice Global. Resumo executivo. 2021.

DE MACEDO, Neusa Dias. **Iniciação à pesquisa bibliográfica.** Edições Loyola, 1995.

DE NEGRI, João Alberto. Investir em inovação é garantir o futuro. 2022.

DE OLIVEIRA, José Renê; WEISE, Andreas Dittmar. Inovação em processos gerenciais: um estudo de caso em agronegócio. **Revista Geintec – Gestão, Inovação e Tecnologias.** 2014.

DENARDIN, Élio Sérgio *et al.* Os tipos de inovações implementadas nos empreendimentos de economia solidária do projeto Esperança/Coesperança de Santa Maria-RS. **Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria**, v. 5, p. 651-665, 2012.

DIAS, Luis C.; MOUSSEAU, Vincent. Inferring Electre's veto-related parameters from outranking examples. **European Journal of Operational Research**, v. 170, n. 1, p. 172-191, 2006.

DOBNI, C. Brooke; KLASSEN, Mark. The decade of innovation: from benchmarking to execution. **Journal of Business Strategy**, v. 42, n. 1, p. 23-31, 2021.

DYER, James S. *et al.* Multiple criteria decision making, multiattribute utility theory: the next ten years. **Management science**, v. 38, n. 5, p. 645-654, 1992.

DRUCKER, Peter. F. **Inovação e espírito empreendedor.** [S.I.]: Pioneira, 2013.

FAORO, Roberta Rodrigues; ABREU, Marcelo Faoro de. As posturas de adoção de inovações em ti com vistas a obtenção de vantagens competitivas: uma síntese teórica. **Revista GEINTEC-Gestão, Inovação e Tecnologias**, v. 4, n. 1, p. 504-517, 2014.

FIGUEIRA, José; ROY, Bernard. Determining the weights of criteria in the ELECTRE type methods with a revised Simos' procedure. **European journal of operational research**, v. 139, n. 2, p. 317-326, 2002.

FIGUEIRA, José Rui *et al.* An overview of ELECTRE methods and their recent extensions. **Journal of Multi-Criteria Decision Analysis**, v. 20, n. 1-2, p. 61-85, 2013.

FONTANA, Marcele Elisa; NEPOMUCENO, Vilmar Santos. Multi-criteria approach for products classification and their storage location assignment. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 88, p. 3205-3216, 2017.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick *et al.* Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações. Rio de Janeiro: Elsevier. 2010. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/directbitstream/25b565b7-d9a9-4de1-927d-cc1db0650a43/Fleury-2010-metodologia.pdf>. Acesso em: 13 mai. 2024.

FRANK, Alejandro Germán; DALENOGARE, Lucas Santos; AYALA, Néstor Fabián. Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. **International Journal of Production Economics**, v. 210, p. 15-26, 2019.

FRASER, Peter; MOULTRIE, James; GREGORY, Mike. The use of maturity models/grids as a tool in assessing product development capability. In: **IEEE international engineering management conference**. IEEE, 2002. p. 244-249.

GALO, Nadya Regina. **Proposta de método de decisão para avaliação de fornecedores baseado no ELECTRE TRI para categorização e na teoria dos conjuntos fuzzy para a modelagem da incerteza e hesitação de múltiplos tomadores de decisão**. 2018. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

GANS, Joshua S. Artificial intelligence adoption in a competitive market. **Economica**, 2023.

GANZARAIN, Jaione; ERRASTI, Nekane. Three stage maturity model in SME's towards Industry 4.0. 2016.

GHOBAKHLOO, Morteza. The future of manufacturing industry: a strategic roadmap toward Industry 4.0. **Journal of manufacturing technology management**, v. 29, n. 6, p. 910-936, 2018.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**, v. 4, n. 1, p. 44-45, 2002.

GOMES, Luiz Flavio Autran Monteiro; GONZÁLEZ, Marcela Cecilia Araya; CARIGNANO, Claudia. **Tomada de decisões em cenários complexos: introdução aos métodos discretos do apoio multicritério à decisão**. Thomson, 2004.

GONÇALVES, Anderson Tiago Peixoto *et al.* Application of the Electre Tri method for supplier classification in supply chains. **Pesquisa Operacional**, v. 41, p. e229708, 2021.

GÖKALP, Ebru; ŞENER, Umut; EREN, P. Erhan. Development of an assessment model for industry 4.0: industry 4.0-MM. In: **Software Process Improvement and Capability Determination: 17th International Conference, SPICE 2017, Palma de Mallorca, Spain, October 4–5, 2017, Proceedings**. Springer International Publishing, 2017.

GUARNIERI, Patricia. Decision making regarding information sharing in collaborative relationships under an MCDA perspective. **International Journal of Management and Decision Making**, v. 13, n. 1, p. 77-98, 2014.

GUIMARÃES, Leonam dos Santos; MATTOS, João Roberto Loureiro. **Gestão da tecnologia e inovação: uma abordagem prática**. São Paulo. Saraiva, 2005.

GUNDAY, Gurhan *et al.* Effects of innovation types on firm performance. **International Journal of production economics**, v. 133, n. 2, p. 662-676, 2011.

GRECO, Salvatore; FIGUEIRA, Jose; EHRGOTT, Matthias. **Multiple criteria decision analysis**. New York: springer, 2016.

HAAKER, Timber *et al.* Business model innovation through the application of the Internet-of-Things: A comparative analysis. **Journal of Business Research**, v. 126, p. 126-136, 2021.

HAEFNER, Naomi *et al.* Artificial intelligence and innovation management: A review, framework, and research agenda. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 162, p. 120392, 2021.

HAMEL, G. Inovação em gestão – um papel decisivo das empresas modernas. **Fonte: HSM Online**, 2010.

HERMANN, Mario; PENTEK, Tobias; OTTO, Boris. Design principles for industrie 4.0 scenarios. In: **2016 49th Hawaii international conference on system sciences (HICSS)**. IEEE, 2016. p. 3928-3937.

KASCHNY, Martin; NOLDEN, Matthias; SCHREUDER, Siegfried. **Innovationsmanagement im Mittelstand**. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2015.

KERSTEN, Wolfgang *et al.* **Trends und Strategien in Logistik und supply chain management-Chancen der digitalen transformation**. DVV Media Group GmbH, 2017.

KOH, Lenny; ORZES, Guido; JIA, Fu Jeff. The fourth industrial revolution (Industry 4.0): technologies disruption on operations and supply chain management. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 39, n. 6/7/8, p. 817-828, 2019.

KORHONEN, Pekka; MOSKOWITZ, Herbert; WALLENIUS, Jyrki. Multiple criteria decision support-A review. **European Journal of Operational Research**, v. 63, n. 3, p. 361-375, 1992.

KUMAR, Vinod; PERSAUD, Aditha NS; KUMAR, Uma. To terminate or not an ongoing R&D project: A managerial dilemma. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 43, n. 3, p. 273-284, 1996.

LEGNICK-HALL, Cynthia A. Innovation and competitive advantage: What we know and what we need to learn. **Journal of management**, v. 18, n. 2, p. 399-429, 1992.

LICHTBLAU, K. *et al.* **IMPULS, Industry 4.0 readiness**. Impuls-Stiftung des VDMA, Aachen-Köln, 2015.

MAJCHRZAK, Ann; MARKUS, M. Lynne; WAREHAM, Jonathan. Designing for digital transformation. **MIS quarterly**, v. 40, n. 2, p. 267-278, 2016.

MAJEED, Aabid Abdul; RUPASINGHE, Thashika D. Internet of things (IoT) embedded future supply chains for industry 4.0: An assessment from an ERP-based fashion apparel and footwear industry. **International Journal of Supply Chain Management**, v. 6, n. 1, p. 25-40, 2017.

Mapa das Empresas. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. 2023. Disponível em: Painéis do Mapa de Empresas — Empresas & Negócios ([www.gov.br](http://www.gov.br))

MARIO, F. TRIOLA. Elementary Statistics Using the Ti-83/84 Plus Calculator Books a la Carte Plus Mystatlab with. Pearson Etext--Access Card Package. PRENTICE HALL, 2018.

McKinsey. “Growth & innovation”. 2022. Disponível em: [www.mckinsey.com/capabilities/strategy-and-corporate-finance/how-we-help-clients/growth-and-innovation](http://www.mckinsey.com/capabilities/strategy-and-corporate-finance/how-we-help-clients/growth-and-innovation)

MCNALLY, Regina C.; SCHMIDT, Jeffrey B. From the special issue editors: An introduction to the special issue on decision making in new product development and innovation. **Journal of Product Innovation Management**, v. 28, n. 5, p. 619-622, 2011.

MELLENDEZ, Karin; DÁVILA, Abraham; MELGAR, Andrés. Literature review of the measurement in the innovation management. **Journal of technology management & innovation**, v. 14, n. 2, p. 81-87, 2019.

METTLER, Tobias. A design science research perspective on maturity models in information systems. **St. Gallen: Institute of Information Management, University of St. Gallen**, 2009.

MITTAL, Sameer *et al.* A critical review of smart manufacturing & Industry 4.0 maturity models: Implications for small and medium-sized enterprises (SMEs). **Journal of manufacturing systems**, v. 49, p. 194-214, 2018.

MOREIRA, Maria José Belém Martins *et al.* CONTRIBUIÇÕES AOS MÉTODOS DE MATURIDADE EM GESTÃO POR PROCESSOS E DE EXCELÊNCIA NA GESTÃO UTILIZANDO O PEMM E O MEG. 2010.

MOUSSEAU, Vincent; FIGUEIRA, José; NAUX, J.-Ph. Using assignment examples to infer weights for ELECTRE TRI method: Some experimental results. **European Journal of Operational Research**, v. 130, n. 2, p. 263-275, 2001.

MOUSSEAU, Vincent; SLOWINSKI, Roman; ZIELNIEWICZ, Piotr. A user-oriented implementation of the ELECTRE-TRI method integrating preference elicitation support. **Computers & operations research**, v. 27, n. 7-8, p. 757-777, 2000.

MULGAN, Geoff. A manifesto for social innovation: What it is, why it matters and how it can be accelerated. **The Young Foundation**, 2006.

NAEINI, Ali Bonyadi *et al.* Conceptual structure and perspectives on “innovation management”: A bibliometric review. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 185, p. 122052, 2022.

NARANJO-VALENCIA, Julia C.; JIMÉNEZ-JIMÉNEZ, Daniel; SANZ-VALLE, Raquel.

Studying the links between organizational culture, innovation, and performance in Spanish companies. **Revista Latinoamericana de Psicología**, v. 48, n. 1, p. 30-41, 2016.

NIEWÖHNER, Nadine *et al.* The impact of the 4th industrial revolution on the design fields of innovation management. **Procedia CIRP**, v. 91, p. 43-48, 2020.

O'CASS, Aron; SOK, Phyra. Exploring innovation driven value creation in B2B service firms: The roles of the manager, employees, and customers in value creation. **Journal of Business Research**, v. 66, n. 8, p. 1074-1084, 2013.

OCDE, M. D. O. OECD Proposed Guideline For Collecting And Interpreting Technological Innovation. Data. 3rd ed. Paris: Copyright, 1997.

OLIVEIRA, Roniton Rezende; OLIVEIRA, Ronielton Rezende; ZIVIANI, Fabricio. Processo de inovação no contexto de transformação digital: framework para gestão da inovação. In: **Congresso Internacional de Conhecimento e Inovação–Ciki**. 2019.

OZTEMEL, Ercan; GURSEV, Samet. Literature review of Industry 4.0 and related technologies. **Journal of Intelligent Manufacturing**, p. 1-56, 2018.

PESSL, Ernst; SORKO, Sabrina Romina; MAYER, Barbara. Roadmap Industry 4.0—implementation guideline for enterprises. **International Journal of Science, Technology and Society**, v. 5, n. 6, p. 193-202, 2017.

PHILLS, James A.; DEIGLMEIER, Kriss; MILLER, Dale T. Rediscovering social innovation. **Stanford Social Innovation Review**, v. 6, n. 4, p. 34-43, 2008.

PIETRONUDO, Maria Cristina; CROIDIEU, Grégoire; SCHIAVONE, Francesco. A solution looking for problems? A systematic literature review of the rationalizing influence of artificial intelligence on decision-making in innovation management. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 182, p. 121828, 2022.

PINZONE, Marta *et al.* A framework for operative and social sustainability functionalities in Human-Centric Cyber-Physical Production Systems. **Computers & industrial engineering**, v. 139, p. 105132, 2020.

ROBERTS, Edward B. Managing invention and innovation. **Research-Technology Management**, v. 50, n. 1, p. 35-54, 2007.

ROBERTS, Edward B.; FROHMAN, Alan L. Strategies for improving research utilization. **Technology Review**, v. 80, n. 5, p. 32-39, 1978.

ROGERS, Everett M. Diffusion of innovations the free Press of Glencoe. NY. 2003.

RÖGLINGER, Maximilian; PÖPPELBUß, Jens; BECKER, Jörg. Maturity models in business process management. **Business process management journal**, 2012.

ROTWELL, R. To the innovation process of the fifth generation. **International Marketing Review**, v. 11, n. 1, p. 7-31, 1994.

ROY, Bernard. Decision-aid and decision-making. **European Journal of Operational Research**, v. 45, n. 2-3, p. 324-331, 1990.

ROY, Bernard. The outranking approach and the foundations of ELECTRE methods. **Theory and decision**, v. 31, p. 49-73, 1991.

ROY, Bernard; SŁOWIŃSKI, Roman. Questions guiding the choice of a multicriteria decision aiding method. **EURO Journal on Decision Processes**, v. 1, n. 1-2, p. 69-97, 2013.

RÜßMANN, Michael *et al.* Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. **Boston consulting group**, v. 9, n. 1, p. 54-89, 2015.

SAATY, Thomas L. **Fundamentals of decision making and priority theory with the analytic hierarchy process**. RWS publications, 2001.

SANTOS BENTO, Graziela dos; TONTINI, Géron. Developing an instrument to measure lean manufacturing maturity and its relationship with operational performance. **Total Quality Management & Business Excellence**, v. 29, n. 9-10, p. 977-995, 2018.

SANTOS, Marco Antônio Pires Camargos. **Maturidade de processos organizacionais: um estudo em uma indústria multinacional do setor de soldagem**. 2009. Tese de Doutorado. Mestrado em Administração.

SCHUH, Günther *et al.* Using the industrie 4.0 maturity index in industry. **Current Challenges, Case Studies and Trends. Acatech COOPERATION**, 2020.

SCHUMPETER, Joseph. A. *The Theory of Economic Development*, Harvard University Press, Cambridge, MA. 1934.

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. O impacto da Pandemia de Coronavírus nos Pequenos Negócios 10ª EDIÇÃO. FGV Projetos. 2021. Disponível em: INFO IMPACTO 10 (fgv.br)

SEBRAE. Global Entrepreneurship Monitor Empreendedorismo no Brasil: 2019. Coordenação de Simara Maria de Souza Silveira Greco; diversos autores -- Curitiba: IBQP, 2020. Disponível em: Empreendedorismo-no-Brasil-GEM-2019.pdf (ibqp.org.br)

SENGE, P.M. **A dança das mudanças: os desafios de manter o crescimento e o sucesso em organizações que aprendem**. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

SERASA EXPERIAN. Indicadores Econômicos. Nascimento de Empresas. 2020. Disponível em: <https://www.serasaexperian.com.br/conteudos/indicadores-economicos/> Acessado em: 20 de março de 2023.

SISAYE, Seleshi; BIRNBERG, Jacob. Extent and scope of diffusion and adoption of process innovations in management accounting systems. **International Journal of Accounting & Information Management**, 2010.

SYBERFELDT, Anna; DANIELSSON, Oscar; GUSTAVSSON, Patrik. Augmented reality smart glasses in the smart factory: Product evaluation guidelines and review of available products. **Ieee Access**, v. 5, p. 9118-9130, 2017.

TANGPONG, Chanchai. Content analytic approach to measuring constructs in operations and supply chain management. **Journal of Operations Management**, v. 29, n. 6, p. 627-638, 2011.

TIDD, Joe; BESSANT, John R. **Managing innovation: integrating technological, market and organizational change**. John Wiley & Sons, 2020.

UNCTAD – United Nations Conference on Trade and Development. Empretec Network: Impact and Success Stories. 2018.

VERHEES, Frans JHM; MEULENBERG, Matthew TG; PENNING, Joost ME. Performance expectations of small firms considering radical product innovation. **Journal of Business Research**, v. 63, n. 7, p. 772-777, 2010.

VINCKE, Philippe. **Multicriteria decision-aid**. John Wiley & Sons, 1992.

WEST, Michael A.; FARR, James L. Innovation at work: Psychological perspectives. **Social behaviour**, 1989.

ZHANG, Hailun. Does combining different types of innovation always improve SME performance? An analysis of innovation complementarity. **Journal of Innovation & Knowledge**, v. 7, n. 3, p. 100192, 2022.

## APÊNDICE A

### Passo 1 – Empresa $A_1$

$A_1$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$c_1(a, b_h)$	0,00	0,93	1,00	1,00
$c_2(a, b_h)$	0,00	0,00	0,00	1,00
$c_3(a, b_h)$	0,00	0,93	1,00	1,00
$c_4(a, b_h)$	0,00	1,00	1,00	1,00
$c_5(a, b_h)$	0,00	0,93	1,00	1,00
$c_6(a, b_h)$	0,00	0,32	1,00	1,00

$A_1$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$c_1(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	0,00
$c_2(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	1,00
$c_3(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	0,00
$c_4(b_h, a)$	1,00	1,00	0,00	0,00
$c_5(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	0,00
$c_6(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	0,00

### Passo 2 – Empresa $A_1$

$A_1$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$C(a, b_h)$	0,00	0,68	0,83	1,00
$C(b_h, a)$	1,00	1,00	0,83	0,17

### Passo 3 – Empresa $A_1$

$A_1$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$d_1(a, b_h)$	0,54	0,00	0,00	0,00
$d_2(a, b_h)$	1,00	1,00	0,00	0,00
$d_3(a, b_h)$	0,54	0,00	0,00	0,00
$d_4(a, b_h)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_5(a, b_h)$	0,54	0,00	0,00	0,00
$d_6(a, b_h)$	0,84	0,00	0,00	0,00

$A_1$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$d_1(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,46
$d_2(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_3(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,46
$d_4(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	1,00
$d_5(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,46
$d_6(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,16

### Passo 4 – Empresa $A_1$

$A_1$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$S(a, b_h)$	0,00	0,00	0,83	1,00
$S(b_h, a)$	1,00	1,00	0,83	0,00

### Passo 1 – Empresa $A_2$

$A_2$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$c_1(a, b_h)$	0,00	0,00	1,00	1,00
$c_2(a, b_h)$	0,00	0,00	0,00	1,00
$c_3(a, b_h)$	0,00	0,00	1,00	1,00
$c_4(a, b_h)$	0,00	0,00	1,00	1,00
$c_5(a, b_h)$	0,00	0,93	1,00	1,00
$c_6(a, b_h)$	0,00	0,90	1,00	1,00

$A_2$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$c_1(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	0,34
$c_2(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	1,00
$c_3(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	0,00
$c_4(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	0,00
$c_5(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	0,00
$c_6(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	1,00

### Passo 2 – Empresa $A_2$

$A_2$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$C(a, b_h)$	0,00	0,15	0,82	1,00
$C(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	0,39

Passo 3 – Empresa  $A_2$

$A_2$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$d_1(a, b_h)$	1,00	0,17	0,00	0,00
$d_2(a, b_h)$	1,00	1,00	0,00	0,00
$d_3(a, b_h)$	1,00	0,00	0,00	0,00
$d_4(a, b_h)$	1,00	0,00	0,00	0,00
$d_5(a, b_h)$	0,54	0,00	0,00	0,00
$d_6(a, b_h)$	1,00	0,55	0,00	0,00

$A_2$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$d_1(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_2(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_3(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_4(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_5(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,46
$d_6(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,00

Passo 4 – Empresa  $A_2$

$A_2$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$S(a, b_h)$	0,00	0,00	0,82	1,00
$S(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	0,34

Passo 1 – Empresa  $A_3$

$A_3$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$c_1(a, b_h)$	0,00	1,00	1,00	1,00
$c_2(a, b_h)$	0,00	0,00	1,00	1,00
$c_3(a, b_h)$	0,94	1,00	1,00	1,00
$c_4(a, b_h)$	0,94	1,00	1,00	1,00
$c_5(a, b_h)$	0,94	1,00	1,00	1,00
$c_6(a, b_h)$	0,00	0,93	1,00	1,00

$A_3$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$c_1(b_h, a)$	1,00	1,00	0,00	0,00
$c_2(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	0,34
$c_3(b_h, a)$	1,00	1,00	0,00	0,00
$c_4(b_h, a)$	1,00	1,00	0,00	0,00
$c_5(b_h, a)$	1,00	1,00	0,00	0,00
$c_6(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	0,00

Passo 2 – Empresa  $A_3$

$A_3$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$C(a, b_h)$	0,47	0,82	1,00	1,00
$C(b_h, a)$	1,00	1,00	0,33	0,06

Passo 3 – Empresa  $A_3$

$A_3$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$d_1(a, b_h)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_2(a, b_h)$	1,00	0,17	0,00	0,00
$d_3(a, b_h)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_4(a, b_h)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_5(a, b_h)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_6(a, b_h)$	0,54	0,00	0,00	0,00

$A_3$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$d_1(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	1,00
$d_2(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_3(b_h, a)$	0,00	0,00	0,47	1,00
$d_4(b_h, a)$	0,00	0,00	0,47	1,00
$d_5(b_h, a)$	0,00	0,00	0,47	1,00
$d_6(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,46

Passo 4 – Empresa  $A_3$

$A_3$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$S(a, b_h)$	0,00	0,82	1,00	1,00
$S(b_h, a)$	1,00	1,00	0,17	0,00

Passo 1 – Empresa  $A_4$ 

$A_4$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$c_1(a, b_h)$	0,00	1,00	1,00	1,00
$c_2(a, b_h)$	0,00	0,00	0,90	1,00
$c_3(a, b_h)$	0,94	1,00	1,00	1,00
$c_4(a, b_h)$	0,00	1,00	1,00	1,00
$c_5(a, b_h)$	0,94	1,00	1,00	1,00
$c_6(a, b_h)$	0,94	1,00	1,00	1,00

$A_4$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$c_1(b_h, a)$	1,00	1,00	0,00	0,00
$c_2(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	1,00
$c_3(b_h, a)$	1,00	1,00	0,00	0,00
$c_4(b_h, a)$	1,00	1,00	0,00	0,00
$c_5(b_h, a)$	1,00	1,00	0,00	0,00
$c_6(b_h, a)$	1,00	1,00	0,00	0,00

Passo 2 – Empresa  $A_4$ 

$A_4$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$C(a, b_h)$	0,47	0,83	0,98	1,00
$C(b_h, a)$	1,00	1,00	0,17	0,17

Passo 3 – Empresa  $A_4$ 

$A_4$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$d_1(a, b_h)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_2(a, b_h)$	1,00	0,55	0,00	0,00
$d_3(a, b_h)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_4(a, b_h)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_5(a, b_h)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_6(a, b_h)$	0,00	0,00	0,00	0,00

$A_4$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$d_1(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	1,00
$d_2(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_3(b_h, a)$	0,00	0,00	0,47	1,00
$d_4(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	1,00

$d_5(b_h, a)$	0,00	0,00	0,47	1,00
$d_6(b_h, a)$	0,00	0,00	0,47	1,00

Passo 4 – Empresa  $A_4$ 

$A_4$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$S(a, b_h)$	0,00	0,83	0,98	1,00
$S(b_h, a)$	1,00	1,00	0,04	0,00

Passo 1 – Empresa  $A_5$ 

$A_5$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$c_1(a, b_h)$	0,00	0,00	0,00	1,00
$c_2(a, b_h)$	0,00	0,00	0,00	0,83
$c_3(a, b_h)$	0,00	0,00	0,90	1,00
$c_4(a, b_h)$	0,00	0,00	0,00	0,83
$c_5(a, b_h)$	0,00	0,00	0,90	1,00
$c_6(a, b_h)$	0,00	0,00	0,00	1,00

$A_5$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$c_1(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	1,00
$c_2(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	1,00
$c_3(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	1,00
$c_4(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	1,00
$c_5(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	1,00
$c_6(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	1,00

Passo 2 – Empresa  $A_5$ 

$A_5$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$C(a, b_h)$	0,00	0,00	0,30	0,94
$C(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	1,00

Passo 3 – Empresa  $A_5$ 

$A_5$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$d_1(a, b_h)$	1,00	1,00	0,00	0,00
$d_2(a, b_h)$	1,00	1,00	0,59	0,00
$d_3(a, b_h)$	1,00	0,55	0,00	0,00

$d_4(a, b_h)$	1,00	1,00	0,59	0,00
$d_5(a, b_h)$	1,00	0,55	0,00	0,00
$d_6(a, b_h)$	1,00	1,00	0,00	0,00

$A_5$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$d_1(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_2(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_3(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_4(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_5(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_6(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,00

Passo 4 – Empresa  $A_5$

$A_5$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$S(a, b_h)$	0,00	0,00	0,10	0,94
$S(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	1,00

Passo 1 – Empresa  $A_6$

$A_6$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$c_1(a, b_h)$	0,00	0,93	1,00	1,00
$c_2(a, b_h)$	0,00	0,00	0,90	1,00
$c_3(a, b_h)$	0,00	0,93	1,00	1,00
$c_4(a, b_h)$	0,00	0,00	0,90	1,00
$c_5(a, b_h)$	0,00	0,00	1,00	1,00
$c_6(a, b_h)$	0,00	0,00	1,00	1,00

$A_6$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$c_1(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	0,00
$c_2(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	1,00
$c_3(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	0,00
$c_4(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	1,00
$c_5(b_h, a)$	1,00	1,00	0,00	0,00
$c_6(b_h, a)$	1,00	1,00	0,00	0,00

Passo 2 – Empresa  $A_6$

$A_6$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$

$C(a, b_h)$	0,00	0,64	0,97	1,00
$C(b_h, a)$	1,00	1,00	0,67	0,33

Passo 3 – Empresa  $A_6$

$A_6$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$d_1(a, b_h)$	0,54	0,00	0,00	0,00
$d_2(a, b_h)$	1,00	0,55	0,00	0,00
$d_3(a, b_h)$	0,54	0,00	0,00	0,00
$d_4(a, b_h)$	1,00	0,55	0,00	0,00
$d_5(a, b_h)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_6(a, b_h)$	0,00	0,00	0,00	0,00

$A_6$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$d_1(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,46
$d_2(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_3(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,46
$d_4(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_5(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	1,00
$d_6(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	1,00

Passo 4 – Empresa  $A_6$

$A_6$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$S(a, b_h)$	0,00	0,64	0,97	1,00
$S(b_h, a)$	1,00	1,00	0,67	0,00

Passo 1 – Empresa  $A_7$

$A_7$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$c_1(a, b_h)$	0,00	0,00	0,00	1,00
$c_2(a, b_h)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$c_3(a, b_h)$	0,00	0,00	0,00	1,00
$c_4(a, b_h)$	0,00	0,00	0,00	0,83
$c_5(a, b_h)$	0,00	0,00	0,00	0,83
$c_6(a, b_h)$	0,00	0,00	0,90	1,00

$A_7$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$c_1(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	1,00

$c_2(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	1,00
$c_3(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	1,00
$c_4(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	1,00
$c_5(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	1,00
$c_6(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	1,00

Passo 2 – Empresa  $A_7$

$A_7$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$C(a, b_h)$	0,00	0,00	0,15	0,78
$C(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	1,00

Passo 3 – Empresa  $A_7$

$A_7$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$d_1(a, b_h)$	1,00	1,00	0,00	0,00
$d_2(a, b_h)$	1,00	1,00	1,00	0,00
$d_3(a, b_h)$	1,00	1,00	0,00	0,00
$d_4(a, b_h)$	1,00	1,00	0,59	0,00
$d_5(a, b_h)$	1,00	1,00	0,59	0,00
$d_6(a, b_h)$	1,00	0,55	0,00	0,00

$A_7$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$d_1(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_2(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_3(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_4(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_5(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_6(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,00

Passo 4 – Empresa  $A_7$

$A_7$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$S(a, b_h)$	0,00	0,00	0,00	0,78
$S(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	1,00

Passo 1 – Empresa  $A_8$

$A_8$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$

$c_1(a, b_h)$	0,94	1,00	1,00	1,00
$c_2(a, b_h)$	0,00	1,00	1,00	0,00
$c_3(a, b_h)$	0,00	0,93	1,00	1,00
$c_4(a, b_h)$	0,00	0,93	1,00	1,00
$c_5(a, b_h)$	1,00	1,00	1,00	1,00
$c_6(a, b_h)$	0,00	0,93	1,00	1,00

$A_8$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$c_1(b_h, a)$	1,00	1,00	0,00	0,00
$c_2(b_h, a)$	1,00	1,00	0,25	0,00
$c_3(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	0,00
$c_4(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	0,00
$c_5(b_h, a)$	1,00	0,00	0,00	0,00
$c_6(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	0,00

Passo 2 – Empresa  $A_8$

$A_8$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$C(a, b_h)$	0,32	0,96	1,00	1,00
$C(b_h, a)$	1,00	0,83	0,54	0,00

Passo 3 – Empresa  $A_8$

$A_8$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$d_1(a, b_h)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_2(a, b_h)$	0,13	0,00	0,00	0,00
$d_3(a, b_h)$	0,54	0,00	0,00	0,00
$d_4(a, b_h)$	0,54	0,00	0,00	0,00
$d_5(a, b_h)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_6(a, b_h)$	0,54	0,00	0,00	0,00

$A_8$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$d_1(b_h, a)$	0,00	0,00	0,47	1,00
$d_2(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,87
$d_3(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,46
$d_4(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,46
$d_5(b_h, a)$	0,00	0,00	1,00	1,00
$d_6(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,46

Passo 4 – Empresa  $A_8$ 

$A_8$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$S(a, b_h)$	0,10	0,96	1,00	1,00
$S(b_h, a)$	1,00	0,83	0,00	0,00

Passo 1 – Empresa  $A_9$ 

$A_9$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$c_1(a, b_h)$	0,00	0,93	1,00	1,00
$c_2(a, b_h)$	1,00	1,00	1,00	1,00
$c_3(a, b_h)$	0,00	0,00	0,47	1,00
$c_4(a, b_h)$	0,00	0,93	1,00	1,00
$c_5(a, b_h)$	0,00	0,93	1,00	1,00
$c_6(a, b_h)$	0,94	1,00	1,00	1,00

$A_9$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$c_1(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	0,00
$c_2(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$c_3(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	1,00
$c_4(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	0,00
$c_5(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	0,00
$c_6(b_h, a)$	1,00	1,00	0,00	0,00

Passo 2 – Empresa  $A_9$ 

$A_9$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$C(a, b_h)$	0,32	0,80	0,91	1,00
$C(b_h, a)$	0,83	0,83	0,67	0,17

Passo 3 – Empresa  $A_9$ 

$A_9$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$d_1(a, b_h)$	0,54	0,00	0,00	0,00
$d_2(a, b_h)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_3(a, b_h)$	1,00	0,76	0,00	0,00
$d_4(a, b_h)$	0,54	0,00	0,00	0,00
$d_5(a, b_h)$	0,54	0,00	0,00	0,00
$d_6(a, b_h)$	0,00	0,00	0,00	0,00

$A_9$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$d_1(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,46
$d_2(b_h, a)$	0,46	1,00	1,00	1,00
$d_3(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_4(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,46
$d_5(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,46
$d_6(b_h, a)$	0,00	0,00	0,47	1,00

Passo 4 – Empresa  $A_9$ 

$A_9$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$S(a, b_h)$	0,00	0,80	0,91	1,00
$S(b_h, a)$	0,83	0,00	0,00	0,00

Passo 1 – Empresa  $A_{10}$ 

$A_{10}$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$c_1(a, b_h)$	0,00	0,00	0,00	0,83
$c_2(a, b_h)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$c_3(a, b_h)$	0,00	0,00	0,90	1,00
$c_4(a, b_h)$	0,00	0,00	0,00	0,83
$c_5(a, b_h)$	0,00	0,00	0,00	0,83
$c_6(a, b_h)$	0,00	0,00	0,90	1,00

$A_{10}$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$c_1(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	1,00
$c_2(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	1,00
$c_3(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	1,00
$c_4(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	1,00
$c_5(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	1,00
$c_6(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	1,00

Passo 2 – Empresa  $A_{10}$ 

$A_{10}$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$C(a, b_h)$	0,00	0,00	0,30	0,75
$C(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	1,00

Passo 3 – Empresa  $A_{10}$ 

$A_{10}$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$d_1(a, b_h)$	1,00	1,00	0,59	0,00
$d_2(a, b_h)$	1,00	1,00	1,00	0,00
$d_3(a, b_h)$	1,00	0,55	0,00	0,00
$d_4(a, b_h)$	1,00	1,00	0,59	0,00
$d_5(a, b_h)$	1,00	1,00	0,59	0,00
$d_6(a, b_h)$	1,00	0,55	0,00	0,00

$A_{10}$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$d_1(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_2(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_3(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_4(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_5(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_6(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,00

Passo 4 – Empresa  $A_{10}$ 

$A_{10}$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$S(a, b_h)$	0,00	0,00	0,00	0,75
$S(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	1,00

Passo 1 – Empresa  $A_{11}$ 

$A_{11}$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$c_1(a, b_h)$	0,00	0,00	1,00	1,00
$c_2(a, b_h)$	0,00	0,00	0,00	0,83
$c_3(a, b_h)$	0,00	0,93	1,00	1,00
$c_4(a, b_h)$	0,94	1,00	1,00	1,00
$c_5(a, b_h)$	0,00	1,00	1,00	1,00
$c_6(a, b_h)$	0,00	0,32	1,00	1,00

$A_{11}$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$c_1(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	0,00
$c_2(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	1,00
$c_3(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	0,00
$c_4(b_h, a)$	1,00	1,00	0,00	0,00

$c_5(b_h, a)$	1,00	1,00	0,25	0,00
$c_6(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	0,00

Passo 2 – Empresa  $A_{11}$ 

$A_{11}$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$C(a, b_h)$	0,16	0,54	0,83	0,97
$C(b_h, a)$	1,00	1,00	0,71	0,17

Passo 3 – Empresa  $A_{11}$ 

$A_{11}$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$d_1(a, b_h)$	1,00	0,00	0,00	0,00
$d_2(a, b_h)$	1,00	1,00	0,59	0,00
$d_3(a, b_h)$	0,54	0,00	0,00	0,00
$d_4(a, b_h)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_5(a, b_h)$	0,13	0,00	0,00	0,00
$d_6(a, b_h)$	0,84	0,00	0,00	0,00

$A_{11}$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$d_1(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_2(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_3(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,46
$d_4(b_h, a)$	0,00	0,00	0,47	1,00
$d_5(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,87
$d_6(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,16

Passo 4 – Empresa  $A_{11}$ 

$A_{11}$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$S(a, b_h)$	0,00	0,00	0,83	0,97
$S(b_h, a)$	1,00	1,00	0,71	0,00

Passo 1 – Empresa  $A_{12}$ 

$A_{12}$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$c_1(a, b_h)$	0,00	0,00	0,00	1,00
$c_2(a, b_h)$	0,00	0,00	0,00	0,83
$c_3(a, b_h)$	0,00	0,00	1,00	1,00

$c_4(a, b_h)$	0,00	0,00	0,90	1,00
$c_5(a, b_h)$	0,00	0,00	0,90	1,00
$c_6(a, b_h)$	0,00	0,00	0,90	1,00

$A_{12}$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$c_1(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	1,00
$c_2(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	1,00
$c_3(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	0,00
$c_4(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	1,00
$c_5(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	1,00
$c_6(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	1,00

Passo 2 – Empresa  $A_{12}$

$A_{12}$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$C(a, b_h)$	0,00	0,00	0,62	0,97
$C(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	0,83

Passo 3 – Empresa  $A_{12}$

$A_{12}$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$d_1(a, b_h)$	1,00	1,00	0,00	0,00
$d_2(a, b_h)$	1,00	1,00	0,59	0,00
$d_3(a, b_h)$	1,00	0,00	0,00	0,00
$d_4(a, b_h)$	1,00	0,55	0,00	0,00
$d_5(a, b_h)$	1,00	0,55	0,00	0,00
$d_6(a, b_h)$	1,00	0,55	0,00	0,00

$A_{12}$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$d_1(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_2(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_3(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_4(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_5(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_6(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,00

Passo 4 – Empresa  $A_{12}$

$A_{12}$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$

$S(a, b_h)$	0,00	0,00	0,62	0,97
$S(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	0,83

Passo 1 – Empresa  $A_{13}$

$A_{13}$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$c_1(a, b_h)$	0,00	0,93	1,00	1,00
$c_2(a, b_h)$	0,00	0,00	1,00	1,00
$c_3(a, b_h)$	0,94	1,00	1,00	1,00
$c_4(a, b_h)$	1,00	1,00	1,00	1,00
$c_5(a, b_h)$	0,00	1,00	1,00	1,00
$c_6(a, b_h)$	0,94	1,00	1,00	1,00

$A_{13}$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$c_1(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	0,00
$c_2(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	0,34
$c_3(b_h, a)$	1,00	1,00	0,00	0,00
$c_4(b_h, a)$	1,00	0,00	0,00	0,00
$c_5(b_h, a)$	1,00	1,00	0,25	0,00
$c_6(b_h, a)$	1,00	1,00	0,00	0,00

Passo 2 – Empresa  $A_{13}$

$A_{13}$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$C(a, b_h)$	0,48	0,82	1,00	1,00
$C(b_h, a)$	1,00	0,83	0,38	0,06

Passo 3 – Empresa  $A_{13}$

$A_{13}$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$d_1(a, b_h)$	0,54	0,00	0,00	0,00
$d_2(a, b_h)$	1,00	0,17	0,00	0,00
$d_3(a, b_h)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_4(a, b_h)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_5(a, b_h)$	0,13	0,00	0,00	0,00
$d_6(a, b_h)$	0,00	0,00	0,00	0,00

$A_{13}$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$d_1(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,46

$d_2(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_3(b_h, a)$	0,00	0,00	0,47	1,00
$d_4(b_h, a)$	0,00	0,00	1,00	1,00
$d_5(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,87
$d_6(b_h, a)$	0,00	0,00	0,47	1,00

Passo 4 – Empresa  $A_{13}$

$A_{13}$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$S(a, b_h)$	0,00	0,82	1,00	1,00
$S(b_h, a)$	1,00	0,83	0,00	0,00

Passo 1 – Empresa  $A_{14}$

$A_{14}$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$c_1(a, b_h)$	0,00	0,00	0,00	0,83
$c_2(a, b_h)$	0,00	0,00	0,90	1,00
$c_3(a, b_h)$	0,00	0,00	0,90	1,00
$c_4(a, b_h)$	0,00	0,00	0,00	1,00
$c_5(a, b_h)$	0,00	0,00	0,00	1,00
$c_6(a, b_h)$	0,00	0,00	0,00	1,00

$A_{14}$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$c_1(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	1,00
$c_2(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	1,00
$c_3(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	1,00
$c_4(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	1,00
$c_5(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	1,00
$c_6(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	1,00

Passo 2 – Empresa  $A_{14}$

$A_{14}$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$C(a, b_h)$	0,00	0,00	0,30	0,97
$C(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	1,00

Passo 3 – Empresa  $A_{14}$

$A_{14}$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$

$d_1(a, b_h)$	1,00	1,00	0,59	0,00
$d_2(a, b_h)$	1,00	0,55	0,00	0,00
$d_3(a, b_h)$	1,00	0,55	0,00	0,00
$d_4(a, b_h)$	1,00	1,00	0,27	0,00
$d_5(a, b_h)$	1,00	1,00	0,00	0,00
$d_6(a, b_h)$	1,00	1,00	0,27	0,00

$A_{14}$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$d_1(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_2(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_3(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_4(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_5(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_6(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,00

Passo 4 – Empresa  $A_{14}$

$A_{14}$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$S(a, b_h)$	0,00	0,00	0,18	0,97
$S(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	1,00

Passo 1 – Empresa  $A_{15}$

$A_{15}$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$c_1(a, b_h)$	0,94	1,00	1,00	1,00
$c_2(a, b_h)$	0,00	0,93	1,00	1,00
$c_3(a, b_h)$	1,00	1,00	1,00	1,00
$c_4(a, b_h)$	0,94	1,00	1,00	1,00
$c_5(a, b_h)$	1,00	1,00	1,00	1,00
$c_6(a, b_h)$	0,00	1,00	1,00	1,00

$A_{15}$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$c_1(b_h, a)$	1,00	1,00	0,00	0,00
$c_2(b_h, a)$	1,00	1,00	1,00	0,00
$c_3(b_h, a)$	1,00	0,00	0,00	0,00
$c_4(b_h, a)$	1,00	1,00	0,00	0,00
$c_5(b_h, a)$	1,00	0,00	0,00	0,00
$c_6(b_h, a)$	1,00	1,00	0,00	0,00

Passo 2 – Empresa  $A_{15}$ 

$A_{15}$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$C(a, b_h)$	0,65	0,99	1,00	1,00
$C(b_h, a)$	1,00	0,67	0,17	0,00

Passo 3 – Empresa  $A_{15}$ 

$A_{15}$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$d_1(a, b_h)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_2(a, b_h)$	0,54	0,00	0,00	0,00
$d_3(a, b_h)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_4(a, b_h)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_5(a, b_h)$	0,00	0,00	0,00	0,00
$d_6(a, b_h)$	0,00	0,00	0,00	0,00

$A_{15}$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$d_1(b_h, a)$	0,00	0,00	0,47	1,00
$d_2(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	0,46
$d_3(b_h, a)$	0,00	0,00	1,00	1,00
$d_4(b_h, a)$	0,00	0,00	0,47	1,00
$d_5(b_h, a)$	0,00	0,00	1,00	1,00
$d_6(b_h, a)$	0,00	0,00	0,00	1,00

Passo 4 – Empresa  $A_{15}$ 

$A_{15}$				
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$S(a, b_h)$	0,65	0,99	1,00	1,00
$S(b_h, a)$	1,00	0,67	0,00	0,00