



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

**ANÁLISE DO USO DAS TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA
4.0 E METODOLOGIA ÁGIL – SCRUM NO
GERENCIAMENTO DE PROJETOS EM EMPRESAS DE
TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO (TI)**

ELAINE CRISTINA PEREIRA SILVA

ORIENTADOR: SANDERSON CÉSAR MACÊDO BARBALHO

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ENGENHARIA
MECATRÔNICA**

BRASÍLIA-DF: NOVEMBRO- 2024

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

ANÁLISE DO USO DAS TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 E
METODOLOGIA ÁGIL – SCRUM NO GERENCIAMENTO DE
PROJETOS EM EMPRESAS DE TECNOLOGIA DA
INFORMAÇÃO (TI)

ELAINE CRISTINA PEREIRA SILVA

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA MECÂNICA DA FACULDADE DE TECNOLOGIA
DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE
MESTRE EM ENGENHARIA MECATRÔNICA.

APROVADO POR:

Prof. Dr. Sanderson César Macêdo Barbalho
(ORIENTADOR)

Prof. Dr. Carlos Humberto Llanos Quintero
(SUPLENTE)

Prof. Dr. Gladston Luiz da Silva
(EXAMINADOR EXTERNO)

Prof. Dr. Toledo
(EXAMINADOR EXTERNO)

BRASÍLIA, 10 DE NOVEMBRO, 2024

FICHA CATALOGRÁFICA

XXXXX

Silva, Elaine Cristina Pereira Silva

Análise do uso das Tecnologias da Indústria 4.0 no Gerenciamento de Projetos em empresas de Tecnologia da Informação (TI) / Elaine Cristina Pereira Silva; orientador Sanderson César Macêdo Barbalho. -- Brasília, 2024.

116 f.

Dissertação (Mestrado - Mestrado em Engenharia Mecatrônica) -- Universidade de Brasília, 2023.

1. Gerenciamento de Projetos. 2. Indústria 4.0. 3. Projetos. 4. Scrum.

Sanderson César Macêdo, orient. II. Título.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SILVA, Elaine Cristina Pereira. Análise do uso das Tecnologias da Indústria 4.0 no Gerenciamento de Projetos em empresas de Tecnologia da Informação (TI) 2024. xx f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecatrônica, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2024.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Elaine Cristina Pereira Silva

TÍTULO: Análise do uso das Tecnologias da Indústria 4.0 no Gerenciamento de Projetos em empresas de Tecnologia da Informação (TI)

GRAU: Mestre

Ano: 2024

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

Elaine Cristina Pereira Silva
elainecps.br@gmail.com

AGRADECIMENTOS

Como um ato da minha fé Católica, agradeço à Deus e à nossa Senhora Aparecida por essa conquista, pela grandiosa força e luz na caminhada da vida, permitindo renovar as minhas forças a cada manhã.

Ao meu orientador Prof. Dr. Sanderson César Macêdo Barbalho, pelo aprendizado, orientações, sabedoria e confiança. Por me conceder a oportunidade de desenvolver um estudo alinhado à Inovação de apoio ao Gerenciamento de Projetos.

Aos Coordenadores Prof. Dr. Edson Paulo da Silva e Daniel Muñoz, pela compreensão e direcionamento acadêmico.

Ao Prof. Dr. e amigo Luciano Sales, por ter me apresentado ao professor Sanderson e aberto as portas que me levaram aos caminhos que hoje sigo.

Ao meu esposo Ademar, minhas filhas Luanna e Letícia, que, de forma especial e amorosa, me deram forças e coragem, tiveram paciência e complacência, sendo meu porto seguro nos momentos mais difíceis durante essa jornada para realização dos sonhos.

À minha mãe Geni, por sempre estar comigo, mostrando seu exemplo de mulher simples, humilde e guerreira que nunca desistiu da vida mesmo com todas as dificuldades. Sempre me apoia em tudo.

Aos meus irmãos(as) mais velhos, que não tiveram a oportunidade de estudar, mas trabalharam muito para permitir que os mais novos estudassem indo atrás dos seus sonhos. Além disso fizeram papel de pai (*Almedino – in memoriam*), já que o perdi ainda quando tinha 2 anos.

Às amigas e aos amigos que conheci ao longo dessa caminhada e que compartilharam suas experiências, levando os momentos difíceis com alegria e bom humor.,

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para a conclusão deste trabalho. O meu muito obrigada!

“Não é o crítico que interessa; não é aquele que aponta onde o homem forte tropeça, ou como aquele que age poderia ter feito melhor. O crédito pertence ao homem que está de fato na arena, cujo o rosto está maltratado pela poeira, pelo suor e pelo sangue; que luta com coragem; que erra, que quase consegue de novo e de novo, porque não existe esforço sem erros e falhas; mas que realmente se esforça para realizar as obras; que alcança os grandes júbilos, as grandes devoções; que se consome em uma causa digna; que, na melhor das hipóteses, conhece por fim o triunfo das grandes realizações, e que, na pior, se fracassar, pelo menos fracassará ousando grandemente, de forma que seu lugar nunca será junto às almas frias e tímidas que não conhecem a vitória nem a derrota”.

Teddy Roosevelt (1910)

RESUMO

A sensação de grande mudança da sociedade diante da tecnologia está cada vez mais perceptível, comprovando o estabelecimento de profundas alterações das relações de produção, serviço e consumo. Com o advento da Indústria 4.0, várias tecnologias vêm sendo empregadas mostrando grande efetividade. Sendo caracterizada pela incorporação de tecnologias emergentes ao ambiente de produção, a indústria 4.0 promove ganhos de produtividade e flexibilidade transformando a natureza do trabalho industrial. Dessa forma, identifica-se uma nova revolução industrial, que marca eminentemente todas as organizações e exige adequações em seus processos para garantir assim a própria sobrevivência, consequentemente, o gerenciamento de projetos também não deixa de ser atingido, sendo necessário conhecimentos, avaliações, atividades e processos mais condizentes com as rupturas dos paradigmas decorrentes da nova revolução. O aumento da complexidade dos negócios, os avanços tecnológicos e as mudanças propostas com a indústria 4.0, o modo como é feita a gestão dos projetos teve que ser reavaliada para entender até que ponto, tais mudanças impactam no processo de gerenciamento. Isso porque, as máquinas passam a se interconectar, as informações passam a ser coletadas instantaneamente, e o volume analisado é utilizado pelos gestores para tomar a decisão mais apropriada para o atual cenário econômico da empresa. Visando contribuir com este tema, este trabalho teve como objetivo identificar e analisar como as empresas de TI estão posicionadas atualmente em relação a Indústria 4.0 e Metodologia ágil – Scrum para gerenciar seus projetos. Para isso foram identificados e analisados o comportamento de algumas empresas de TI em relação ao uso destas tecnologias emergentes: (i) como as empresas de TI estão posicionadas em relação a Indústria 4.0 e Metodologia Ágil – Scrum; (ii) os componentes da indústria 4.0 como fatores críticos de sucesso de projetos; (iii) benefícios das tecnologias da indústria 4.0; (iiii) possível relação entre as tecnologias da indústria 4.0, metodologia ágil - Scrum e a gestão de projetos de TI. Como método de pesquisa, adotou-se análise qualitativa realizada por meio de questionário com 32 profissionais de empresas de TI que mantêm em suas estruturas organizacionais o gerenciamento de projetos para controlar suas atividades. Dentre os principais resultados, observou-se que os componentes da indústria 4.0 podem desempenhar um papel fundamental para garantir gerenciamento de projetos eficazes e bem-sucedidos.

Palavras-chave: Indústria 4.0, Gestão, Gerenciamento de Projetos, Scrum e Metodologia Ágil

ABSTRACT

The feeling of great change in society in the face of technology is increasingly obvious, proving the establishment of profound changes in the relations of production, service and consumption. With the advent of Industry 4.0, several technologies have been used, showing great effectiveness. Characterized by the incorporation of emerging technologies into the production environment, industry 4.0 promotes gains in productivity and flexibility by transforming the nature of industrial work. In this way, a new industrial revolution is identified, which eminently marks all organizations and requires adjustments in their processes to guarantee their own survival. Consequently, project management also remains unachieved, requiring knowledge, assessments, activities The processes most consistent with the ruptures in paradigms resulting from the new revolution. The increase in business complexity, technological advances and changes proposed with industry 4.0, the way in which project management is carried out had to be reevaluated to understand the extent to which such changes impact the management process. This is because, as machines become interconnected, information begins to be collected instantly, and the volume studied is used by managers to make a more comprehensive decision for the company's current economic scenario. Aiming to contribute to this topic, this work aimed to identify and analyze how IT companies are currently positioned in relation to Industry 4.0 and Agile Methodology – Scrum to manage their projects. To this end, the behavior of some IT companies in relation to the use of these emerging technologies was identified and analyzed: (i) how IT companies are positioned in relation to Industry 4.0 and Agile Methodology – Scrum; (ii) industry 4.0 components as critical project success factors; (iii) benefits of industry 4.0 technologies; (iii) possible relationship between industry 4.0 technologies, agile methodology - Scrum and IT project management. As a research method, we present a quantitative analysis carried out through a questionnaire with 32 professionals from IT companies that maintain project management in their organizational structures to control their activities. Among the main results, we recommend that industry 4.0 components can play a fundamental role in ensuring effective and successful project management.

Keywords: Industry 4.0, Management, Project Management, Agile Methodology.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Evolução das revoluções industriais	18
Figura 2 - Relação da rede com a indústria 4.0	24
Figura 3 - Arquitetura 5C	33
Figura 4 - Classificação da pesquisa.....	73
Quadro 1 - Níveis de gestão.....	22
Quadro 2 - Desafios Big Data.....	37
Quadro 3 - Áreas de conhecimento envolvidas no gerenciamento do projeto ...	53
Quadro 4 - Evolução do gestor de projetos	57
Tabela 1- Estratégias de busca por combinações de palavras-chave.....	71
Tabela 2 - Indicadores	80
Tabela 3 - PMBOK (10.1-10.10).....	81
Tabela 4 - Gestão ágil	82
Tabela 5 - Tecnologia de indústria 4.0	82
Tabela 6 - Tecnologia de indústria 4.0 (19-22)	83
Tabela 7 - Resultados da análise de Spearman: PMBOK e Indicadores	84
Tabela 8 - Gestão ágil e tecnologia da indústria 4.0.....	87
Tabela 9 - Resultados da Análise de Spearman: Metodologia Ágil e Indústria 4.0	88
Tabela 10 - Resultados da Análise de Spearman: Metodologia Ágil e Indústria 4.0	90
Tabela 11 - Resultados da Análise de Spearman: PMBOK e Indústria 4.0	91
Tabela 12 - Resultados da Análise de Spearman: PMBOK e Indústria 4.0	94
Tabela 13 - Resultados da Análise de Spearman: PMBOK e Indústria 4.0	95

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CNI	<i>Confederação Nacional da Indústria</i>
PMI	<i>Project Management Institute</i>
GP	<i>Gerenciamento de Projetos</i>
TI	<i>Tecnologia da Informação</i>

1. INTRODUÇÃO

Ao longo da história, pode-se observar as mudanças nos processos produtivos. Foram sendo criadas maneiras diferentes de produzir de acordo com as revoluções industriais. O foco das indústrias foi mudando e se aprimorando para acompanhar o avanço das tecnologias. A primeira revolução industrial, no século XVIII, caracterizou-se pelo uso do carvão, ferro, máquina a vapor e produção têxtil, mudando nossas vidas e a economia, de uma economia agrária e artesanal para uma dominada pela indústria e fabricação de máquinas.

No século XIX, a 2ª Revolução Industrial aumentou a capacidade produtiva das indústrias com a utilização do petróleo, eletricidade e aço, facilitando a produção em massa. Em meados dos anos de 1970, a 3ª Revolução Industrial começou a focar na produção por demanda com o auxílio das áreas de informática, eletrônica e robótica. Além disso, houve o surgimento de novas tecnologias como o computador. A tecnologia da informação foi usada para automatizar a produção. Já no século XXI, vivemos a 4ª Revolução Industrial ou Indústria 4.0, caracterizada pela internet das coisas, sistemas integrados, inteligência artificial, busca da melhoria contínua, com o enfoque de explorar as tecnologias da informação e sua comunicação dentro da indústria (Anderl et al., 2015).

O conceito de Indústria 4.0, citado pela primeira vez em 2011 na Alemanha, propõe uma política econômica baseada em estratégias de alto investimento tecnológico (Mosconi, 2015). O aumento da produtividade e a redução dos custos são os maiores objetivos do setor industrial e isso pode ser proporcionado pelas revoluções industriais que trazem consigo grandes avanços de produtividade para as indústrias (Schuh et al., 2017). Embora cada revolução industrial seja frequentemente considerada um evento separado, juntas podem ser mais bem compreendidas como uma série de eventos baseados nas inovações da revolução anterior, levando a formas de produção mais avançadas. A Indústria 4.0 está cheia de desafios e oportunidades, onde proporciona aos clientes respostas rápidas e de acordo com a sua necessidade, sendo uma grande vantagem competitiva (Cerezo-Narvaez, et al, 2017).

E com sua chegada as organizações tiveram que se adaptar ao novo cenário, no qual as novas tecnologias impulsionam o crescimento e desenvolvimento da empresa, avaliando suas capacidades e adaptando as suas estratégias (Santos et al, 2018).

Nos últimos anos, fatores como a emergência de novas tecnologias, a crescente concorrência internacional, transformações nos hábitos de compras dos consumidores, demandas mais complexas e a redução dos ciclos de vida dos produtos elevaram significativamente a complexidade da indústria manufatureira (Seidelmann, 2018).

As empresas estão em busca de melhorar seus processos, ou seja, planejar e medir todo o ciclo de vida do seu produto de forma a manter sua vantagem competitiva no mercado. De acordo com Danjou e Rivest (2016a), a Indústria 4.0 pode ser definida como “um conjunto de iniciativas para melhorar processos, produtos e serviços, permitindo decisões descentralizadas baseadas na aquisição de dados em tempo real”.

Devido à complexidade da nova era de uma revolução industrial, em que todos os objetos estão conectados ao mesmo tempo, as organizações estão buscando cada vez mais por metodologias, tecnologias e ferramentas capazes de manter a integridade da informação e seu acesso imediato. No mundo inteiro, um dos temas mais comentados do momento é a Indústria 4.0. Esse novo conceito vem impactando fortemente as economias, não somente em termos financeiros, mas também na forma como se interage com o mundo. Para que sejam incorporados os conceitos e benefícios da Indústria 4.0 nas empresas, se faz necessário que os profissionais estejam preparados e capacitados para todas as mudanças. O maior desafio nesse âmbito é fazer com que as empresas utilizem ao máximo seus recursos para dar ao seu cliente experiências únicas e inovadoras.

Segundo Schwab (2016), inicia-se uma revolução que alterará profundamente a maneira como vivemos, trabalhamos e nos relacionamos. Dessa maneira, esse estudo se faz de extrema relevância ao tratar o tema: gerenciamento de projetos nessa nova transição para a quarta revolução industrial. Acredita-se que será de grande valia para a área produtiva, considerando que será necessário compreender de forma mais abrangente a velocidade e amplitude dessa nova revolução já que ela afeta todos os *stakeholders* da sociedade global: governos, empresas, universidades e sociedade civil, onde todos devem trabalhar juntos para melhor entender as tendências emergentes.

Segundo o (Maturity by Project Category Model - MPCM), 1/3 dos projetos iniciados não atingem os seus objetivos finais. Sob essa ótica o trabalho pretende contribuir para que as empresas analisadas e organizações a elas similares, disponibilizam no mercado produtos mais adequados às necessidades estratégicas, táticas e operacionais dos clientes, além de acelerar a tomada de decisão reduzindo erros e, consequentemente,

a ocorrência de prejuízos financeiros para as organizações, e ainda captar o que as empresas de TI estão aplicando em seu cotidiano propondo o uso de tecnologias provenientes da transformação digital a fim de aumentar a vantagem competitiva diante do mercado.

O potencial sucesso da implementação de tecnologias da Indústria 4.0 tem chamado atenção de diversos países para o desenvolvimento de suas políticas industriais, conforme o estudo do (World Economic Report, 2013). Todavia, é necessário que uma empresa tenha elevada maturidade de modo a implementar as novas tecnologias de maneira eficiente, devido ao aumento da complexidade dos processos produtivos (Kagermann et al., 2013).

Em consequência de tanta mudança o gerenciamento de projetos (GP) se tornou algo crítico para o sucesso de muitas empresas e isso exige competência criativa e operacional (Santos et al., 2018). A Gestão de Projetos vem sendo moldada desde o século 20, onde é caracterizada pela utilização de métodos, habilidades e competências, no qual pode haver alterações caso o tomador de decisão achar viável (Santos et al., 2010).

Perante esta mudança recente, o tema gerenciamento de projetos na indústria 4.0 ainda foi pouco abordado pela literatura. Assim este trabalho contribui para demais pesquisadores, elucidando qual a importância da gestão de projetos para organizações que pretendem adotar as tecnologias da quarta revolução industrial. As suas relações com as exigências trazidas pelas rupturas da Indústria 4.0 não estão comumente delineadas e, o objetivo deste trabalho é analisar as práticas de gestão ágil e tradicional em algumas empresas de TI e o grau de utilização que essas empresas fazem de tecnologias de indústria 4.0.

Pode-se dizer que o sucesso do projeto é geralmente medido pelo cumprimento do prazo, custo e qualidade propostos. Com o uso de tecnologias e dispositivos digitais, praticamente tudo pode ser monitorado, medido, compartilhado e ajustado de forma simples e mais assertiva, permitindo medir os resultados obtidos pelo projeto frente ao planejado. Visando essa possibilidade, o gerente de projetos tem cada vez mais a necessidade de interagir com atores e/ou ferramentas existentes nesse cenário. Com a automação de processos, é possível reduzir riscos e perdas através da simulação de soluções e avaliar os resultados antes de alocar recursos para o projeto. Além disso, o uso de robôs que respondam sobre a situação do projeto em tempo real, diga o que está

atrasado, se tem algum profissional sobrecarregado, de informações sobre o custo, cronograma e previsão de término do projeto, utilizando linguagem simples para isso, são ferramentas importantes para otimizar a rotina das empresas.

A integração de diversas tecnologias de controle e projetos se tornaram essenciais para a otimização das atividades organizacionais, o que as tornam também, vulneráveis. Garantir segurança dos dados. Saber o andamento do projeto com maior rapidez e precisão. Ter a visão do cronograma do projeto para saber se é realista e viável. Todos esses elementos podem ser facilitados pelas novas tecnologias.

A justificativa notória para o tema abordado é a necessidade de sobrevivência das empresas, companhias e organizações atuais, que confrontam as exigências das rupturas trazidas pela Quarta Revolução Industrial – Indústria 4.0, que são constatadas na atualidade socioeconômica, nos novos paradigmas e desafios lançados nos diferentes processos de gestão, inclusive nos processos de gerenciamento de projetos, associando o que já existe e o que se faz necessário ser implantado, para a melhor performance e obtenção de resultados de sucesso.

Um estudo sobre gerenciamento de projetos de abrangência mundial realizado pelo *Project Management Institute - PMI* aponta que 69% das organizações, na maior parte das vezes ou sempre, possuem problemas com a realização de projetos dentro do prazo, 50% possuem problemas com custos e 31% têm problemas de qualidade em seus projetos. No Brasil, esses números são de 67% para prazos, 50% para custos e 32% para a qualidade, onde as organizações possuem na maior parte das vezes ou sempre, problemas com os tópicos levantados (PMSURVEY.ORG, 2014). Isso mostra a dimensão de problemas na condução de projetos e as oportunidades e benefícios que podem ser angariadas por essas organizações com uma gestão apropriada de seus projetos.

Dessa forma, esta pesquisa pode ser útil em auxiliar organizações na identificação de lacunas para que sejam formuladas estratégias de automatização dos métodos industriais, por meio de conceitos de transformação digital. No aspecto prático, esta dissertação visa contribuir para que as empresas analisadas e organizações a elas similares, disponibilizem no mercado produtos mais adequados às necessidades estratégicas, táticas e operacionais dos clientes, além de acelerar a tomada de decisão, reduzindo erros e, conseqüentemente, a ocorrência de prejuízos financeiros para as organizações.

Identificar o relacionamento entre os componentes da indústria 4.0 e o gerenciamento do projeto é crucial para uma gestão eficaz, uma vez que as empresas decidem cada vez mais assumir uma abordagem de gestão baseada em projetos. O desempenho adequado dos projetos contribui para o ganho de vantagem competitiva. É por isso que as questões relativas à gestão eficaz das empresas são tão importantes. Ainda assim, a conclusão bem-sucedida das tarefas do projeto continua a ser um desafio significativo para os gestores. Quanto mais componentes complexos o projeto envolver, maior será a incerteza dos efeitos finais. Isto acontece apesar do progresso considerável na metodologia e aplicação (Anke & Ringeisen, 2021; Harwardt, 2020; Kiani Mavi & Standing, 2018; Sanchez et al., 2017; Sicotte & Delerue, 2021). No entanto, deve-se notar que as relações entre o sucesso do projeto e os diferentes fatores de sucesso mudam dependendo da maturidade de uma organização. Além disso, os fatores podem ser percebidos de forma diferente pelos participantes individuais do projeto (Iriarte & Bayona, 2020).

É particularmente importante, porque a Indústria 4.0 aplica-se a toda a organização, fornecendo soluções digitais através da integração de tecnologias complexas e mutuamente relacionadas, bem como transformando processos e sistemas de fabrico de um processo decisivo centralizado para um processo descentralizado, tanto no âmbito da produção como na cadeia de abastecimento (Barata, 2021). Além disso, tal abordagem fortalece as organizações em termos de partilha de conhecimento, o que leva ao desenvolvimento de soluções novas, muitas vezes revolucionárias, bem como apoia as capacidades de inovação da empresa (Adamides & Karacapilidis, 2020; Camisón-Haba et al., 2019; Natu & Aparicio, 2022).

Esta dissertação fornece uma revisão das publicações relativas às condições e fatores que afetam o sucesso do projeto, bem como às questões relacionadas ao conceito/teoria da Indústria 4.0. A fase seguinte consiste na análise das respostas do questionário por empresas e organizações que trabalham com gerenciamento de projetos, em particular de projetos de TIC. A última etapa apresenta a análise dos resultados que permitiu mostrar o nível de associação entre as variáveis levando a entender a relação entre o uso das tecnologias da indústria 4.0, Scrum e a gestão de projetos. Para isso foi importante análise, entender o grau do uso das tecnologias de indústria 4.0 e Práticas ágeis - Scrum em empresas de TI e como as empresas de TI estão posicionadas atualmente em relação a Indústria 4.0 e Práticas ágeis.

1.1. Objetivo de pesquisa

O objetivo desta dissertação é avaliar o grau de utilização de tecnologias da Indústria 4.0 no gerenciamento de projetos em empresas de tecnologia de informação (TI). Entende-se que este objetivo geral pode ser desdobrado nos seguintes objetivos específicos:

- Identificar e analisar como as empresas de TI estão posicionadas atualmente em relação a Indústria 4.0 e Metodologia ágil - Scrum?
- Identificar e analisar os componentes da indústria 4.0 como fatores críticos de sucesso de projetos.
- Entender e usar os benefícios das tecnologias da indústria 4.0, com vistas ajudar na solução dos problemas encontrados no decorrer do projeto.
- Identificar e analisar possível relação entre as tecnologias da indústria 4.0, e metodologia ágil - Scrum e a gestão de projetos de TI.

1.2. Problema de pesquisa

Danjou e Rivest (2016a) definem a Indústria 4.0 como “um conjunto de iniciativas para melhorar processos, produtos e serviços, permitindo decisões descentralizadas baseadas na aquisição de dados em tempo real”.

Com o advento da Indústria 4.0, as empresas precisam melhorar seus processos, ou seja, planejar e medir todo o ciclo de vida do seu produto para que consiga manter sua vantagem competitiva no mercado. No entanto, para melhorar processos em empresas com característica da indústria 4.0 é muito mais complexo, pelo fato de não conseguirem utilizar métodos de gerenciamento muito rígidos, por falta de liderança ou experiência (Moeuf et al, 2018).

Para que sejam incorporados os conceitos de inovação tecnológica e benefícios da Indústria 4.0 no mercado brasileiro, é necessário que os profissionais estejam preparados, qualificados e comprometidos com as mudanças. O maior desafio nesse âmbito é fazer com que as empresas de TI utilizem ao máximo seus recursos para dar ao seu cliente experiências únicas e inovadoras.

Considerando as particularidades da indústria 4.0, a presente proposta de pesquisa parte das seguintes questões: (i) “Qual o grau de utilização de tecnologias de indústria 4.0

e Práticas ágeis – Scrum em empresas de TI” e (ii) “Como as empresas de TI estão posicionadas atualmente em relação a Indústria 4.0 e Práticas ágeis?”

1.3. Estrutura da dissertação

A presente dissertação foi dividida em cinco capítulos. Após a introdução, o presente trabalho está estruturado da seguinte maneira: revisão teórica, método de pesquisa, resultados e análises e conclusões.

No primeiro capítulo foi apresentada a introdução, os objetivos e o problema de pesquisa.

No segundo capítulo apresenta a revisão da literatura pertinente aos temas a serem abordados, explorando os principais conceitos referentes às revoluções industriais, indústria 4.0 e seus impactos, tecnologia da informação e comunicação e sua importância dentro do contexto da indústria 4.0, projetos, gerenciamento de projetos, metodologia ágil - scrum na indústria 4.0.

No terceiro, são explicados os procedimentos metodológicos desta pesquisa e como foram realizados o planejamento e a condução do estudo para cumprir com o objetivo proposto. Em seguida, o quarto capítulo é destinado à apresentação dos resultados obtidos no estudo com o auxílio de um software de análise qualitativa. Finalmente, no quinto, encerra-se o presente trabalho apresentando as conclusões finais, com suas implicações teóricas e práticas, as limitações de pesquisa deste estudo, além de propostas para direcionamentos futuros.

2. REVISÃO TEÓRICA

2.1. Revoluções industriais e as ondas de inovação

A primeira onda de inovação foi a primeira revolução industrial que consistiu na substituição da mão de obra artesanal, pela mecanização dos processos produtivos com o uso de motores a vapor. Este período desencadeou inúmeras inovações técnicas e organizacionais, aplicadas, principalmente à indústria têxtil e à manufatura do ferro (Freeman; Louçã, 2001).

A Segunda Revolução Industrial foi ainda mais poderosa e abrangeu a segunda e terceira ondas de inovação, envolvendo grandes avanços na indústria química, automotiva, telecomunicações, construção de ferrovias e na produção em massa de bens movidos à eletricidade. De acordo com Evans e Annunziata (2012), foi proposta a divisão do trabalho, impulsionando a economia de escala e provocando profundas transformações no padrão de vida das pessoas.

A terceira revolução industrial, representada pela quarta e quinta onda de inovação, teve início após a segunda guerra mundial. Esta fase marcou o início do emprego da eletrônica e da tecnologia da informação para alcançar maior automação dos processos de fabricação. As máquinas passaram a assumir não apenas uma parcela substancial do "trabalho manual", mas também boa parte do "trabalho intelectual" (Kagermann, 2013).

Segundo Laudon e Laudon (2011), por volta dos anos 1960, foram inventados os primeiros computadores, denominados mainframe computers. Os autores alegam ainda que foi na era do mainframe que nasceu a internet, no entanto, ela só começou a ser usada em larga escala nos anos 1980, com a criação dos computadores pessoais e da rede de comunicação aberta (world wide web). A abertura e a flexibilidade da rede foram elementos fundamentais para o seu crescimento exponencial.

A combinação de velocidade e volume de informações criou novas plataformas para o comércio e comunicação entre as pessoas, reduzindo o custo de transações comerciais e interações sociais. Essa ideia é trazida por Evans e Annunziata (2012) que afirmam ainda que a Internet, a computação e a possibilidade de transmitir e receber grandes quantidades de dados mudaram os sistemas de produção, permitindo uma integração mais profunda e operações mais flexíveis. Além disso, a capacidade de trocar

informações rapidamente e descentralizar a tomada de decisões gerou ambientes de trabalho mais colaborativos que não são limitados pela geografia.

Figura 1 - Evolução das revoluções industriais



Fonte: C2TI (2019, p. 1)

A Figura 1 sintetiza a transição entre as revoluções industriais e sumariza os principais acontecimentos em cada fase.

Conforme pode ser visto na Figura 1, as três primeiras revoluções industriais elevaram a renda dos trabalhadores, fazendo com que a tecnologia fosse usada como uma ferramenta estratégica competitiva, contribuindo para o desenvolvimento econômico. No entanto, o impacto maior foi proporcionado com a 4ª revolução industrial, também conhecida como Indústria 4.0, por estar relacionada, segundo Schwab (2017, p. 23), a três mundos: digital, biológico e físico que é potencializado com o avanço tecnológico.

Empresas de sucesso aprenderam a navegar nessas ondas e reconhecem as enormes oportunidades de crescimento oferecidas pela digitalização, interconectividade e novas tecnologias de fabricação. Segundo Schuh et. al (2017), estes fenômenos que estão impulsionando novos modelos de negócios, o uso sustentável e eficiente de recursos limitados e a produção econômica de produtos altamente personalizáveis são referidos coletivamente sob o termo Indústria 4.0 e faz menção ao potencial revolucionário desta tendência que segue diretamente os passos das três revoluções industriais que a antecederam (Kagermann, 2013).

2.2. Indústria 4.0

Segundo Schwab (2017), o conceito proposto de Indústria 4.0 é novo, sendo inicialmente aplicado na Alemanha, em que o governo do país o utilizou em um projeto de alta tecnologia, envolvendo diversas fábricas computadorizadas. No entanto, somente ganhou destaque durante uma feira industrial de Hannover, realizada em 2011.

No Brasil, as ações envolvendo a Indústria 4.0 somente tiveram início em meados de 2017, quando o grupo de trabalho para a Indústria 4.0 (GTI 4.0), juntamente com governo elaboraram uma proposta de agenda nacional, em que ficaram definidas quatro premissas:

- a. Fomentar iniciativas que facilitem e habilitem o investimento privado, haja vista a nova realidade fiscal do país;
- b. Propor agenda centrada no industrial/empresário, conectando instrumentos de apoio existentes, permitindo uma maior racionalização e uso efetivo, facilitando o acesso dos demandantes, levando o maior volume possível de recursos para a “ponta”;
- c. Testar, avaliar, debater e construir consensos por meio da validação de projetos-piloto, medidas experimentais, operando com neutralidade tecnológica; e
- d. Equilibrar medidas de apoio para pequenas e médias empresas com grandes companhias.

É importante destacar que mesmo com os desafios para a economia do Brasil, não podem ser esquecidas as oportunidades para o país com a Indústria 4.0, que se referem aos benefícios estratégicos, táticos e operacionais. Assim sendo, segundo Deloitte (2018) trata-se de uma relação harmoniosa da sociedade com pessoas e estratégias empresariais com as tecnologias digitais e físicas.

O principal objetivo da quarta revolução industrial, segundo Schuh et al. (2017) é gerar conhecimento a partir dos dados, a fim de transformar a empresa em uma organização ágil e capaz de se adaptar continuamente à dinamicidade do mercado. O ambiente dinâmico e a sua crescente complexidade significam que as organizações precisam tomar decisões mais rápidas e melhores se quiserem permanecer competitivas a longo prazo. Portanto, o potencial econômico fundamental da Indústria 4.0 está em sua capacidade de acelerar os processos de tomada de decisão e adaptação da empresa (Schuh et al., 2017).

Kagermann et al. (2013) apontam que o conceito de Indústria 4.0 nasceu no contexto de competitividade industrial alemã ao lado da evolução dos computadores e da Tecnologia da Informação e da Comunicação (TIC). Os autores propõem que a quarta revolução industrial é caracterizada pela necessidade da interação entre a manufatura e a adoção de novas tecnologias, tais como: sistemas cyber físicos, internet das coisas, internet dos serviços, sistemas e fábricas inteligentes. Reforçam também a importância do termo “inteligente” para a Indústria 4.0, pelo fato de que fábricas inteligentes proporcionam uma produção mais flexível e customizada. Os autores colocam que sistemas inteligentes permitem que os trabalhadores dediquem mais tempo e esforço em atividades criativas, ao invés de atividades rotineiras que não agregam muito valor para a cadeia produtiva da empresa, o que impacta diretamente na qualidade do trabalho e, consequentemente, na eficiência e produtividade do operador. Fábricas inteligentes, portanto, se tratam de indústrias com processos de produção descentralizados e com alta operacionalização de dados. A transformação proporcionada pela Indústria 4.0 vai além dos sistemas modernos de gestão de manufatura e excelência mundial, apresentando um ambiente de mudanças representadas por uma nova organização, cujo principal objetivo é atender às novas necessidades (Cakmakci, 2019).

2.3. Impactos relacionados à indústria 4.0

De acordo com a pesquisa global da Deloitte, que conversou com 1.600 executivos em 19 países, entre eles 102 brasileiros, a expectativa para a Indústria 4.0 é alta. Cerca de 39% dos entrevistados no Brasil consideram a tecnologia um diferencial competitivo, enquanto 42% acreditam que ela permite grande mobilização na cadeia de operações a fim de entregar valor aos clientes. O estudo revela ainda que 87% do total desses gestores acredita que o novo formato industrial deve beneficiar o mercado empresarial e a população com igualdade social e estabilidade econômica. Por isso, estima-se que a tendência da Indústria 4.0 se espalhe pelo mundo. Com isso, um dos maiores impactos será a criação de novos modelos de negócios. Entre os efeitos estão ainda a modificação dos métodos de trabalho, com o uso de sistemas e sensores inteligentes (Deloitte, 2014).

Neste cenário, os softwares rígidos e centralizados cedem lugar aos recursos da inteligência artificial e comunicação entre máquinas (M2M) diretamente no chão de fábrica. Além disso, as fábricas inteligentes podem trabalhar com a produção de mercadorias de acordo com as necessidades e desejos de cada cliente e, por meio dessa

customização, garantir maior satisfação e fidelização. E, claro, os impactos também influenciam diretamente nas relações trabalhistas e habilidades exigidas dos profissionais.

Entre as principais capacitações necessárias, em especial para os gestores, estão a aptidão para viver de fato a transformação digital, multidisciplinaridade, criatividade e capacidade de inovar. A 4ª revolução industrial chega para transformar os modelos de gestão.

Como visto, a fábrica do futuro é bem diferente do modelo que temos atualmente (embora algumas empresas já estejam implantando algumas mudanças). Portanto, é preciso começar a agir para não perder tempo e prejudicar a competitividade da sua empresa. A revolução 4.0 na indústria vai alterar toda a natureza do processo de produção, desde a origem da mercadoria até a entrega final para o consumidor. Com isso, as atividades passam a ter mais precisão, confiabilidade e agilidade. Nota-se que atualmente, o cenário é heterogêneo, com empresas pioneiras tomando a iniciativa e adotando novas soluções, e outras que ainda não conseguiram criar experiências comprovadas. A ruptura é tão grande que torna a concorrência entre as empresas que operam no sistema atual e as que adotam o conceito de Indústria 4.0 completamente desproporcionais. Se nas revoluções anteriores a mão-de-obra humana já perdeu espaço para as máquinas em atividades manuais e repetitivas, isso tende a se acentuar. Agora elas também estão aprendendo a “pensar” — embora em níveis elementares —, dispensando grande parte da supervisão.

Segundo levantamento da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI, 2016) a estimativa anual de redução de custos industriais no Brasil, a partir da migração da indústria para o conceito 4.0, será de, no mínimo, R\$ 73 bilhões/ano. Essa economia envolve ganhos de eficiência, redução nos custos de manutenção de máquinas e consumo de energia.

Capgemini Consulting (2014) apresenta o novo modelo de negócio da manufatura, onde é possível identificar os pontos de intersecção entre as tecnologias habilitadoras para a Indústria 4.0 e os diferentes níveis de gestão e processos de uma organização no nível estratégico, tático e operacional.

Quadro 1 - Níveis de gestão

Nível Estratégico	Estão associadas às ideias dos potenciais de otimização de receita e sustentabilidade organizacional proporcionados pela integração das tecnologias habilitadoras da manufatura avançada com o ambiente industrial, gerando cada vez mais eficiência produtiva, melhoria na qualidade do trabalhador e redução de gastos operacionais.
Nível Tático	É possível identificar tecnologias citadas anteriormente neste capítulo, a partir dos quatro pilares de inteligência da Indústria 4.0: sistema cyber-físico, a internet das coisas e dos serviços e a fábrica inteligente.
Nível Operacional	Estão todos os habilitadores tecnológicos a nível micro, tais como a comunicação wireless, nuvens de rede digitais, a comunicação máquina a máquina (M2M), impressão 3D, análise de dados avançada (Big Data), dentre outros (CAPGEMINI, 2014).

Fonte: Adaptado de Capgemini (2014)

É possível identificar tecnologias citadas anteriormente neste capítulo, a partir dos quatro pilares de inteligência da Indústria 4.0: sistema cyber-físico, a internet das coisas e dos serviços e a fábrica inteligente.

Os pilares tecnológicos da Indústria 4.0 como o sistema cyber-físico, a internet das coisas e dos serviços e a fábrica inteligente (Kagermann, 2013) se encontram no nível tático. O CPS se encontra de modo descentralizado, desde as soluções até as fábricas inteligentes, assim como IoT, o IoS está fortemente presente nas cadeias de suprimento inteligentes na formação de redes que permitem a colaboração ágil e a conectividade entre as partes interessadas. As fábricas inteligentes, como um todo, compõem um pilar de inteligência do modelo de Capgemini (2014).

Algumas bases tecnológicas e digitais se evidenciam na Indústria 4.0, sendo:

a. Tempo real:

Acompanhar e analisar dados em tempo real, garantindo maior assertividade na tomada de decisões. Saber todas as etapas do processo no momento em que elas acontecem.

b. Virtualização:

A simulação computacional já é uma realidade, porém, a revolução da indústria propõe o monitoramento remoto dos processos de produção, a fim de evitar eventuais falhas e tornar a rede de produção mais eficiente. A virtualização dos processos industriais permite a rápida tomada de decisão através de simulação computacional utilizando dados reais coletados em tempo real.

c. Descentralização dos processos decisórios:

Com o propósito de melhorar a produção na indústria, sistemas cyber-físicos tomam decisões com base em análise de dados, sem depender de ação externa, tornando a tomada de decisão mais segura e certa.

d. Modularização:

Neste conceito, o sistema é dividido em módulos, ou seja, em partes distintas. Desta forma, uma máquina irá produzir de acordo com a demanda, visto que irá utilizar somente os recursos necessários para a realização de cada tarefa, garantindo otimização na produção e economia de energia.

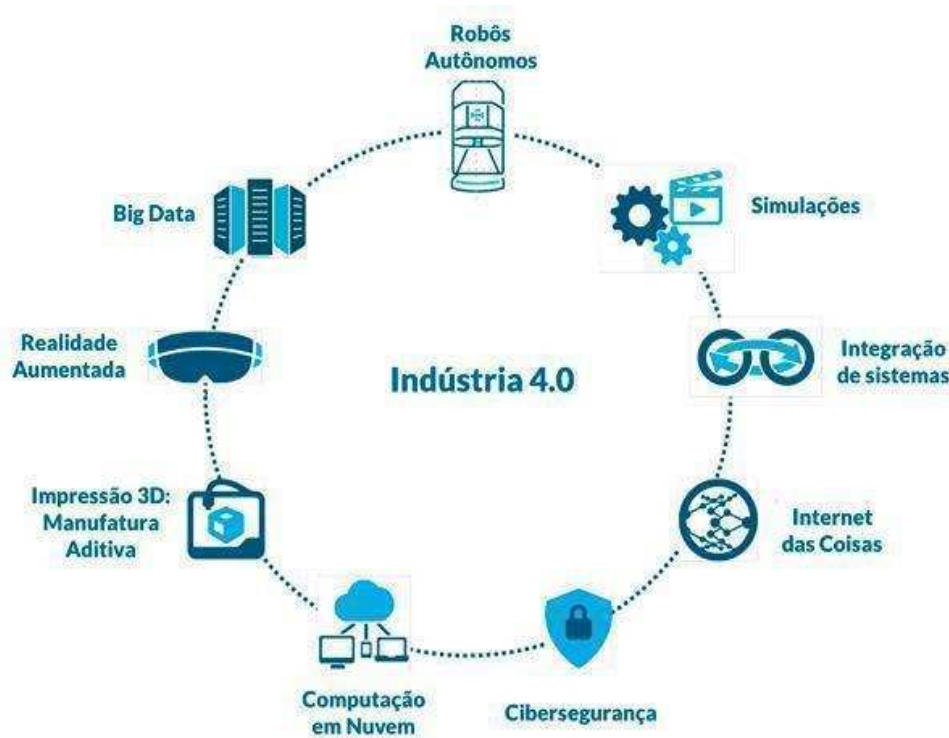
A simulação computacional já é uma realidade, porém, a revolução da indústria propõe o monitoramento remoto dos processos de produção, a fim de evitar eventuais falhas e tornar a rede de produção mais eficiente. A virtualização dos processos industriais permite a rápida tomada de decisão através de simulação computacional utilizando dados reais coletados em tempo real.

McKinsey (2015) apresenta um estudo sobre as características das plantas industriais do futuro. Dentre elas, há a divisão entre Brownfield and Greenfield, sendo que a primeira trata de plantas nas quais existe alta conectividade entre os equipamentos, ou seja, elevados índices de internet das coisas (IoT) e a segunda se expande para três níveis de plantas:

- a. Plantas inteligentes: 100% de automação e alto grau de eficiência para produção em larga escala;
- b. Plantas para customização em massa: fluxo de peça única com trabalho personalizado e produtos em uma base de ordem por ordem; e
- c. E-plants: plantas desenhadas para alcançar nichos e mercados remotos. Trabalham em pequena escala, com baixos custos e produzem uma variedade limitada de produtos a um custo competitivo.

Logo, um dos pontos chaves na nova revolução industrial é o emprego de tecnologias alinhado com novas formas de gestão organizacional. Neste contexto, novos conceitos tecnológicos estão sendo implementados nas empresas, tais como: sistemas cyber-físicos, internet das coisas, internet dos serviços e fábricas inteligentes e big data (Mcafee et al., 2012). A Figura 2 apresenta a relação da rede com a Indústria 4.0.

Figura 2 - Relação da rede com a indústria 4.0



Fonte: O Futuro das Coisas (2018).

O principal objetivo da quarta revolução industrial, segundo Schuh et al. (2017) é gerar conhecimento a partir dos dados, a fim de transformar a empresa em uma organização ágil e capaz de se adaptar continuamente à dinamicidade do mercado. O

ambiente dinâmico e a sua crescente complexidade significam que as organizações precisam tomar decisões mais rápidas e melhores, se quiserem permanecer competitivas a longo prazo. Portanto, o potencial econômico fundamental da Indústria 4.0 está em sua capacidade de acelerar os processos de tomada de decisão e adaptação da empresa (Schuh et al., 2017). Ainda segundo os autores, a Indústria 4.0 é caracterizada por “tempo real, alto volume de dados, comunicação multilateral e interconectividade entre sistemas cyber-físicos e pessoas”.

A 4ª Revolução Industrial tem por objetivo viabilizar a customização em massa do produto, por meio da flexibilização das linhas de produção. Dessa forma, será possível produzir bens de acordo com a preferência e necessidades dos consumidores (Confederação Nacional da Indústria, 2016).

A seguir, são apresentadas uma breve descrição dos princípios propostos por Hermann, Pentek e Otto (2015) que conduzem a indústria 4.0. Embora os autores tenham definido esses conceitos para um exemplo específico de fábrica em um estudo específico, tais conceitos apresentam definições aplicadas para a manufatura em geral. Deste modo, a interoperabilidade permite que todos os sistemas cyber-físicos (CPS) de uma fábrica, mesmo que sejam de diferentes fornecedores, possam se comunicar através de redes sem fio, permitindo maior visibilidade ou transparência das etapas do processo produtivo.

A virtualização, permite que modelos virtuais do processo de produção industrial simulem processos reais por meio dos dados obtidos de sistemas ciberfísicos tecnológicos da Indústria 4.0, fazendo com que as informações sejam compiladas de modo que os dados extraídos se tornem um diferencial para o processo produtivo empresarial (Schmitt et al., 2014).

Na descentralização, o controle do processo de manufatura deixa de ser central, com o próprio produto passando a ser o foco central para gerir, em tempo real, o processo de produção. Na adaptação em tempo real da produção, o produto pode ter seu ciclo de produção alterado em função de falhas em equipamentos ou devido à sua customização, isso com base na análise dos dados obtidos pelos sistemas cyber-físicos. Na Indústria 3.0, é comum que um grande sistema central de automação tenha de lidar com cada mínima decisão envolvendo as mais diversas áreas da indústria. Já na indústria 4.0 as máquinas, além de captarem comandos elétricos, recebem comandos computacionais que passam a transmitir informações sobre suas necessidades de produção do processo industrial,

possibilitando uma tomada de decisão em tempo real do controle de manufatura (Schlick et al., 2014).

No conceito de orientação a serviços, os dados da produção ficam disponíveis na nuvem (clouds) podendo ser acessados através de redes abertas pelos equipamentos que fazem parte do processo produtivo. Por último, tem-se os sistemas modulares, onde a fabricação modular traz a flexibilização para o processo de manufatura permitindo a fabricação de produtos com pequenos lotes, diversificados ou customizados.

MCKinsey (2015) propõe uma abordagem para facilitar a introdução da visão da Indústria 4.0 na organização, dividida em oito áreas: recursos e processos, uso da propriedade, operação, estoques, qualidade, oferta e demanda, tempo para comercializar, serviço e manutenção. A área de recursos e processos visa melhorar os processos para aumentar a velocidade de criação de valor. Já o uso da propriedade aposta em utilizar ao máximo todas as máquinas e garantir a manutenção para que não haja parada não planejada. Sobre a operação é preciso que as tarefas estejam divididas a fim de diminuir sua complexidade para o trabalhador e o tempo de espera de paradas, aumentando assim a velocidade das operações. Com relação a estoques, é necessário adquirir e produzir somente materiais que são indispensáveis. No âmbito da qualidade, é possível identificar processos instáveis e agir a tempo de corrigir os erros e maximizar a qualidade do que é produzido, através da melhoria do processo. Oferta e demanda englobam o estudo e compreensão das necessidades do cliente para que a qualidade e a satisfação aumentem. O tempo para comercializar consiste em planejar os novos produtos, colocá-los no mercado antes de outras empresas e monitorar problemas. O oferecimento de manutenção remota é uma vantagem para o cliente no que diz respeito a área de serviço e manutenção.

A ideia central em que se baseia o conceito de Indústria 4.0 é a integração horizontal (Sun et al., 2020) na gestão da produção. A Indústria 4.0 não é, portanto, apenas uma nova revolução industrial, mas também um desafio em termos de integração de pessoas, dados, serviços e objetos. Requer interação coerente de vários componentes. Os aspectos-chave da Indústria 4.0 são dispositivos, conectividade, serviços geridos adequadamente e dados adequados (Zhang et al., 2021). Ao contrário da integração vertical, onde as decisões são tomadas após a agregação de dados dos níveis operacionais ao nível de gestão, na integração horizontal as decisões são tomadas no mesmo local onde uma ação é realizada. Naturalmente, uma decisão sobre integração horizontal deve estar

de acordo com a estratégia adotada por uma empresa. Permite reduzir consideravelmente o tempo necessário para tomar uma decisão gerencial – dados confiáveis são fornecidos em tempo real. Como resultado, as decisões nas áreas necessárias podem ser tomadas prontamente. Isto leva a uma situação em que, num nível específico de uma organização, são distribuídos dados de processo e instruções de gestão para um lote específico de materiais ou produtos. A rapidez das decisões e o potencial de otimização comprovam a vantagem desta abordagem.

Gentner (2016) discute em sua pesquisa quais aspectos da Indústria 4.0 são realidade, quais podem se tornar realidade no futuro e quais não sairão da ficção científica. Além disso, o autor considera que o gerenciamento ágil de projetos é um dos principais fatores para englobar projetos de TI com escopos distintos como manufatura e Indústria 4.0.

Para a implementação da Indústria 4.0 é necessário fazer intervenções nos três níveis: estratégico, tático e operacional. No âmbito estratégico é possível saber se a Indústria é pioneira, imitadora ou subcontratada. O Modelo *Competitor, Clients and Company* - 3C) está intimamente ligado ao cliente com foco na qualidade em todo o ciclo de vida do produto fornecido. No nível tático é possível identificar o posicionamento da empresa com relação à Indústria 4.0 de acordo com as tecnologias utilizadas. Quanto ao nível operacional é necessário definir metas e cinco níveis de implementação da Indústria 4.0: Gerenciamento de Projetos, Gerenciamento de processos, Gestão de tecnologias da Informação, Gestão da organização e Equipe de gestão (Merz, 2016).

Moeuf et al. (2018) defendem que para implementar os conceitos da Indústria 4.0, quatro capacidades gerenciais distintas são estabelecidas: monitoramento, controle, otimização e autonomia. O monitoramento é o nível mais fácil de ser alcançado com tecnologias e recursos da Indústria 4.0 e conecta diferentes objetos para que se tenha um monitoramento total da produção, embasando as tomadas de decisões realizadas através das informações obtidas nessa fase. A capacidade relacionada a controle exige interação homem-máquina e identifica comportamentos padrões para detectar possíveis anomalias. Além disso, é possível definir o nível de desempenho esperado no auxílio à tomada de decisão. A otimização consiste em melhorar os processos e sistemas em tempo real e melhora o desempenho ao se conectar com toda a cadeia de valor. Todas as capacidades acima combinadas colaboram com novos níveis de autonomia. Para uma empresa que

deseja adotar as práticas da Indústria 4.0 é de suma importância que trace sua visão e qual estratégia trará sucesso mais rapidamente. A visão trará excelência ao seu negócio e sua empresa não somente resolverá problemas. Definir uma estratégia pode ser uma tarefa complicada, devido às inúmeras alterações que podem ocorrer durante a execução do projeto. No entanto, fazer uma lista de áreas para trabalhar para aproximar a visão pode ser uma ferramenta útil na definição da estratégia e fornece segurança de que o projeto é bem gerenciado (Gentner, 2016).

Aplicar os conceitos da Indústria 4.0 com maior produtividade e menos recursos depende do estado atual da indústria e pode ser um desafio maior ou menor, dependendo de suas condições. A evolução da indústria consiste em analisar as suas condições, ou seja, se as condições estiverem próximas da visão da Indústria 4.0, o processo de revolução será mais rápido e produtivo. No entanto, se estiverem divergentes, mais condições devem ser cumpridas para alcançar a visão da Indústria 4.0 (Crnjac, Veža e Banduka, 2017).

As fábricas inteligentes produzem produtos inteligentes, ou seja, com sensores incorporados que são usados via rede sem fio para coleta de dados e possuem recursos de controle e processamento. A partir desses sensores, é possível monitorar todo o ciclo de vida útil do produto permitindo uma manutenção proativa através dos dados enviados. Além disso, cada produto possui uma identidade virtual contendo uma variedade de dados e informações, como: documentos, modelos 3D, informações de histórico e dados de medição e teste armazenados diretamente na nuvem (Rojko, 2017).

Rüssmann et al. (2015), apresenta nove tecnologias que caracterizam a Indústria 4.0, incluindo ferramentas e métodos técnicos. Sendo eles, robôs automatizados, simulação, integração de sistemas horizontal e vertical, IIoT industrial, segurança cibernética, serviços baseados em nuvem, manufatura aditiva, realidade aumentada e análise de big data. No entanto, a Indústria 4.0 representa um novo paradigma na manufatura, o que leva a uma tomada de decisão mais rápida e precisa e a uma abordagem completamente nova da produção. Essa nova abordagem leva à cadeia de valor industrial que não é apenas automatizada, principalmente dentro de fábricas individuais, mas também interconectada entre objetos, produtos e seres humanos (Müller, et al., 2018; Silva, 2017).

A fim de permanecerem competitivas, as empresas de manufatura precisam evoluir constantemente seus sistemas de produção e acomodar às novas demandas do mercado (Nagy, et al, 2018). Um dos principais impulsionadores dessa mudança é o surgimento de novas tecnologias que permitem uma produção mais eficiente em termos de custos e recursos. A adoção dessas tecnologias de manufatura anuncia um futuro com cadeias de valor mais curtas, mais localizadas, mais colaborativas e oferecem benefícios significativos de sustentabilidade.

Porter (2011) afirma que a vantagem competitiva de uma organização não pode ser vista de forma geral, é necessário entender a estrutura interna da empresa, isto é, como elementos individuais contribuem para a entrega do produto ou serviço a um preço menor ou com maior qualidade.

Segundo Rodrigues et al. (2016), a Indústria 4.0 é vista como uma abordagem estratégica para a junção das tecnologias com o desenvolvimento de produto ou processo que proporciona a comunicação entre máquinas e pessoas acarretando uma melhor eficiência e aumento da produtividade. Podendo assim ter uma produção totalmente automatizada sem a necessidade de mão de obra.

Segundo Gentner (2016), para implementar a Indústria 4.0, os projetos de TI precisam de uma ótima comunicação e definição de metas. Além disso, é importante começar executando pequenas atividades, porque assim as perdas são menores, mas a confiança no projeto se mantém.

É importante destacar que mesmo com os desafios para a economia do Brasil, não podem ser esquecidas as oportunidades para o país com a Indústria 4.0, que se referem aos benefícios estratégicos, táticos e operacionais. Assim sendo, segundo Deloitte (2018) trata-se de uma relação harmoniosa da sociedade com pessoas e estratégias empresariais com as tecnologias digitais e físicas.

A ideia da indústria 4.0, segundo Rojko (2017), é explorar cada vez mais os conceitos e tecnologias: disponibilidade, uso da internet, integração de processos técnicos e de negócios, Internet das Coisas, virtualização do mundo real, fábrica inteligente e produtos inteligentes. Segundo a Boston Consulting Group (BCG) a Indústria 4.0 está baseada em nove pilares: *cyber-physical systems (CPS)*, *additive manufacturing*, *digital manufacture (simulation)*, *internet of things (IoT)*, *smart factory*, *big data and analytics*, *cloud computing*, *digital security and advanced robotics* (sistemas ciberfísicos, internet

das coisas, manufatura aditiva, manufatura digital ou simulação, fábricas inteligentes, análise de grandes quantidades de dados, computação em nuvem, segurança digital e robótica avançada). Esses grupos são descritos nas subseções a seguir com mais detalhes.

2.4. Internet das coisas (IoT)

A internet das coisas (em inglês, *internet of things*) surgiu dos avanços de várias áreas, tais como: sistemas embarcados, microeletrônica, comunicação e sensoriamento. Esse paradigma tem recebido bastante atenção tanto na academia quanto na indústria, devido ao seu potencial de uso nas mais diversas áreas das atividades humanas (SANTOS et al., 2016): agricultura, indústria, monitoramento ambiental, *smart home*, saúde. Estes são alguns cenários de aplicações baseadas em IoT implementadas atualmente. É a base da Indústria 4.0, sistemas que funcionam a base da internet das coisas são dotados de sensores e são denominados de sistemas cyber-físicos. Visa integrar a internet com objetos, por meio de sensores inteligentes e *softwares* (Nunez; Borsato, 2015). A IoT forma a interface entre o ambiente físico e o ambiente virtual.

Segundo Hermann, Otto e Pentek (2015) apud Giusto et al. (2010), através de esquemas de endereçamento únicos, os ambientes físico e virtual interagem entre si e cooperam com os componentes “inteligentes” vizinhos, para alcançar objetivos comuns. *Machine-to-Machine Communication* (M2M) é o componente principal da IoT e se refere às máquinas que trocam informações de forma automatizada, por meio do CPS. Dessa maneira, permitem que as empresas diminuam custos, observem padrões de comportamento do maquinário e melhorem sua eficiência (Capgemini, 2014). Assim, IoT traz demandas de armazenamento, segurança, gerenciamento, processamento, troca de dados, entre outras, impactando em diversas tecnologias e no modo como o homem se relaciona com estas. Um ponto crucial para IoT, são as “coisas”, objetos conhecidos como smart objects, graças à sua capacidade de interação com o ambiente no qual estão inseridos. Por definição, IoT engloba diversos tipos de objetos, com características, funções e portes diferentes. Entretanto, a arquitetura básica dos dispositivos IoT pode ser resumida em quatro unidades funcionais básicas: unidade de processamento/armazenamento, unidade de comunicação, fonte de energia e a unidade de sensores/atuadores (Santos et al., 2016).

Roblek, Meško e Krapež (2016) tratam a importância e influência da Indústria 4.0 para a criação de valor nas organizações e sociedade. Além de sintetizar a teoria e as

práticas conhecidas da Indústria 4.0, a IoT está alterando o comportamento do consumidor e, com isso, criando uma nova relação entre clientes e produtores. Segundo Forrest & Hoanca (2015) esse relacionamento resultará no desenvolvimento de componentes e softwares integrados. Além disso, Bertoucelj & Kavčič (2011) afirmam que esse envolvimento influencia a criação de uma nova cadeia de valor do conhecimento.

Wan et al. (2016) analisam a Industrial Internet of Things (IIoT), traduzindo para o português, Internet Industrial das Coisas, nuvem industrial e terminais inteligentes descrevendo as interações de informações entre os diferentes dispositivos e propõe uma arquitetura de IIoT para gerenciar dispositivos físicos e fornecer uma interface para troca de informação. Após essas definições, os autores definem um ambiente de fabricação inteligente para teste e aplicam o experimento para que os problemas existentes sejam discutidos. O IoT CRM (*Customer Relationship Management* - Gestão de relacionamento com o cliente) permite, através dos dados fornecidos, que a empresa preste um suporte diferenciado e proativo com um ambiente automatizado, além de cada vez mais auxiliar na tomada de decisões, uma vez que todos os dispositivos estão conectados desde a produção até o produto final (Roblek et al., 2016).

A IoT teve grande avanço na indústria automobilística. Alguns carros fornecem conectividade de evolução a longo prazo (4G LTE – *Long Term Evolution*) entre o carro e os dispositivos do usuário, tornando possível que dados do smartphone sejam transmitidos para o carro. Alguns desses carros possuem uma chave inteligente, ou seja, pela proximidade, o veículo pode ligar o motor e abrir a porta mesmo com a chave no bolso ou na bolsa. Um dos benefícios dessa abordagem, é o fato do fabricante conseguir um contato direto com o consumidor, possibilitando um *feedback* mais rápido e eficaz sobre o produto. Há alguns desafios relacionados à implementação da IoT como, por exemplo, o alto investimento para a construção e manutenção desses dispositivos, a dificuldade de definir padrões para os dispositivos de conectividade e segurança dos dados fornecidos (Roblek et al., 2016).

Crnjac, M. et al., 2014 identificaram que a IoT fornece muitos dados para que humanos processem, por isso, desenvolveram o conceito de JITIR (*Just In Time Information Retrieval*, ou seja, recuperação da informação em tempo hábil) que consiste em três etapas: entrevistas com funcionários para identificar as necessidades da empresa,

recuperação das informações e revisão periódica do ambiente para identificar possíveis mudanças a fim de melhorar a qualidade.

Com isso o aprimoramento e a integração dos sistemas físicos e virtuais se desenvolve e se auto realimenta proporcionando uma constante evolução.

2.5. Computação em Nuvem

Segundo Silva (2010), a computação em nuvem, ou *Cloud Computing*, é um modelo de computação conectado à nuvem que consegue acessar uma grande quantidade de aplicações e serviços em qualquer lugar. Taurion (2009) defende que a computação em nuvem é uma maneira eficiente de flexibilizar recursos computacionais, através de um ambiente redundante e resiliente (capaz de continuar funcionando mesmo que algo de errado esteja acontecendo). Thames e Schaefer (2016) apresentam em seu trabalho a noção de SDCM (*Software Defined Cloud Manufacturing* ou Fabricação de nuvem definida por software), que consiste em promover a fabricação baseada em nuvem e outros pilares da Indústria 4.0 fornecendo agilidade, flexibilidade e adaptabilidade, além de reduzir vários desafios de complexidade.

Moeuf et al. (2018) identificaram em sua pesquisa que a computação em nuvem foi o meio mais utilizado pelas pequenas e médias empresas para fazer com que se tornassem mais virtuais. A Computação em Nuvem possui cinco utilizações: compartilhamento de documentos, oferta de serviços, colaboração, produção distribuída e otimização de recursos. Estudos mostram que as pequenas empresas possuem sistemas de gestão integrados próprios que não se comunicam com os sistemas de computação em nuvem. Para solucionar esse problema, eles propuseram a transferência gratuita das informações dos sistemas de gestão próprios das PMEs para a plataforma de Computação em Nuvem.

2.6. Sistemas Cyber-físicos

Os Sistemas Cyber-Físicos (CPS) compreendem máquinas inteligentes, sistemas de armazenamento e instalações de produção capazes de trocar informações de forma autônoma, acionando ações e controlando umas às outras independentemente (Kargermann et al., 2013).

Segundo Lee, Bagheri e Kao (2014), um sistema cyber-físico possui duas principais funções: (1) a conectividade avançada que garante a coleta de dados em tempo real do mundo físico e o retorno instantâneo de informações do espaço cibernético; e (2)

o gerenciamento inteligente de dados, capacidade analítica e computacional que constrói o ciberespaço. Considerando que os sistemas cyber-físicos se encontram na fase inicial de desenvolvimento, Lee, Bagheri e Kao (2014) ressaltam ainda a importância de definir sua estrutura e metodologia, com o objetivo de fornecer uma diretriz para o seu desenvolvimento e implementação na indústria. Dessa forma, os autores propuseram um modelo de cinco camadas, nomeada arquitetura 5C, conforme ilustrado na Figura 3, a seguir.

Figura 3 - Arquitetura 5C



Fonte: Pisching et al. (2017) apud Lee (2008).

O primeiro passo para a compreensão dos sistemas cyber-físicos é a conexão inteligente que visa coletar dados precisos e confiáveis das máquinas e seus componentes. Os dados precisam ser medidos diretamente por sensores ou obtidos via sistemas de controle de dados corporativos como Enterprise Resource Planning (ERP), Business Intelligence (BI) and Customer Relationship Management (CRM). Na segunda camada, o sistema deve reconhecer e converter os dados em informações relevantes, trazendo autoconsciência às máquinas (Lee; Bagheri; Kao, 2014). Conforme ainda proposto pelos autores, a terceira etapa atua como a central de informações da arquitetura. Assim, os dados de todas as máquinas conectadas ao sistema são enviados a essa central de modo a formar uma rede que permita realizar análises. Essas análises fornecem às máquinas uma

capacidade de auto comparação e memória, em que o desempenho de uma única máquina pode ser comparado e avaliado ante as demais. Isto torna possível prever seu comportamento futuro.

A quarta camada (cognição) apresenta as análises feitas na etapa anterior de modo a dar suporte à tomada de decisão. O contínuo uso das máquinas gera cada vez mais dados e, por conseguinte, um padrão que permite prever com mais precisão o seu comportamento futuro. Isso estabelece um conhecimento profundo do sistema monitorado (Lee; Bagheri; Kao, 2014). Por fim, no topo da pirâmide, os autores propõem o último nível: configuração. Ele é responsável por prover o feedback do ciberespaço ao espaço físico, atuando como controle de supervisão para tornar as máquinas autoconfiguradas e auto adaptáveis. Essa etapa visa aplicar ao sistema monitorado as decisões corretivas e preventivas que foram tomadas em nível de cognição.

A utilização de sistemas cyber-físicos (CPS) é um dos pilares da Indústria 4.0 e visa estabelecer a criação de valor para a manufatura industrial. O CPS integra máquinas inteligentes, sistemas de armazenamento e instalações de produção que trocam informações mutuamente (Müller, Buliga e Voigt, 2018).

A utilização de sistemas cyber-físicos pode ajudar no controle e otimização dos processos de uma empresa, no entanto, a complexidade desse sistema faz com que seja uma barreira para que PMEs utilizem essa tecnologia (Moeuf et al., 2018).

2.7. Simulação e realidade aumentada

No âmbito da simulação é possível que esta ocorra de duas formas: programação de operações, ou seja, utilizada para gerar cronogramas de operação; e simulação baseada em cenários, que consiste em analisar e modificar os sistemas de produção atuais. A realidade aumentada utiliza uma tecnologia embarcada em óculos inteligentes e permite que um ambiente seja simulado com objetos reais ajudando na melhoria dos processos de fabricação (Moeuf et al., 2018).

O auxílio de aparelhos inteligentes, como óculos, associados ao uso da IoT e da computação em nuvem traz para a empresa um benefício no sentido de conseguir identificar com mais facilidade os pontos que merecem melhorias, como por exemplo equipamentos com defeito (Moeuf et al., 2018).

A realidade aumentada adiciona ao ambiente real objetos virtuais. A tecnologia, além de um software que possa processar imagens do mundo real, é necessário um equipamento, como uma câmera, que ao apontar para alguma imagem pré-definida, de gatilho para que a integração entre virtual e mundo real seja iniciada (Digital Sae, 2020).

2.8. Big data, Business Intelligence and Analysis

White (2009) define “big data como um grande conjunto de dados armazenados e baseia-se em velocidade, volume, variedade, veracidade e valor”. Ao utilizar big data, a ferramenta de software deve conseguir entender dados estruturados, semiestruturados e não estruturados (Snijders, Matzat e Reips, 2012). Além disso, é necessária uma gama de técnicas e tecnologias com novas formas de integração para entender os dados complexos coletados (Everts, 2016).

Schroeder (2018) defende que big data pode ser definida como uma pesquisa que representa uma mudança na escala e no escopo do conhecimento sobre um determinado fenômeno.

Moeuf et al. (2018) identificaram que o tema big data e análises é pouquíssimo aplicado em PMEs devido à grande dificuldade com soluções complexas de computação e que, apesar disso, é uma solução viável para fornecer uma estruturação de dados para utilizar o Big data.

Business Intelligence (BI) ou Inteligência de negócios é um conceito que inclui desde a coleta e integração dos dados até a análise para visualização dos dados organizacionais em si. Para aplicar um BI é necessário passar por alguns passos: aquisição, armazenamento, análise e apresentação da análise.

A etapa de aquisição consiste em coletar os dados. Na fase de armazenamento, as informações são extraídas, transformadas e carregadas num banco de dados multidimensional, geralmente um Data Warehouse (DW). A análise é a fase em que os dados extraídos são analisados. Apresentação de análise inclui atividades como elaboração de relatórios, alertas, gráfico operacional para usuário com interface e painéis de controle (Bordeleau, Mosconi e Santa-Eulalia, 2018).

Segundo Bordeleau, Mosconi e Santa-Eulalia (2018) o BI tradicional deve ser adaptado para o grande volume de dados gerados pelas tecnologias em virtude da Indústria 4.0, para melhorar o processo de tomada de decisão dentro de uma organização

e melhorar a inteligência de negócio. Além disso, o BI melhora a qualidade da informação e contribui para uma tomada de decisão baseada em fatos, reforçando o desempenho dos negócios.

Segundo Schuh et al. (2017), Big Data é o termo usado para descrever dados em massa que não podem mais ser processados e analisados usando processos analíticos de negócios convencionais. Assim, eles proporcionam uma plataforma comum que pode ser usada para realizar uma profunda análise de dados estocásticos, permitindo revelar padrões e alimentar a capacidade preditiva das máquinas.

De acordo com Oussous et al. (2017), o Big Data também trata do crescimento das estruturas heterogêneas de dados, ou seja, uma maior complexidade de dados que exigem o auxílio de tecnologias mais avançadas para o tratamento e análise de forma mais assertiva, uma vez que métodos tradicionais de Business Intelligence (BI) não são suficientes para tanto.

McAfee et al. (2012) diferenciam o conceito de Big Data e análise de dados por meio de três fatores: volume, velocidade e variedade. O volume se refere à quantidade de dados gerados por dia, que permite que as empresas trabalhem na escala de petabytes de dados em determinado conjunto de dados, portanto, isso gera oportunidade para ganho de competitividade. A velocidade se refere às informações que são geradas em tempo real, ou quase isso, e essa velocidade vem propiciando maior agilidade das empresas em relação aos seus competidores. Já a variedade dos dados é um dos maiores desafios, pois além de diversificadas, podem ter diversas fontes de dados envolvidas em uma dada aplicação.

McAfee et al. (2012) corroboram que, à medida o tempo passa, as atividades do negócio estão cada vez mais se digitalizando, e isso se dá pelo fato de que tudo, inclusive pessoas, são fontes de dados que podem ser analisados no contexto do Big Data, ou seja, empresas que têm a capacidade de tratar e analisar o maior quantitativo de dados, independentemente de sua estrutura, possuem maior capacidade competitiva, a exemplo do Google.

Chen et al. (2014) apontam os principais desafios relacionados ao Big Data, apresentados no Quadro 1, a seguir.

Quadro 2 - Desafios Big Data

Representação de dados	Tratamento de dados visando torná-los mais significativos para análises de computadores e interpretação de usuários.
Redução de redundância na compreensão de dados	Redução do custo indireto de todo o sistema no intuito de não afetar os valores potenciais dos dados.
Gestão do ciclo de vida dos dados	Desenvolvimento de um princípio de importância de dados relacionado ao valor analítico dos mesmos a fim de decidir quais dados devem ser armazenados e quais devem ser descartados.
Mecanismos de análise	Processamento de grandes quantidades de dados heterogêneos por meio de um sistema analítico de dados importantes em um curto período.
Confidencialidade dos dados	Gestão dos riscos de segurança de dados devido à quantidade de dados analisados, as ferramentas de análise e capacidade dos profissionais responsáveis pela análise.
Gestão de energia	Deve-se gerir o consumo de energia elétrica que tende a subir devido ao aumento do volume de dados e as demandas analíticas, o processamento, o armazenamento e a transmissão de dados importantes.
Escala e expansão dos dados	Capacidade do sistema analítico de dados grandes em suportar os conjuntos de dados presentes e futuros. O algoritmo analítico deve ser capaz de processar conjuntos de dados cada vez maiores e mais complexos.

Cooperação	Para que o Big Data seja utilizado de maneira correta, é necessário que haja cooperação de diversas áreas, uma vez que a análise da tecnologia 4.0 se trata de uma pesquisa multidisciplinar.
------------	---

Fonte: Adaptado de Chen *et al.* (2014).

2.9. Internet dos Serviços – Internet of Service (IoS)

Partindo basicamente que a IoT abrange a comunicação constante entre máquinas/máquinas e entre máquinas/homem, dentro dessa abordagem está o conceito da Internet dos serviços (IoS). Hofmann et al. (2017) explicam que a interatividade proporcionada pelo desenvolvimento tecnológico permite que empresas e/ou simples usuários possam combinar, criar e oferecer novos tipos de serviços. Dessa forma, os serviços tecnológicos irão cumprir um papel importante nessa nova tendência industrial.

A Internet dos serviços (IoS) com a internet das coisas (IoT) viabiliza a criação de redes de interconectividade que têm a capacidade de incorporar todo um processo de manufatura a ponto de transformar uma fábrica em um ambiente inteligente. Além disso, essa rede é capaz de proporcionar maior interação entre fábricas e seus fornecedores (Kagermann, 2013).

2.10. Segurança cibernética

Cibersegurança é a prática de proteger ativos de informação tais como sistemas, computadores e servidores entre outros, contra ameaças cibernéticas ou ataques maliciosos. Segurança na informação e proteção dos dados são fatores indispensáveis para o sucesso na produção inteligente. Essas duas abordagens tratam de defender os sistemas e produtos contra o uso indevido e acesso não autorizado, e não somente para entender e dominar os perigos para as pessoas e empresas. Além disso, a segurança operacional da informação trabalha diretamente com a proteção de segredos industriais e contribui significativamente para a proteção de infraestruturas críticas que podem ficar expostas devido ao alto grau de conectividade dos aparelhos (Tschohl, 2014).

Adicionalmente, desde 2018, o país também conta com a lei que ficou conhecida como Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), de nº 13.709, de 14/08/2018, que busca garantir a privacidade e a segurança na gestão das informações e tratamento de dados. Foi

promulgada para proteger os direitos fundamentais de liberdade e de privacidade e a livre formação da personalidade de cada indivíduo. A Lei versa sobre o tratamento de dados pessoais, dispostos em meio físico ou digital, feito por pessoa física ou jurídica de direito público ou privado, englobando um amplo conjunto de operações que podem ocorrer em meios manuais ou digitais. As atividades de tratamento de dados pessoais deverão observar a boa-fé e os seguintes princípios: finalidade, adequação, necessidade, livre acesso, qualidade dos dados, transparência, segurança, prevenção, não discriminação e responsabilização e prestação de contas.

2.11. Robôs colaborativos e comunicação máquina-a-máquina

Matarić (1992) define robô como: “um sistema autônomo que existe no mundo físico, pode sentir e agir sobre ele para encontrar algum objetivo”. Bekey (2005) define “robô como uma máquina que sente, pensa e age, logo, esse conceito determina que o robô deve possuir sensores e habilidades de processamento.”

Comunicação máquina-a-máquina, ou em inglês, Machine to Machine (M2M) é um termo usado para descrever as tecnologias (como computadores, processadores embarcados, sensores inteligentes, atuadores e dispositivos) que permitem se comunicar umas com as outras muitas vezes sem intervenção humana (WATSON, PIETTE e SEZGEN, 2004).

2.12. Fábricas Inteligentes

De acordo com Schuh et al. (2017), as principais características das fábricas inteligentes são a customização, flexibilidade na produção e a rastreabilidade dos pedidos. Isso permite localizá-los em todas as etapas da cadeia produtiva, desde o momento em que são inseridos no sistema até a logística de saída.

Para Kargermann et al. (2013), as fábricas inteligentes são sistemas de manufatura conectados verticalmente com processos de negócios dentro das fábricas e conectados horizontalmente às redes de valor dispersas, que podem ser gerenciadas em tempo real. Ainda segundo os autores, elas constituem a característica chave da Indústria 4.0.

As Fábricas Inteligentes podem ser definidas como locais onde o Sistema Cyber-Físico (CPS) se comunica por meio da Internet das Coisas (IoT), auxiliando as pessoas e máquinas na execução de suas tarefas (Hermann; Pentek; Otto, 2015).

Em suma, a fábrica emergente do futuro está altamente conectada. Por meio de processos inteligentes, máquinas conectadas, robôs, sensores, dispositivos inteligentes, tecnologias de computação generalizadas e um fluxo constante de análise de dados em tempo real, em que serão automatizadas muitas tarefas operacionais da fábrica e do sistema de manufatura como um todo (Forbes, 2018). Ainda segundo a reportagem, as fábricas inteligentes vão além de simplesmente aumentar a automação industrial, elas são caracterizadas por dar autonomia e agilidade à produção, análises em tempo real, que fornecem transparência operacional e tornam os dados uma força transformadora para os negócios.

2.13. Benefícios e Desafios

A indústria 4.0 traz muitos benefícios para melhorar o processo de produção, segundo (Basl, 2017):

- Aumentar a produtividade,
- Reduzir tempo de entrega para o mercado,
- Diminuir tempo de desenvolvimento de produto,
- Transparência em tempo real,
- Tomada de decisão mais rápida e mais flexível

Bauernhansl, Kruger e Reinhart (2016) apontam benefícios como:

- Redução de custos de produção, logísticos, de gestão da qualidade,
- Menor tempo de colocação no mercado para novos produtos,
- Melhor capacidade de resposta para o cliente,
- Produção em massa personalizado sem aumentar os custos gerais,
- Ambiente de trabalho mais flexível e amigável,
- Uso mais eficiente dos recursos naturais e de energia.

Lee, Lee, Chou (2017) pesquisaram as implicações essenciais da transformação digital através de grupos focais a fim de apresentar fundamentos necessários para quem busca estratégias para implementar os conceitos da Indústria 4.0. Como as mudanças são focadas no ciclo de vida do produto, a indústria consegue aplicar uma produção

inteligente e, com isso, o líder tomará decisões a partir de dados fornecidos e não somente por sua experiência.

Os sistemas de informação passarão a ser vinculado não só ao processo como ao produto, as informações geradas são conectadas e as decisões também deverão ser tomadas com base nos dados fornecidos (Crnjac, Veža e Banduka, 2017).

Pereira e Romero (2017) fazem uma revisão da literatura para entender inovações nos processos de fabricação com foco no conceito da Indústria 4.0 e vão além do objetivo de maximizar a capacidade, contribuindo para a lucratividade e valor da organização.

Ganzarain e Errasti (2016) propõem um modelo de processo para orientar e treinar empresas a identificarem novas oportunidades de diversificação da Indústria 4.0 por meio de etapas que farão com que a visão específica e colaborativa seja desenvolvida.

A indústria 4.0 proporciona um alto grau de sustentabilidade, auxilia nos problemas relacionados a recursos, eficiência energética e mudanças demográficas (Kagermann et al., 2013; Kagermann, 2015; LASI et al., 2014). A utilização de datacenters, serviços e aplicativos inteligentes permite que a empresa tenha um menor custo e eficiência operacional (Crnjac, Veža e Banduka, 2017).

Moeuf et al. (2018) identificaram benefícios relativos à redução de custos, produtividade e redução do tempo de entrega. A utilização de ferramentas digitais auxilia na sincronização do fluxo e a diminuir drasticamente os desperdícios da produção, fazendo com que se tenha uma redução de custos no fim das contas. Com relação a produtividade, Moeuf et al. (2018) identificaram que muitos autores utilizam algoritmos para recalcular seus fluxos e identificar possíveis distúrbios que possam ser eliminados do processo produtivo. As ferramentas digitais auxiliam num processo mais enxuto de forma geral, com isso, o prazo de entrega é menor.

Müller et al. (2018) identificaram em sua pesquisa que com relação à inovação na criação de valor, os entrevistados mencionam que a digitalização do processo aumenta a disponibilidade dos dados e permite uma tomada de decisão mais rápida. Além disso, os entrevistados esperam que a Indústria 4.0 melhore a velocidade, capacidade de reação e flexibilidade.

A falta de pessoal qualificado será compensada no futuro pela “SmartFactory” (Fábrica Inteligente), onde a produção é regida a base de eficiência e seus processos são executados sem problemas.

Com relação à inovação na captura de valor, os entrevistados veem como benefício as ferramentas online automatizadas, onde eles podem se comunicar com os clientes e facilitar a colocação de pedidos. A forma de pagamento também é um diferencial, passam do modelo cíclico para modelo por uso. O aumento da conectividade entre empresas abrange a comunicação e faz com que o cliente se envolva na engenharia e no design do produto.

A aplicabilidade dos conceitos da Indústria 4.0 traz questões de relacionamento entre funcionários e empresas. Uma vez que a fábrica inteligente consegue controlar cada seção da produção, é possível que o monitoramento afete os funcionários, trazendo um ponto negativo a essa abordagem (Tschohl, 2014).

A Indústria 4.0 exige flexibilidade das empresas, uma vez que para acompanhar a sincronização de fluxos da cadeia de suprimentos é necessário se adaptar à volatilidade do mercado. Para tal, a computação em nuvem é uma aliada porque apoia a colaboração entre as empresas. Para melhorar a reação das indústrias às novas demandas, pode-se fazer uso de algoritmos de otimização de planejamento de produção (Moeuf et al., 2018).

Crnjac, Veža e Banduka (2017) demonstram muitos conceitos e estratégias selecionados da literatura e comparados para detectar as áreas que são e não são cobertas pela Indústria 4.0. Além disso, explanam sobre a mudança no modelo de negócio que a empresa pode escolher como estratégia própria em relação aos seus objetivos e capacidades.

Binner (2014) apresenta uma adaptação para o processo de produção da Indústria 4.0 a fim de reconhecer que essas mudanças e efeitos serão o futuro do trabalho, englobando o desenvolvimento da organização, mudanças de infraestrutura, qualificações, processos, demandas dos clientes e conhecimento dos funcionários. O autor chega à conclusão de que para promover todos os pontos citados, é imprescindível que haja uma abordagem ágil de gerenciamento de mudanças, suportada pela ferramenta.

Para a criação de um novo modelo de negócio é necessário passar por uma fase de previsão, ou seja, uma visão comum entre clientes, funcionários e parceiros de

negócios é desenhada e ocorre a definição de objetivos levando sempre em consideração as necessidades do cliente. Na segunda fase são elencadas as diretrizes identificando fatores internos e externos para atender os objetivos elencados anteriormente. A terceira fase consiste na aplicação de um novo modelo para ser aplicado (Crnjac, Veža e Banduka, 2017).

Trstenjak e Cosic (2017) tratam da mudança, com o advento da Indústria 4.0, do papel do planejador de processos para planejador do produto, que não somente será uma nova profissão como um software que foi desenvolvido para conectar outras partes da cadeia de suprimentos e usam algoritmos avançados para gerar o plano de processo, ordem das operações e agendamento automático.

O artigo “Industry 4.0 from a legal perspective” foca no âmbito legal e fornece uma visão geral de questões jurídicas sobre a Indústria 4.0. Tschohl (2014) levanta os tópicos mais importantes e considera que o sistema legal normalmente não acompanha os desenvolvimentos tecnológicos.

Conforme uma indústria resolve aprimorar seus processos para aplicar os conceitos de Indústria 4.0, questões jurídicas, contratuais, regulamentos obrigatórios e autonomia surgem. No entanto, a situação jurídica não é desenvolvida tão rapidamente quanto a tecnologia, causando incertezas com relação a muitos assuntos. A autorregulação voluntária é uma opção para as indústrias, de modo que os padrões sustentados por sistema de certificação não são legalmente obrigatórios. No entanto, a falta de certificação pode significar uma desvantagem econômica, visto que há no mercado um determinado padrão de atendimento específico. Nesse aspecto, percebe-se que ainda há uma defasagem de normas eficazes para indústria (Tschohl, 2014).

Müller et al. (2018) aplicaram uma pesquisa sobre os desafios de implementar a Indústria 4.0 e dois terços dos entrevistados mencionam o alto investimento em infraestrutura de TI para tal e entendem que o retorno do investimento não pode ser a curto prazo exigindo tempo para se efetivar. A segurança da informação é um dos problemas que os entrevistados citaram, além dos problemas relativos à interconectividade dos equipamentos. Outro problema é que com os diferentes graus de automação e estágios do ciclo de vida do maquinário, algumas máquinas exigem muitas adaptações e outras precisam ser substituídas. Há um desafio com relação à criação de valor, uma vez que as informações são geradas, mas muitas vezes as indústrias não sabem

como solucionar os problemas dos clientes pelas informações adquiridas. As demandas individuais de cada cliente afetam diretamente a padronização na transferência de informações entre empresas.

2.14. Fatores Limitantes

De acordo com Schwab (2017), alguns fatores podem limitar o potencial da quarta revolução industrial, contudo, entre eles destaca-se o baixo nível de liderança e de compreensão das mudanças em curso, em todos os setores. Esse cenário contrasta com a necessidade de repensar os sistemas econômico, social e político para responder à atual revolução. E mais, tanto no nível nacional como no global, as estruturas institucionais para conduzir a difusão da inovação e reduzir seu impacto disruptivo são, na melhor das hipóteses, inadequadas ou que pode ser pior, totalmente ausentes.

2.15. Empresas que já utilizam os conceitos da indústria 4.0 na prática

Müller et al. (2018) percebe, através do seu estudo, que grande maioria das empresas que implementam os pilares da Indústria 4.0 são de grande porte. Essas empresas fornecem serviços para algumas pequenas e médias empresas que também absorvem as demandas da Indústria 4.0. Nesse contexto, é importante entender como as PMEs fazem essa implementação e como suas ações influenciam a cadeia de valor total, assim como ações de empresas de grande porte influenciam nas menores.

Segundo Hessman (2013), a fábrica Amberg na Alemanha possui a maioria das unidades capazes de buscar e montar componentes sem intervenção humana. A União Europeia criou um Projeto chamado “Horizon 2020” em que estimula o domínio das tecnologias inteligentes através de programas de financiamento para pesquisas de desenvolvimento (European Commission, 2015).

A DSM Nutritional Products Ltda implantou uma tecnologia em que não é mais necessário utilizar papel para enviar e pagar faturas. As mesmas são enviadas eletronicamente, digitalizadas utilizando software de reconhecimento de caracteres e se os dados coincidirem com a ordem original, o pagamento é feito automaticamente (Gentner, 2016).

A BASF Kaisten (Suíça) utiliza desde o início dos anos 90 um processo de produção automatizado, onde não há mais uma sala de controle e, caso ocorra algum problema, o sistema alterna para o modo loop automaticamente e envia uma mensagem de texto para um operador (GENTNER, 2016).

Na BAYER Grenzach (Alemanha), o controle da produção é feito pelas encomendas, uma vez que a escala de produção é ajustada automaticamente (para mais ou menos). Além disso, as empilhadeiras não são tripuladas (Gentner, 2016).

A IBM fabricou um supercomputador, nomeado Celia, que é utilizado pela empresa Pany no terminal de container de Hamburgo para prever acidentes causados por furacão às suas plantas. Celia sugere medidas a serem tomadas, o gerente escolhe uma e o supercomputador envia ordens de serviço (Gentner, 2016).

No Vale do Silício da Califórnia, são utilizados robôs policiais com a finalidade de detectar comportamentos suspeitos e disparar um alarme para que policiais atuem (Gentner, 2016).

2.16. Tecnologias da Informação e Comunicação – TIC

O papel da tecnologia da informação (TI) nas organizações pode variar desde um simples suporte administrativo até uma posição estratégica (Henderson & Venkatraman, 1993; Mcfarlan, 1984). A função estratégica da TI tem ocupado posição destacada em organizações líderes que disputam mercados em crescente competição (Porter, 2001). Dois pontos básicos podem ser usados para compreendê-la: obtenção de vantagem competitiva na cadeia de valor e aumento de competências essenciais (Porter & Millar, 1985; Duhan et al., 2001). Por outro lado, embora haja certo consenso sobre o significativo crescimento dos investimentos em TI na última década, permanece uma importante discussão sobre as dificuldades de obter evidências do retorno dos investimentos feitos em TI, tanto no âmbito da empresa individual como no agregado da economia. Essa discussão tem sido chamada de "paradoxo da produtividade" (Strassman, 1990; Brynjolfsson, 1993). Contudo, deve-se destacar que um número crescente de diferentes explicações para esse fato tem sido publicado na literatura acadêmica (Stratopoulos & Dehning, 2000; Brynjolfsson & Hitt, 1998).

Apesar dos avanços tecnológicos e da integração em rede das informações, muitas organizações ainda encontram dificuldades em avançar em seu modelo de negócio, baseado no uso da tecnologia e informação apenas como apoio. Laurindo et al. (2001) verificou que a aplicação da tecnologia da informação e comunicação (TIC) vem evoluindo dentro das organizações. Essa nova função estratégica da TI vem se disseminando nas empresas de forma mais consolidada, começando desde o apoio à

tomada de decisões em um nível mais estratégico e avançando na integração de processos e máquinas em toda organização.

As decisões sobre quais metodologias devem ser implementadas são indispensáveis e determinantes na evolução da empresa, possibilitando alterar a sua visibilidade estratégica. No cenário atual das organizações foi possível notar grandes problemas de controle de escopo, custos e tempo. Outro problema visível é o trabalho manual e repetitivo, pouco investimento em níveis de conhecimento mais elevados, dificuldade de priorização e adaptação às mudanças.

Uma das maiores adversidades observadas foi a falta de ferramentas apropriadas e mão de obra adequada, tanto na fase de definição e planejamento, quanto na implementação e alinhamento. Essas adversidades são originadas por uma má definição de requisitos e recursos financeiros. Tais problemas são pautas de discussões, visando buscar uma melhor alternativa para atender às necessidades, além da redução de prazos e despesas. Com isso, novas ferramentas estão sendo implementadas. Drucker (1998) defende que a TI passou por uma mudança radical do significado da informação, transformando-a em uma ferramenta auxiliar na tomada de decisões estratégicas da alta gerência.

2.17. As revoluções industriais e a tecnologia da informação

A primeira revolução industrial aconteceu quando o capitalismo deixou de ser comercial e passou a ser industrial. Mais produtos foram sendo comercializados com preços melhores a partir da revolução industrial e da produção em massa, permitindo que a população ganhasse maior poder de compra e melhor qualidade de vida. A revolução industrial trouxe consigo a consolidação do capitalismo, aumento de produtividade, novos comportamentos sociais, novas formas de acumular capital, novos modelos políticos e nova visão do mundo. Nessa época, muitos trabalhadores se organizaram e formaram sindicatos com o objetivo de reivindicar melhores condições de trabalho. Esses movimentos serviram como base para formação de leis trabalhistas e marcaram a passagem do capitalismo comercial para o industrial, transformando o modo de vida e dando base a grande revolução tecnológica (Cavalcante, Zedequias Vieira e Silva, 2011).

A segunda revolução industrial refere-se ao período entre a segunda metade do século XIX até meados do século XX, tendo seu fim durante a segunda guerra mundial.

A industrialização avançou os limites geográficos da Europa Ocidental, espalhando-se por países como Estados Unidos, Japão e demais países da Europa.

Compreende a fase de avanços tecnológicos ainda maiores que os vivenciados na primeira fase, bem como o aperfeiçoamento de tecnologias já existentes. O mundo pôde vivenciar diversas novas criações, que aumentaram ainda mais a produtividade e consequentemente os lucros das indústrias. Houve nesse período, também, grande incentivo às pesquisas, especialmente no campo da medicina. A tecnologia da informação, após a segunda metade do século XX, contribuiu para a explosão informacional ocorrida, fazendo com que grandes potências passassem a investir em pesquisa e desenvolvimento após a segunda guerra mundial (Costa, 1995).

As principais invenções dessa fase estão associadas ao uso do petróleo como fonte de energia, utilizado na nova invenção: o motor à combustão. A eletricidade, que antes era utilizada apenas para desenvolvimento de pesquisas em laboratórios, nesse período, começou a ser usada para o funcionamento de motores, com destaque para os motores elétricos e à explosão. O ferro, que antes era largamente utilizado, passou a ser substituído pelo aço (SILVA, Daniel Neves. "Revolução Industrial: o que foi, resumo, fases"; Brasil Escola).

Segundo Marques e Lazzarini Neto (2002) durante o período seguinte, com a 3ª revolução industrial e as transformações econômicas e sociais, o uso intensivo de TIC reforça a ideia de que a vantagem competitiva e mudança organizacional estão alinhadas.

Marques (2002) relata que houve um aumento expressivo de investimentos em TI e de usuários nas empresas entre os anos 1990 e 2000, crescendo de 15% para 20% ao ano. Mesmo após o alto investimento em tecnologias, muitas empresas falharam em sua implantação, uma vez que as empresas não têm investido em outras atividades que são necessárias para complementar e reforçar seus benefícios. Essas atividades englobam o investimento na aquisição de um novo sistema de informação, e a contratação de uma equipe com conhecimento, habilidades e aptidões individuais para lidar com os impactos requeridos numa implantação de novas tecnologias.

A quarta revolução industrial, também conhecida como Indústria 4.0, é uma atualização das revoluções industriais anteriores. Consiste em uma alteração drástica nos meios de produção por meio da utilização de tecnologias avançadas. Internet das coisas, biologia sintética, impressoras 3D, algoritmo, 5G, nanotecnologia, big data, realidade

aumentada, inteligência artificial (IA) aliada à robótica, são processos que consolidam esta nova etapa industrial. As telecomunicações e equipamentos estão cada vez mais interligados no sentido de fazer convergir essas inovações. Assim configura-se a Quarta Revolução Industrial, que tem como uma de suas principais características a fusão entre o mundo físico e o virtual.

2.18. A importância da TI no contexto da indústria 4.0

Alguns pesquisadores revelam que muitas tecnologias utilizadas em casa ajudam em tarefas tediosas e geram tempo extra para o lazer. Estudiosos otimistas consideram que as inovações ajudam a criar laços sociais, enquanto outros acreditam que o avanço da tecnologia traz consigo maior isolamento dos indivíduos (Costa, 1995).

A TI, com o passar do tempo, deixou de ser um suporte administrativo e passou a ser vista com um papel estratégico dentro das organizações. O alinhamento entre estratégia da TI com estratégia da organização vai além do aumento da produtividade (Barbin et al., 2001).

Basl (2017) mostra tendências do desenvolvimento global, o papel da tecnologia da informação e comunicação no desempenho da liderança nas tecnologias de inovação e previsões a longo prazo, como a importância da Internet das Coisas atualmente e nos próximos 10, 15 anos. O trabalho apresenta ainda as quatro principais áreas tecnológicas da TIC: tecnologia da informação e comunicação, tecnologias relacionadas à segurança de recursos vitais, novas tecnologias de saúde e novas tecnologias de fabricação e automação.

Marques (2002) acredita que a tecnologia da informação reforça a interação com recursos humanos, uma vez que disponibiliza informações e possibilita que a gestão entre os vários setores flua com mais facilidade. Costa (1995) mostra que com o avanço da tecnologia da informação, os indivíduos precisam de mais especialização e capacitação que mudam sua forma de educação e seu ingresso no mercado de trabalho, propiciando maior vantagem competitiva. Em contrapartida, alguns estudiosos acham que esse avanço pode escravizar o indivíduo e degradar a qualidade de vida. É necessário que a educação acompanhe as inovações tecnológicas para que o indivíduo não se torne obsoleto no mercado de trabalho ao longo das revoluções tecnológicas, ou seja, o aprendizado deve ser contínuo.

O perfil do profissional da informação gera um processo cíclico em que ele deve sentir a diversidade e mudança, gerir mais informações e usar mais as tecnologias. Além disso, esse profissional deve identificar as necessidades dos indivíduos, a fim de propiciar a disponibilidade, acessibilidade e produzir produtos e serviços que permitam a comunicação do conhecimento (Costa, 1995).

Segundo Cronin (1983), a inovação da tecnologia da informação não trará desemprego em longo prazo e sim deslocamento de mão de obra, mantendo ou aumentando a produtividade. Conforme a equipe vai sendo treinada e desenvolvida, as chances de incluí-las nas estratégias da empresa aumentam, fazendo com que se gere vantagem competitiva, além de aumentar as possibilidades de aprendizado constante e padronizado para operar sistemas complexos. Sendo assim, equipes treinadas valorizam o investimento em TI (Marques e Lazzarini, 2002).

Para uma empresa que busca manter vantagem competitiva no mercado ao longo prazo é essencial que o investimento em capital humano ande em paralelo com o investimento em TI, para que seja possível aumentar a produtividade e competência. Além disso, é necessário identificar ameaças e riscos vinculados aos avanços tecnológicos (Marques e Lazzarini, 2002).

2.19. Projetos

Vargas (2005) define projeto como um empreendimento não repetitivo, caracterizado por uma sequência clara e lógica de eventos, com início, meio e fim, que se destina a atingir um objetivo claro e definido, sendo conduzido por pessoas dentro de parâmetros predefinidos de tempo, custo, recursos envolvidos e qualidade.

Nos últimos trinta anos, o mundo tem enfrentado um incrível dinamismo em suas relações intra e interempresariais. As empresas passam a ser reconhecidas por sua flexibilidade, capacidade de atender seus clientes e profissionalismo. Com equipes de trabalho flexíveis, recursos e esforços focados nas necessidades organizacionais e planejamento baseado em projetos, as corporações de sucesso percebem que o uso dos conceitos de gerenciamento de projetos é universal, genérico, rompendo todas as barreiras culturais, nacionais e regionais, onde as necessidades de sobrevivência competitiva também são universais (Ricardo Vargas, 2005).

Na análise de Kerzner (2010), “os executivos perceberam que as organizações devem ser mais dinâmicas, ou seja, elas devem ser capazes de se reestruturar rapidamente

conforme as necessidades do mercado”. Para ganhar competitividade, melhorias na gestão e aumento de produtividade, as empresas investem cada vez mais em melhores formações e conhecimento, proporcionando melhores resultados. Valle, Soares, Finocchio e Silva (2007) chamam a atenção para esse fato ao ressaltarem:

A demanda dos negócios e a competitividade fazem com que organizações tenham que estruturar projetos que se equiparem em complexidade. O conhecimento de projetos acumulado até o presente momento permite notar que, por mais diferentes que sejam o objetivo e o tamanho dos projetos em diferentes indústrias, eles compartilham algumas características comuns.

Sabe-se que os projetos possuem particularidades que exigem para o seu planejamento, execução, controle e melhoria algumas práticas específicas de gestão. Diferente dos macros e micros presentes nas empresas, os projetos têm o objetivo de criar algo único, em um prazo de tempo bem definido no que se refere ao seu início e fim e, também, por seguir um plano. Ao seu término, é possível verificar se o projeto foi concluído com sucesso e se foi bem-sucedido ao ser comparado com o que foi planejado inicialmente com os resultados alcançados e mensurados (Barbalho et al., 2014).

Dvir, Sadeh e Malac – Pines (2006) tratam projetos como organizações temporárias, as quais apresentam variações quando comparadas à organização-mãe. Para muitas organizações, segundo os autores, projetos são o meio de responder a requisitos que não podem ser atendidos dentro dos limites normais de operação.

Para Cooke-Davies (2004), numa visão estratégica, variando entre organizações, dois tipos de necessidades de inovação são estabelecidos para elas: melhorias dos produtos, processos ou serviços; introdução de novos produtos ou serviços, processos ou tecnologias. Para o atendimento de quaisquer dessas necessidades, projetos são meios essenciais.

Projetos são diferentes em sua essência e, portanto, são gerenciados de formas distintas dentro das organizações, seja como meio de responder a requisitos, ou para a melhoria de processos, produtos e tecnologia, os projetos devem responder a uma necessidade e produzir os efeitos esperados pelas empresas (Barbalho et al., 2014).

Jugdev e Thomas (2002) discorrem sobre a importância do gerenciamento de projetos para as organizações, os quais entendem como um ativo estratégico, base para o

crescimento e a sobrevivência ao longo prazo. Isso significa que os projetos para as organizações podem maximizar o valor para os negócios, viabilizar o retorno sobre os investimentos, minimizar os riscos, permitir o alcance de objetivos estratégicos e aumentar a satisfação dos clientes.

A demanda dos negócios e a competitividade fazem com que organizações tenham que estruturar projetos que se equiparem em complexidade. O conhecimento de projetos acumulado até o presente momento permite notar que, por mais diferentes que sejam o objetivo e o tamanho dos projetos em diferentes indústrias, eles compartilham algumas características comuns. O gerenciamento de projeto é facilitado pela utilização de escritórios de projetos (Barbalho e Toledo, 2014), os quais têm impacto na chamada restrição tripla dos projetos (Barbalho et al., 2016) e contribuem com o conjunto de projetos organizacionais que caracterizam o chamado portfólio de projetos (Jugend et al., 2015).

2.20. Gerenciamento de Projetos

O tema gerenciamento de projetos é presença constante na pauta diária de gestão de empresas, ações dos profissionais e ensino de diversos cursos de graduação e de pós-graduação espalhados pelo país. É notável o grande número de cursos com especializações, mestrados e MBAs dedicados a pesquisar, discutir e disseminar as boas práticas referentes a esse assunto. Tal destaque deve-se às atuais demandas de empresas que se deparam com a necessidade de conduzir simultaneamente diferentes projetos, dos mais simples aos mais complexos, dentro de prazos restritos estabelecidos (que nem sempre são os mais viáveis) e com qualidade e orçamentos rigorosos (Barbalho et al., 2014).

Os projetos, devido a sua complexidade, ao longo dos anos vêm desenvolvendo melhores técnicas e consequentemente exigindo dos profissionais uma habilidade cada vez mais diversificada, que segundo Rabechini Júnior (2010), para que as limitações sejam superadas pelas exigências ligadas aos projetos modernos, foram sendo desenvolvidas novas formas de gestão.

Gerenciamento de projetos tem sido tema presente tanto na literatura organizacional como na prática das organizações. As empresas precisam identificar necessidades e formas de gerenciamento capazes de gerar e manter vantagem competitiva. O gerenciamento é capaz de ser ágil, inovador e desafiador.

Neste sentido, há de se ter em mente que “gerenciamento em geral tem sido desafio presente para todos os profissionais que atuam nos escalões gerenciais das organizações” (Valle et al., 2007). Entre eles, encontram-se aqueles mencionados por Motta (2002), “a gerência é a arte de pensar, de decidir e de agir; é a arte de fazer acontecer, de obter resultados. Resultados que podem ser definidos, previstos, analisados e avaliados, [...] alcançados por [...] interação humana constante”.

Muitos autores definem de maneira diferente o gerenciamento de projetos, porém todos levam a um mesmo contexto. Podendo assim, seguir uma definição geral onde a organização, o planejamento, a direção e o controle dos recursos são executados a um curto período para concluir metas e objetivos específicos (De França et al, 2018; Kerzner, 2011).

O gerenciamento dos projetos iniciou-se com os militares americanos a partir da década de 1950, ramificando-se além da esfera militar apenas no final dos anos de 1980 (DAVENPORT, 2004).

Segundo Kerzner (2006, p. 98) a gestão de projetos disponibiliza às empresas mecanismos que vão auxiliar nas suas atividades, melhorando a habilidade organizacional de modo que esta venha “planejar, organizar, executar e controlar as atividades de maneira a conseguir atingir os resultados esperados dentro do prazo e custo previstos, mesmo em projetos de grande complexidade”.

Na percepção de Verzuh (2000) o gerenciamento de projetos abrange planejamento, programação e controle das atividades desenvolvidas pela empresa de modo que precisam ser colocadas em prática para que os objetivos delineados nos projetos, sejam de fato alcançados.

Menezes (2001) menciona também que o gerenciamento de projetos se fundamenta em diversos princípios da administração geral, envolvendo assim outros fatores, como: “negociação, solução de problemas, política, comunicação, liderança e estudo de estrutura organizacional”. Para o autor, esse último fato, estudo de estrutura organizacional, é considerado de suma importância para o gerenciamento do projeto, isso porque vai estar relacionado à forma como a empresa lida.

Complementando essa linha de pensamento, Klose (2002) descreve uma lista de princípios para o gerenciamento de projetos, a qual está associada diretamente com os fatores que resultam no sucesso do bom gerenciamento de projetos, que são:

- a) Estrutura detalhada do projeto;
- b) Grande dedicação na fase de planejamento de análise e do projeto;
- c) Objetivo e atividades do projeto claramente definidas;
- d) Personificação das responsabilidades (isto é, alocação das responsabilidades diretamente aos membros da equipe do projeto);
- e) Transparência do status do projeto;
- f) Conhecimento o mais cedo possível dos riscos do projeto; e
- g) Reações rápidas a perturbações na sequência do projeto.

As definições apresentadas pelos autores aqui mencionados são consolidadas pelo *Project Management Institute* (PMI, 2017) entendendo assim que a gestão de projetos envolve processos de decisão que são importantes ao longo de todo o seu desenvolvimento e ciclo de vida do projeto, sendo estabelecidas tarefas de planejamento, estrutura organizacional, execução e controle. Além disso, sua estrutura envolve variáveis do tipo, escopo, prazo, custo de execução e riscos, por exemplo, como descrito no quadro 2.

Quadro 3 - Áreas de conhecimento envolvidas no gerenciamento do projeto

GRUPOS	PROCESSOS ENVOLVIDOS
Gerenciamento da integração	Envolve os processos e atividades necessários para identificar, definir, combinar, unificar e coordenar os vários processos e atividades relacionados com a execução e o controle durante todo o ciclo de vida do projeto.
Gerenciamento do escopo	Envolve os processos necessários para assegurar que o projeto contenha todo o trabalho necessário para completá-lo com sucesso. Seu foco principal

GRUPOS	PROCESSOS ENVOLVIDOS
	é na definição e controle do que está ou não considerado no projeto.
Gerenciamento do cronograma	Inclui os processos necessários para gerenciar o término pontual do projeto.
Gerenciamento dos custos	Envolve os processos usados em planejamento, estimativa, orçamento, financiamento, gerenciamento e controle dos custos, para que o projeto possa ser realizado dentro do orçamento aprovado.
Gerenciamento da qualidade	Envolve os processos para incorporação da política de qualidade da organização com relação ao planejamento, gerenciamento e controle dos requisitos de qualidade do projeto e do produto para atender aos objetivos das partes interessadas.
Gerenciamento dos recursos	Envolve os processos para identificar, adquirir e gerenciar os recursos necessários para a conclusão bem-sucedida do projeto.
Gerenciamento das comunicações	Envolve os processos necessários para garantir que as necessidades de informações do projeto e de suas partes interessadas sejam satisfeitas, com o desenvolvimento de artefatos e a implementação de atividades projetadas para realizar a troca eficaz de informações.
Gerenciamento dos riscos do projeto	Envolve os processos relacionados à identificação, análise, do planejamento, implementação das respostas e do monitoramento dos riscos em um projeto. Isso inclui aumentar a probabilidade e/ou impacto dos riscos positivos e diminuir a probabilidade e/ou impacto dos riscos negativos.

GRUPOS	PROCESSOS ENVOLVIDOS
Gerenciamento das aquisições do projeto	Envolve os processos necessários para comprar ou adquirir produtos, serviços ou resultados externos à organização.
Gerenciamento das partes interessadas	Inclui os processos exigidos para identificar todas as pessoas, grupos ou organizações que podem impactar ou serem impactados pelo projeto, analisar as expectativas das partes interessadas, seu impacto no projeto e desenvolver estratégias de gerenciamento apropriadas para o engajamento eficaz das partes interessadas nas decisões e na execução do projeto.

Fonte: *Project Management Institute (PMI)*

Kerzner (2006) menciona também que, de um modo geral, todos os tipos de gerenciamento envolvem as áreas apresentadas no quadro 1. No entanto, no gerenciamento de projetos apresenta um único foco, o qual é delineado pelos seus objetivos, recursos a serem utilizados, bem como os programas disponibilizados para execução de cada um, sendo o valor desse foco comprovado pelo acelerado desenvolvimento em todo o mundo do gerenciamento de projetos.

É importante destacar que os projetos podem ser desenvolvidos em áreas distintas, sejam elas militares, universidades, empresas, escolas, hospitais e associações, por exemplo. Assim, de acordo com essa linha de pensamento, Menezes (2001) destaca que a maturidade da área que vai implantar o gerenciamento de projeto influenciará diretamente no alcance das metas estabelecidas.

Assim sendo, para que a proposta do projeto seja de fato alcançada é preciso um trabalho envolvendo vários fatores, dentre eles, a competência individual, o comprometimento da equipe e da organização em gerenciamento de projetos, pois de acordo com os estudos já realizados, na maioria das vezes, a estrutura delineada para tal atividade faz com que o gerenciamento torne mais fácil e, conseqüentemente, seja alcançado com mais rapidez o sucesso. Segundo Kerzner (2006) tal estrutura é estabelecida com base na maturidade de uma empresa em gerenciamento de projeto. Outros fatores importantes para o sucesso do projeto referem-se à confiança dos

envolvidos, bem como dois componentes importantes: a efetividade e eficiência em projetos.

Assim, gerenciar projetos de forma eficiente e eficaz é um dos grandes desafios para as organizações modernas. A própria arte de gerenciar projetos por meio de seus profissionais, segundo Crawford (2007), é um fator importante da maturidade em gerenciamento de projetos. O autor observa que as organizações necessitam ter visão e mover-se para a melhoria da capacidade em gerenciamento de projetos com esforços direcionados. Melhorando o gerenciamento de projetos numa série de pequenos passos, as organizações poderão atingir o sucesso.

O uso de um modelo de gerenciamento de projetos é extremamente importante dentro de uma organização, pois com esse modelo é possível realizar demandas de maneira eficaz levando sempre em conta o custo e o prazo (Rodrigues et al., 2019; Vargas, 2005).

2.21. Indústria 4.0: Implicações no Gerenciamento de Projetos

Os pilares tecnológicos da Indústria 4.0 trazem uma enorme contribuição para a gestão industrial no contexto da revolução tecnológica. Big Data, por exemplo, além de representar uma mudança disruptiva devido ao grande volume de dados, apresenta desafios para gestão empresarial tais como liderança, gestão de talentos, tecnologia, tomada de decisão e cultura empresarial (McAfee et al., 2012; McKinsey, 2015). Os sistemas cyber-físicos, a internet das coisas e dos serviços e as fábricas inteligentes também representam mudanças disruptivas no que tange à gestão empresarial devido ao aumento da conectividade e a todo o poder computacional que estes conceitos englobam (McKinsey, 2015).

As tecnologias habilitadoras proporcionam a criação de um novo modelo industrial, o qual possui alto grau de informatização, automação e descentralização das operações e do gerenciamento de indústrias (Pisching et al., 2017).

Desde o surgimento da Indústria 4.0, vêm crescendo projetos relacionados ao tema, cuja atenção especial, não se dá somente por sua importância, como também por sua complexidade, relacionados a novas tecnologias como algoritmos genéticos, redes neurais, simulações, incertezas, lógica nebulosa (Lógica Fuzzi), aprendizado de máquina (Machine Learning), gerenciamento de projetos ágil, etc. (Darko et al., 2020). Além das novas tecnologias, o estudo realizado por Kolasa (2017) demonstra que as organizações,

tanto do setor público quanto do setor privado têm preocupações importantes voltadas para construção da Indústria 4.0, principalmente em relação a engajamento da alta gerência, desenvolvimento de competências, contratação de uma equipe de projeto eficiente e seu próprio gerenciamento.

A implementação bem-sucedida de projetos da Indústria 4.0 exige que gerentes, líderes, equipes de TI e de gerenciamento de projetos estejam alinhados com questões estratégicas (Scott, Sullivan, & Staib, 2019). Os autores interpretam a transformação digital como sendo uma evolução de todos os serviços executados na organização.

A Indústria 4.0 impacta significativamente na gestão de projetos durante todas as fases. Havendo falta de informações detalhadas, dificulta-se sua elaboração (Faltejsek, 2018). O caminho para implementar a transformação digital nas indústrias está longe de se viabilizar, especialmente no Brasil; do ponto de vista do gerenciamento de operações, são necessários estratégias e planos para apoio ao conhecimento, gerenciamento de projetos híbridos e valores sócio tecnológicos (Barbosa & Saisse, 2019).

Com as mudanças propostas com a Indústria 4.0, o modo como é feita a gestão dos projetos teve que ser reavaliado para entender até que ponto, tais mudanças impactam no processo de gerenciamento. Isso porque, as máquinas passam a se interconectar. Com isso, as informações passam a ser coletadas instantaneamente, e o volume analisado é utilizado pelos gestores para tomar a decisão mais apropriada para o atual cenário econômico da empresa.

O gestor de projetos, com a Indústria 4.0 precisará passar por processo de mudança, para adequar-se às premissas indicadas pelo novo modelo industrial. Segundo Malanima (2018) a Indústria 4.0 impõe ao gestor de projetos, a aquisição de novas habilidades, que os auxiliarão no tratamento das oportunidades garantindo o sucesso tanto da empresa como do gerente de projetos.

Para entender a evolução do gestor de projetos, apresenta-se o quadro 4, conforme o entendimento de Malanima (2018, p. 1):

Quadro 4 - Evolução do gestor de projetos

1ª Revolução Industrial	2ª Revolução Industrial	3ª Revolução Industrial	4ª Revolução Industrial
Técnicas	Contextuais	Comportamentais	Digitais

Orientado a produtividade	Orientado a negócios	Orientado a pessoas	Orientado a dados
---------------------------	----------------------	---------------------	-------------------

Fonte: Malanima (2018, p. 1)

Segundo o autor supracitado, o gestor de projetos, com as premissas da Indústria 4.0 ficará conhecido como gestor 4.0. No entanto, será necessário ter as seguintes habilidades:

- a) Ter paixão pela tecnologia;
- b) Domínio de conceitos, metodologias e ferramentas (Business Intelligence como exemplo);
- c) Conhecimento sobre banco de dados;
- d) Conhecimento em estatística e probabilidade;
- e) Interpretação e análise de dados e gráficos;
- f) Conhecimento em programação; e
- g) Conhecimento em robótica.

Malanima (2018) lembra que a falta de uma dessas habilidades, poderá comprometer o seu desempenho ao longo do projeto. Aevo (2019) complementa esse entendimento mencionando que o gestor 4.0 deve buscar um aprendizado continuado, sempre seguindo as tendências tecnológicas, haja vista que, no cenário em que a tecnologia faz parte do dia a dia das empresas, a gestão de projetos precisa se adequar a essa nova realidade.

Faz-se necessário mencionar que estão envolvidos na Indústria 4.0 diversos desafios, sendo necessário, no caso específico do Brasil, que haja profissionais qualificados, que tenham habilidades para realizar o planejamento, executando e gerenciando as inovações tecnológicas que são realizadas através de projetos.

É importante mencionar que os benefícios não se restringem somente às empresas e gestores, mas também aos consumidores. Para isso, o gestor de projetos precisa ter uma visão ampla e estratégica do negócio. Além disso, faz-se necessário também, modernizar

os processos industriais visando uma redução significativa dos custos envolvidos na produção da empresa.

Aevo (2019) menciona que, as empresas, com a Indústria 4.0, passarão a dispor de processos mais ágeis, que sendo aplicados corretamente reduzem os custos e ao mesmo tempo elevam os lucros. Além disso, os profissionais qualificados terão maior espaço para atuar em ambientes híbridos.

Observado o conjunto de tecnologias da Indústria 4.0, levanta-se a seguinte questão: quais componentes da indústria 4.0 pode-se usar para ter impacto positivo nos projetos da empresa e quais dependências mútuas existem entre os componentes, da Indústria 4.0, Scrum e Gestão de Projetos.

Em tempos de crescimento dinâmico, o sucesso de uma organização depende em grande parte da sua capacidade de promover novas tecnologias, especialmente as que representam a Indústria 4.0. As tecnologias que serão particularmente benéficas nos processos de produção e na melhoria de novos produtos contribuem para obter uma vantagem competitiva em todos os setores, particularmente na indústria transformadora, por ser excepcionalmente inovadora e competitiva (Rehman et al., 2021).

A Indústria 4.0 está se tornando estrategicamente importante no gerenciamento de projetos. Resulta do fato da implementação de soluções da Indústria 4.0 permitir a otimização de tempo e custos, o que agiliza aspectos críticos das grandes empresas transformadoras. Todas as melhorias listadas acima podem ser alcançadas por meio de insights em tempo real. As organizações devem ser capazes de se adaptar às mudanças e aos novos modelos de negócio (Jally et al. n.d.).

Somente com um setor de gestão de projetos eficiente e que realmente entenda a indústria 4.0, as manufaturas conseguirão usufruir dos benefícios de todos esses avanços tecnológicos, aumentando a sua produtividade, reduzindo os seus custos agregados e ainda melhorando a qualidade e a competitividade (Aevo, 2019; Balluff Brasil, 2017). Essas tecnologias proporcionam um avanço nas organizações e auxiliam para uma otimização da gestão de projetos, levando a tomadas de decisões em tempo real e melhor controle das atividades desempenhadas no projeto. O Quadro 5 apresenta essas tecnologias e seus benefícios para o gerenciamento de projetos.

Quadro 5 - Tecnologias 4.0 na gestão de projetos

Tecnologia	Benefícios	Autores
Big data	Os dados são o que movem a indústria 4.0, dando subsídio para tecnologias de automação e inteligência, mas também mostrando aos gestores, em tempo real, as condições da produção, do mercado e como otimizar isso. Olhando para relatórios completos, o gestor de projetos pode ter insights para melhorar a produção, antecipar problemas e tomar decisões favoráveis ao crescimento sustentável do projeto.	(Aevo, 2019; Balluff Brasil, 2017; Pederneir As, 2020).
Automação e sensores	A execução de projetos é otimizada a partir da automação de processos. Com o uso de dados, algumas atividades repetitivas e condicionais podem ser automatizadas por meio de machine learning, aumentando a velocidade de produção e diminuindo erros. Os sensores, por sua vez, permitem que esses processos sejam monitorados sem que para isso máquinas tenham que ser desligadas ou intervenções tenham que ser feitas.	
Internet das Coisas	A inteligência no processo de produção dos projetos faz com que tudo seja mais autônomo e siga o princípio número um da indústria 4.0: diminuir o tempo de produção e aumentar a qualidade dos produtos.	

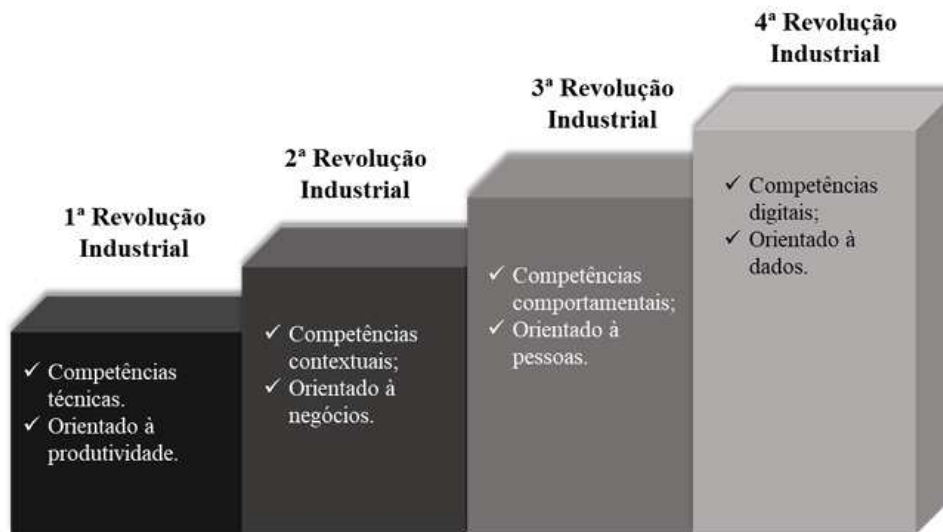
Impressoras 3D	Flexibilidade em processamento de recursos personalizados, com menor desperdício. Permitindo ao gestor de projetos uma elasticidade com relação ao melhor tempo para que determinada peça seja produzida.	
----------------	---	--

Fonte: Autor (2024)

Esse avanço tecnológico faz com que a demanda por uma gestão de projetos que acompanhe essas tendências seja muito maior. Portanto, a gestão de projetos necessita acompanhar essa mudança, com softwares adequados que permitam planejar e desenvolver produtos, projetos e inovações. Somente com um setor eficiente de gestão de projetos, as indústrias conseguirão produzir mais, com custos reduzidos e com qualidade elevada, englobando todas as tecnologias presentes e ainda conseguirão se tornar fortes e competitivas em nível mundial (AEVO, 2019). Com essa mudança de cenário na indústria, se faz necessário entender até que ponto essas mudanças impactam no modo como se gerencia projetos. Com a Indústria 4.0, as máquinas passam a ser interconectadas e uma gama de informações é coletada instantaneamente, esse volume de dados é analisado e rapidamente são tomadas decisões de melhoria no processo, consequentemente acontece otimização de recursos e aumento da produção (SOARES; NETO, 2019).

O Gestor de Projetos passará por processo de transformação, acompanhando o que é sugerido pelo novo modelo industrial. A aquisição de habilidades impostas pela revolução industrial trará novas oportunidades e garantirão o sucesso da carreira do Gerente de Projetos (MALANIMA, 2018; SOARES; NETO, 2019). A Figura 2 apresenta a evolução do Gestor de Projetos sob a ótica das revoluções industriais.

FIGURA 2 - EVOLUÇÃO DO GESTOR DE PROJETOS



FONTE: ADAPTADO DE MALANIMA, 2018

Assim, segundo Malanima (2018), para o gestor 4.0 deverá dispor de certas competências que a falta das mesmas poderá comprometer sua atuação e desempenho ao longo do projeto: Ter paixão pela tecnologia; Domínio de conceitos, metodologias e ferramentas (Business Intelligence como exemplo); Conhecimento sobre banco de dados; Conhecimento em estatística e probabilidade; Interpretação e análise de dados e gráficos; Conhecimento em programação; Conhecimento em robótica. Portanto, o gerenciamento eficaz de projetos torna-se de suma importância para as organizações atingirem seus objetivos de negócio visto que o gerenciamento de projetos é a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto a fim de cumprir seus requisitos (PMI, 2017). Ao longo das últimas décadas, vários autores abordaram que os Gerentes de Projeto devem possuir competências adequadas para a efetiva gestão dos projetos. Contudo, a Indústria 4.0 traz novos desafios para todas as áreas e profissionais, exigindo novas competências como afirmam Hecklau et al. (2016). De acordo com Brynjolfsson e McAfee (2015), esta revolução industrial traz consigo a demanda por pessoas com competências especiais capazes de extrair o potencial das novas tecnologias para geração de valor às organizações e seus projetos.

2.22. SCRUM

O método Scrum segue os princípios do Manifesto Ágil (MANIFESTO ÁGIL, 2001) e tem como pai três de seus signatários: Mike Beedle, Ken Schwaber e Jeff

Sutherland. Segundo Schwaber e Beedle (2002), ele tem como objetivo definir um processo de desenvolvimento de projetos focado nas pessoas da equipe.

O nome Scrum surgiu da comparação entre desenvolvedores e jogadores de Rugby. Scrum é a denominação da rápida reunião que ocorre quando os jogadores de Rugby vão iniciar um lance. A primeira utilização deste termo surgiu em um estudo de Takeuchi e Nonaka (1986), no qual os autores notaram que pequenos projetos com equipes pequenas e multifuncionais obtinham os melhores resultados. Esta analogia foi usada porque no Rugby cada time age em conjunto, como uma unidade integrada. Nele, cada membro desempenha um papel específico e todos se ajudam em busca de um objetivo comum. E assim devem ser os times de desenvolvimento que adotam o método Scrum. Ele baseia-se em algumas características (Schaber, 1995): flexibilidade dos resultados, flexibilidade dos prazos, times pequenos, revisões frequentes e colaboração.

2.23. Benefícios

A literatura pesquisada mostra que a utilização deste método pode gerar benefícios como aumento da satisfação de clientes, por meio da diminuição das reclamações (Mann, 2005; Salo, 2008); melhoria na comunicação e aumento da colaboração entre envolvidos nos projetos (Berczuk, 2007); aumento do retorno do investimento em projetos de novos produtos (Sulaiman; Barton; Blackburn, 2006; Sutherland, 2005); aumento da motivação da equipe de desenvolvimento de produtos (Kniberg; Farhang, 2008; Paasivaara; Durasiewicz; Lassenius, 2008); melhoria da qualidade do produto produzido (Sutherland et al., 2008; Barton; Campbell, 2007); diminuição dos custos de produção (Sutherland et al., 2007; Bruegge; Schiller, 2008); aumento de produtividade da equipe de desenvolvimento (Sutherland et al., 2008; Marçal et al., 2007); diminuição no tempo gasto para terminar projetos de desenvolvimento de novos produtos (Sutherland et al., 2008; Sanders, 2007); e diminuição do risco em projetos de desenvolvimento de novos produtos (Edwards, 2008).

Publicações recentes em gerenciamento de projetos apontam que a gestão de benefícios tem suplantado a gestão da chamada restrição tripla como forma de garantir o sucesso dos projetos (Project Management Institute, 2017), e aponta ainda que os escritórios de projetos são espaços na máquina de projetos da organização que podem contribuir significativamente para a gestão desses benefícios para os *stakeholders* (Carvalho et al., 2018).

2.24. Práticas e artefatos do Scrum

Este método não requer ou fornece qualquer técnica específica para a fase de desenvolvimento, apenas estabelece conjuntos de regras e práticas gerenciais que devem ser adotadas para o sucesso de um projeto.

O ponto inicial do Scrum é o Backlog do Produto, sendo considerada a prática responsável pelo armazenamento e gerenciamento dos requisitos coletados, conforme apontam Schwaber e Beedle (2002). Nesta prática, por meio de reuniões com todos os envolvidos, investidores, clientes e parceiros no projeto, são apontadas todas as necessidades do negócio e as funcionalidades a serem desenvolvidas. Assim, o Backlog do Produto é uma lista de funcionalidades, ordenadas por prioridade, que provavelmente serão desenvolvidas durante o projeto.

A reunião diária de Scrum (Daily Scrum) é um rápido encontro que ocorre entre os membros do time para definir quais serão as tarefas do dia e saber os resultados das tarefas do dia anterior. Esta reunião é também chamada de Stand Up Meeting (reunião em pé), já que é de praxe que todos os membros a realizem de pé, de forma a conseguir maior agilidade. Três perguntas são respondidas por cada membro sobre suas responsabilidades (Rising; Janoff, 2000): O que foi feito ontem? O que será feito hoje? Há algum obstáculo à realização das atividades?

Na reunião diária de Scrum, os membros do time não respondem a essas perguntas como forma de prestar contas à gerência, mas sim como formalização do comprometimento com o resto da equipe. Assim, todos os membros do time conhecem as metas individuais de cada integrante, conhecem seus impedimentos (riscos) e podem cobrar compromissos assumidos.

O Sprint é considerado a principal prática do Scrum. É o período de tempo no qual são implementados os itens de trabalho definidos no Backlog do Produto pela equipe Scrum. Conforme Abrahamsson et al. (2002), ele normalmente dura de uma a quatro semanas, mas não há uma regra para isto; as equipes que decidem a duração a ser adotada para o projeto. No caso do desenvolvimento de software, o Sprint inclui as fases tradicionais do desenvolvimento de software: requisitos, análise, projeto e entrega.

O Backlog do Sprint é um subconjunto do Backlog do Produto. Ele é uma lista de atividades a serem desenvolvidas durante o Sprint. Sua definição acontece durante a Reunião de Planejamento do Sprint. Já a Reunião de Revisão do Sprint (Sprint Review

Meeting) é a reunião que acontece após cada Sprint. Nela, a equipe discute sobre seus erros, acertos e lições aprendidas.

No início do projeto, cliente e desenvolvedores definem o Backlog do Produto (sua lista de requisitos). Também são estimados os custos do projeto e definidas as datas para entrega de resultados a partir da priorização mais favorável ao cliente. Uma análise inicial de riscos é preparada. As ferramentas de trabalho e os integrantes das equipes são escolhidos. Um dos desenvolvedores é eleito "Scrum Master", cujo papel se assemelha a um gerente de projetos (embora existam diferenças cruciais entre um Scrum Master e um Gerente de Projetos).

O Scrum Master trabalha para que o processo Scrum aconteça e para que não existam impedimentos para os membros da equipe realizarem seu trabalho. Remover os obstáculos apontados na reunião de Scrum diária é seu dever, de modo que os desenvolvedores se concentrem apenas nas questões técnicas. Esses obstáculos são colocados em uma lista chamada de Backlog de Impedimentos, que fica à vista de todos.

Outro papel importante no método é o do Dono do Produto (Product Owner). Este membro do time geralmente representa o cliente (interno ou externo). Ele define quais são os requisitos e qual é o grau de importância e prioridade de cada um deles. Este membro necessita conhecer muito bem as regras de negócios do cliente, de forma que ele possa tirar qualquer dúvida que o time possa ter em relação às funcionalidades do produto.

No início de cada Sprint, quando as equipes fazem a lista das atividades que precisam ser realizadas naquele Sprint (Backlog do Sprint), as responsabilidades são distribuídas. Os desenvolvedores discutem os padrões que serão adotados e as atividades de análise, codificação e testes se iniciam. Ao final de cada Sprint, uma versão do produto (no caso do produto de software, um executável do software) é apresentada ao cliente para obter a retroalimentação. Os defeitos encontrados são adicionados ao Backlog do produto. Ao longo de todo o projeto, são aplicados mecanismos de gerência Scrum, como o acompanhamento de alguns controles. A quantidade de funcionalidades não entregues, a necessidade de mudanças para corrigir defeitos ou para atualização tecnológica, os problemas técnicos encontrados e os riscos e as estratégias para evitá-los são exemplos de controles observados durante o desenvolvimento.

O último artefato do Scrum é o gráfico burndown. Trata-se de uma representação gráfica do trabalho restante em comparação com o trabalho já realizado. Geralmente,

coloca-se a quantidade de trabalho no eixo vertical e o tempo no eixo horizontal. Ele é muito útil para predizer quando todo o trabalho será completado e para alarmar o time em caso de atraso (que ficará bastante aparente). Geralmente é traçada uma linha com a representação da execução do trabalho. Esta linha representa o esforço já realizado na execução das tarefas. Espera-se que a execução das atividades (tarefas) leve a linha de início em Y ao encontro de X. Este encontro representa o término das execuções das tarefas.

2.25. Publicações científicas

É notável o grande aumento das publicações sobre Scrum ao longo dos anos. A literatura sobre Scrum é escassa, mas está em franca expansão (Carvalho; Mello, 2009). Ainda segundo Carvalho e Mello (2009), os benefícios do Scrum mais citados na literatura são os seguintes (em ordem de número de citações): melhoria na comunicação e aumento da colaboração entre envolvidos; melhoria da qualidade do produto produzido; aumento de produtividade da equipe; aumento da satisfação de clientes (diminuição de reclamações); aumento do retorno do investimento do projeto; aumento da motivação da equipe de desenvolvimento; diminuição dos custos de produção (mão de obra); diminuição no tempo gasto para terminar o projeto (prazo); diminuição do risco do projeto (menor possibilidade de insucesso).

2.26. Metodologia Ágil na Indústria 4.0: Tipos mais utilizados

A aplicação de metodologias ágeis está voltada para o aumento da produtividade e da eficiência através da simplificação dos processos, trazendo uma abordagem mais objetiva e direta na resolução de problemas e tomada de decisão.

Assim, os métodos ágeis estão alicerçados em quatro pilares:

- a) Comunicação: interação entre indivíduos acima de processos e ferramentas;
- b) Praticidade: softwares em funcionamento estão acima de uma documentação abrangente;
- c) Adaptação e flexibilidade: mais do que seguir um plano, é preciso reagir bem às mudanças;
- d) Alinhamento de expectativas e senso colaborativo: a colaboração com o cliente está acima da negociação de contratos.

No método Scrum, se faz necessária uma compreensão mais ampla da equipe, onde os papéis são bem estruturados e definidos para cada participante. Nesse sentido, é fundamental que haja uma mudança na mentalidade e na cultura da empresa para aceitar as mudanças. Assim, o gestor elabora uma lista de prioridades, com atividades distribuídas para o ‘Scrum Team’, onde são iniciados os intervalos de tempo para desenvolvimento de cada tarefa, chamados de Sprints. Ao concluir uma etapa, o time faz revisões, ajustes e a validação da tarefa.

Essa metodologia é a principal alternativa para aumento de performance e realização de projetos complexos dentro da sua empresa. Seu principal foco é a redução no tempo de entrega de ações e, além disso, ela gera um poder de adaptação em meio as etapas produtivas dos projetos em execução, auxiliando gestores a trabalharem dentro do prazo e orçamentos predeterminados.

Scrum é um framework estrutural criado pelos desenvolvedores Ken Schwaber e Jeff Sutherland e originalmente foi pensado para ser utilizado em desenvolvimento de software, no entanto tem sido utilizado em diversas outras áreas dentre os mais diversos segmentos.

Trata-se de um método de trabalho realizado a partir de pequenos ciclos de atividades dentro de um projeto.

“A estrutura do Scrum procura aproveitar a maneira como as equipes de fato trabalham, fornecendo ferramentas para se auto-organizarem e otimizarem em pouco tempo a rapidez e a qualidade do trabalho”

Jeff Sutherland

O Scrum permite que o trabalho da equipe seja potencializado, sempre acompanhando a evolução, sempre com foco nos prazos e qualidade de produção.

Pesquisa bibliográfica é aquela elaborada a partir de documentos publicados, como livros e artigos científicos. Pesquisa de levantamento necessita de interrogação direta a fim de conhecer o comportamento das pessoas de acordo com um determinado tema (Silva e Menezes, 2005).

A técnica utilizada para análise dos dados foi a Estatística Descritiva, é aquela que possui um conjunto de técnicas para planejar, organizar, coletar, resumir, classificar, apurar, descrever, comunicar e analisar os dados em tabelas, gráficos ou em outros

recursos visuais, além do cálculo de estimativas de parâmetros representativos desses dados, interpretação de coeficientes e exposição que permitam descrever o fenômeno.

O coeficiente de correlação de Spearman, é a mais antiga estatística baseada em postos e foi introduzida por Spearman em 1904 (Siegel, 1975). Este coeficiente exige que as variáveis supostamente correlacionadas, X e Y, sejam medidas pelo menos em escala ordinal. Para testar a significância estatística desse coeficiente, a distribuição das variáveis não precisa ser conhecida.

É uma medida não paramétrica de correlação de postos (dependência estatística entre a classificação de duas variáveis). O coeficiente avalia com que intensidade a relação entre duas variáveis pode ser descrita pelo uso de uma função monótona, sejam elas lineares ou não. Se não houver valores de dados repetidos, uma correlação de Spearman perfeita de +1 ou -1 ocorre quando cada uma das variáveis é uma função monótona perfeita da outra. Intuitivamente, a correlação de Spearman entre duas variáveis será alta quando observações tiverem uma classificação semelhante (ou idêntica no caso da correlação igual a 1) entre as duas variáveis, isto é, a posição relativa das observações no interior da variável (1º, 2º, 3º, etc.), e fraca quando observações tiverem uma classificação dessemelhante (ou completamente oposta no caso da correlação igual a -1) entre as duas variáveis.

O coeficiente de Spearman é apropriado tanto para variáveis contínuas, como para variáveis discretas, incluindo variáveis ordinais, podendo ser formulado como caso especial de um coeficiente de correlação mais geral. É possível descobrir com precisão, o quanto uma variável interfere no resultado de outra, mede a força e direção da associação entre duas variáveis classificadas. Este coeficiente também pode ser chamado de ρ (rho) de Spearman, r_s de Spearman ou Correlação de Spearman. (Minitab, 2023).

Como o nome já sugere, a correlação de Spearman descreve a relação entre as variáveis através de uma função monotética. Isso significa, de maneira simplificada, que ele está analisando se, quando o valor de uma variável aumenta ou diminui, o valor da outra variável aumenta ou diminui. Para interpretarmos esta relação, o coeficiente da correlação de Spearman gera um número que varia de -1 a +1. Quanto mais próximo dos extremos (-1 ou 1), maior é a força da correlação. Já os valores próximos de 0 implicam em correlações mais fracas ou inexistentes. O quão próximo do zero indica o poder da relação, mas também precisamos interpretar o sinal, se é positivo ou negativo, que indica

a direção desta relação. Se positiva, o aumento em uma variável implica no aumento na outra variável. Os valores negativos indicam que o aumento de uma variável implica no decréscimo de outra. (Minitab, 2023).

3. MÉTODO DE PESQUISA

Neste capítulo foi abordada a metodologia de pesquisa para realização do estudo proposto. No item 3.2 será apresentada a classificação da pesquisa quanto à natureza, aos objetivos gerais, aos procedimentos e à abordagem do problema e no item 4.4 serão apresentadas as etapas executadas na pesquisa conforme literatura pertinente.

A atividade básica da ciência é a pesquisa, que pode ser conceituada como o processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico. E seu objetivo fundamental é descobrir respostas para problemas mediante o emprego de distintos procedimentos metodológicos.

Visando dar melhor contextualização, entendimento sobre o tema abordado, esperou-se avaliar o nível de associação entre as variáveis de Projeto (PMBOK), tecnologias da indústria 4.0 e metodologia ágil - Scrum, permitindo assim aprofundar mais sobre o assunto. Tal entendimento possibilitará posteriormente uma melhor compreensão das análises.

Sendo assim, esse trabalho visou abordar o gerenciamento de projetos tradicional, o uso de práticas ágeis - Scrum dentro do contexto da Tecnologia indústria 4.0, através de uma revisão bibliográfica e pesquisa aplicada por meio de questionário com uma amostra de 32 empresas de tecnologia, de forma a compreender como as novas tecnologias podem tornar o gerenciamento de projetos mais prático e eficiente em termos de produtividade e otimização do tempo.

3.1. Análise Bibliométrica

Do ponto de vista dos procedimentos técnicos, essa pesquisa utilizou uma análise bibliográfica e um levantamento com aplicação de questionário para entender como estão as empresas em relação à situação atual de seus projetos e as práticas inovadoras disponíveis no mercado.

O levantamento bibliográfico deste trabalho foi realizado buscando artigos que tratassem do assunto abordado nessa pesquisa. O acesso foi feito pelo Portal de Periódicos CAPES utilizando as bases de dados do Scopus e Web of Science para a seleção dos artigos, no período de 2018 a 2023. Para as buscas, como estratégia, foram utilizadas combinações de palavras-chave, com várias tentativas até encontrar a identificação de uma combinação satisfatória que atendesse ao presente estudo. Dos documentos encontrados, após uma análise sistemática, foram utilizados 421 artigos.

A Tabela 1 apresenta o total de resultados encontrados por combinações de palavras-chave, conectores e operadores de truncagem e booleanos utilizados nas buscas.

Tabela 1- Estratégias de busca por combinações de palavras-chave

COMBINAÇÕES DE PALAVRAS-CHAVE (CAMPOS: TÍTULO OU RESUMO)
<i>TITLE-ABS-KEY "project management" AND "industry 4.0" AND "information technology") AND (LIMIT-TO (PUBYEAR, 2018) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2023)</i>
TOTAL DE RESULTADOS
421 document results

Fonte: elaboração própria

3.2. Classificação da Pesquisa

Segundo Demo (1998), pesquisa pode ser considerada uma forma de atitude, uma forma de questionamento sistemático, crítico e criativo, adicionado à intervenção competente na realidade, ou diálogo crítico permanente com a realidade em sentido teórico e prático. Para Minayo (1992), a pesquisa é considerada como uma atividade básica das ciências em sua indagação e descoberta da realidade, sendo composta de atitude e prática teórica de constante busca na definição de um processo intrinsecamente inacabado e permanente. É caracterizada por uma atividade de aproximação sucessiva da realidade que nunca se esgota, construindo uma combinação única entre teoria e dados.

Um problema de pesquisa pode ser abordado de forma quantitativa e/ou qualitativa. Estudos quantitativos são caracterizados por utilizar diferentes técnicas estatísticas para quantificar opiniões e informações para um determinado estudo. Enquanto os qualitativos, por sua vez, baseiam-se no caráter subjetivo, ou seja, seu resultado não mostra números concretos, e sim narrativas, ideias e experiências individuais dos participantes.

A proposta deste trabalho é a realização de análise da sistemática de gerenciamento de projetos utilizada pelas empresas com projetos voltados para TI, com a intenção de identificar pontos a serem melhorados com aproveitamento de tecnologias digitais que permitem fazer a gestão com acompanhamento em tempo real, visando aumento da produtividade, eficiência e lucratividade das empresas. Dessa forma, objetiva-se contribuir cientificamente com a identificação de lacunas para que se possa

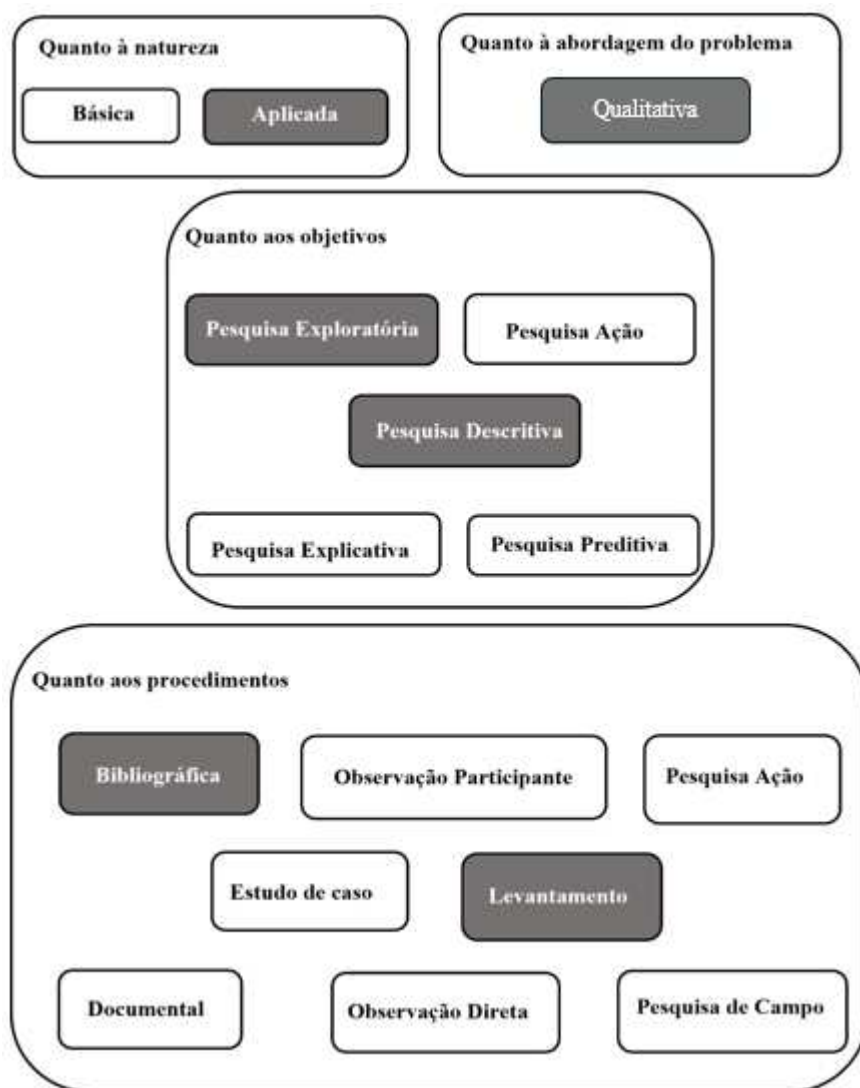
formular estratégias para automatizar os métodos industriais por meio de conceitos de transformação digital.

Autores como Gray (2012) e Gil (2008) definem pesquisa exploratória como aquela em que se busca explorar o que está acontecendo e fazer perguntas a respeito, estudar as características de um determinado fenômeno e estabelecer relações entre as variáveis e, em alguns casos, determinar a natureza dessas relações. Silva e Menezes (2005) definem que o objetivo desse tipo de pesquisa é tornar o problema mais familiar e explicitá-lo, envolvendo levantamento bibliográfico, entrevistas e análise de exemplos.

Pesquisa descritiva tem como objetivo desenhar um quadro de um determinado evento e mostrar como as características desse fenômeno se relacionam entre si, descrevendo as variáveis, o que envolve técnicas de coletas de dados, observação sistêmica sem exigência de rigidez no planejamento, tendo como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos (Gray, 2012; Silva, Menezes, 2005; Gil, 2008).

A Figura 4 apresenta a classificação da pesquisa utilizada neste trabalho quanto aos seguintes aspectos: natureza, objetivos gerais, procedimentos e abordagem do problema, sendo representados por caixas cinzas.

Figura 4 - Classificação da pesquisa



Fonte: Elaboração própria (2022).

Quanto à natureza da pesquisa, este estudo se caracteriza pela pesquisa aplicada que trata da produção de conhecimento com aplicações práticas, sendo dirigida a soluções de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais. De acordo com Gil (2008), “a pesquisa aplicada possui muitos pontos de contato com a pesquisa pura, pois depende de suas descobertas e se enriquece com o seu desenvolvimento”.

Quanto aos objetivos é possível classificar este estudo como uma pesquisa exploratória, o que, segundo Gil (2008), pode envolver levantamento bibliográfico e entrevistas com pessoas experientes no problema de pesquisa. Pode-se, por exemplo, explorar os conceitos de modelagem de empresas em uma dada bibliografia específica e posteriormente realizar pesquisa descritiva com o objetivo de relatar como empresas que

utilizam técnicas relacionadas com o campo específico estudado realizam atividades de gerenciamento de projetos utilizando conceitos apresentados nos grupos de processos do PMBOK.

Sob os aspectos da abordagem do problema, a pesquisa se enquadra como qualitativa. Merriam (1998), ressalta que o pesquisador é o principal instrumento da pesquisa para coleta e análise dos dados. Deve-se ressaltar ainda, que no método de pesquisa qualitativa há bastante dados descritivos a serem tratados para se gerar informação. Caberá ao pesquisador o trabalho árduo de além de coletar os dados, transformá-los em informação, por meio de uma análise minuciosa destes dados. Corroborando com esta ideia, Bryman (2015) relata que a pesquisa qualitativa parte de estratégias que em geral enfatiza palavras em vez de quantificação na coleta e análise de dados. Como uma estratégia, adotam características indutivista, contracionista e interpretatista. Não necessariamente os pesquisadores qualitativos adotam as três características

3.3. Universo e Amostra

Universo ou população é um conjunto definido de elementos que possuem determinadas características, propícios a um determinado estudo (Gil, 2008; Gray, 2012). O questionário elaborado foi enviado para um universo composto por profissionais de empresas de TI do Brasil.

A amostra não probabilística da pesquisa foi escolhida por conveniência, ou seja, não era possível ter uma lista completa de indivíduos da população e, com isso, foi selecionada uma amostra de indivíduos de capacidade e/ou envolvimento no assunto para participarem da realização do questionário.

Gil (2008) define que a amostra é um subconjunto do universo ou da população e Gray (2012) afirma que a amostra deve ser representativa com as características semelhantes ou idênticas que representem a população. Para esse questionário a amostra foi de 32 profissionais, todos eles com experiência em gerenciamento de projetos com atuação no mercado de Tecnologia da Informação e Comunicação.

3.4. Etapas da Pesquisa

Para atingir os objetivos da pesquisa, o estudo é composto pelas seguintes etapas:

1ª Etapa: Com o intuito de ter um embasamento teórico para tratar o tema da pesquisa, foi feita uma pesquisa bibliográfica de artigos publicados na base Scopus e Web of Science.

2ª Etapa: Com a leitura dos artigos encontrados na etapa anterior, foi feito um levantamento de conceitos chaves para a pesquisa a fim de auxiliar na elaboração do questionário.

3ª Etapa: Elaboração do questionário a partir dos artigos lidos tendo como finalidade saber o entendimento dos profissionais de TI sobre o tema Indústria 4.0 e o grau de investimento de suas empresas para aplicar esses conceitos em seu cotidiano. Os respondentes receberam o link do questionário por e-mail.

4ª Etapa: Coleta e tabulação dos dados a partir dos questionários respondidos.

5ª Etapa: Realização da análise dos resultados, utilizando estatística descritiva e análise de correlação.

3.5. Apresentação e Desenvolvimento da Pesquisa

Este capítulo está dividido em quatro seções. A primeira apresenta o perfil das empresas respondentes sendo representado por seus profissionais com vasta experiência na área de gerenciamento de projetos em Tecnologia da Informação e Comunicação. Pode-se dividir as organizações pesquisadas em dois tipos distintos: três órgãos públicos e oito empresas do setor privado instaladas em Brasília e São Paulo, sendo que tanto os órgãos de governo quanto as empresas privadas utilizam boa parte das melhores práticas de gerenciamento de projetos disponíveis no guia PMBOK; e o restante normalmente usam metodologias ágeis. Os órgãos públicos pesquisados apresentam procedimentos específicos para o gerenciamento de projetos, e normalmente contratam empresas privadas para fazer a gestão de seus projetos, dado o número reduzido de profissionais com a devida expertise. O trabalho é realizado em conjunto: empresas privadas/órgãos do governo. A segunda seção do questionário aborda os conhecimentos de padrões de gerenciamento de projetos tradicionais e metodologia ágil - Scrum. Por fim são analisados os conhecimentos e percepções das tecnologias relacionadas à Indústria 4.0 em suas atividades de gestão.

Definiu-se como parâmetro as empresas e órgãos com projetos relevantes para cumprimento de suas metas dentro da sua organização e de alta complexidade fornecendo

produtos/serviços na área de TIC, os quais poderiam ser para atender ao setor público ou privado.

A partir desses parâmetros iniciou-se o processo de abordagem das empresas/órgãos selecionadas através de contato telefônico e utilização de e-mail explicando sobre a finalidade da pesquisa. A realização da pesquisa está diretamente relacionada à abertura e disponibilidade dos profissionais em responder ao questionário base para o estudo. Trinta e dois profissionais atuantes na área de projetos e que atenderam aos critérios estabelecidos, possibilitaram a realização da pesquisa, entre eles, gerentes e responsáveis pela execução dos projetos.

O primeiro grupo de empresas, denominado neste texto por Empresas A, são órgãos públicos, pertencentes à esfera governamental com grande relevância para a sociedade brasileira. Três órgãos atenderam a solicitação, sendo que um é responsável, no plano externo, pela defesa do país em operações eminentemente terrestres e, no interno, pela garantia da lei, da ordem e dos poderes constitucionais. Caracteriza-se por disponibilizar e entregar soluções científico-tecnológicas necessárias à implementação de capacidades à força de defesa, em conformidade com as políticas, os planejamentos e as diretrizes estratégicas do Estado brasileiro. O segundo órgão trata-se de uma instituição financeira/bancária. Caracteriza-se por otimizar a alocação de capitais financeiros próprios e/ou de terceiros, obedecendo uma correlação de risco, custo e prazo que atenda aos objetivos dos *stakeholders*. O terceiro órgão é uma fundação que atua na expansão e consolidação da pós-graduação *stricto sensu* em todos os estados brasileiros, com mais de 70 anos de criação e atuação no Brasil.

O segundo grupo de empresas, denominado neste texto por Empresas B, são empresas da iniciativa privada. A primeira empresa participante atua no provimento de soluções integradas como ERP, Business Intelligence, Big Data, Cloud Solutions (IaaS, PaaS e SaaS), utilizando serviços de Inteligência Artificial (Machine Learning e Deep Learning) criados através do aprendizado em grandes Operações de TI, além de Serviços de Gestão e Terceirização. A empresa utiliza metodologias, técnicas, ferramentas e capital humano, com foco na oferta de serviços de Gestão Estratégica, Inovação, Projetos, Processos, Governança, Risco e Compliance (GRC).

A segunda empresa atua no segmento de telecomunicações no Brasil. É a maior operadora de telefonia fixa, sendo também uma das maiores empresas do setor de

telecomunicações na América do Sul. Atua no país inteiro e na base brasileira da Antártida, além de possuir cabos submarinos e atuar em outros países. É brasileira e possui 14 anos de atuação no mercado.

Especialista em serviço de Segurança Ofensiva, a terceira empresa serve para auxiliar a identificar vulnerabilidades potenciais e/ou já existentes e traçar medidas de remediação. Manter a segurança de suas informações e tomar medidas preventivas inviabilizam espionagem industrial e garantem que prejuízos financeiros sejam minimizados.

Com 30 anos de mercado, a quarta empresa é nacional e atua na área de Tecnologia da Informação e automação com larga experiência em grandes projetos para as áreas privada e pública atuando com consultoria e soluções de TI. A quinta empresa é uma multinacional francesa, líder global em serviços de consultoria, transformação digital, tecnologia e engenharia. Caracteriza-se pela vanguarda da inovação para abordar toda a amplitude de oportunidades dos clientes no mundo em evolução. Utiliza soluções em nuvem, digitais e plataformas, e possui 50 anos de atuação no mercado global.

A sexta empresa também é global com atuação em serviços de desenvolvimento de produtos e oferece experiência em desenvolvimento de software com foco em computação em nuvem e virtualização; comunicação, colaboração e mensagens, big data e análise. Atua no Brasil desde 2004.

Fundada no Brasil em 1964 a sétima empresa é especialista nas áreas técnica de processo, elétrica/software, bem como pesquisa e desenvolvimento. Oferece soluções de serviço sustentáveis.

A oitava é uma empresa multinacional no setor automotivo, com mais de 25 anos de atuação no mercado brasileiro.

O critério básico utilizado na coleta dos dados foi selecionar os profissionais relacionados à área de Tecnologia da Informação com experiência no gerenciamento de projetos, seja o próprio gerente de projetos ou pessoas diretamente relacionadas à gestão de projetos de TIC nessas organizações.

Com base na história das empresas, foi possível perceber o nível avançado de conhecimento na área de gestão e inovação de TIC, dos profissionais participantes.

O instrumento de coleta de dados utilizado nesta pesquisa foi um questionário. Gray (2012) define que questionário são ferramentas de pesquisas em que as perguntas possuem uma ordem pré-estabelecida.

O questionário, apresentado no Apêndice A, possui um total de 37 perguntas das quais:

- as perguntas de nº 1 a 4 têm o intuito de traçar o perfil do respondente e da empresa em que o mesmo trabalha, e entender seu papel na área de gerenciamento de projetos;

- as perguntas de nº 5 ao 7 foram elaboradas observando os indicadores de desempenho referentes a custo, prazo e escopo, para verificar o desempenho das empresas em tais temas.

- as perguntas 8, 9 e de 10.1 até 10.10 estavam relacionadas ao gerenciamento de projetos, caracterizando-as segundo a utilização das boas práticas em gerenciamento de projetos seguindo o guia PMBOK.

- as perguntas 11.1 até 11.6 foram perguntas referente a metodologia ágil - Scrum com o objetivo de perceber o entendimento dos respondentes sobre as novas práticas aplicadas no mercado.

- as perguntas 12 até a 22 foram perguntas referente às tecnologias da Indústria 4.0 com o objetivo de perceber o entendimento dos respondentes sobre os conceitos e desafios da Indústria 4.0.

As questões propostas no formulário tiveram como objetivo a realização de levantamento com o intuito de avaliar a aplicabilidade das tecnologias da Indústria 4.0 e metodologia ágil - Scrum para desenvolver melhorias na gestão de projetos.

3.6. Análise de Dados

Ao longo das últimas décadas, vários autores abordaram que os gerentes de projeto devem possuir competências adequadas para a efetiva gestão dos projetos. Contudo, a indústria 4.0 traz novos desafios para todas as áreas e profissionais, exigindo novas competências como afirmam Hecklau et al (2016). De acordo com Brynjolfsson e McAfee (2015), esta revolução industrial traz consigo a demanda por pessoas com competências especiais capazes de extrair o potencial das novas tecnologias para geração de valor às organizações e seus projetos.

Com essa mudança de cenário na indústria, se faz necessário entender até que ponto essas mudanças impactam no modo como se gerencia projetos. Com a indústria 4.0, as máquinas passam a ser interconectadas e uma gama de informações é coletada instantaneamente, esse volume de dados é analisado e rapidamente são tomadas as decisões de melhoria no processo, consequentemente acontece otimização de recursos e aumento da produção. Soares; Neto (2019).

A partir dos dados coletados, iniciou-se a fase de Análise dos Dados. Os resultados dessa análise são descritos no item 13.4 sendo baseados em estatística descritiva e na utilização do coeficiente de correlação de Spearman.

4. RESULTADOS E ANÁLISE DAS RESPOSTAS AO QUESTIONÁRIO

Nos itens seguintes, são abordadas as questões respondidas pelos profissionais com alguma atuação na Gestão de Projetos conforme o questionário aplicado.

4.1. Parte I - Identificação Sumária: nome da empresa ou órgão e qual a função na área de gerenciamento de projetos

Nesta parte, como dito anteriormente, buscou-se realizar uma identificação sumária do profissional respondente, com informações sobre a sua função exercida na área de gerenciamento de projetos, nome e o local da empresa ou órgão em que trabalha.

4.2. Parte II - Questionário sobre uso das práticas de Gerenciamento de Projetos, Indústria 4.0 e Scrum

Nesta parte, buscou-se observar como as empresas estão em relação ao uso das tecnologias da indústria 4.0 e o grau de utilização das mesmas para gerenciar seus projetos.

4.3. Análise Descritiva

Na análise descritiva foi possível notar que a proporção da quantidade de projetos que terminam dentro do prazo é pequena, apenas 44% dos projetos terminam dentro do prazo acordado. Em complemento foi possível perceber que a proporção de projetos que são concluídos dentro do custo previsto e o escopo planejado também é pequena, apenas 9% responderam “Frequentemente”. Percebe-se que a avaliação “Às vezes” está em 28% e 22% respectivamente, conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Indicadores

Respostas	5. Em que medida os projetos são concluídos dentro do prazo?	6. Em que medida os projetos são concluídos dentro do custo previsto?	7. Em que medida os projetos entregam o escopo planejado?
Nunca	6%	3%	0%
Raramente	16%	9%	6%
Às vezes	44%	28%	22%
Frequentemente	22%	50%	63%
Sempre	13%	9%	9%

Fonte: Fonte própria

No questionário sobre o uso do Guia PMBOK, dividiram-se as saídas por áreas de conhecimento e foram analisadas sob o ponto de vista de se chegar à identificação da frequência de uso de cada item dos processos de gestão de projetos.

Analisando as respostas sobre o uso das melhores práticas tradicionais, observa-se que para a maioria dos aspectos que fazem parte do grupo de variáveis que são as áreas de conhecimento do guia PMBOK, a maior parte das respostas estava concentrada em “Às vezes” e/ou “Frequentemente”, com exceção da variável Gestão de comunicações, em que 31% responderam “Raramente”. Com base na pesquisa percebe-se que há uma aderência maior no uso das melhores práticas para gerenciamento de projetos - guia PMBOK.

Tabela 3 - PMBOK (10.1-10.10)

Respostas	10.1. Gestão do escopo	10.2. Gestão do tempo	10.3. Gestão do custo	10.4. Gestão da qualidade	10.5. Gestão de recursos	10.6. Gestão de stakeholders	10.7. Gestão de comunicações	10.8. Gestão de aquisições	10.9. Gestão de riscos	10.10. Gestão da integração
Nunca	9%	6%	9%	13%	13%	9%	13%	6%	16%	16%
Raramente	25%	28%	19%	19%	19%	22%	31%	19%	16%	13%
Às vezes	28%	34%	16%	16%	16%	19%	19%	31%	25%	38%
Frequentemente	31%	16%	44%	38%	44%	34%	22%	28%	31%	25%
Sempre	6%	16%	13%	16%	9%	16%	16%	16%	13%	9%

Fonte: Fonte própria

Nota-se que nas empresas, mesmo tendo uma aderência maior ao uso do guia PMBOK, o uso ainda é baixo, com base na pesquisa nenhuma resposta chegou a ter 50% de uso, observa-se que apenas 44% responderam que frequentemente fazem uso da Gestão de custo e Gestão de recursos em seus projetos.

Sobre o uso das metodologias ágeis (Scrum) percebe-se que está sendo pouco usado pelas empresas pesquisadas. Observa-se que para a maioria dos aspectos que fazem parte do grupo de variáveis relacionadas à Gestão Ágil a maior parte das respostas estava concentrada em “Nunca”. Com base na pesquisa nota-se que apenas as práticas de Backlog de produtos, Momentos de revisão e Encontros diários de planejamento e replanejamento estão acima de 20% de uso, ou seja, pelas respostas é possível perceber que o uso do Scrum está tímido em relação ao uso do guia PMBOK.

Tabela 4 - Gestão ágil

Respostas	11.1. Scrum master	11.2 Backlog do produto	11.3 Backlog de atividades	11.4 Momentos de revisão	11.5 Encontros diários de planejamento e replanejamento	11.6 Quadro kanban
Nunca	50%	44%	38%	28%	28%	34%
Raramente	13%	9%	13%	16%	19%	22%
Às vezes	16%	22%	19%	25%	22%	16%
Frequentemente	13%	16%	19%	22%	19%	19%
Sempre	9%	9%	13%	9%	13%	9%

Fonte: Fonte própria

Observa-se que para a maioria dos aspectos que fazem parte do Grupo de variáveis relacionadas à Tecnologia de indústria 4.0 a maior parte das respostas estava concentrada em “Nunca”. Destaca-se que 69% afirmaram “Nunca” fazer uso de robôs com capacidade de trabalhar sem a supervisão humana, agindo de forma inteligente, cooperativa e autônoma e não fazem uso de realidade aumentada por meio de aplicativo, celular ou o uso de tecnologias que buscam repetir a capacidade humana para atividades de projetos.

Tabela 5 - Tecnologia de indústria 4.0

Respostas	13. A empresa coleta, organiza e analisa grandes quantidades de dados relacionados aos projetos que desenvolve? (Big Data e Data Analytics)	14. A empresa utiliza robôs com capacidade de trabalhar sem a supervisão humana, agindo de forma inteligente, cooperativa e autônoma em atividades de projetos? (Robôs autônomos)	15. É utilizada alguma ferramenta de simulação virtual de redes de operações, cronograma, atividades do projeto como forma de prever resultados? (Simulação - digital twin)	16. A empresa utiliza sensores em máquinas e equipamentos que geram dados, ou para inserção de dados por parte de colaboradores quando concluem algum tipo de tarefa para, por exemplo, controlar o progresso das atividades do projeto?	17. A empresa adota tecnologias para proteger os dados gerados e analisados em seus projetos? (Cyber Security)	18. A empresa utiliza tecnologias de computação em nuvem para aumento da capacidade e velocidade de processamento de dados ou para permitir o monitoramento remoto dos projetos? (Cloud computing)
Nunca	47%	69%	50%	56%	31%	28%
Raramente	16%	13%	25%	13%	16%	13%
Às vezes	9%	13%	13%	19%	19%	13%
Frequentemente	19%	6%	13%	13%	22%	22%
Sempre	9%	0%	0%	0%	13%	25%

Fonte: Fonte própria

Destaca-se também os resultados das perguntas 20 e 21 em que 66% afirmaram “Nunca” fazer uso de realidade aumentada por meio de aplicativo, celular, entre outros e 69% também respondeu “Nunca” quanto ao uso de tecnologias que buscam repetir a capacidade humana, tomar decisões, resolver problemas dotando de software e robôs com capacidade de automatizar seus processos de análise em projetos (Inteligência Artificial).

Tabela 6 - Tecnologia de indústria 4.0 (19-22)

Respostas	19. A empresa utiliza manufatura aditiva para produção de protótipos físicos e peças, por exemplo, para testar alguma funcionalidade do produto mesmo sem a fabricação de peças definitivas? (Manufatura aditiva, caso de desenvolvimento de produtos físicos, por exemplo)	20. A empresa adota realidade aumentada por meio de aplicativo celular, tablet, computador, projetores ou outro meio para a geração e prestação de serviços, para monitoramento de atividades remotas dos projetos ou para treinamento de colaboradores no setor de projetos? (Realidade aumentada)	21. A empresa utiliza tecnologias que buscam repetir a capacidade humana de raciocinar, tomar decisões, resolver problemas, dotando softwares e robôs de uma capacidade de automatizarem vários processos de análise em projetos? (Inteligência artificial)	22. O setor de projetos realiza comunicação ágil e digitalizada com seus clientes para aquisição de dados, por exemplo de atraso no andamento dos projetos? (Monitoramento remoto)
Nunca	56%	66%	69%	41%
Raramente	19%	19%	6%	13%
Às vezes	13%	3%	16%	16%
Frequentemente	9%	9%	9%	28%
Sempre	3%	3%	0%	3%

Fonte: Fonte própria

4.4. Resultados da Pesquisa Qualitativa

O método mais adequado para atender a proposta da pesquisa, foi o coeficiente de correlação pois é o método que faz avaliação da existência de correlação linear entre duas variáveis.

4.5. Teste de Associação-Spearman

Os resultados de análise de correlação de Spearman sobre as variáveis analisadas estão ilustrados na tabela a seguir.

4.6. Indicadores de Desempenho e Áreas de Conhecimento PMBOK

Tabela 7 - Resultados da análise de Spearman: PMBOK e Indicadores

PMBOK			
Variáveis	Indicadores		
	5. Em que medida os projetos são concluídos dentro do prazo?	6. Em que medida os projetos são concluídos dentro do custo previsto?	7. Em que medida os projetos entregam o escopo planejado?
10.1. Gestão do escopo	Spearman's rho =0.2718 p-valor= 0.1323	Spearman's rho =0.2972 p-valor= 0.0985	Spearman's rho =0.5218 p-valor= 0.0022
10.2. Gestão do tempo	Spearman's rho =0.2880 p-valor= 0.1100	Spearman's rho =0.2596 p-valor= 0.1513	Spearman's rho =0.3421 p-valor= 0.0553
10.3 Gestão do custo	Spearman's rho =0.3606 p-valor= 0.0426	Spearman's rho =0.4990 p-valor= 0.0036	Spearman's rho =0.5444 p-valor= 0.0013
10.4. Gestão da qualidade	Spearman's rho =0.3944 p-valor= 0.0255	Spearman's rho =0.2472 p-valor= 0.1725	Spearman's rho =0.4490 p-valor= 0.0099
10.5 Gestão de recursos	Spearman's rho =0.5173 p-valor= 0.0024	Spearman's rho =0.2142 p-valor= 0.2391	Spearman's rho =0.4135 p-valor= 0.0186
10.6. Gestão de <i>stakeholders</i>	Spearman's rho =0.2169 p-valor= 0.2331	Spearman's rho =0.1906 p-valor= 0.2960	Spearman's rho =0.3143 p-valor= 0.0798
10.7. Gestão de comunicações	Spearman's rho =0.4784 p-valor= 0.0056	Spearman's rho =0.1469 p-valor= 0.4225	Spearman's rho =0.2551 p-valor= 0.1588
10.8. Gestão de aquisições	Spearman's rho =0.2946 p-valor= 0.1017	Spearman's rho =0.2575 p-valor= 0.1548	Spearman's rho =0.2356 p-valor= 0.1942
10.9. Gestão de riscos	Spearman's rho =0.3702 p-valor= 0.0370	Spearman's rho =0.3839 p-valor= 0.0301	Spearman's rho =0.3628 p-valor= 0.0413
10.10. Gestão da integração	Spearman's rho =0.4938 p-valor= 0.0041	Spearman's rho =0.1783 p-valor= 0.3289	Spearman's rho =0.5123 p-valor= 0.0027

Fonte: Fonte própria

A tabela 2 apresenta os cálculos das correlações de Spearman entre variáveis de indicadores de desempenho de projetos utilizados na pesquisa e áreas de conhecimento de gestão de projetos segundo o guia PMBOK. Os coeficientes apresentados nos auxiliam na quantificação do grau de relacionamento entre as variáveis de interesse. Em azul claro, foram destacados os resultados em que o p-valor resultante do teste de Spearman foi menor que 0,05, dando evidências de existência de associação entre as variáveis relacionadas ao PMBOK e os Indicadores apresentados. Destacou-se em azul médio,

aquelas em que além da associação ter indicado ser significativa ($p\text{-valor} < 0,05$) a intensidade dessa associação, isto é, o resultado de “rho” foi maior que 0,5, o que indica uma intensidade ainda maior entre essas variáveis. Nota-se que dos 30 cruzamentos realizados, 18 indicam ter associação fraca e 9 deles mostram ter associação ainda maior, considerada moderada, sendo elas: com entrega do escopo, a gestão de escopo, gestão de custos com custo previsto e escopo planejado; gestão da qualidade com escopo planejado; gestão de recursos entrega dentro do prazo e escopo planejado; gestão de comunicações com conclusão dentro do prazo; e gestão de integração com a entrega no prazo e escopo planejado. Pode-se dizer que no caso dos projetos de TI analisados, os dados sugerem que o uso de práticas do PMBOK resulta em melhores resultados em escopo planejado.

Continuando a análise, é possível perceber que o nível de associação entre as variáveis de “Gestão do escopo”, “Gestão do tempo”, “Gestão do custo”, “Gestão da qualidade”, Gestão de *stakeholders*”, “Gestão de aquisições”, “Gestão de riscos” X “Em que medidas os projetos são concluídos dentro do prazo?”, o rho encontrado foi de 0.2718, 0.2880, 0.3606, 0.3944, 0.2169, 0.2946, 0.3702, respectivamente, o que significa dizer que a associação encontrada entre elas é fraca.

“Em que medidas os projetos são concluídos dentro do custo previsto?” percebe-se que a associação entre as variáveis de “Gestão de escopo”, “Gestão do tempo”, “Gestão da qualidade”, “Gestão de recursos”, “Gestão de aquisições” e “Gestão de riscos” X “Em que medida os projetos são concluídos dentro do custo previsto?” também é considerada fraca, chegando aos valores $\rho=0.2972$, $\rho=0.2596$, $\rho=0.2472$, $\rho=0.2142$, $\rho=0.2575$ e $\rho=0.3839$, respectivamente.

“Em que medidas os projetos são concluídos dentro do custo previsto?” percebe-se que a associação entre as variáveis de “Gestão de *stakeholders*”, “Gestão de comunicações” e “Gestão da integração” é considerada muito fraca, chegando aos valores $\rho=0.1906$, $\rho=0.1469$ e $\rho=0.1783$, respectivamente.

Analisando a correlação entre as variáveis “Em que medida os projetos entregam o escopo planejado” X “Gestão do escopo”, “Gestão do custo”, e “Gestão da integração” o valor encontrado foi de 0.5218, 0.5444 e 0.5123, respectivamente, o que significa dizer que a associação entre elas é moderada. Já para a associação entre as variáveis “Em que medida os projetos entregam o escopo planejado” X “Gestão do Tempo”, “Gestão de *stakeholders*”, “Gestão de comunicações”, “Gestão de aquisições” e “Gestão de riscos” a

associação foi de $\rho=0.3421$, 0.3143 , 0.2551 , 0.2356 e 0.3628 , respectivamente, a associação foi considerada fraca. Os dados sugerem, portanto, que enfoque em custos e em escopo entregam escopo, mas o enfoque em tempo, não entrega escopo, o que parece condizer com o conceito de restrição tripla em projetos (Barbalho et al., 2022).

Quando se analisa o indicador de tempo, observa-se que o destaque está para associação entre as variáveis “Em que medida os projetos são concluídos dentro do prazo” X a variável “Gestão de Recursos”, sendo que a associação chegou ao valor de $\rho=0.5173$, ou seja, é uma associação moderada que quanto mais se faz a gestão de recursos mais os projetos concluem dentro do prazo previsto. Já para as variáveis “Em que medida os projetos são concluídos dentro do prazo” X “Gestão da qualidade”, o valor encontrado foi de 0.3944 e para Gestão de *Stakeholders*, o valor encontrado foi de 0.2169 , menor que 0.5 , assim como todas as demais áreas de conhecimento do Guia PMBOK.

Já para a variáveis “Em que medida os projetos entregam o escopo planejado?” X “Gestão da qualidade” e “Gestão de Recursos” os valores encontrados foram de $\rho=0.4490$ e 0.4135 , respectivamente, ou seja, há uma associação moderada chegando a quase 0.5 para “Gestão da qualidade” e “Gestão de Recursos”, com o escopo, o que corrobora o entendimento já mencionado de que as práticas do PMBOK têm maior impacto em escopo que em tempo e custos em projetos de TI.

Para a variável “Em que medida os projetos são concluídos dentro do prazo?” X “Gestão de comunicações” e “Gestão de Integração”, os valores encontrados de $\rho=0.4784$ e 0.4938 estão muito próximos de 0.5 , ou seja, quanto mais se realiza a Gestão de comunicação e de integração, mais as entregas estão sendo realizadas dentro do prazo, o que sugere, por consequência, que a falta de canais mais sistemáticos de comunicação e de esforço do gerente em integrar às demais áreas de conhecimentos em artefatos concisos como o termo de abertura, o plano de gerenciamento de projetos, e o controle de mudanças, implicam em entregas fora do prazo.

4.7. Gestão Ágil e Indústria 4.0

As tabelas 4, 5 e 6 apresentam as associações entre características da gestão ágil baseada em SCRUM e as tecnologias de Indústria 4.0.

Tabela 8 - Gestão ágil e tecnologia da indústria 4.0

Tecnologia de indústria 4.0				
Variáveis	13. A empresa coleta, organiza e analisa grandes quantidades de dados relacionados aos projetos que desenvolve? (Big Data e Data Analytics)	14. A empresa utiliza robôs com capacidade de trabalhar sem a supervisão humana, agindo de forma inteligente, cooperativa e autônoma em atividades de projetos? (Robôs autônomos)	15. É utilizada alguma ferramenta de simulação virtual de redes de operações, cronograma, atividades do projeto como forma de prever resultados? (Simulação - digital twin)	16. A empresa utiliza sensores em máquinas e equipamentos que geram dados, ou para inserção de dados por parte de colaboradores quando concluem algum tipo de tarefa para, por exemplo, controlar o progresso das atividades do projeto? (Internet das coisas, RFID, Código de barras)
11.1. Scrum master	Spearman's rho =0.7756 p-valor= 0.0000	Spearman's rho =0.7195 p-valor= 0.000	Spearman's rho =0.6750 p-valor= 0.0000	Spearman's rho =0.4188 p-valor= 0.0170
11.2 Backlog do produto	Spearman's rho =0.6564 p-valor= 0.0000	Spearman's rho =0.6799 p-valor= 0.000	Spearman's rho =0.5178 p-valor= 0.0024	Spearman's rho =0.3061 p-valor= 0.0884
11.3 Backlog de atividades	Spearman's rho =0.5867 p-valor= 0.0004	Spearman's rho =0.6295 p-valor= 0.0001	Spearman's rho =0.4721 p-valor= 0.0064	Spearman's rho =0.2365 p-valor= 0.1926
11.4 Momentos de revisão	Spearman's rho =0.6994 p-valor= 0.0000	Spearman's rho =0.7592 p-valor= 0.0000	Spearman's rho =0.6310 p-valor= 0.0001	Spearman's rho =0.4564 p-valor= 0.0087
11.5 Encontros diários de planejamento e replanejamento	Spearman's rho =0.5054 p-valor= 0.0032	Spearman's rho =0.5402 p-valor= 0.0014	Spearman's rho =0.5527 p-valor= 0.0010	Spearman's rho =0.3197 p-valor= 0.0744
11.6 Quadro kanban	Spearman's rho =0.4780 p-valor= 0.0057	Spearman's rho =0.5231 p-valor= 0.0021	Spearman's rho =0.7262 p-valor= 0.000	Spearman's rho =0.3642 p-valor= 0.0404

Fonte: Fonte própria

Para o grupo de variáveis, destaca-se que a associação entre a variável “Scrum master” X e as variáveis “Big Data e Data Analytics” e “Robôs autônomos”, há uma forte associação de rho=0.7756 e 0.7195, ou seja, a presença de um Scrum Master facilita a aplicação de ciência de dados aos indicadores, ocorrências compiladas e automação com uso de robôs autônomos ao longo dos projetos.

Vale destacar que o valor encontrado entre as variáveis “Momentos de revisão” X “Robôs autônomos”, foi de rho=0.7195 e 0.7592, respectivamente; e “Quadro kanban” X “Simulação - Gêmeos digitais” foi de rho=0.7262, sendo consideradas que há uma forte associação entre elas. Já para “Momentos de revisão” X “Big Data e Data Analytics”, “Simulação - Gêmeos digitais” e “Internet das coisas”, os valores encontrados foram rho=0.6994, 0.6310 e 0.4564, respectivamente, se enquadrando dentro da associação moderada.

Já para o grupo de variáveis “Scrum master” X variáveis “Simulação - Gêmeos digitais” e “Internet das coisas” foi de rho=0.6750 e 0.4188; “Backlog do produto” X “Big

Data e Data Analytics", "Robôs autônomos" e "Simulação - Gêmeos digitais", os valores encontrados foi de $\rho=0.6564$, 0.6799 e 0.5178 , respectivamente, ou seja, ocorreu associação moderada entre elas.

"Backlog de atividades" X "Big Data e Data Analytics", "Robôs autônomos" "Simulação - Gêmeos digitais", os valores encontrados foram $\rho=0.5867$, 0.6295 e 0.4721 , respectivamente, ou seja, a associação entre elas foi considerada moderada.

Para o grupo de variáveis "Encontros diários de planejamento e replanejamento" X "Big Data e Data Analytics", "Robôs autônomos" e "Simulação - Gêmeos digitais", os valores foram $\rho=0.5054$, 0.5402 e 0.5527 , respectivamente, ou seja, houve associação moderada entre elas.

Tabela 9 - Resultados da Análise de Spearman: Metodologia Ágil e Indústria 4.0

Tecnologia de indústria 4.0			
Variáveis	17. A empresa adota tecnologias para proteger os dados gerados e analisados em seus projetos? (Cyber Security)	18. A empresa utiliza tecnologias de computação em nuvem para aumento da capacidade e velocidade de processamento de dados ou para permitir o monitoramento remoto dos projetos? (Cloud computing)	19. A empresa utiliza manufatura aditiva para produção de protótipos físicos e peças, por exemplo, para testar alguma funcionalidade do produto mesmo sem a fabricação de peças definitivas? (Manufatura aditiva, caso de desenvolvimento de produtos físicos, por exemplo)
11.1. Scrum master	Spearman's rho =0.5096 p-valor= 0.0029	Spearman's rho =0.6269 p-valor= 0.0001	Spearman's rho = 0.3503 p-valor= 0.0493
11.2 Backlog do produto	Spearman's rho =0.5420 p-valor= 0.0014	Spearman's rho =0.5955 p-valor= 0.0003	Spearman's rho = 0.3392 p-valor= 0.0575
11.3 Backlog de atividades	Spearman's rho =0.5575 p-valor= 0.0009	Spearman's rho =0.5511 p-valor= 0.0011	Spearman's rho = 0.3795 p-valor= 0.0322
11.4 Momentos de revisão	Spearman's rho =0.7038 p-valor= 0.000	Spearman's rho =0.7370 p-valor= 0.0000	Spearman's rho = 0.4440 p-valor= 0.0109
11.5 Encontros diários de planejamento e replanejamento	Spearman's rho =0.5491 p-valor= 0.0011	Spearman's rho =0.5958 p-valor= 0.0003	Spearman's rho = 0.4916 p-valor= 0.0043
11.6 Quadro kanban	Spearman's rho =0.5171 p-valor= 0.0024	Spearman's rho =0.4948 p-valor= 0.0040	Spearman's rho = 0.2991 p-valor= 0.0963

Fonte: Fonte própria

"Computação em nuvem e Monitoramento Remoto" X Scrum master" foi de $\rho=0.6269$ é acima do limite de 0,5, o que sugere correlações positivas entre a utilização de Scrum e a aplicação de tecnologias da 4ª revolução industrial.

A associação entre a variável "Scrum" e as variáveis sobre "Sensores, Internet das coisas" percebe-se que a associação foi de $\rho=0.4188$, "Manufatura Aditiva" foi de

$\rho=0.3503$, "Realidade aumentada" foi de $\rho=0.3960$ e "Inteligência Artificial" foi de $\rho=0.3622$, ou seja, o valor encontrado foi menor que 0.5, a associação foi fraca entre elas.

Já para as variáveis "Backlog do produto" e demais variáveis estudadas de Tecnologias da Indústria 4.0, como o uso de Robôs autônomos, foi de $\rho=0.6564$, Simulação virtual de redes foi de $\rho=0.6799$, Cyber Security= 0.5420 , Computação em nuvem foi de $\rho=0.5955$, Realidade Aumentada foi de $\rho=0.5145$ e Monitoramento Remoto foi de $\rho=0.5545$, sendo considerada um grau de associação moderado.

A associação entre a variável "Backlog do produto" e as variáveis sobre "Sensores, Internet das coisas" percebe-se que a associação foi de $\rho=0.3061$, "Manufatura Aditiva" foi de $\rho=0.3392$ e "Inteligência Artificial" foi de $\rho=0.3754$, ou seja, o valor encontrado foi menor que 0.5, a associação foi fraca entre elas.

Para o grupo de variáveis de Gestão ágil, destaca-se que a associação entre a variável "Backlog das atividades" e demais variáveis estudadas sobre Tecnologias da Indústria 4.0, como, "Big Data e Data Analytics" o valor encontrado foi de $\rho=0.5867$, o uso de Robôs autônomos, foi de $\rho=0.6295$, Cyber Security= 0.5575 , Computação em nuvem foi de $\rho=0.5511$ e Monitoramento Remoto foi de $\rho=0.5277$, considera-se uma associação moderada.

Para as demais variáveis, a associação encontrada foi considerada fraca, onde "Simulação virtual" foi de $\rho=0.4721$, as variáveis sobre "Sensores, Internet das coisas" percebem-se que a associação foi de $\rho=0.2365$, "Manufatura Aditiva" foi de $\rho=0.3795$, "Realidade aumentada" foi de $\rho=0.4709$ e "Inteligência Artificial" foi de $\rho=0.3796$, ou seja, os valores encontrados foram menores que 0.5, o nível de associação entre elas, foi considerado fraco.

Para o grupo de variáveis de Gestão ágil, "Momentos de Revisão" e as variáveis sobre uso de Robôs autônomos, foi de $\rho=0.7592$, Cyber Security= 0.7038 , Computação em nuvem foi de $\rho=0.7370$ e Monitoramento Remoto o ρ encontrado foi de 0.7028, vale destacar que o nível de associação encontrado é forte. Já para as variáveis "Big Data e Data Analytics" o valor encontrado foi de $\rho=0.6994$, "Simulação virtual" foi de $\rho=0.6310$, "Realidade aumentada" foi de $\rho=0.5264$ foi considerada associação moderada. Já para as demais variáveis "...Sensores, Internet das coisas" percebe-se que a associação foi de $\rho=0.4564$, "Manufatura aditiva foi de 0.4440 e "Inteligência Artificial" foi de 0.4935, nestes casos, a associação foi fraca.

Para o grupo de variáveis de Gestão ágil, destaca-se que a associação entre a variável "Encontros diários de planejamento e replanejamento" e demais variáveis estudadas sobre Tecnologias da Indústria 4.0, como , "Big Data e Data Analytics" o valor encontrado foi de $\rho=0.5054$, o uso de Robôs autônomos, foi de $\rho=0.5402$, Simulação virtual foi de $\rho=0.5527$, Cyber Security= 0.5491 , Computação em nuvem foi de $\rho=0.5958$ e Monitoramento Remoto foi de $\rho=0.6420$, considera-se uma associação moderada.

Para as demais variáveis, a associação encontrada foi considerada fraca, onde "...Sensores, Internet das coisas" percebe-se que a associação foi de $\rho=0.3197$, "Manufatura Aditiva" foi de $\rho=0.4916$, "Realidade aumentada" foi de $\rho=0.3263$ e "Inteligência Artificial" foi de $\rho=0.3884$, ou seja, os valores encontrados foram menores que 0.5, o nível de associação foi fraco."

Tabela 10 - Resultados da Análise de Spearman: Metodologia Ágil e Indústria 4.0

Tecnologia de indústria 4.0			
Variáveis	20. A empresa adota realidade aumentada por meio de aplicativo celular, tablet, computador, projetores ou outro meio para a geração e prestação de serviços, para monitoramento de atividades remotas dos projetos ou para treinamento de colaboradores no setor de projetos? (Realidade aumentada)	21. A empresa utiliza tecnologias que buscam repetir a capacidade humana de raciocinar, tomar decisões, resolver problemas, dotando softwares e robôs de uma capacidade de automatizarem vários processos de análise em projetos? (Inteligência artificial)	22. O setor de projetos realiza comunicação ágil e digitalizada com seus clientes para aquisição de dados, por exemplo de atraso no andamento dos projetos? (Monitoramento remoto)
11.1. Scrum master	Spearman's rho = 0.3960 p-valor= 0.0249	Spearman's rho = 0.3622 p-valor= 0.0416	Spearman's rho = 0.6212 p-valor= 0.0001
11.2 Backlog do produto	Spearman's rho = 0.5145 p-valor= 0.0026	Spearman's rho = 0.3754 p-valor= 0.0342	Spearman's rho = 0.5545 p-valor= 0.0010
11.3 Backlog de atividades	Spearman's rho = 0.4709 p-valor= 0.0065	Spearman's rho = 0.3796 p-valor= 0.0321	Spearman's rho = 0.5277 p-valor= 0.0019
11.4 Momentos de revisão	Spearman's rho = 0.5264 p-valor= 0.0020	Spearman's rho = 0.4935 p-valor= 0.0041	Spearman's rho = 0.7028 p-valor= 0.0000
11.5 Encontros diários de planejamento e replanejamento	Spearman's rho = 0.3263 p-valor= 0.0684	Spearman's rho = 0.3884 p-valor= 0.0280	Spearman's rho = 0.6420 p-valor= 0.0001
11.6 Quadro kanban	Spearman's rho = 0.1315 p-valor= 0.4731	Spearman's rho = 0.4016 p-valor= 0.0227	Spearman's rho = 0.4353 p-valor= 0.0128

Para o grupo de variáveis “Momentos de Revisão” X “Monitoramento Remoto”, destaca-se associação forte, $\rho=0.7262$.

Para as demais variáveis, a associação encontrada foi considerada fraca, onde "Big Data & Data Analytics", o valor encontrado foi de $\rho=0.4780$, "...Sensores, Internet das coisas" percebe-se que a associação foi de $\rho=0.3642$, "...Computação em nuvem" foi de $\rho=0.4948$, "Manufatura aditiva" foi de $\rho=0.2991$ e "Inteligência Artificial" foi de $\rho=0.4016$ e "...Monitoramento remoto foi de $\rho=0.433$ ", ou seja, os valores encontrados foram menores que 0.5, considera-se uma a associação fraca.

4.8. Tecnologias da indústria 4.0 e Áreas de conhecimento do PMBOK

Similarmente, as tabelas 6, 7 e 8 apresentam as associações entre a aplicação das áreas de conhecimento do Guia PMBOK e as tecnologias de Indústria 4.0.

Tabela 11 - Resultados da Análise de Spearman: PMBOK e Indústria 4.0

Variáveis	Tecnologia de indústria 4.0			
	13. A empresa coleta, organiza e analisa grandes quantidades de dados relacionados aos projetos que desenvolve? (Big Data e Data Analytics)	14. A empresa utiliza robôs com capacidade de trabalhar sem a supervisão humana, agindo de forma inteligente, cooperativa e autônoma em atividades de projetos? (Robôs autônomos)	15. É utilizada alguma ferramenta de simulação virtual de redes de operações, cronograma, atividades do projeto como forma de prever resultados? (Simulação - digital twin)	16. A empresa utiliza sensores em máquinas e equipamentos que geram dados, ou para inserção de dados por parte de colaboradores quando concluem algum tipo de tarefa para, por exemplo, controlar o progresso das atividades do projeto? (Internet das coisas, RFID, Código de barras)
10.2. Gestão do tempo	Spearman's rho =0.4501 p-valor= 0.0097	Spearman's rho =0.2477 p-valor= 0.1717	Spearman's rho =0.4263 p-valor= 0.0150	Spearman's rho =0.2612 p-valor= 0.1487
10.1. Gestão do escopo	Spearman's rho =0.4401 p-valor= 0.0117	Spearman's rho =0.3080 p-valor= 0.0864	Spearman's rho =0.1679 p-valor= 0.3584	Spearman's rho =0.1943 p-valor= 0.2867
10.3 Gestão do custo	Spearman's rho =0.3551 p-valor= 0.0461	Spearman's rho =0.3623 p-valor= 0.0416	Spearman's rho =0.0908 p-valor= 0.6210	Spearman's rho =0.1136 p-valor= 0.5360
10.4. Gestão da qualidade	Spearman's rho =0.5118 p-valor= 0.0028	Spearman's rho =0.4557 p-valor= 0.0088	Spearman's rho =0.4608 p-valor= 0.0080	Spearman's rho =0.4097 p-valor= 0.0199
10.5 Gestão de recursos	Spearman's rho =0.3564 p-valor= 0.0453	Spearman's rho =0.2599 p-valor= 0.1508	Spearman's rho =0.3637 p-valor= 0.0407	Spearman's rho =0.2064 p-valor= 0.2570
10.6. Gestão de stakeholders	Spearman's rho =0.1978 p-valor= 0.2779	Spearman's rho =0.2309 p-valor= 0.2036	Spearman's rho =0.1779 p-valor= 0.3301	Spearman's rho =0.1280 p-valor= 0.4849

Variáveis	Tecnologia de indústria 4.0			
	13. A empresa coleta, organiza e analisa grandes quantidades de dados relacionados aos projetos que desenvolve? (Big Data e Data Analytics)	14. A empresa utiliza robôs com capacidade de trabalhar sem a supervisão humana, agindo de forma inteligente, cooperativa e autônoma em atividades de projetos? (Robôs autônomos)	15. É utilizada alguma ferramenta de simulação virtual de redes de operações, cronograma, atividades do projeto como forma de prever resultados? (Simulação - digital twin)	16. A empresa utiliza sensores em máquinas e equipamentos que geram dados, ou para inserção de dados por parte de colaboradores quando concluem algum tipo de tarefa para, por exemplo, controlar o progresso das atividades do projeto? (Internet das coisas, RFID, Código de barras)
10.7. Gestão de comunicações	Spearman's rho =0.3485 p-valor= 0.0506	Spearman's rho =0.3109 p-valor= 0.0833	Spearman's rho =0.4147 p-valor= 0.0183	Spearman's rho =0.2108 p-valor= 0.2469
10.8. Gestão de aquisições	Spearman's rho =0.1677 p-valor= 0.3588	Spearman's rho =0.1162 p-valor= 0.5266	Spearman's rho =0.3453 p-valor= 0.0529	Spearman's rho =0.2098 p-valor= 0.2491
10.9. Gestão de riscos	Spearman's rho =0.5535 p-valor= 0.0010	Spearman's rho =0.3156 p-valor= 0.0785	Spearman's rho =0.5586 p-valor= 0.0009	Spearman's rho =0.3740 p-valor= 0.0350
10.10. Gestão da integração	Spearman's rho =0.5702 p-valor= 0.0007	Spearman's rho =0.4049 p-valor= 0.0215	Spearman's rho =0.4940 p-valor= 0.0041	Spearman's rho =0.4364 p-valor= 0.0125

Fonte: Fonte própria

Para o grupo de variáveis, destaca-se que a associação entre as variáveis “...Big Data e Data Analytics” e a variável “Gestão do Qualidade”, “Gestão de Riscos” e “Gestão da Integração”, os valores encontrados foram de rho=0.5118, 0.5535 e 0.5702, respectivamente, ou seja, há uma associação moderada, levando-se a dizer que quanto mais se organiza os dados mais é possível fazer uma gestão eficiente para tais variáveis.

Para o grupo de variáveis, destaca-se que a associação entre as variáveis “...Big Data e Data Analytics” e as variáveis “Gestão do Tempo”, “Gestão do Escopo” e “Gestão do Custo”, “Gestão de Recursos” os valores encontrados foram de rho=0.4501, 0.4401, 0.3551 e 0.3564, respectivamente, ou seja, a associação encontrada foi considerada moderada.

Para o grupo de variáveis, destaca-se que a associação entre as variáveis “...Big Data e Data Analytics” e as variáveis “Gestão de Stakeholders”, “Gestão de Comunicações” e “Gestão de Aquisições”, os valores encontrados foram de rho=0.1978, 0.3485, 0.1677, respectivamente, ou seja, a associação encontrada foi considerada fraca.

Para o grupo de variáveis, destaca-se que a associação entre as variáveis “Big Data e Data Analytics” e as variáveis “Gêmeos Digitais” e a variável “Gestão do tempo” os

valores encontrados foram, 0.4501 e 0.4263, respectivamente, ou seja, a associação encontrada foi moderada.

Para o grupo de variáveis, destaca-se que a associação entre as variáveis “Big Data e Data Analytics” e a variável “Gestão do escopo” o valor encontrado foi, $\rho=0.4401$, ou seja, a associação encontrada foi moderada.

Para o grupo de variáveis, destaca-se que a associação entre as variáveis “Big Data e Data Analytics”, “Robôs Autônomos”, “Gêmeos Digitais” e “Internet das Coisas e a variável “Gestão da qualidade” os valores encontrados foram, $\rho=0.5118$, $\rho=0.4557$, $\rho=0.4608$, $\rho=0.4097$, respectivamente, ou seja, a associação encontrada foi moderada.

Para o grupo de variáveis, destaca-se que a associação entre as variáveis “Gêmeos Digitais” e “Gestão de comunicações” o valor encontrado foi, $\rho=0.4147$, ou seja, a associação encontrada foi moderada.

Para o grupo de variáveis, destaca-se que a associação entre as variáveis “Big Data e Data Analytics” e “Simulação – Gêmeos Digitais” e “Gestão de riscos” os valores encontrados foi, $\rho=0.5535$ e $\rho=0.5586$, respectivamente, ou seja, a associação encontrada foi moderada.

Para o grupo de variáveis, destaca-se que a associação entre as variáveis “Big Data e Data Analytics”, “Robôs Autônomos”, “Gêmeos Digitais” e “Internet das Coisas e a variável “Gestão da integração” os valores encontrados foram, $\rho=0.5702$, $\rho=0.4049$, $\rho=0.4940$, $\rho=0.4364$, respectivamente, ou seja, a associação encontrada foi moderada.

Já para o restante das variáveis analisadas, o nível de associação foi considerado fraco. Para o grupo de variáveis, “Uso de Robôs autônomos” e as variáveis “Gestão do Tempo”, “Gestão de Recursos” e “Gestão de *Stakeholders*”, “Gestão de Comunicações”, “Gestão de Aquisições” e “Gestão de Riscos” os valores encontrados foram de $\rho=0.3080$, 0.2599 , 0.2309 , 0.3109 , 0.1162 e 0.3156 respectivamente, ou seja, a associação encontrada foi considerada fraca.

Tabela 12 - Resultados da Análise de Spearman: PMBOK e Indústria 4.0

Variáveis	Tecnologia de indústria 4.0		
	17. A empresa adota tecnologias para proteger os dados gerados e analisados em seus projetos? (Cyber Security)	18. A empresa utiliza tecnologias de computação em nuvem para aumento da capacidade e velocidade de processamento de dados ou para permitir o monitoramento remoto dos projetos? (Cloud computing)	19. A empresa utiliza manufatura aditiva para produção de protótipos físicos e peças, por exemplo, para testar alguma funcionalidade do produto mesmo sem a fabricação de peças definitivas? (Manufatura aditiva, caso de desenvolvimento de produtos físicos, por exemplo)
10.2. Gestão do tempo	Spearman's rho =0.3764 p-valor= 0.0337	Spearman's rho =0.3740 p-valor= 0.0350	Spearman's rho = - 0.0858 p-valor= 0.6407
10.1. Gestão do escopo	Spearman's rho =0.4250 p-valor= 0.0153	Spearman's rho =0.3319 p-valor= 0.0635	Spearman's rho = 0.0644 p-valor= 0.7261
10.3 Gestão do custo	Spearman's rho =0.4011 p-valor= 0.0229	Spearman's rho =0.3118 p-valor= 0.0823	Spearman's rho = 0.0565 p-valor= 0.7586
10.4. Gestão da qualidade	Spearman's rho =0.3166 p-valor= 0.0775	Spearman's rho =0.3538 p-valor= 0.0470	Spearman's rho = 0.0966 p-valor= 0.5988
10.5 Gestão de recursos	Spearman's rho =0.2391 p-valor= 0.1875	Spearman's rho =0.2614 p-valor= 0.1485	Spearman's rho = 0.0883 p-valor= 0.6309
10.6. Gestão de stakeholders	Spearman's rho =0.3448 p-valor= 0.0533	Spearman's rho =0.1974 p-valor= 0.2787	Spearman's rho = 0.1838 p-valor= 0.3141
10.7. Gestão de comunicações	Spearman's rho =0.2953 p-valor= 0.1009	Spearman's rho =0.2731 p-valor= 0.1305	Spearman's rho = 0.1732 p-valor= 0.3432
10.8. Gestão de aquisições	Spearman's rho =0.2482 p-valor= 0.1707	Spearman's rho =0.2008 p-valor= 0.2706	Spearman's rho = 0.0799 p-valor= 0.6639
10.9. Gestão de riscos	Spearman's rho =0.4049 p-valor= 0.0215	Spearman's rho =0.4817 p-valor= 0.0053	Spearman's rho = 0.1739 p-valor= 0.3411
10.10. Gestão da integração	Spearman's rho =0.2874 p-valor= 0.1107	Spearman's rho =0.4366 p-valor= 0.0125	Spearman's rho = 0.2566 p-valor= 0.1563

Fonte: Fonte própria

"Para o grupo de variáveis, destaca-se que a associação entre as variáveis "Simulação virtual de redes e operações" e a variável "Gestão de Riscos", há uma associação moderada, o valor encontrado foi de $\rho=0.5586$. Para as demais variáveis "Gestão da Qualidade", "Gestão de Recursos", "Gestão de Comunicações" e Gestão da Integração", os valores encontrados foram de $\rho=0.4608$, 0.3637 , 0.4147 e 0.494 , respectivamente, ou seja, a associação encontrada foi moderada.

Já para a "Gestão do Custo", "Gestão de Stakeholders" e "Gestão de Aquisições", os valores encontrados foram de $\rho=0.0908$, 0.1779 e 0.3453 , respectivamente, ou seja, considera-se que a associação foi fraca."

Para o grupo de variáveis, destaca-se que a associação entre "...Sensores, como Internet das coisas, RFID e Código de barras" e as variáveis "Gestão de Qualidade", "Gestão de Riscos" e "Gestão da Integração", os valores encontrados foram de

$\rho=0.4097$, 0.3740 e 0.4364 , respectivamente, ou seja, o nível de associação foi abaixo de 0.5 , sendo considerada moderada.

Tabela 13 - Resultados da Análise de Spearman: PMBOK e Indústria 4.0

Variáveis	Tecnologia de indústria 4.0		
	20. A empresa adota realidade aumentada por meio de aplicativo celular, tablet, computador, projetores ou outro meio para a geração e prestação de serviços, para monitoramento de atividades remotas dos projetos ou para treinamento de colaboradores no setor de projetos? (Realidade aumentada)	21. A empresa utiliza tecnologias que buscam repetir a capacidade humana de raciocinar, tomar decisões, resolver problemas, dotando softwares e robôs de uma capacidade de automatizarem vários processos de análise em projetos? (Inteligência artificial)	22. O setor de projetos realiza comunicação ágil e digitalizada com seus clientes para aquisição de dados, por exemplo de atraso no andamento dos projetos? (Monitoramento remoto)
10.2. Gestão do tempo	Spearman's $\rho = 0.1441$ p-valor= 0.4315	Spearman's $\rho = 0.100$ p-valor= 0.5860	Spearman's $\rho = 0.1959$ p-valor= 0.2826
10.1. Gestão do escopo	Spearman's $\rho = 0.2403$ p-valor= 0.1853	Spearman's $\rho = 0.1417$ p-valor= 0.4393	Spearman's $\rho = 0.4171$ p-valor= 0.0175
10.3. Gestão do custo	Spearman's $\rho = 0.3063$ p-valor= 0.0882	Spearman's $\rho = 0.1557$ p-valor= 0.3948	Spearman's $\rho = 0.4377$ p-valor= 0.0122
10.4. Gestão da qualidade	Spearman's $\rho = 0.2991$ p-valor= 0.0963	Spearman's $\rho = 0.3282$ p-valor= 0.0666	Spearman's $\rho = 0.3625$ p-valor= 0.0415
10.5. Gestão de recursos	Spearman's $\rho = 0.1542$ p-valor= 0.3993	Spearman's $\rho = 0.1492$ p-valor= 0.4150	Spearman's $\rho = 0.2929$ p-valor= 0.1038
10.6. Gestão de stakeholders	Spearman's $\rho = 0.1914$ p-valor= 0.2939	Spearman's $\rho = 0.1059$ p-valor= 0.5640	Spearman's $\rho = 0.3327$ p-valor= 0.0628
10.7. Gestão de comunicações	Spearman's $\rho = 0.2736$ p-valor= 0.1297	Spearman's $\rho = 0.2097$ p-valor= 0.2495	Spearman's $\rho = 0.3166$ p-valor= 0.0775
10.8. Gestão de aquisições	Spearman's $\rho = 0.1604$ p-valor= 0.3804	Spearman's $\rho = 0.2555$ p-valor= 0.1581	Spearman's $\rho = 0.2252$ p-valor= 0.2152
10.9. Gestão de riscos	Spearman's $\rho = 0.1255$ p-valor= 0.4938	Spearman's $\rho = 0.1840$ p-valor= 0.3133	Spearman's $\rho = 0.2722$ p-valor= 0.1318
10.10. Gestão da integração	Spearman's $\rho = 0.2605$ p-valor= 0.1498	Spearman's $\rho = 0.2353$ p-valor= 0.1947	Spearman's $\rho = 0.2833$ p-valor= 0.1162

Fonte: Fonte própria

Já para as demais variáveis como "Gestão do Tempo", "Gestão do Escopo", "Gestão do Custo", "Gestão de Recursos", "Gestão de Stakeholders", "Gestão de

Comunicações" e "Gestão de Aquisições", os valores encontrados foram de $\rho=0.2612$, 0.1943, 0.1136, 0.2064, 0.1280, 0.2108 e 0.2098."

Para o grupo de variáveis, "Manufatura aditiva" e demais variáveis "Gestão do tempo", Gestão do escopo", "Gestão do custo", Gestão da qualidade", "Gestão de Recursos", "Gestão de *Stakeholders*", Gestão de Comunicações", "Gestão de aquisições", "Gestão de Riscos" e "Gestão da Integração", os valores encontrados foram de $\rho=0.1441$, 0.2403, 0.3063, 0.2991, 0.1542, 0.1914, 0.2736, 0.1604, 0.1255, 0.2605, ou seja, a associação foi fraca.

Para o grupo de variáveis, "Inteligência Artificial" e demais variáveis como "Gestão do tempo", Gestão do escopo", "Gestão do custo", Gestão da qualidade", "Gestão de Recursos", "Gestão de *Stakeholders*", Gestão de Comunicações", "Gestão de aquisições", "Gestão de Riscos" e "Gestão da Integração", os valores encontrados foram de $\rho=0.1000$, 0.1417, 0.1557, 0.3282, 0.1492, 0.1059, 0.2097, 0.2555, 0.1840, 0.2353, respectivamente, ou seja, a associação foi fraca.

Para o grupo de variáveis, "Inteligência Artificial" e demais variáveis como "Gestão do tempo", Gestão do escopo", "Gestão do custo", Gestão da qualidade", "Gestão de Recursos", "Gestão de *Stakeholders*", Gestão de Comunicações", "Gestão de aquisições", "Gestão de Riscos" e "Gestão da Integração", os valores encontrados foram de $\rho=0.1000$, 0.1417, 0.1557, 0.3282, 0.1492, 0.1059, 0.2097, 0.2555, 0.1840 e 0.2353, respectivamente, ou seja, a associação foi fraca.

Pode-se observar que dentre os elementos da gestão ágil SCRUM, a atuação dos Scrum Master, a utilização de backlogs de produtos e de atividades, o quadro Kanban e os momentos de revisão apresentam correlações positivas com indicadores. A entrega do escopo planejado se beneficia da utilização de backlogs do produto e das atividades, que são práticas diretamente relacionadas com o escopo do produto e do projeto (trabalho), mas também se beneficia dos momentos de revisão e da atuação dos Scrum Master.

A segunda área de desempenho mais afetada por aspectos de gestão ágil foi o custo. Segundo os respondentes, há uma relação positiva entre a utilização de quadros Kanban, momentos de revisão e a utilização de backlog de atividades com o respeito ao orçamento do projeto. Já os aspectos de cumprimento do prazo do projeto foram os menos impactados pelas práticas ágeis tendo apenas a atuação de Scrum Master uma relação direta com o fechamento do projeto no tempo planejado.

Enfim, as Figuras 18 a 33 apresentam as relações positivas encontradas entre as práticas de gestão ágil e a adoção de tecnologias de indústria 4.0. Observa-se que apenas a utilização de backlog de atividades não teve relação direta com a adoção de alguma tecnologia de indústria 4.0. A atuação dos Scrum Master teve relação com mais da metade das tecnologias analisadas: Big Data/analytics, robôs autônomos, segurança cibernética, cloud computing e monitoramento remoto.

O Backlog do produto teve relação com sete das dez tecnologias de indústria 4.0 analisadas, apenas não estando positivamente associado com Internet das Coisas, Inteligência Artificial e Manufatura Aditiva. Essas mesmas tecnologias são também consideradas as únicas não relacionadas com as práticas de momentos de revisão.

5. CONCLUSÕES

Esta seção encerra este trabalho com a síntese dos principais resultados obtidos, bem como suas implicações teóricas e gerenciais. Por fim, as limitações deste estudo são apresentadas, assim como os direcionamentos e sugestões para pesquisas futuras.

5.1. Principais resultados obtidos

Em resposta às questões de pesquisa (i) “Qual o grau de utilização de tecnologias de indústria 4.0 e Práticas ágeis – Scrum em empresas de TI”; (ii) “Como as empresas de TI estão posicionadas atualmente em relação a Indústria 4.0 e Práticas ágeis?” e (iii) avaliar os componentes da indústria 4.0 como fatores de sucesso de projetos. Para isso foi realizado um levantamento por meio de questionário para avaliar as práticas que estão sendo utilizadas em algumas empresas de TI para gerenciar de seus projetos.

Os resultados desta pesquisa reforçam que o uso das melhores práticas ágeis Scrum e guia PMBOK alinhada as tecnologias da indústria 4.0 traz ganhos para melhorar o gerenciamento de projetos em empresas de TI; esse alinhamento se tornou mais forte pelo ganho e aumento de produtividade.

Nesse sentido, o primeiro objetivo específico desta pesquisa, que visava analisar como as empresas de TI estão posicionadas atualmente em relação a Indústria 4.0 e Metodologia ágil – Scrum, foi atendido por meio de entrevistas, nas quais foi possível traçar o perfil dos respondentes com experiência/envolvimento com alguma área específica de projetos. Logo abaixo, a tabela 14 consta o perfil de cada respondente.

Tabela 14 - Perfil dos respondentes

Perfil dos respondentes	
Analistas de projetos	7
Coordenador de projetos	1
Diretor de projetos de TI	1
Especialistas em Projetos	1
Gerente de Projetos	12
Outros perfis	10

As entrevistas foram coletadas por meio de formulário de pesquisa, possibilitando entender sobre o uso de ferramentas para gerenciar os projetos, bem como, o uso de tecnologias que possibilite uma melhor gestão de seus processos. Esta análise permitiu chegar à conclusão de que ter perfis diferentes dos respondentes se faz muito relevante para a pesquisa, pois cada membro possui experiências, conhecimentos e vivências diferentes que possibilitaram uma visão sobre a posição dessas empresas em relação ao uso de tecnologias da indústria 4.0, metodologia ágil – Scrum no gerenciamento de seus projetos. Ainda assim, foi possível notar que as empresas ainda estão tímidas em relação ao uso dessas práticas.

Na sequência, o segundo e terceiro objetivos da pesquisa foram analisar os componentes da indústria 4.0 como fatores de sucesso de projetos, entender e usar seus benefícios. Os fatores foram avaliados com base no nível de associação entre as variáveis de impacto e importância para a conclusão real de um projeto de acordo com o guia PMBOK, metodologia ágil – Scrum e as tecnologias da indústria 4.0. Métodos estatísticos como análise de correlação e gráficos de dispersão foram empregados nos resultados das análises de pesquisas. A análise dos resultados permitiu identificar as variáveis que podem afetar o sucesso dos projetos. Deve-se destacar que a verificação da hipótese adotada inicialmente foi positiva confirmando a existência de fortes dependências entre a Indústria 4.0 e execução bem-sucedida de tarefas. No entanto, deve-se notar que o projeto terá maior sucesso quando os componentes da Indústria 4.0 são amplamente aplicados.

Chama-se especial atenção a dois componentes: gerenciamento de dados e virtualização, pois são de importância fundamental para a avaliação positiva das ações dentro do projeto. A presença desses dois componentes aumenta a chance do sucesso do projeto. Respostas a perguntas individuais, verificação positiva dos pressupostos adotados e das análises das pesquisas coletadas pode servir de base para validação da conclusão acima. Isto deve ser enfatizado que o sucesso final de um projeto não é resultado de satisfazer apenas uma das condições descritas. Quanto maior for sinergia entre componentes individuais da Indústria 4.0, o mais provavelmente o projeto terá sucesso.

O uso da metodologia Scrum com os componentes da indústria 4.0 apresentou bons resultados com fortes associações entre as mesmas, o que pode trazer benefícios no

gerenciamento de projetos tradicional desde que seja aplicado de forma correta, podendo gerar motivação à equipe, alavancar os resultados dos projetos e, conseqüentemente, a satisfação do cliente, o que está diretamente relacionado com a engenharia organizacional que possui um conjunto de conhecimentos relacionados à gestão das organizações, englobando em seus tópicos o planejamento estratégico e operacional, as estratégias de produção, a avaliação de desempenho organizacional, os sistemas de informação e sua gestão, o que também vai ao encontro com as áreas do conhecimento da gestão de projetos como a integração, escopo, comunicação, tempo e qualidade.

Para finalmente cumprir o quarto objetivo específico, a pesquisa permitiu identificar os benefícios da indústria 4.0 na gestão de projetos, sendo este, atualmente um tema bastante relevante, uma vez que, cada vez mais a tecnologia está presente no dia a dia das pessoas, incluindo as empresas e que podem impactar no sucesso dos projetos. Desenvolver atividades cujos processos estão alinhados a evolução tecnológica, e baseados nas premissas da indústria 4.0, é visto como um diferencial nas empresas, sendo necessário que a gestão de projetos seja desenvolvida por profissionais habilitados e com uma visão ampla do negócio. É importante mencionar que os pilares tecnológicos que fundamentam a indústria 4.0 fazem parte do atual contexto dos projetos, o que exige uma formação que vai além das tradicionais áreas do gerenciamento de projetos. No atual cenário e realidade do ambiente de trabalho 4.0 a gestão de projetos e o novo modelo industrial estão diretamente interligados e são ao mesmo tempo interdependentes, e as tomadas de decisões e o sucesso da indústria, dependem da atuação do gestor 4.0. Desenvolver atividades cujos processos estão alinhados à evolução tecnológica, e baseados nas premissas da indústria 4.0 é visto como um diferencial nas empresas, sendo necessário que a gestão de projetos seja desenvolvida por profissionais habilitados e com uma visão ampla do negócio.

Entende-se assim que diante do estudo realizado aquelas empresas que adotarem as novas tecnologias da quarta revolução para o desenvolvimento do gerenciamento de projetos certamente atingirão um novo patamar de produtividade e competitividade. Porém, a gestão de projetos necessita acompanhar esse atual cenário, com softwares adequados que permitam planejar e desenvolver produtos, projetos e inovações.

5.2. Limitações da pesquisa e direcionamentos futuros

Para pesquisas futuras, sugere-se as pesquisas relacionadas aos profissionais de gerenciamento de projeto 4.0, abordando de forma mais aprofundada as tecnologias mais utilizadas. Ainda a realização de uma pesquisa de campo, buscando identificar o estado atual deste tema.

Como limitações, esse trabalho destaca o baixo número de publicações sobre o tema quando da pesquisa bibliométrica e a pequena amostra de profissionais dispostos a participar da pesquisa. No tocante a estudos futuros, os resultados advindos do estudo sobre gerenciamento de projetos e a indústria 4.0, sugere-se a realização de estudos semelhantes em outros países para avaliar se as oportunidades de melhorias apontadas se repetem. O que poderia indicar a causa da incipiência do tema em nível mundial, mesmo quando se reconhece a sua importância e efetividade.

6. REFERÊNCIAS

Adamides, E., & Karacapilidis, N. (2020). Information technology for supporting the development and maintenance of open innovation capabilities. *Journal of Innovation & Knowledge*, 5(1), 29–38. doi:10.1016/J.JIK.2018.07.001.

Aevo, Innovate. (2019). Guia: Gestão de projetos na Indústria 4.0. ed. atual. e rev. Disponível em: <https://d335luupugsy2.cloudfront.net/cms/files/26167/1501698715/gestao-de-projetos-na-industria.pdf>.

Anderl, R.; Fleischer, J. Guideline. (2015). Industrie 4.0: Guiding principles for the implementation of Industrie 4.0 in small and medium sized businesses. VDMA Industries 4.0 forum, p. 1-2.

Anke, S., & Ringeisen, T. (2021). Kompetenzanforderungen an Führungskräfte von agilen Softwareentwicklungsteams. Gruppe. Interaktion. Organisation. Zeitschrift Für Angewandte Organisationspsychologie (GIO), 52(1), 51–63. doi:10.1007/S11612-021-00558-W 2021 52:1.

Balluff Brasil. (2017) Gestão de projetos na indústria 4.0: o que eu preciso saber?. Balluf. <https://balluffbrasil.com.br/gestao-de-projetos-na-industria-4-0-o-que-eu-preciso-saber/>.

Barata, J. (2021). The fourth industrial revolution of supply chains: A tertiary study. *Journal of Engineering and Technology Management*, 60, 101624. doi:10.1016/J.JENGTECMAN.2021.101624.

Barbalho, S.; Jugend, D; Silva, Sérgio. (2014). Gestão de Projetos: teoria, prática e tendências.

Barbalho, S. C. M.; Toledo, J. C. Caracterização do perfil e dos principais direcionadores de transições em escritórios de projetos: Estudo de caso longitudinal em uma empresa de alta tecnologia. *Gestão & Produção (UFSCAR. Impresso)*, v. 21, p. 600-620, 2014.

Barbalho, S. C. M.; Carvalho, V. G.; Silva, G. L.; Toledo, J. C. Analyzing the impact of the functions of Project Management Offices on triple constraints performance of new product projects. *PRODUCT (IGDP)*, v. 14, p. 85-94, 2016.

Barbalho, S. C. M., & da Silva, G. L. (2022). Análise do impacto das funções desempenhadas pelo escritório de gestão de projetos no desempenho da restrição tripla em projetos de desenvolvimento de novos produtos: Analysis of the impact of the functions performed by the project management office on the performance of the triple constraint in new product development projects. *Brazilian Journal of Business*, 4(4), 2674–2684. <https://doi.org/10.34140/bjbv4n4-071>.

Barbin, F. J. et al. (2001). O Papel Da Tecnologia Da Informação (Ti) Na Estratégia Das Organizações. v. 8, n. 2, p. 160–179.

Barbosa, A. M. C., & Saisse, M. C. P. (2019). Hybrid project management for sociotechnical digital transformation context. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, 16(2), 316-332. <https://doi.org/10.14488/BJOPM.2019.v16.n2.a12>.

Basl, J. (2017). Pilot Study Of Readiness Of Czech Companies To Implement The Principles Of Industry 4.0. *Management and Production Engineering Review*, v. 8, n. 2, p. 3–8.

Bauernhansl, Thomas; Krüger, Jörg; Reinhart, G. Wgp-Standpunkt Industrie 4.0, Wissenschaftliche Gesellschaft für Produktionstechnik Wgp. 2016.

Berczuk, S. (2007). Back to basics: the role of agile principles in success with an distributed scrum team. In: *Agile Conference, 2007, Washington. Proceedings...* Washington. p. 382-388.

Bertoncelj, A.; Kavčič, K. Hierarchy orientation in equity alliances: core capabilities perspective. *Kybernetes*, v. 40, n. 5/6, p. 685–696, 14 jun. 2011.

Bordeleau, F.-E.; Mosconi, E.; Santa-Eulalia, L. A. De. (2018). *Business Intelligence in Industry 4.0: State of the art and research opportunities*. [s.l: s.n.].

Bryman, A. (2015). *Social research methods*. Oxford university press.

Brynjolfsson, E. (1993). The productivity paradox of Information Technology. *Communications of the ACM*, v.36, n.12, p.67-77.

Brynjolfsson, E., & Hitt, L. M. (1998). Beyond the productivity paradox. *Communications of the ACM*, 41(8), 49-55.

Brynjolfsson, Erik; McAfee, Andrew. (2015). Will humans go the way of horses. *Foreign Aff.*, v. 94, p. 8. [https://heinonline.org/HOL/LandingPage? Handle=hein.journals/fora94&div= 86&id=&p age=](https://heinonline.org/HOL/LandingPage?Handle=hein.journals/fora94&div=86&id=&page=).

Cakmakci, M. (2019). Interaction in Project Management Approach Within Industry 4.0. In *Advances in Manufacturing II*, 176-189. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978- 3-030-18715-6_15](https://doi.org/10.1007/978-3-030-18715-6_15).

Camisón-Haba, S., Clemente-Almendros, J. A., & Gonzalez-Cruz, T. (2019). How technology-based firms become also highly innovative firms? The role of knowledge, technological and managerial capabilities, and entrepreneurs' background. *Journal of Innovation & Knowledge*, 4(3), 162–170. doi:10.1016/J.JIK.2018.12.001.

Capgemini (2014): The Internet of Things: Are organizations ready for a multi-trillion dollar prize.

Carrera, Luiz Carlos Marque et al. (2019). Os Benefícios E Dificuldades Na Gestão Da Qualidade De Vida No Trabalho. *Administração de Empresas em Revista*, v. 1, n. 15, p. 60-76.

Carvalho, V. G.; Barbalho, S. C. M.; Toledo, J. C.; Silva, G. L. Benefits Management as a Path for Project Management Offices Contribute to Programs and Influence on Project Performance. *Business and Management Studies*, v. 4, p. 20, 2018.

Cerezo-Narvaez, Alberto; Otero-Mateo, Manuel; Pastor-Fernandez, Andres. (2017). Development of professional competences for industry 4.0 project management. 7th IESMConference, October, p. 11-13.

Chen, B. et al. Smart Factory of Industry 4.0: Key Technologies, Application Case, and Challenges. *IEEE Access*, v. 6, p. 6505–6519, 2018.

Confederação Nacional da Indústria. (2016). Desafios para Indústria 4.0 no Brasil. <https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2016/8/desafios-para-industria-40-no-brasil/>.

Confederação Nacional da Indústria. (2015). Produtividade brasileira é a que menos cresce em relação a 11 países. [https://noticias. portaldaindustria.com.br/noticias/competitividade/produtividade-brasileira-e-a-que-menos-cresce-em-rela](https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/competitividade/produtividade-brasileira-e-a-que-menos-cresce-em-rela)

cao-a-11-paises/#:~:text=A%20produtividade%20cresceu%20bem%20menos, Nacional
%20da%20Ind%C3%BAstria%20(CNI).

Coelho, P. (2016). Rumo à Indústria 4.0.
<https://estudogeral.uc.pt/handle/10316/36992>

Costa, S. M. D. S. (1995). Impactos Sociais das Tecnologias de Informação.

Costa Cavalcante, Zedequias Vieira; Silva, M. L. S. da. (2011). A Importância da Revolução Industrial no Mundo da Tecnologia. Encontro Internacional de Produção Científica.

Crawford, J. Kent. Project management maturity model. USA: Auerbach, 2007.

Crnjac, M.; Veža, I.; Banduka, N. (2017). From concept to the introduction of industry 4.0. International Journal of Industrial Engineering and Management, v. 8, n.1, p. 21–30.

Cronin, B. (1983). Post-industrial society: some manpower issues for the library/information profession. Journal of Information Science, v. v.7, p. 1–14.

C2TI. (2018). O que é a quarta revolução industrial. <https://c2ti.com.br/blog/o-que-e-a-quarta-revolucao-industrial-empreededorismo>.

Danjou, C.; L. Rivest; R. P. Industry 4.0: Paths to the Era of Digital and Connectivity. CEFRIO, 2016a.

Darko, A., Chan, A. P., Adabre, M. A., Edwards, D. J., Hosseini, M. R., & Ameyaw, E. E. (2020). Artificial intelligence in the AEC industry: Scientometric analysis and visualization of research activities. Automation in Construction, 112, 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103081>

Darwin, Charles. A origem das espécies: a origem das espécies por meio da seleção natural ou a preservação das raças favorecidas na luta pela vida. São Paulo: Martin Claret, 2014.

Deloitte. Industry 4.0. Challenges and Solutions for the Digital Transformation and Use Of Exponential Technologies. 2014. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/manufacturing/ch-en-manufacturing-industry-4-0-24102014.pdf>.

- Demo, P. (1998). Avaliação qualitativa. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro.
- Digital SAE. (2020). O que é Realidade Aumentada e como ela pode ser aplicada na Educação.
- Duhan, S.; Levy, M. & Powell, P. (2001). Information Systems strategies in knowledge-based SMEs: the role of core competencies". European Journal of Information Systems, v.10, n.1, p.25-40.
- Drucker, P. (1998). On the profession of Management. Cambridge, Mass., Harvard Business School Press.
- Evans, Peter. C.; Annunziata, Marco. (2012). Industrial Internet: Pushing the Boundaries of Minds and Machine. General Electric Technical Report. ppp 7-8-37.
- Everts, S. Sobrecarga de informação. Destilações. 2 26-33, 2016.
- Faltejsek, M. (2018). BIM as an effective tool of project and facility management. International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM: Surveying Geology & mining Ecology Management, 18, 195-200. <https://doi.org/10.5593/sgem2018/2.1/S07.025>.
- Forrest, E.; Hoanca, B. Artificial intelligence: Marketing's game changer. [s.l: s.n.].
- Freeman, C; Louçã, F. (2001) As time goes by: from the Industrial Revolution to the Information Revolution. New York: Oxford University Press.
- Gentner, S. (2016). Industry 4.0: Reality, Future or just Science Fiction How to Convince Today's Management to Invest in Tomorrow's Future! Successful Strategies for Industry 4.0 and Manufacturing IT. CHIMIA International Journal for Chemistry, v. 70, n. 9, p. 628–633.
- Gil, A. C. (2008). Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.
- Gray, D. E. (2012). Pesquisa no mundo real. Universidade de Surrey, v. 2a edição.
- Harwardt, M. (2020). Servant leadership and its effects on IT project success. Journal of Project Management, 5, 59–78. <https://www.readcube.com/articles/10.5267%2Fj.jpm.2019.7.001>.

Hecklau, F., Galeitzke, M., Flachs, S., & Kohl, H. Holistic approach for human resource management in Industry 4.0. *Procedia Cirp*, v. 54, n. 1, p. 1-6, 2016. doi: 10.1016/j.procir.2016.05.102.

Henderson, J. C & Venkatraman; N. (1993). Strategic Alignment: Leveraging Information Technology for transforming Organizations. *IBM Systems Journal*, vol. 32, Nº 1, pp. 4-16.

Hermann, M.; Pentek, T.; Otto B. (2015). Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review, Working Paper Nº. 01.

Iriarte, C., & Bayona, S. (2020). IT projects success factors: A literature review. *International Journal of Information Systems and Project Management*, 8(2). <https://aisel.aisnet.org/ijispm/vol8/iss2/4>.

ITSS, Tecnologia (2021). O que é a metodologia Scrum e quais suas vantagens? <https://itsstecnologia.com.br/blogs/o-que-e-a-metodologia-scrum-e-quais-suas-vantagens/>

Jugend, D.; Barbalho, S. C. M.; Silva, S. L. Contribuições do escritório de projetos à gestão do portfólio de produtos. *Production*, v. 26, p. 190-202, 2015.

Kagermann, H. et al. (2013). Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: Securing the future of German manufacturing industry final report of the Industrie 4.0 Working Group, Frankfurt, Alemanha.

Kerzner, Harold. (2006). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling and Controlling*. 9a. Ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Kiani Mavi, R., & Standing, C. (2018). Critical success factors of sustainable project management in construction: A fuzzy DEMATEL-ANP approach. *Journal of Cleaner Production*, 194, 751–765. doi:10.1016/J.JCLEPRO.2018.05.120.

Kniberg, H.; Farhang, R. Bootstrapping (2008). Scrum and XP under crisis. In: *AGILE CONFERENCE*, 2008, Toronto. Proceedings.. Toronto, p. 436-444.

Knechtel, M. R. (2014). *Metodologia da pesquisa em educação: uma abordagem teórico-prática dialogada*. Curitiba, PR: Intersaberes.

Kolasa, I. (2017, Junho). Success Factors for Public Sector Information System Projects: Qualitative Literature Review. In Proceedings of the 17th European Conference on Digital Government Military Academy, 326-335.

Laudon, Kenneth; Laudon, J. (2011). Sistemas de Informações Gerenciais. Pearson São Paulo, v. 9a Edição.

Laurindo, F. J. B. et al. (2001). O Papel da Tecnologia da Informação (TI) na Estratégia das Organizações. Gestão & Produção, v.8, n.2, p.160-179.

Lee, Jay; Bagheri, Behrad; Kao, Hung-an. A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems. Manufacturing Letters, 2014, v. 3. p. 18-23.

Lee, M.-X.; Lee, Y.-C.; Chou, C. J. (2017). Essential Implications of the Digital Transformation in Industry 4.0. Journal of Scientific & Industrial Research, v. 76, p. 465–467.

Malanima, L. E. Quarta Revolução Industrial e o Gestor de projetos 4.0. LinkedIn. (2018). <https://pt.linkedin.com/pulse/quartarevolu%C3%A7%C3%A3o-industrial-e-o-gestor-de-projetos-40-lucas>.

Mann, C.; Maurer, F. A. (2005). Case study on the impact of Scrum on overtime and customer satisfaction. In: Agile Development Conference. Proceedings.. IEEE Computer Society, p. 70-79.

Marques, M.; Lazzarini Neto, S. 2002. Capital humano e TI gerando vantagem competitiva. RAE eletrônica, v. 1, n. 2, p. 1–16.

Matarić, M. (1992). Behavior-Based Control: Main Properties and Implications. In Proceedings, IEEE International Conference on Robotics and Automation, Workshop on Architectures for Intelligent Control Systems, p. 46-54.

Mcfarlan, W. E. (1984). Information Technology Changes The Way You Compete. Harvard Business Review, v. v.62, p. 98–103.

Mckinsey. (2015). How to navigate digitization of the manufacturing sector.

Merriam, S. B. (1998). Qualitative research and case study applications in education. San Francisco: Jossey-Bass.

Merz, S. L. (2016). *Industrie 4.0 – Vorgehensmodell für die Einführung*. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, Germany.

Minayo, M.C. de S. *O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde*. São Paulo-Rio de Janeiro, HUCITEC-ABRASCO, 1992.

Minayo, M. C. S. (2004). *O Desafio do Conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde*. 8. ed. São Paulo: Hucitec.

Minitab, LLC. (2023). <https://support.minitab.com/pt-br/minitab/20/help-and-how-to/statistics/basic-statistics/how-to/correlation/perform-the-analysis/select-the-analysis-options/>

Moeuf, A. et al. (2018). The industrial management of SMEs in the era of Industry 4.0. *International Journal of Production Research*, v. 56, n. 3, p. 1118–1136.

Mosconi, F. (2015). *The new European industrial policy: global competitiveness and the manufacturing renaissance*. [s.l.] Routledge.

Mpress, (2023). *Vantagens das metodologias ágeis na Indústria 4.0*. <https://mpress.com.br/vantagens-das-metodologias-ageis-na-industria-4-0/>.

Müller, J. M.; Kiel, D.; Voigt, K.I. (2018). What drives the implementation of Industry 4.0 The role of opportunities and challenges in the context of sustainability. *Sustainability (Switzerland)*, v. 10, n. 1.

Müller, J. M.; Buliga, O.; VOIGT, K.-I. (2018). Fortune favors the prepared: How SMEs approach business model innovations in Industry 4.0. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 132, p. 2–17.

Nagy, Judit, et al. (2018). The Role and Impact of Industry 4.0 and the Internet of Things on the Business Strategy of the Value Chain—The Case of Hungary. *Sustainability*, 10.10: 3491.

Paasivaara, M.; Durasiewicz, S.; Lassenius, C. Distributed agile development: using Scrum in a large project. *Global Software Engineering*, p. 87-95, 2008.

Porter, M. E. (2011). *Competitive advantage of nations: creating and sustaining superior performance*. simon and schuster.

Porter, M.E. (2001): "Strategy and the internet". Harvard Business Review, v.79, n.1, p.63-78.

Porter, M.E. & Millar, V.E. (1985): "How information gives you competitive advantage". Harvard Business Review, v.63, n.4, p.149-160.

Project Management Institute (2013). Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK). 6ª ed. Pennsylvania: Project Management Institute Inc.

Project Management Institute (2017). The pulse of the Profession – Success Rates Rise. Pennsylvania. Project. 9th Edition. Pennsylvania.

Rising, L.; Janoff, N. S. (2000). The Scrum software development process for small teams. IEEE Software, v. 17, n. 4, p. 26-32. <http://dx.doi.org/10.1109/52.854065>.

Roblek, V.; Meško, m.; Krapež, A. (2016). A Complex View of Industry 4.0. SAGE Open, p. 1–11.

Rodrigues, T. V.; Resende, L. M. M.; Yoshino, R. T.; Pontes, J. (2019). The Effects of Industry 4.0 Implementation on Organizational Value Chain. In: 3rd International Symposium on Supply Chain 4.0: Challenges and Opportunities of Digital Transformation, Intelligent Manufacturing and Supply Chain Management 4.0, ISSC4, October 24-28th, Indianapolis, USA.

Rodrigues, L. F.; De Jesus, R. A.; Schützer, Klaus. (2016). Industrie 4.0: Uma revisão da literatura. Revista de Ciência & Tecnologia, v. 19, n. 38, p. 33-45.

Rodrigues, T. V.; Resende, L. M. M.; Yoshino, R. T.; Pontes, J. The Effects of Industry 4.0 Implementation on Organizational Value Chain. In: 3rd International Symposium on Supply Chain 4.0: Challenges and Opportunities of Digital Transformation, Intelligent Manufacturing and Supply Chain Management 4.0, ISSC4 — 2019, October 24-28th, Indianapolis, USA.

Rojko, A. (2018). Industry 4.0 Concept: Background and Overview. <http://online-journals.org/index.php/i-jim/article/view/7072/4532>.

Rüssmann, M. et al. (2015), Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. Boston Consulting Group, v. 9, n. 1, p. 54–89.

Salo, O.; Abrahamsson, P. (2008). Agile methods in European embedded software development organizations. *IET Software*, v. 2, n. 1, p. 58-64. <http://dx.doi.org/10.1049/iet-sen:20070038>.

Sanchez, O. P., Terlizzi, M. A., de Moraes, H. R., & de, O. C. (2017). Cost and time Project management success factors for information systems development projects. *International Journal of Project Management*, 35(8), 1608–1626. doi:10.1016/J.IJPROMAN.2017.09.007.

Santos, M. H., Pereira, D. E. A., de Oliveira Silva, T. H., Salomon, V. A. P.; Chagas, J. M. (2010). Os impactos tecnológicos no gerenciamento de projetos. In: *Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, XVSEGeT*. <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos18/12126374.pdf>

Santos, B. P. et al. (2016). Internet das coisas: da teoria à prática. XXXIV *Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos*. Salvador. <http://www.sbrc2016.ufba.br/minicurso/minicurso-1/>

Santos, B. P. et al. (2018). Indústria 4.0: desafios e oportunidades. *Revista Produção e Desenvolvimento*, v. 4, n. 1, p. 111-124. DOI: <https://doi.org/10.32358/rpd.2018.v4.316>.

Santos, T. A. dos. As competências individuais em projetos da indústria 4.0. 2018. 115 f. Dissertação (Programa de Mestrado Profissional em Administração - Gestão de Projetos) - Universidade Nove de Julho, São Paulo. Disponível em: <http://bibliotecatede.uninove.br/bitstream/tede/2060/2/Tain%c3%a1%20Alves%20dos%20Santos.pdf>.

Scott, I. A., Sullivan, C., & Staib, A. (2019). Going digital: a checklist in preparing for hospital- wide electronic medical record implementation and digital transformation. *Australian Health Review*, 43(3), 302-313. <https://doi.org/10.1071/AH17153>

Schlick, J. et al. (2014), Industrie 4.0 in der praktischen Anwendung. In: Bauernhansl, T.; Ten Hompel, M.; Vogel-Heuser, B. (Ed.).

Schroeder, R. Big data: shaping knowledge, shaping everyday life. v. 12, 2018.

Schwab, K. (2017). A quarta revolução industrial. São Paulo: Edipro.

Schwaber, K.; Beedle, M. Agile software development with Scrum Prentice Hall, 2002.

Schwaber, K. (1995). Scrum Development process. <http://jeffsutherland.com/oopsla/schwapub.pdf>.

Schuh, Günther et al. (2017). Industrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies. (acatech STUDY) Munich: Herbert Utz.

Seidelmann, Joachim (Berlim). Fraunhofer. Digital Transformation/Industrie 4.0, 2018. <https://www.ipa.fraunhofer.de/en/about-us/guiding-themes/industrie-4-0/definition.html>.

Sicotte, H., & Delerue, H. (2021). Project planning, top management support and communication: A trident in search of an explanation. Journal of Engineering and Technology Management, 60, 101626. doi:10.1016/J.JENGTECMAN.2021.101626.

Siegel, S. (1975), Estatística Não Paramétrica para as Ciências do Comportamento, McGraw-Hill, São Paulo.

Silva, D. N.; Sousa, R. (2014). Revolução Industrial; Brasil Escola. <https://brasilecola.uol.com.br/historiag/revolucao-industrial.htm>.

Silva, Danilo Goulart da. Indústria 4.0: conceito, tendências e desafios. (2017). Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Silva, Edna Lucia da, Menezes, E. M. (2005). Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação. 2005.

Silva, F. H. R. Um estudo sobre os benefícios e os riscos de segurança na utilização de Cloud Computing. UNISUAM-RJ, 2010.

Snijders, C .; Matzat, U .; REIPS, U.-D. “Big data”: Grandes lacunas de conhecimento no campo da Internet. Jornal Internacional de Ciência da Internet. 7: 1–5., 2012.

Soares, M.; Neto, M. T. R. (2019). Congresso de Gestão, Projetos e Liderança do PMI-MG. V.14. http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/8508/1/PG_COAUT_2017_2_02.pdf.

Strassman, P.A. (1990): *The Business Value of Computers* New Canaan, The information Economic Press.

Stratopoulos, T.; Dehning, B. (2000) Does successful investment in IT solve the productivity paradox? *Information & Management*, v. 38, p. 103-117.

Sun, J., Yamamoto, H., & Matsui, M. (2020). Horizontal integration management: An optimal switching model for parallel production system with multiple periods in smart supply chain environment. *International Journal of Production Economics*, 221, 107475. doi:10.1016/J.IJPE.2019.08.010.

Sutherland, J. et al. Fully distributed Scrum - the secret sauce for hyperproductive offshored development teams. In: *AGILE CONFERENCE*, 2008, Toronto. Proceedings.. Toronto, 2008. p. 339-344.

Sutherland, J. et al. Distributed Scrum. Agile project management with outsourced development system sciences. In: *HAWAII INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES HICSS*, 2007. Proceedings.. 2007. p. 274-285.

Takeuchi, H.; Nonaka, I. (1986). The new product development game. *Harvard Business Review*, p. 137-146.

Taurion, C. (2009). *Cloud Computing: Computação em Nuvem: Transformando o mundo da tecnologia da informação*. Rio de Janeiro. Brasport.

Thames, L.; Schaefer, D. (2016). Software-defined Cloud Manufacturing for Industry 4.0. *Procedia CIRP*, v. 52, p. 12–17.

Thiollent, Michel Jean-Marie.(1984)Aspectos qualitativos da metodologia de pesquisa com objetivos de descrição, avaliação e reconstrução. *Cadernos de Pesquisa*, São Paulo, n. 49, p. 45-50.

Tschohl, C. (2014). Industrie 4.0 aus rechtlicher Perspektive. *e & i Elektrotechnik und Informationstechnik*, v. 131, n. 7, p. 219–222.

Valle, A. B., Soares, P. C. A., Finocchio, J. Jr., & Silva L. S. F. (2007). *Fundamentos do gerenciamento de projetos*. Rio de Janeiro: FGV.

Vargas, R. V. (2005). *Gerenciamento de projetos: estabelecendo diferenciais competitivos*. Rio de Janeiro: Brasport.

Wan, J. et al. (2016). Software-Defined Industrial Internet of Things in the Context of Industry 4.0. *IEEE Sensors Journal*, p. 1–1.

White, T. (2009). *Hadoop: The Definitive Guide*. 1st Edition. O'Reilly Media. Pg 3.

Zhang, C., Chen, Y., Chen, H., & Chong, D. (2021). Industry 4.0 and its Implementation: A Review. *Information Systems Frontiers*, 2021, 1–11. doi:10.1007/S10796-021-10153-5.

7. APÊNDICE A

Esta pesquisa tem por objetivo analisar e abordar o tema do gerenciamento de projetos no contexto da Indústria 4.0, ou quarta revolução industrial, também chamada de transformação digital. O objetivo é fornecer insights sobre as questões, desafios e soluções para a implementação e gerenciamento de projetos neste cenário.

Essa é a primeira fase da pesquisa. Mais quantitativa para subsidiar uma análise mais aprofundada no futuro.

O preenchimento da demanda leva em torno de 15 minutos.

Desde já, agradecemos sua participação.

PARTE 1 – CARACTERIZAÇÃO

1. Nome da empresa ou órgão:

2. Em qual estado está localizada a matriz da sua empresa?

3. Qual sua função na área de gerenciamento de projetos?

4. Seria possível deixar algum contato para participar da fase 2 da pesquisa?

5. Em que medida os projetos são concluídos dentro do prazo?

- a) Muito raramente
- b) Raramente
- c) Mediano
- d) Provavelmente
- e) Muito provavelmente

6. Em que medida os projetos são concluídos dentro do custo previsto?

- a) Muito raramente
- b) Raramente
- c) Mediano
- d) Provavelmente
- e) Muito provavelmente

7. Em que medida os projetos entregam o escopo planejado?

- a) Muito raramente
- b) Raramente
- c) Mediano
- d) Provavelmente
- e) Muito provavelmente

PARTE 2 – PRÁTICAS DE GESTÃO DE PROJETOS

1. Quais ferramentas são usadas para gerenciar os projetos na sua empresa? MS Project? Trello? Excel? Outros?

2. Quais as dificuldades e/ou problemas enfrentados para gerenciar os projetos na sua empresa?

3. Uso do Guia **PMBOK**:

Respostas:

- a) Muito raramente; b) Raramente; c) Mediano; d) Provavelmente;
e) Muito provavelmente.

- 1) Gestão do escopo
- 2) Gestão do tempo
- 3) Gestão do custo
- 4) Gestão da qualidade
- 5) Gestão de recursos
- 6) Gestão de *stakeholders*
- 7) Gestão de comunicações
- 8) Gestão de aquisições
- 9) Gestão de riscos
- 10) . Gestão da integração

4. Sobre a utilização de **Gestão Ágil de Projeto**

Respostas:

- a) Muito raramente; b) Raramente; c) Mediano; d) Provavelmente;
e) Muito provavelmente.

- 1) Scrum master
- 2) Backlog do produto
- 3) Backlog de atividades
- 4) Momentos de revisão
- 5) Encontros diários de planejamento e replanejamento
- 6) Quadro kanban
- 7) Outras práticas ágeis

PARTE 3 - INDÚSTRIA 4.0 NA GESTÃO DE PROJETOS

A Indústria 4.0 é caracterizada por algumas possibilidades tecnológicas que objetivam imprimir maior produtividade nas operações diárias das organizações, em processos internos e com clientes. Abaixo estão citadas algumas dessas tecnologias. Indique quais delas já são utilizadas e em que nível na sua organização.

Respostas:

a) Muito raramente; b) Raramente; c) Mediano; d) Provavelmente; e

e) Muito provavelmente.

- 1) A empresa coleta, organiza e analisa grandes quantidades de dados relacionados aos projetos que desenvolve? (Big Data e Data Analytics)
- 2) A empresa utiliza robôs com capacidade de trabalhar sem a supervisão humana, agindo de forma inteligente, cooperativa e autônoma em atividades de projetos? (Robôs autônomos)
- 3) É utilizada alguma ferramenta de simulação virtual de redes de operações, cronograma, atividades do projeto como forma de prever resultados? (Simulação - digital twin)
- 4) A empresa utiliza sensores em máquinas e equipamentos que geram dados, ou para inserção de dados por parte de colaboradores quando concluem algum tipo de tarefa para, por exemplo, controlar o progresso das atividades do projeto? (Internet das coisas, RFID, Código de barras)
- 5) A empresa adota tecnologias para proteger os dados gerados e analisados em seus projetos? (Cyber Security)
- 6) A empresa utiliza tecnologias de computação em nuvem para aumento da capacidade e velocidade de processamento de dados ou para permitir o monitoramento remoto dos projetos? (Cloud computing)
- 7) A empresa utiliza manufatura aditiva para produção de protótipos físicos e peças, por exemplo, para testar alguma funcionalidade do produto mesmo sem a fabricação de peças definitivas? (Manufatura aditiva, caso de desenvolvimento de produtos físicos, por exemplo)
- 8) A empresa adota realidade aumentada por meio de aplicativo celular, tablet, computador, projetores ou outro meio para a geração e prestação de

serviços, para monitoramento de atividades remotas dos projetos ou para treinamento de colaboradores no setor de projetos? (Realidade aumentada)

9) A empresa utiliza tecnologias que buscam repetir a capacidade humana de raciocinar, tomar decisões, resolver problemas, dotando softwares e robôs de uma capacidade de automatizar vários processos de análise em projetos? (Inteligência artificial)

10) O setor de projetos realiza comunicação ágil e digitalizada com seus clientes para aquisição de dados, por exemplo de atraso no andamento dos projetos? (Monitoramento remoto)