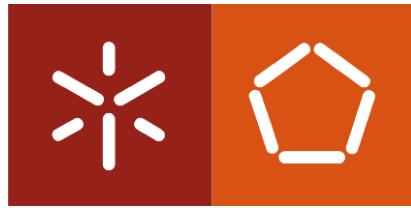


Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Thais de Souza Albertos

Proposição de um Método para Gestão de Projetos
na Indústria 4.0

Setembro de 2021



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Thais de Souza Albertos

Proposição de um Método para Gestão de
Projetos na Indústria 4.0

Dissertação de Mestrado em Gestão de Projetos de
Engenharia

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor Pedro Miguel Gonzalez Abreu Ribeiro

Setembro de 2021

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição

CC BY

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a todos os meus familiares e amigos por todo o apoio, incentivo e compreensão que tiveram para comigo, durante a minha formação, mas, principalmente, por terem estado sempre ao meu lado, provendo-me amor incondicional. Obrigada especial à minha mãe Rose Mary, ao meu pai Jorge Miguel, ao meu irmão Raphael e à minha irmã Nathalia.

Ao orientador, Prof. Pedro Ribeiro, por acreditar no meu potencial, por todos os ensinamentos e pelo auxílio nas metas e objetivos necessários para o desenvolvimento deste trabalho.

A todos os colegas de curso que fizeram parte da minha trajetória, por todos os compartilhamentos de conhecimentos, todas as opiniões e todos os momentos de descontração, em especial à Cláudia Dinis e Gustavo Rubio.

À Universidade do Minho, por toda a infraestrutura e disponibilidade de recursos essenciais para o desenvolvimento deste trabalho.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducentes à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

RESUMO

Proposição de um Método para Gestão de Projetos na Indústria 4.0

A Quarta Revolução Industrial – Indústria 4.0 – traz novos conceitos para o cotidiano das empresas, permitindo o surgimento de novos modelos de negócios. A Indústria 4.0 impacta não só a linha de produção, mas todas as áreas das organizações, forcingo-as a procurar novos métodos que auxiliam a gestão de projetos. A fim de melhorar o processo de gestão de projetos, tais métodos necessitam de trazer mais agilidade com ações mais sustentáveis e com a tomada de decisão orientada com dados, tornando-a mais assertiva. Assim, as mudanças que a Indústria 4.0 traz estimulam a procura de novos fatores que influenciam o sucesso dos projetos. Esta dissertação apresenta uma revisão e análise da literatura da gestão de projetos na perspectiva da Indústria 4.0. Foram elencados artigos nas bases de dados científicas considerando os Fatores Críticos de Sucesso dos projetos na Indústria 4.0. Com base na análise crítica da literatura, realizou-se uma proposição de um método para a gestão de projetos na Indústria 4.0.

PALAVRAS-CHAVE

Agilidade, Dados, Gestão de Projetos, Indústria 4.0, Método.

ABSTRACT

Proposition of a Method for Project Management in Industry 4.0

The Fourth Industrial Revolution – Industry 4.0 – brings new concepts to the daily lives of the companies, allowing the emergence of new business models. Industry 4.0 impacts not only the production line, but all areas of the organizations, forcing them to seek new methods that help the project management process. To improve the project management process, those new methods need to bring more agility with sustainable actions and with more assertive data-driven decision making. Therefore, the changes that Industry 4.0 brings stimulate the search for new factors that influence the success of projects. This dissertation presents a review and analysis of the project management literature from the perspective of Industry 4.0. Articles were listed in the scientific databases considering the critical success factors of projects in Industry 4.0. Based on the critical analysis of the literature, a proposal for a method for project management in Industry 4.0 was made.

KEYWORDS

Agility, Data, Project Management, Industry 4.0, Method.

ÍNDICE

Agradecimentos	iii
Resumo	v
Abstract	vi
Índice	vii
Índice de Figuras	ix
Índice de Tabelas	xi
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos	xii
1. Introdução	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Objetivo geral	2
1.2.2 Objetivos específicos	2
1.3 Método de investigação	3
1.4 Estrutura do trabalho	3
2. Revisão Teórica	4
2.1 Indústria 4.0	4
2.1.1 Evolução histórica	4
2.1.2 Conceito da Indústria 4.0	9
2.1.3 Pilares da Indústria 4.0	12
2.2 Gestão de projetos	15
2.2.1 Evolução histórica	15
2.2.2 Conceito de gestão de projetos	18
2.2.3 Metodologia ágil	20
2.2.4 Ciclo PDCA	22
2.2.5 Modelos de gestão de projetos	22
3. Método de Levantamento e de Análise dos dados	27
4. Diretrizes do método	31
4.1 Revisão sistemática preliminar	31

4.2	Fatores Críticos de Sucesso.....	34
4.3	Diretrizes do método proposto.....	39
5.	Proposição do Método de gestão de projetos para Indústria 4.0	46
5.1	Ciclo de vida do projeto na Indústria 4.0.....	46
5.1.1	Preparação do projeto.....	47
5.1.2	Iniciação do projeto.....	48
5.1.3	Planeamento do projeto	49
5.1.4	Simulação do projeto	50
5.1.5	Execução do projeto.....	51
5.1.6	Monitoramento e controlo do projeto	52
5.1.7	Encerramento do projeto.....	53
5.1.8	Avaliação do projeto	54
5.2	Áreas de conhecimento do projeto na Indústria 4.0	55
5.2.1	Gestão de dados	58
5.2.2	Gestão de sustentabilidade.....	59
5.2.3	Gestão de benefícios	61
5.2.4	Gestão de agilidade.....	62
5.3	Método de gestão de projeto na Indústria 4.0	64
5.4	Mentalidade de gestão de projetos na Indústria 4.0	66
6.	Conclusão.....	68
	Referências Bibliográficas	72
	Apêndice 1 – Áreas de conhecimento VERSUS Ciclo de vida do Projeto na Indústria 4.0	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Evolução histórica	8
Figura 2: Revolução dos modelos de produção ao longo do tempo.....	9
Figura 3: Integração na Indústria 4.0	10
Figura 4: Os 9 pilares da Indústria 4.0	13
Figura 5: Transição dos modelos de gestão	16
Figura 6: Evolução da Gestão de projetos	17
Figura 7: Relação das componentes-chave do guia PMBOK em projetos	24
Figura 8: As três áreas do PEB.....	25
Figura 9: A casa do PM ²	26
Figura 10: Ciclo de vida do projeto PM ²	26
Figura 11: Tipos de contribuição de conhecimento DSR	28
Figura 12: Método de pesquisa	29
Figura 13: Gráfico dos FCS	38
Figura 14: Interação entre as áreas do PEB.....	42
Figura 15: Fluxograma da PM2 – fases, entradas, saídas e condutores	44
Figura 16: Ciclo de vida do projeto na Indústria 4.0.....	46
Figura 17: Fase de preparação do projeto	48
Figura 18: Fase de iniciação do projeto	49
Figura 19: Fase de planeamento do projeto.....	49
Figura 20: Ciclo PDCA	50
Figura 21: Fase de simulação do projeto	51
Figura 22: Fase de execução do projeto	52
Figura 23: Fase de monitoramento e controlo do projeto	53
Figura 24: Fase de encerramento do projeto	54
Figura 25: Fase de avaliação do projeto	54
Figura 26: 14 áreas de conhecimento para a gestão de projetos na Indústria 4.0	55
Figura 27: Gestão de dados em projetos na Indústria 4.0	58
Figura 28: Gestão da sustentabilidade em projetos na Indústria 4.0.....	60
Figura 29: Gestão de benefícios nos projetos na Indústria 4.0	61
Figura 30: Atributos de gestão de agilidade em projetos na Indústria 4.0	63

Figura 31:Método de gestão de projeto na Indústria 4.065

Figura 32: Mentalidade de gestão de projeto na Indústria 4.0.....67

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Metodologia ágil versus Tradicional	21
Tabela 2: Principais resultados dos artigos primeira query.....	32
Tabela 3: Principais resultados dos artigos segunda query.....	33
Tabela 4: Principais resultados dos artigos terceira query	33
Tabela 5: Fatores Críticos de Sucesso de Gestão de Projetos na Indústria 4.0.....	35
Tabela 6: Resumo das áreas de conhecimento e grupos de processo do projeto do PMBOK	40
Tabela 7: Fases do ciclo de projeto no PM2	43
Tabela 8: Tarefas no ciclo de vida do projeto na Indústria 4.0 parte 1	56
Tabela 9: Tarefas no ciclo de vida do projeto na Indústria 4.0 parte 2	57
Tabela 10: Gestão de dados no ciclo de vida do projeto na Indústria 4.0.....	59
Tabela 11: Gestão da sustentabilidade no ciclo de vida do projeto na Indústria 4.0	60
Tabela 12: Gestão de benefícios no ciclo de vida do projeto na Indústria 4.0.....	62
Tabela 13: Gestão de agilidade no ciclo de vida do projeto na Indústria 4.0	63

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

AR: Realidade Aumentada

COM: Critical Path Method

CPS: Ciberfísicos

CSFs: Critical Success Factors

DSR: Design Science Research

FCS: Fatores Críticos de Sucesso

I4.0: Indústria 4.0

IPMA: International Project Management Association

IoT: Internet of Things (Internet das Coisas)

PDCA: Plan, Do, Check, Act

PERT: Program Evaluation & Review Technique

PMI: Project Management Institute

PMBOK: Project Management Body of Knowledge

PEB: Project Excellence Baseline

PM²: Project Management Methodology

SSF: Systematic Search Flow

WWW: World Wide Web

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo é apresentando o enquadramento com as justificações bem como motivações para o desenvolvimento desta dissertação. Em seguida, é descrito o objetivo geral e os específicos, trazendo a finalidade deste trabalho. Posteriormente, é detalhado o método de abordagem da pesquisa e a estrutura do presente documento.

1.1 Enquadramento

A Indústria 4.0 simboliza a Quarta Revolução Industrial que vem atender a demanda proveniente das constantes mudanças na sociedade devido aos avanços tecnológicos. Tais avanços alteram padrões de consumo, de produção, serviços e modelos de negócio. Dessa forma, é necessário que as organizações adaptem os seus processos, a fim de sobreviverem nesse ambiente, que está cada vez mais competitivo. Com isso, o papel da gestão de projetos tem vindo a tornar-se fundamental para suportar esse processo de mudança, sendo um fator crucial para as organizações conseguirem transitar para esse novo paradigma industrial (Da et al., 2020; Hecklau et al., 2016; Keller et al., 2014).

Este conceito – Indústria 4.0 ou I4.0 – surge pela primeira vez na Alemanha, em 2011, na cidade de Hannover, como sendo uma iniciativa estratégica alemã que visa criar fábricas inteligentes em que as tecnologias de manufatura são atualizadas e transformadas por sistemas ciberfísicos (CPS), Internet das Coisas (IoT) e computação na nuvem. Desde então, essa iniciativa apresenta uma nova revolução na forma como as fábricas operam. Os sistemas de fabricação são capazes de monitorar processos físicos e tomar decisões inteligentes por meio da comunicação em tempo real e da cooperação com seres humanos, máquinas e sensores (Dopico et al., 2016; Kagermann et al., 2013; Lee et al., 2015; Roldán et al., 2019).

A velocidade, o alcance e o impacto que a Indústria 4.0 traz, com a nova era tecnológica, transformará fundamentalmente as cadeias de valor da produção e os modelos de negócios, tornando a tomada de decisão mais descentralizada, e os processos mais eficientes, autónomos e customizáveis. Isso significa um novo período no contexto industrial, transformando diversos setores do mercado. No entanto, essas mudanças não ocorrem apenas na indústria, outros segmentos também necessitaram de se adaptar a essa nova era, como é o caso da gestão de projetos, com isso é importante que as organizações realizem melhores práticas de gestão de projetos (Lasi et al., 2014; Lee et al., 2015; Schwab, 2016; Tereso et al., 2019).

A gestão de projetos tem sido uma área que cada vez mais as organizações procuram para atingir os seus objetivos estratégicos. O fenómeno de “*projectization*” tem sido assim denominado como uma nova forma de gestão que lhes permite integrar, planear e controlar cronogramas, recursos e esforços para potencializar o desempenho seja de uma atividade, de um processo, produto ou serviço (Crawford, 2005; Pant & Baroudi, 2008). A gestão de projetos na Indústria 4.0 apoiar-se-á em princípios como o de interoperabilidade, de virtualização, de descentralização, de capacidade de resposta em tempo real, de modularidade, com uma maior segurança e menor custo.

Por ser um conceito novo, a Indústria 4.0 possui carências em relação a informações, padronizações e conceitualizações. O que faz com que haja a necessidade de um bom direcionamento bem como de diretrizes de utilização e de gestão (Schepman et al., 2012). Schwab (2016) aponta que as novas tecnologias mudarão drasticamente a natureza do trabalho em todos os setores e ocupações. Assim, por sua natureza, exige uma adaptação da forma de gestão e do desenvolvimento de todo um novo conjunto de métodos para se fazer a gestão de projetos na Indústria 4.0.

Dessa forma, o problema de pesquisa desta dissertação de mestrado assenta na elaboração de uma proposição de um método de gestão de projetos na Indústria 4.0. Para tal, utilizam-se os Fatores Críticos de Sucesso para auxiliar a elaboração do método, pois representam os agentes essenciais para o sucesso de um programa ou técnica (Rockart, 1979), e são responsáveis pela caracterização das ações e processos necessários para que os objetivos da empresa possam ser alcançados (Brotherton & Shaw, 1996).

1.2 Objetivos

Os objetivos propostos neste trabalho procuram solucionar o problema de pesquisa descrito na secção anterior. Portanto, seguem os objetivos gerais e específicos desta dissertação de mestrado.

1.2.1 Objetivo geral

Elaborar uma proposição de um método para gestão de projetos dentro da Indústria 4.0 baseado nos Fatores Críticos de Sucesso.

1.2.2 Objetivos específicos

Para o alcance do objetivo geral, desdobram-se os seguintes objetivos específicos:

- a) Desenvolvimento da revisão da literatura relacionada com a gestão de projetos e a Indústria 4.0;
- b) Definição dos Fatores Críticos de Sucesso para uma gestão de projetos dentro da Indústria 4.0;

c) Elaboração da proposição do método de gestão de projetos na Indústria 4.0.

1.3 Método de investigação

A metodologia da pesquisa usada nesta dissertação de mestrado será embasada pela *Design Science Research* (DSR), que consiste em usar técnicas analíticas para estudar, pesquisar e investigar o artificial e o seu comportamento, seja do ponto de vista académico, seja do ponto de vista empresarial. Este método permite o desenvolvimento de pesquisas em diversas áreas, incluindo a engenharia, constituindo, portanto, um processo minucioso de projetar artefactos para resolver problemas, avaliar o que foi projetado, ou o que está funcionando, e revelar os produtos obtidos (Bayazit, 2004; Çağdaş & Stubkjær, 2011; Chakrabarti, 2010; Vaishnavi & Kuechler, 2004).

1.4 Estrutura do trabalho

Além desta secção de introdução, esta dissertação de mestrado apresenta outras seções, mais precisamente: a secção 2, que aborda a revisão da literatura; a secção 3, que descreve os métodos adotados para a realização desta pesquisa; a secção 4, que traz as diretrizes para a proposição do método; a secção 5, que traz a proposição e o detalhamento do método de gestão de projetos na Indústria 4.0; e, por fim, a secção 6, em que consta a conclusão desta dissertação de mestrado.

2. REVISÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão abordados temas que envolvem o conceito da Indústria 4.0 e da gestão de projetos. Inicialmente, procurou-se caracterizar a evolução dos sistemas de produção na indústria, para, deste modo, ser possível compreender o porquê do surgimento da Indústria 4.0. Em seguida, foi detalhada a sua estrutura como também descritas algumas características que suportam esse conceito. Posteriormente, foi detalhado o conceito da gestão de projetos, o seu entendimento por diferentes métodos e a sua atuação, trazendo a percepção de quanto esse conceito dever-se-á adequar às exigências da nova era da Indústria 4.0.

2.1 Indústria 4.0

A indústria tem passado por inúmeras transformações até chegar à Indústria 4.0 ou I4.0, conhecida como a Quarta Revolução Industrial, que consiste na junção do uso massivo das novas tecnologias (robôs, inteligência artificial, Internet das Coisas, *big data*, computação quântica e comunicações quânticas) na utilização de máquinas em determinadas tarefas ou no desenvolvimento de novas ou mais eficientes tarefas. A transformação significativa da experiência humana em apenas alguns séculos é consequência de uma série de revoluções monumentais. Segundo Anderson (2012), a Revolução Industrial refere-se a um conjunto de tecnologias que aumentaram drasticamente a produtividade dos seres humanos, promovendo uma série de mudanças, na longevidade, na qualidade de vida, nas concentrações populacionais e no crescimento demográfico. De acordo com Stevan et al. (2018), a Indústria 4.0 nasce como uma alusão às três outras revoluções que mudaram drasticamente os processos fabris. Portanto, para um melhor entendimento da Indústria 4.0 é preciso entender, antes, como se deu o seu surgimento, e para tal será feita uma retrospectiva sobre as mudanças ocorridas nos processos de manufatura que delinearam a identificação dos cenários de todas as revoluções industriais ao longo dos anos.

2.1.1 Evolução histórica

A função produção, segundo Slack, Chambers e Johnston (2009), tem sido estudada como a reunião de recursos destinados à produção de bens e serviços. Quando eficaz, revela que a utilização de recursos para a produção implicou a satisfação de consumidores finais. Além disso, a função produção também deve ser criativa, inovadora e vigorosa para introduzir formas novas e aperfeiçoadas de produzir bens e serviços. No entanto, caso a sua eficiência tenda ao declínio, é necessário adaptá-la ou modificá-la de

acordo com o ambiente em que se insere. Womack, Jones e Roos (2004) dizem que nenhuma nova ideia surge do vácuo, mas emerge de um conjunto de condições em que a antiga ideia parece não funcionar mais. Assim, a função produção transforma-se de modo a ajustar-se constantemente às circunstâncias mutantes em que está implantada.

Segundo esse raciocínio, Martins e Laugeni (2010) enfatizam o papel do ser humano no constante desejo de transformar bens tangíveis em outros de maior utilidade. Para eles, levando-se em conta as atividades humanas primordiais, o homem quando polia a pedra a fim de transformá-la em utensílio mais eficaz estava, na verdade, a executar uma atividade de produção. Embora esse primeiro contacto com o processo produtivo apresentasse como fim o uso pessoal, em tempos futuros, foi utilizado como forma de comércio em uma produção organizada.

A primeira forma de produção organizada, segundo Martins e Laugeni (2010), surgiu com os artesões, ou seja, trabalhadores altamente qualificados. Eles construíam um produto utilizando ferramentas simples. Em linhas gerais, a produção era individualizada e levava em conta as necessidades de consumidores específicos.

Com a Primeira Revolução Industrial, no século XVIII, a produção artesanal começou a entrar em decadência, em função da substituição da força humana por máquinas a vapor. As desvantagens da produção artesanal começam a aparecer: os custos elevados não diminuíam com o volume; o sistema era incapaz de garantir qualidade e de desenvolver novas tecnologias. Assim, a Primeira Revolução Industrial ocorreu entre 1760 e 1840, provocando a construção de ferrovias, a invenção das máquinas a vapor e o início do surgimento das primeiras fábricas, fazendo com que a indústria atingisse um novo patamar com a produção mecânica. Com a introdução do maquinário, foi possível começar a produção em série dos produtos, originando um novo modelo económico que permitia um aumento significativo do negócio. A comunicação nessa época era feita através do telégrafo inventando por Samuel Morse, em 1837 (Martins, P. G.; Laugeni, 2010; Schwab, 2016; Stevan Et Al., 2018; Womack, J. P.; Jones, D. T.; Roos, 2004).

A Segunda Revolução Industrial começou no fim do século XIX e entrou no século XX com o surgimento da energia elétrica e da linha de montagem, possibilitando a produção em massa (SCHWAB, 2016). No fim do século XIX, Frederick Taylor foi uns dos pioneiros no desenvolvimento de técnicas efetivas para a sistematização do estudo e da análise do trabalho. Ele estabeleceu os princípios da administração científica, com a intenção de aumentar a produtividade, ou seja, fazer mais produtos com menos recursos. Taylor (e seus associados) extraiu os seus conceitos do campo das ideias e colocou-os em prática em um sem-número de fábricas (Corrêa, H. L.; Corrêa, 2004). No início do século XX, portanto,

havia a produção em alta escala e o uso de peças intercambiáveis produzidas por máquinas. Porém, as produções de altos volumes eram comuns em setores industriais específicos, como: tabaco, aço, óleo, entre outros. Nesse período, houve o surgimento de um setor industrial que seria, ao longo desse século, o mais influente no desenvolvimento das técnicas de gestão de operações: o setor automobilístico (Corrêa, H. L.; Corrêa, 2004). Após a Primeira Guerra Mundial, ainda nas primeiras décadas do século XX, Alfred Sloan – então presidente da empresa General Motors – e Henry Ford conduziram a fabricação mundial, de séculos de produção artesanal, para a era da produção em massa. Henry Ford superou os problemas inerentes à produção artesanal ao trazer para o ambiente industrial os princípios da administração científica, acrescidos da ideia de padronização dos produtos (baixíssima variação nos tipos de produtos finais) e de os fazer mover em estações de trabalho estáticas. As novas técnicas de Ford reduziram drasticamente os custos, aumentando ao mesmo tempo a produtividade e a qualidade do produto (Corrêa, H. L.; Corrêa, 2004; Martins, P. G.; Laugeni, 2010; Womack, J. P.; Jones, D. T.; Roos, 2004).

A Terceira Revolução Industrial começou na década de 1960, também denominada como revolução digital ou do computador, uma vez que foi impulsionada pelo desenvolvimento dos semicondutores, da computação em *mainframe*, da computação pessoal e da internet (Schwab, 2016). Ao contrário da primeira e da segunda revolução industrial, que mecanizaram os processos manuais, a terceira revolução é caracterizada pela digitalização, em que a tecnologia mecânica e analógica dá lugar à eletrónica digital (Schoenherr, 2004). Segundo Chatfield (2012), no final dos anos 70, a informática constatou ser uma tendência maior que os académicos mais ambiciosos haviam idealizado, e unidades de modelos da Apple, Commodore e da Tandy estavam a vender aos milhares. A era digital chegava ao público, sendo apenas o início da contínua integração da relação entre o ser humano e a tecnologia digital. Nos anos 90, surgiu uma forma de conectar documentos dentro e entre sistemas, chamada de World Wide Web (WWW). Assim, com um computador e uma conexão telefónica, qualquer um poderia obter uma abundância de informações com poucas barreiras. A Internet transformou-se em uma plataforma atraente para todos os tipos de compartilhamento de informações. No final dos anos 90 e início dos anos 2000, uma nova fase da Internet começou, chamada Web 2.0. Essa foi a adoção de experiências dinâmicas da web em vez de apenas páginas da web estáticas. A web tornou-se uma plataforma global de bilhões de dólares que remove as restrições geográficas e de tempo (Stolfi, 2010).

No início do século XXI, com o amadurecimento da internet, sensores cada vez menores e mais potentes, com preços a ficar mais acessíveis, software e hardware gradativamente mais aprimorados, a capacidade das máquinas de aprenderem e de colaborarem criando gigantescas redes de “coisas”, deu-se o início

da próxima evolução na indústria, cujo impacto na competitividade, na sociedade e na economia iria transformar o mundo e culminar na próxima revolução (Coelho, 2016).

A Quarta Revolução Industrial, conhecida como Indústria 4.0, surge então pela primeira vez na Alemanha, em 2011, na feira de Hannover, que traz para discussão a forma como as novas tecnologias revolucionarão a organização das cadeias globais de valor (Schwab, 2016). Criando um novo mundo nas fábricas inteligentes, em que sistemas físicos e virtuais de fabricação cooperam de forma global e flexível, permitindo a total personalização de produtos e a criação de novos modelos operacionais. A Quarta Revolução Industrial é caracterizada por uma internet mais ubíqua e móvel, por sensores menores e mais poderosos, que se tornaram mais baratos, bem como pela inteligência artificial e aprendizagem automática (ou aprendizagem de máquina). As tecnologias digitais fundamentadas no computador, software e redes não são novas, mas estão a causar rupturas com a Terceira Revolução Industrial; estão a tornar-se mais sofisticadas e integradas e, consequentemente, a transformar a sociedade e a economia global. Brynjolfsson & McAfee (2014), no seu livro *A segunda era da máquina*, afirmam que o mundo está em um ponto de inflexão, em que o efeito dessas tecnologias digitais ir-se-á manifestar com força total por meio da automação e de coisas sem precedentes.

Segundo Schwab (2016), a Quarta Revolução Industrial não se limita apenas a sistemas e máquinas inteligentes e conectadas, a sua amplitude vem em novas ondas de descobertas, nas mais diversas áreas, desde o sequenciamento genético até à nanotecnologia, das energias renováveis à computação quântica. Ainda segundo Schwab (2016), o diferencial da I4.0 está na fusão dessas tecnologias e na interação entre domínios físicos, digitais e biológicos. O estudo feito pela GTAI (2014) traz o conceito da “Smart Factory”, que não se limita a ser apenas uma unidade de produção onde estão presentes alguns recursos digitais mas sim exatamente essa junção dos mundos virtuais e físicos através de sistemas ciberfísicos e a fusão resultante dos processos técnicos com os processos de negócio a definir o rumo para a nova era industrial.

As quatro revoluções relatadas são resumidas na Figura 1.

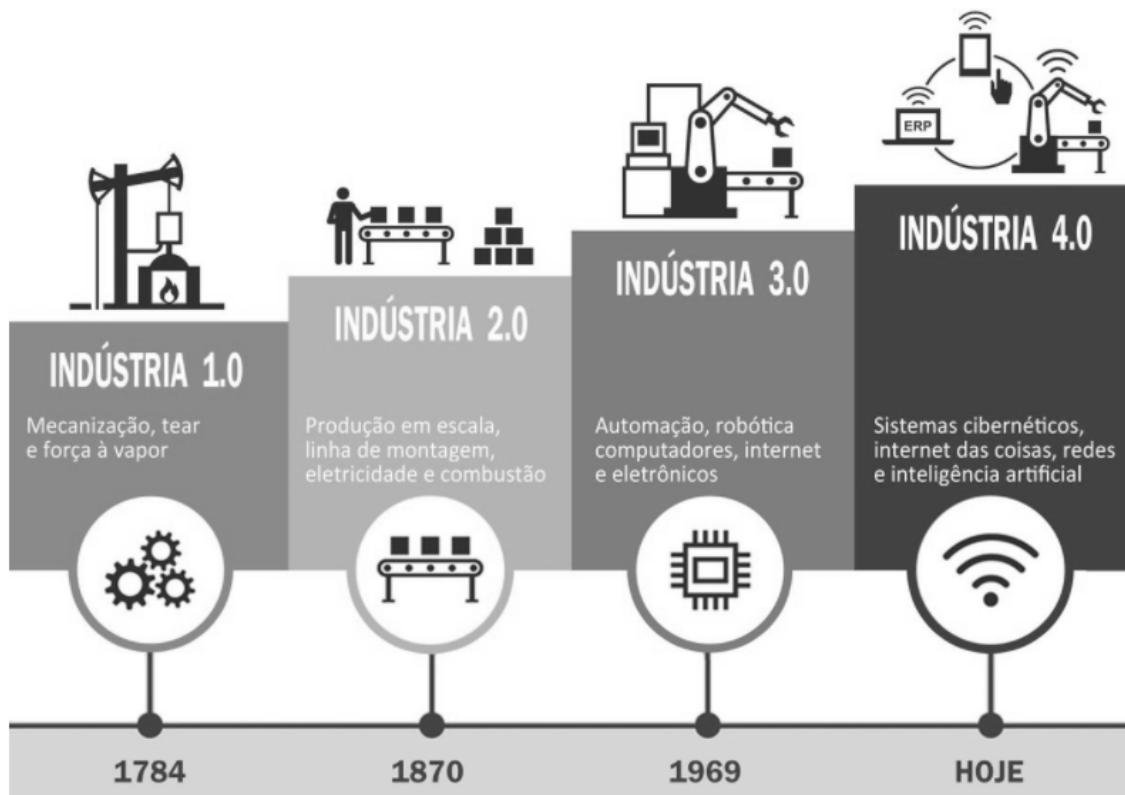
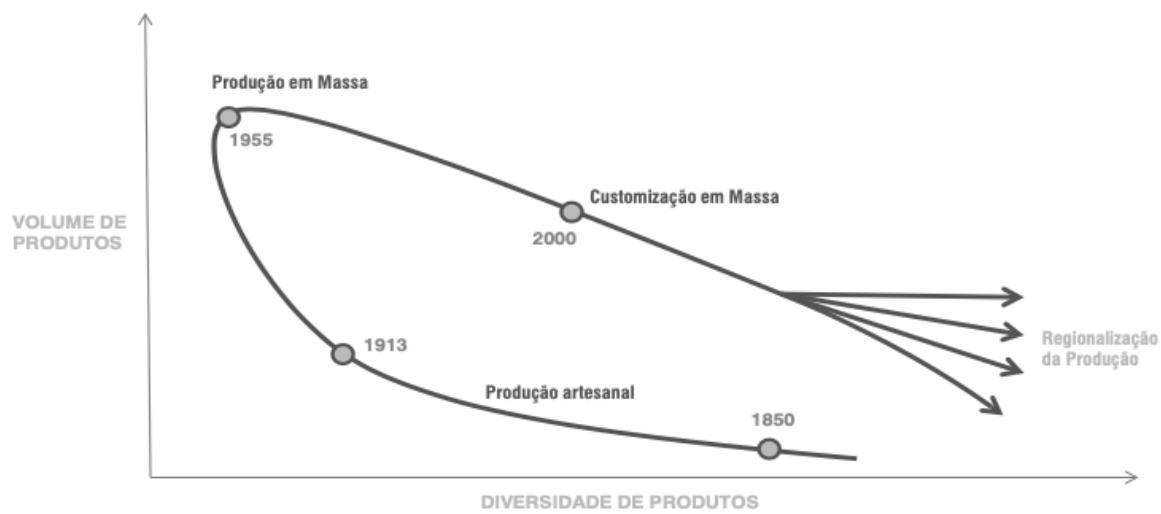


Figura 1: Evolução histórica

adaptado (GTAI, 2014)

Além de ganhos de produtividade no chão de fábrica, a Quarta Revolução Industrial vai gerar redução dos prazos de lançamento de novos produtos no mercado, mais flexibilidade das linhas de produção, com aumento da produtividade e da eficiência no uso de recursos e, ainda, a capacidade das empresas de se integrarem em cadeias globais de valor. O aumento da flexibilidade das linhas de produção, por sua vez, viabiliza a customização em massa: a comunicação instantânea entre diferentes elos da cadeia produtiva e o desenvolvimento de sistemas de automação altamente flexíveis, possibilitando a produção de bens customizados, de acordo com as preferências e com as necessidades de diferentes consumidores em um grau de eficiência que antes só era possível com a fabricação massificada de bens. A customização em massa é uma das novas características da atividade industrial moderna (CNI, 2016). A Figura 2 apresenta um gráfico que traz a revolução dos modelos de produção.



*Figura 2: Revolução dos modelos de produção ao longo do tempo
(CNI, 2016)*

2.1.2 Conceito da Indústria 4.0

A Quarta Revolução Industrial está apenas a começar a tomar forma. Portanto, demorará algum tempo até que surja uma apreciação completa dos principais padrões. Apesar dessa revolução, as tecnologias emergentes e as inovações generalizadas são difundidas de forma muito mais rápida e ampla do que nas revoluções anteriores, e determinar uma definição adequada será ilusória por algum tempo. As três primeiras revoluções industriais surgiram como resultado da mecanização, eletricidade e Tecnologia da Informação. Agora, a introdução da Internet das Coisas e serviços no ambiente de manufatura está dando início a uma quarta revolução industrial. No futuro, as empresas estabelecerão redes globais que incorporarão as suas máquinas, sistemas de armazenamento e instalações de produção na forma de sistemas ciberfísicos (CPS) (CNI, 2016). A Figura 3 representa a integração na Indústria 4.0.

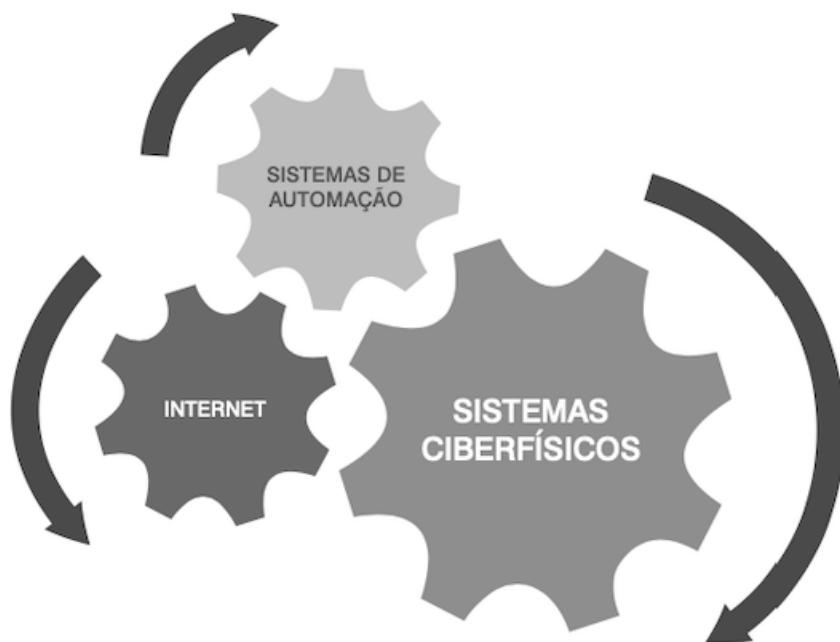


Figura 3: Integração na Indústria 4.0

(CNI, 2016)

No ambiente de manufatura, esses sistemas ciberfísicos são compostos por máquinas inteligentes, sistemas de armazenamento e instalações de produção capazes de trocar informações de forma autônoma, disparar ações e controlar uns aos outros de forma independente. Isso facilita melhorias fundamentais para os processos industriais envolvidos na manufatura, engenharia, uso de materiais e cadeia de suprimentos e gestão do ciclo de vida. As fábricas inteligentes, que já começam a surgir, empregam uma abordagem completamente nova à produção. Os produtos inteligentes são identificáveis de maneira única, podem ser localizados em qualquer momento e conhecem a sua própria história, status atual e rotas alternativas para atingir o seu estado-alvo. Os sistemas de manufatura embarcados são, por um lado, conectados verticalmente em rede com processos de negócios dentro de fábricas e empresas e, por outro, horizontalmente conectados a redes de valor disperso que podem ser geridas em tempo real – desde o momento em que um pedido é feito até à logística de saída. Além disso, ambos possibilitam e exigem engenharia ponta a ponta em toda a cadeia de valor (Kagermann et al., 2013) . A iniciativa da I4.0 possibilita que as indústrias tenham características-chave que potencializam o seu sucesso, são essas (Kagermann et al., 2013):

- a) Atender aos requisitos individuais do cliente: a Indústria 4.0 permite que critérios individuais específicos do cliente sejam incluídos nas fases de projeto, configuração, pedido, planeamento, fabricação e operação, e permite que alterações de última hora sejam incorporadas. Na Indústria

4.0, é possível fabricar itens únicos e ter volumes de produção muito baixos (tamanho do lote 1) enquanto ainda obtém lucro.

- b) Flexibilidade: a rede *ad hoc* baseada em CPS permite a configuração dinâmica de diferentes aspectos dos processos de negócios, como qualidade, tempo, risco, robustez, preço e ecologia. Isso facilita o “corte” contínuo de materiais e cadeias de suprimentos. Isso também significa que os processos de engenharia podem ser mais ágeis, os processos de fabricação podem ser alterados, a escassez temporária (por exemplo, devido a problemas de fornecimento) pode ser compensada e grandes aumentos na produção podem ser alcançados em um curto espaço de tempo.
- c) Tomada de decisão otimizada: para ter sucesso em um mercado global, é fundamental ser capaz de tomar as decisões certas, muitas vezes em um prazo muito curto. A I4.0 oferece transparência de ponta a ponta em tempo real, permitindo a verificação antecipada das decisões de projeto na esfera da engenharia e respostas mais flexíveis à interrupção e otimização global em todos os locais de uma empresa na esfera de produção.
- d) Produtividade e eficiência de recursos: os objetivos estratégicos globais para processos de manufatura industrial ainda se aplicam à Indústria 4.0, ou seja, entregar a maior produção possível de produtos a partir de um determinado volume de recursos (maior produtividade) e usar a menor quantidade possível de recursos para entregar uma saída específica (maior eficiência). O CPS permite que os processos de fabricação sejam otimizados caso a caso em toda a rede de valor. Além disso, em vez de interromper a produção, os sistemas podem ser continuamente otimizados durante a produção em termos de consumo de recursos e energia ou redução das suas emissões.
- e) Criação de oportunidades de valor por meio de novos serviços: a Indústria 4.0 abre novas formas de criação de valor e novas formas de emprego. Algoritmos inteligentes podem ser aplicados a grandes quantidades de dados diversos (*big data*) registados por dispositivos inteligentes para fornecer serviços inovadores. Existem oportunidades particularmente significativas para pequenas e médias empresas (PMEs) e startups desenvolverem serviços B2B (*business-to-business*) para a Indústria 4.0.
- f) Responder às mudanças demográficas no local de trabalho: em conjunto com a organização do trabalho e as iniciativas de desenvolvimento de competências, a colaboração interativa entre seres humanos e sistemas tecnológicos proporcionará às empresas novas maneiras de transformar as mudanças demográficas em seu benefício. Diante da escassez de mão de obra

qualificada e da crescente diversidade da força de trabalho (em termos de idade, género e formação cultural), a Indústria 4.0 permitirá carreiras diversificadas e flexíveis, que permitirão que as pessoas continuem a trabalhar e sejam produtivas mais tempo.

- g) Equilíbrio profissional versus pessoal: os modelos de organização do trabalho mais flexíveis das empresas que usam o CPS significam que estão bem posicionadas para atender à necessidade crescente dos funcionários de encontrar um melhor equilíbrio entre o trabalho e a vida privada e também entre o desenvolvimento pessoal e o desenvolvimento profissional contínuo. Os sistemas de assistência inteligente, por exemplo, fornecerão novas oportunidades para organizar o trabalho de uma forma que forneça um novo padrão de flexibilidade para atender aos requisitos das empresas e às necessidades pessoais dos funcionários. À medida que o tamanho da força de trabalho diminui, isso dará às empresas CPS uma vantagem clara quando se trata de recrutar os melhores funcionários.
- h) Uma economia de altos salários que ainda é competitiva: a estratégia dupla da Indústria 4.0 permitirá que as empresas desenvolvam a sua posição como fornecedores líder e se tornem líderes de mercado para soluções da Indústria 4.0.

2.1.3 Pilares da Indústria 4.0

De acordo com o Boston Consulting Group (2021), a Indústria 4.0 afeta todos os domínios de manufatura e comprehende tecnologias de manufatura avançadas que capturam, otimizam e implantam dados. Simplificando, a Indústria 4.0 torna as fábricas “inteligentes”. Tecnologias como a Internet das Coisas, inteligência artificial e sistemas ciberfísicos interagem perfeitamente, comunicando entre si e ajustando-se continuamente. As empresas que entendem totalmente e capturam o valor dessas vantagens estarão mais bem posicionadas para enfrentar os desafios que estão por vir.

Ainda de acordo com o Boston Consulting Group (2021), a Indústria 4.0 é sustentada por nove pilares representados na Figura 4 e descritos em seguida.

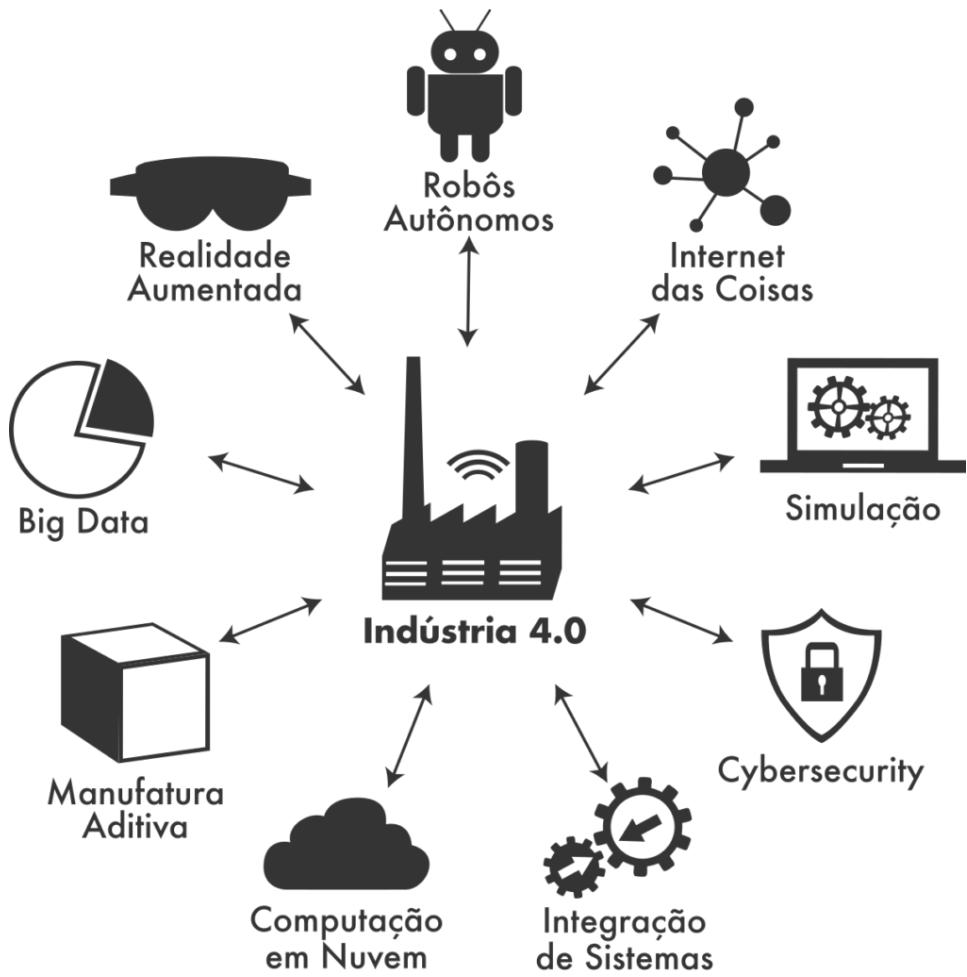


Figura 4: Os 9 pilares da Indústria 4.0

(Dias, 2021)

- a) Robôs autônomos: os robôs são capazes de interagir entre si e trabalhar com segurança com o ser humano. Esses robôs custarão menos e terão uma gama crescente de recursos ao longo do tempo.
- b) Internet das Coisas (Internet of Things - IoT): Indústria 4.0 significa que mais dispositivos são enriquecidos com computação incorporada. Assim, os produtos cada vez mais possuem dispositivos com componentes capazes de processar os dados e comunicar direta ou indiretamente com a nuvem. O que possibilita a interação entre os produtos de acordo com a necessidade, fazendo com que ocorra uma comunicação que irá descentralizar as análises e tomadas de decisão, com respostas em tempo real.
- c) Simulação: as simulações são a base da Indústria 4.0 e serão utilizadas amplamente nas operações de fábrica com o objetivo de aproveitar em tempo real os dados que espelham o mundo físico em um modelo virtual incluindo desde máquinas, produtos a humanos. A

simulação possibilita a testagem e a otimização das configurações das máquinas no mundo virtual em inúmeras variações antes da aplicação no mundo físico, reduzindo assim o tempo de *setup* e aumentando a qualidade.

- d) Realidade Aumentada (AR): os ambientes de realidade aumentada e realidade virtual suportam uma variedade de serviços, desde a criação de programas de treinamento de equipas a suporte remoto para manutenção de equipamentos. Com a AR, as empresas podem fornecer aos funcionários informações em tempo real que podem melhorar a tomada de decisão e otimizar procedimentos e deslocamentos do dia a dia da produção.
- e) *Cybersecurity* (ou segurança cibernética): o ambiente da Indústria 4.0 gera cada vez mais o aumento de conectividade e da quantidade de protocolos de comunicação padrão, fazendo com que seja exigida ações de proteção contra ataques cibernéticos a sistemas industriais críticos e linhas de manufatura. Com isso, será essencial estabelecer comunicações seguras e confiáveis através da gestão de acesso sofisticado para máquinas e de verificação de identidade de usuários.
- f) Integração de sistemas: empresas, departamentos, funções e recursos tornar-se-ão muito mais coesos em função do crescimento do fluxo de dados entre empresas, o que permite a criação de cadeias de valor verdadeiramente automatizadas na Indústria 4.0.
- g) Computação em nuvem: quanto mais uma empresa realiza iniciativas relacionadas com a produção, mais será necessário compartilhar dados através de sites, fazendo com que o processamento e a análise de dados sejam compartilhados de forma eficaz. Enquanto isso, as tecnologias de nuvem continuam a evoluir e a ficar mais rápidas e poderosas, melhorando a conectividade e garantindo que os recursos compartilhados estejam acessíveis em poucos milissegundos. Consequentemente, não só os dados, mas também as funcionalidades das máquinas serão implementadas em plataformas em nuvem, impulsionando a qualidade da produção com serviços e decisões orientadas cada vez mais por dados.
- h) Manufatura aditiva: um exemplo de manufatura aditiva é a impressão 3D, e, ao invés de fazer protótipos de produtos e produzir componentes individuais, será possível produzir pequenos lotes de produtos customizados, garantindo o padrão de qualidade e sem comprometer os custos de projetos complexos.
- i) *Big data* e *data analytics*: no contexto da Indústria 4.0, a coleta, o processamento e a análise de dados de fontes variáveis tornar-se-ão uma referência para fundamentar a tomada de decisão

em tempo real. As fontes de dados podem ser as mais diversas possíveis, por exemplo, desde equipamentos em linhas de produção, até sistemas de gestão de fornecedores e clientes.

2.2 Gestão de projetos

A gestão de projetos existe desde os inícios da civilização, no entanto só por volta do século XX surgiu a necessidade de acompanhar e analisar melhor os projetos, necessidade que tem vindo a crescer nos últimos anos. Um dos primeiros estudiosos a ter uma perspetiva de gestão de projetos foi Frederick Winslow Taylor, que constata que o trabalho poderia ser melhorado caso as suas partes fossem estudadas isoladamente. Também nesta altura, Henry Laurence Gantt deu origem aos famosos gráficos de tarefas e metas, o Gráfico de Gantt, que foi aplicado na área militar durante a Primeira Guerra Mundial. A grande contribuição deste gráfico para a arte da decisão foi a de relacionar os factos com o tempo. Os conceitos trazidos por Taylor e por Gantt foram essenciais para a caracterização e conceituação da gestão de projetos (Valle et al., 2010). A seguir será detalhada a evolução histórica da gestão de projetos, o seu conceito e algumas metodologias.

2.2.1 Evolução histórica

De acordo com Carvalho & Rabechini Jr. (2011), as empresas têm passado por um constante processo de transformação, de tal maneira que precisam de se organizar para dar respostas cada vez mais ágeis e eficazes aos problemas que surgem nesse processo. Essas respostas compõem um conjunto de ações ou atividades que refletem a competência em aproveitar as oportunidades e a capacidade de agir rapidamente, respeitando as limitações de tempo, custo e escopo. Portanto, cada vez mais as empresas investem na adoção de técnicas e ferramentas de gestão de projetos para acompanhar esse constante processo de transformação.

Ainda de acordo com Carvalho & Rabechini Jr. (2011), essas transformações ao longo das décadas fazem com que as empresas cada vez mais procurem por inovação, deixando para trás a gestão de rotina que era então embasada por princípios *fordistas* e *tayloristas*. A Figura 5 traz a evolução de um paradigma de gestão com o foco na rotina para um com foco em inovação.

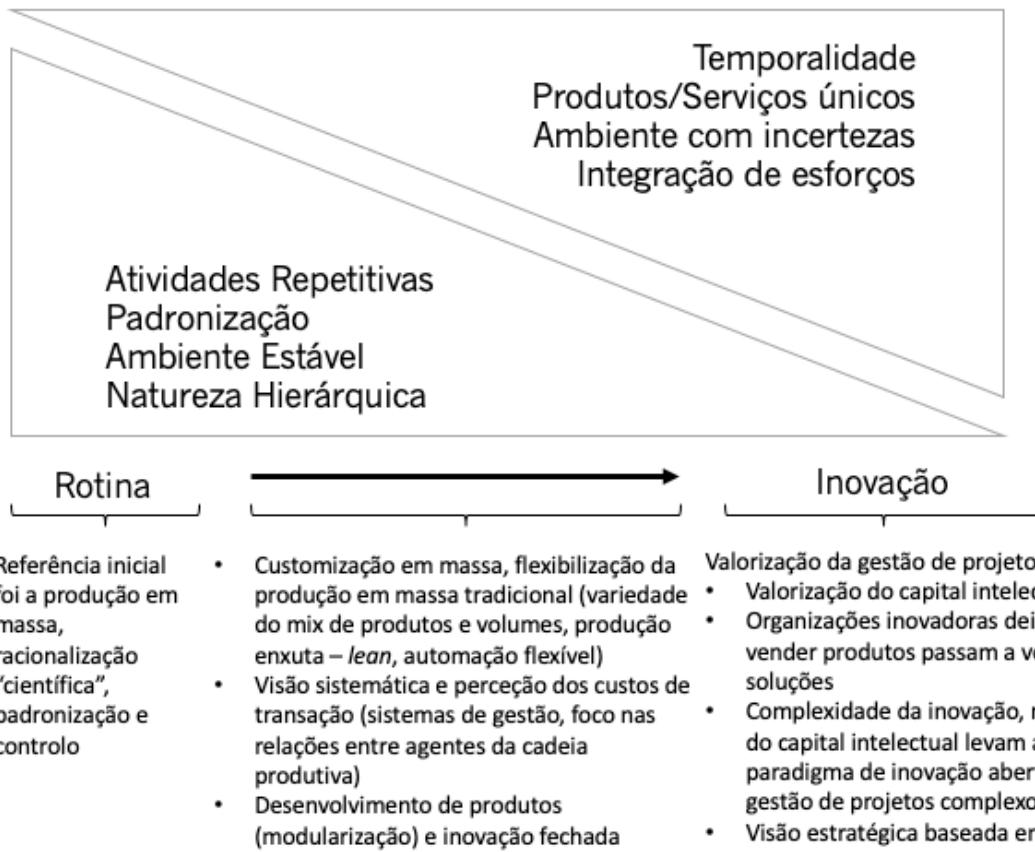
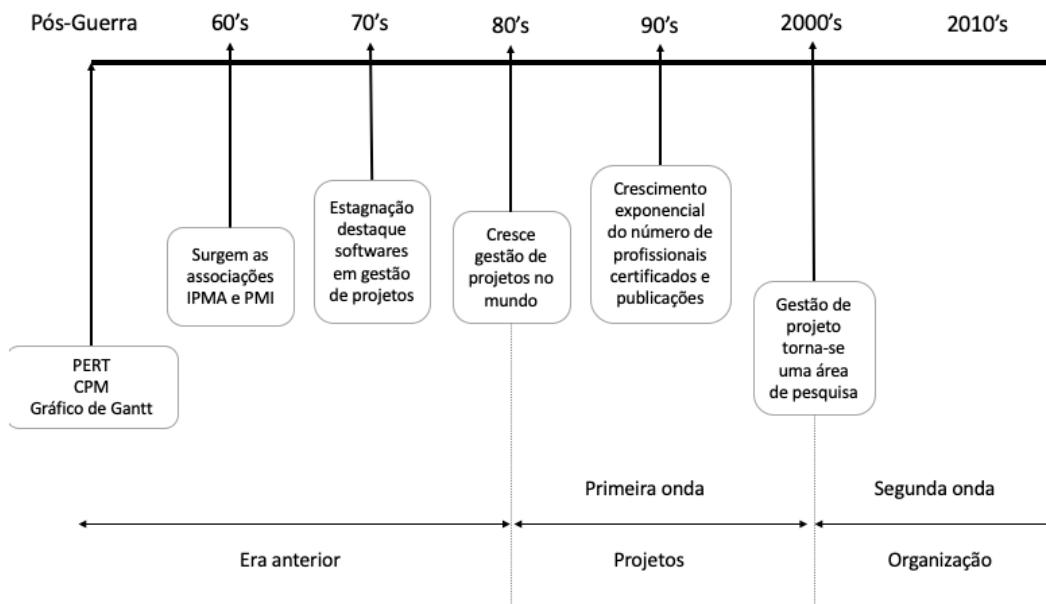


Figura 5: Transição dos modelos de gestão

adaptado (Carvalho & Rabechini JR., 2011)

Diversas correntes evolutivas de gestão foram fundamentais para que as empresas pudessem lidar de forma mais eficiente e eficaz com a inovação. A gestão de projetos também teve a sua transição gradativamente, as primeiras associações surgem na década de 60, mas foi apenas na década de 90 que a área se consolidou e criou a sua própria identidade (Carvalho & Rabechini JR., 2011). A Figura 6 ilustra essa evolução.



*Figura 6: Evolução da Gestão de projetos
adaptado (Carvalho & Rabechini JR., 2011)*

De acordo com Carvalho & Rabechini JR. (2011), até à década de 80, a gestão de projetos ainda percorria a sua fase embrionária e estava pulverizada em diversas áreas sem ter, portanto, a sua própria identidade formada. Nesse período, pós-guerra, os notáveis marcos da gestão de projetos foram a criação do método do caminho crítico – CPM (*Critical Path Method*), a sua variante probabilística PERT (*Program Evaluation & Review Technique*) e o Gráfico de Gantt, em que barras horizontais representam a sequência e a duração das tarefas (Valle et al., 2010). As primeiras associações surgem na década de 60, nos Estados Unidos, como o *Project Management Institute* (PMI), e na Europa, como a *International Project Management Association* (IPMA). Os primeiros softwares criados para dar apoio à gestão de projetos aparecem na década de 70, gerando um grande impulso para a consolidação desta área nas décadas seguintes (Carvalho & Rabechini JR., 2011).

Ainda de acordo com Carvalho & Rabechini JR. (2011), a primeira onda da gestão de projetos decorreu na década de 80 e 90, em que as boas práticas de gestão se estabelecem e, como resultado, as primeiras edições de guias sobre conhecimentos de gestão de projetos nascem em varias associações, como o PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*) e o seu respetivo certificado, o *Project Management Professional* – PMP.

Carvalho & Rabechini JR. (2011) ainda apontam que, a partir da passagem do milénio, a gestão de projetos passa para a segunda onda, em que o foco sai de projetos e passa a ser as organizações, ou

seja, enquanto a primeira vislumbrava os diagnósticos e os treinamentos, na segunda onda as empresas passam a investir mais na implementação de modelos de maturidade em projetos como uma maneira de conduzir o processo de mudança organizacional. A primeira onda promoveu maior eficiência com o uso das práticas da gestão de projetos, mais especificamente ligadas ao escopo, prazo, custos e qualidade. A segunda onda, entretanto, promoveu a eficácia, para fazer crescer os resultados de forma sustentável, agregando outras áreas de conhecimento, como a gestão de riscos e de pessoas. As incertezas de um projeto podem ser inúmeras e minimizá-las passa a ser parte da gestão de projetos.

2.2.2 Conceito de gestão de projetos

Antes de entender o conceito de gestão de projetos é necessário entender o que é um projeto, e para tal existem várias definições presentes na literatura. Segundo o PMI (2021), um projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou um resultado único. É temporário porque tem um início e um fim definidos no tempo, e, portanto, um escopo e recursos pré-determinados. E é único no sentido de que se caracterizam principalmente por não haver rotina, mas um conjunto específico de operações destinadas a cumprir um objetivo único.

Em contrapartida, a norma ISO 10006 (1997) define projeto como sendo “um processo único, consistindo de um grupo de atividades coordenadas e controladas com datas para início e término, empreendido para o alcance de um objetivo conforme requisitos específicos, incluindo limitações de tempo, custo e recursos” (International Standard Organization, 1997).

Outra definição de projeto feita por Tuman (1983) apud (Carvalho & Rabechini JR., 2011) diz que “um projeto é uma organização de pessoas dedicadas visando atingir um propósito e objetivo específico. Projetos geralmente envolvem gastos, ações únicas ou empreendimentos de altos riscos no qual tem que ser completado numa certa data por um montante de dinheiro, dentro de alguma expectativa de desempenho. No mínimo todos projetos necessitam de terem seus objetivos bem definidos e recursos suficientes para poderem desenvolver as tarefas requeridas”.

Os projetos devem ser geridos com o objetivo de entregar os resultados esperados dentro do prazo estipulado, do orçamento pretendido, com a aprendizagem e a integração de que as empresas precisam. A gestão de projetos, portanto, é a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas nas atividades do projeto, a fim de atender aos requisitos do projeto. De início, essa gestão era feita de uma forma informal, mas, com o passar dos anos, concretiza-se como uma profissão, e guias foram sendo criados para dar fundamento e apoio (PMI, 2021). A ISO 10006 (1997) diz que a “gestão de projeto

incluir o planeamento, organização, monitoramento, e controlo de todos os aspectos do projeto em um processo contínuo para atingir os seus objetivos”.

Para Valle et al. (2010), a gestão de projetos tem como tarefa central a combinação de trabalho de diferentes pessoas para a execução de tarefas que seriam úteis para os clientes ou para as empresas. A gestão de projetos tem-se tornado cada vez mais fundamental em qualquer organização, independentemente das suas metas, quer sejam económicas, financeiras, sociais ou políticas. A gestão de projetos é o planeamento, organização, direção e controlo dos recursos da empresa, de forma a atingir as metas e os objetivos a curto prazo. Kerzner (2007) define a gestão de projetos como o planeamento e o controlo de tarefas integradas com o objetivo de atingir as suas metas com excelência e com benefícios aos envolvidos no projeto. Sobretudo, a gestão de projetos envolve uma constante disputa entre o tempo, o custo, os requisitos, a qualidade e os riscos de um projeto, em que estão envolvidos diferentes interesses e necessidades. Por isso, é primordial que os objetivos e metas estejam claros e realizáveis.

Para Meredith & Mantel (2013), a gestão de projetos fornece às empresas o apoio de poderosas ferramentas, a habilidade de planear, implementar e controlar as suas atividades, assim como as melhores maneiras de utilizar pessoas e recursos. Com isso, a gestão de projetos tem sobressaído por causa de características que a sociedade contemporânea tem exigido no desenvolvimento de novos métodos de gerir. Três parâmetros envolvem esse crescimento: a expansão exponencial do conhecimento humano; a crescente demanda por uma ampla gama de produtos e serviços complexos, sofisticados e customizados; e, por fim, a evolução da competitividade mundial.

Ainda segundo Meredith & Mantel (2013), todo o projeto tem três objetivos diretos: escopo, tempo e custo. Mais conhecidos como “*Triple Constraint*”. E ainda há uma quarta dimensão, que é as expetativas do cliente. Além disso, existem alguns atributos que caracterizam os projetos, são eles:

- a) Importância: o ponto crucial de um projeto é que precisa de ser importante e suficiente para os olhos do patrocinador, para que, dessa forma, justifique o investimento em um projeto fora da rotina da estrutura de uma empresa.
- b) Escopo: em geral, um projeto é feito uma vez com resultados requeridos bem definidos, e pode ser dividido em pequenas tarefas que devem ser atingidas para chegar ao objetivo principal. O projeto é complexo o suficiente para que essas pequenas tarefas necessitem de uma coordenação cuidadosa que controle o tempo, os precedentes, o custo e o escopo.

- c) Ciclo de vida com data final: projetos têm ciclo de vida. De um lento começo, progride para um aumento de tamanho, chega ao pico e decai para o término.
- d) Interdependências: projetos frequentemente interagem com outros projetos e podem ser geridos simultaneamente.
- e) Unicidade: apesar de o resultado desejado poder ser atingido em outro lugar, o projeto é único, pelo menos para a organização. Além disso, todo o projeto tem elementos que são únicos.
- f) Recursos: usualmente, projetos têm orçamentos limitados tanto para pessoas quanto para recursos, e a tentativa de se obter recursos adicionais pode gerar conflitos.
- g) Conflito: projetos competem com os departamentos funcionais e com os seus recursos e pessoas. Assim, é preciso saber gerir os conflitos.

2.2.3 Metodologia ágil

Para apoiar a gestão de projetos surgem os métodos ágeis, que foram fortemente influenciados pela filosofia Lean, em que se procura a eliminação dos desperdícios, que inclui o trabalho desnecessário, tanto no que se refere à documentação quanto ao que se refere às funcionalidades de duvidoso valor agregado (Dingsøyr et al., 2012). O *Manifesto for Agile Software Development* ou Manifesto Ágil pode ser considerado o apogeu dos métodos ágeis, em que traz uma série de princípios em que se baseiam os métodos ágeis que se desenvolveram de 2001 a 2010. Esses princípios clamam que equipas devem ser auto-organizadas com interação face a face com o cliente, e devem disponibilizar software utilizável em pequenos intervalos de tempo, sempre com foco na agregação de valor ao negócio (Agile Manifesto, 2001).

A metodologia ágil clama que a satisfação do cliente pode ser alcançada através de entregas contínuas de software com valor e com uma comunicação constante tanto com o cliente como com os membros da equipa. De maneira oposta às práticas anteriores, a metodologia ágil não se limita pela definição integral de todo o projeto, ou por uma análise completa ou pela definição de todos os requisitos, mas sim por uma interação dinâmica, que permite uma entrega constante (Agile Manifesto, 2001).

O Manifesto Ágil defende, nos seus 12 princípios fundamentais, que: a prioridade reside na satisfação do cliente, através de entregas contínuas e de valor acrescentado; as alterações de requisitos devem ser aceites, mesmo que essas cheguem numa fase tardia do desenvolvimento; o cliente e a equipa de desenvolvimento devem trabalhar em conjunto e diariamente; é necessário proporcionar um bom ambiente e apoio às equipas de desenvolvimento; os processos ágeis promovem um desenvolvimento sustentável, porque o ritmo é constante, e a excelência técnica aumenta a produtividade; e os momentos

de retrospectiva em equipa são fundamentais, para que se possam fazer os ajustes necessários e torná-la mais eficaz (Agile Manifesto, 2001).

O desenvolvimento com a metodologia ágil segue, portanto, um modelo incremental. Ou seja, fomenta não só a colaboração entre a equipa e o planeamento contínuo, mas também a contínua evolução e aprendizagem. A principal vantagem da utilização de metodologia ágil não reside apenas no facto da entrega do projeto ser mais rápida, mas sim na constante entrega de valor ao cliente, uma vez que as entregas são incrementais.

De acordo com Eder et al. (2015), é possível identificar o uso ou o não uso da abordagem da gestão ágil nos projetos por meio da observação de seis características. São elas:

- a) A forma da elaboração do plano do projeto;
- b) A forma como se descreve o escopo do projeto;
- c) O nível de detalhe e de padronização de cada atividade do projeto é definido;
- d) O horizonte de planeamento das atividades da equipa de projeto;
- e) A estratégia utilizada para controlar o tempo do projeto; e,
- f) A estratégia para garantir o atingimento do escopo do projeto.

Essas características podem ser observadas nas diferenças entre a metodologia tradicional e a metodologia ágil, e a Tabela 1 reúne um resumo das características que cada metodologia aborda.

Tabela 1: Metodologia ágil versus Tradicional
adaptado (Eder et al., 2015)

Tradicional	Ágil
Planeamento rígido e único	Planeamento flexível e diversos
Centralizado no gestor de projetos	Descentralizado, responsabilidade partilhada por toda a equipa
Liderança como uma via única de comunicação	Comunicação fluída entre a equipa e a liderança
O planeamento costuma prever um trabalho extenso com a entrega do projeto no estágio final do cronograma	Planeamento de pequenas entregas contínuas visando obter feedbacks das partes interessadas para melhorias
Controlo por relatórios e indicadores de tempo pré-determinados	Controlo com dispositivos visuais e recorrentes
Foco em processos	Foco nas partes interessadas

2.2.4 Ciclo PDCA

Segundo Davis, Aquilano e Chase (2001), Walter A. Shewhart, além de desenvolver o método de controle estatístico de processo, também desenvolveu o ciclo Plan-Do-Check-Act (PDCA), ou Planejar-Executar-Verificar-Agir.

A seguir, cada etapa deste ciclo, conforme explicam Liker e David (2006):

- a) Planear: deve-se desenvolver um plano de ação que tenha como o objetivo a compreensão abrangente e o alinhamento dos processos. Se o plano for claro e todos os envolvidos no processo estiverem de acordo com o mesmo, os recursos não serão desperdiçados e os resultados serão maximizados.
- b) Executar: etapa na qual os planos programados devem ser executados. Esta execução deve ser uma gestão diária, que inclua as atividades rotineiras de um colaborador da fábrica.
- c) Verificar: após testar as ideias de soluções e confirmar a eficácia, deve-se verificar a melhoria, coletando os dados após a mudança e colocando-os em um gráfico que possibilite conferir os resultados, ou seja, revisar os processos.
- d) Agir: após todas as etapas anteriores, deve-se fazer os devidos ajustes nas soluções e no plano de ação, verificando os futuros passos, padronizando o trabalho.

2.2.5 Modelos de gestão de projetos

Na procura por uma maior eficiência e eficácia na condução da gestão de projetos, a oferta de modelos propostos por académicos e associações profissionais tem aumentado. Dentre desses modelos destacam-se: o guia *Project Management Body of Knowledge* – PMBOK proposto pelo *Project Management Institute* (PMI, 2017); o guia IPMA *Project Excellence Baseline* – PEB do *International Project Management Association* (IPMA, 2016); e o guia *Project Management Methodology* – PM² proposto pela *European Commission* (European Commission, 2018). De acordo com Rabechini JR. & Carvalho (2009), os profissionais que treinam e são certificados nesses modelos normativos tendem a praticar na sua totalidade de forma regulada nas empresas que atuam sem considerar a personalização para a realidade dos seus projetos.

O PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*) fornece um conjunto de práticas de gestão de projetos utilizado como base pelo *Project Management Institute* (PMI). Além disso, fornece também um vocabulário comum para se discutir, escrever e aplicar nos projetos. O PMBOK considera que um projeto

detém componentes-chave que, quando geridos de forma eficaz, resultam num resultado bem-sucedido (PMI, 2017). Esses componentes são:

- a) Ciclo de vida do projeto: são as fases por que um projeto passa, desde o seu início ao seu fim.
- b) Fase do projeto: um conjunto de atividades relacionadas de maneira lógica, que culmina na conclusão de uma ou mais entregas.
- c) Revisão de fase: análise no final de uma fase para tomar a decisão de avançar ou não para a próxima fase.
- d) Processos de gestão de projetos: uma série de atividades sistemáticas direcionadas para alcançar um resultado final, de tal forma que haja relação com uma ou mais entradas a fim de se criar uma ou mais saídas.
- e) Grupo de processos de gestão de projetos: um agrupamento lógico de entradas, ferramentas, técnicas e saídas de gestão de projetos. Os grupos de processos incluem iniciar, planejar, executar, monitorar e controlar e encerrar.
- f) Áreas de conhecimento em gestão de projetos: existem 10 áreas de conhecimento, sendo elas: gestão da integração, gestão do âmbito, gestão do tempo, gestão do custo, gestão da qualidade, gestão dos recursos humanos, gestão da comunicação, gestão de risco, gestão de compras / subcontratação e gestão de *stakeholders*.

A Figura 7 resume as componentes-chave consideradas pelo PMBOK.

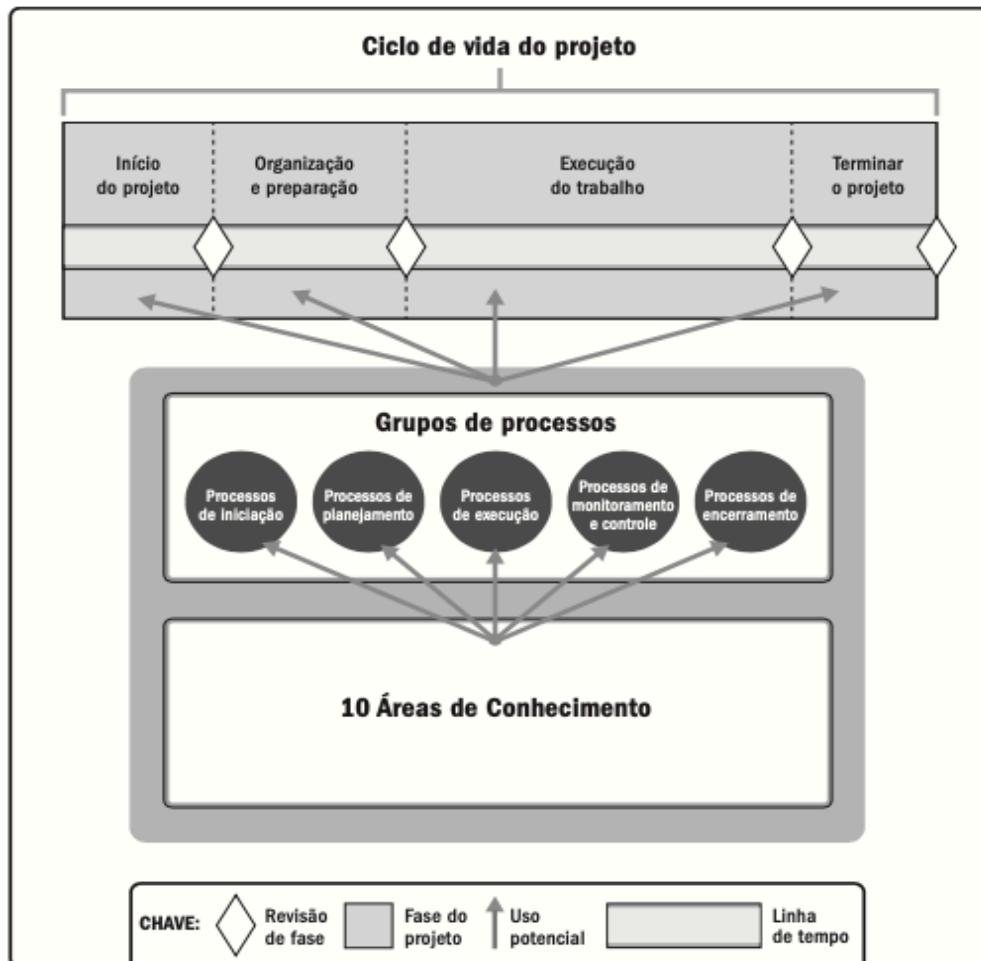


Figura 7: Relação das componentes-chave do guia PMBOK em projetos
(PMI, 2017)

O *Project Excellence Baseline* – PEB tem como propósito descrever o conceito sobre a excelência em gestão de projetos e como atingir resultados excelentes, provendo um entendimento geral para as pessoas envolvidas em um projeto (IPMA, 2016). O PEB está dividido em três áreas:

- Pessoas e propósito: refere-se a pessoas certas, lideradas e apoiadas por excelentes líderes, em que partilham uma visão comum ao sucesso, sendo cruciais para impulsionar melhorias num projeto e ajudar o projeto a conseguir mais do que os padrões estabelecidos.
- Processos e recursos: representa práticas necessárias para reforçar a excelência através de processos de recursos adequados, utilizados de forma eficiente e sustentável. Também representa uma base para garantir o resultado da inovação, transformando-o num sólido ponto de partida para melhorias.

- c) Resultados do projeto: a abordagem de gestão de projetos só pode ser excelente se conduzir a grandes resultados sustentáveis para todas as partes interessadas. Esta área contempla as duas primeiras de acordo com o definido pelas partes interessadas no projeto.

A Figura 8 esquematiza as três áreas do PEB.

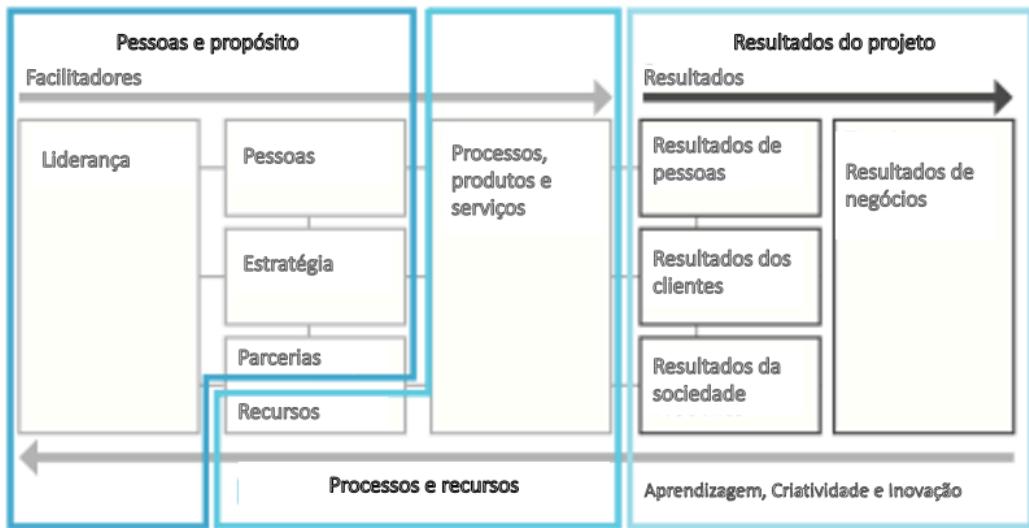


Figura 8: As três áreas do PEB

(IPMA, 2016)

A PM² é uma metodologia de gestão de projetos que permite que os gestores de projeto forneçam soluções e benefícios às suas organizações mediante a gestão eficaz do trabalho ao longo de todo o ciclo de vida de um projeto. A PM² consiste numa metodologia simples e de fácil execução baseada em boas práticas de gestão de projetos (European Commission, 2018). A PM² é sustentada por quatro pilares:

- a) Um modelo de governação de projetos (i.e., funções e responsabilidades);
- b) Um ciclo de vida de um projeto (i.e., as fases do projeto);
- c) Um conjunto de processos (i.e., atividades de gestão de projetos);
- d) Um conjunto de artefactos do projeto (i.e., orientações e modelos de documentação).

A Figura 9 ilustra os pilares da PM².

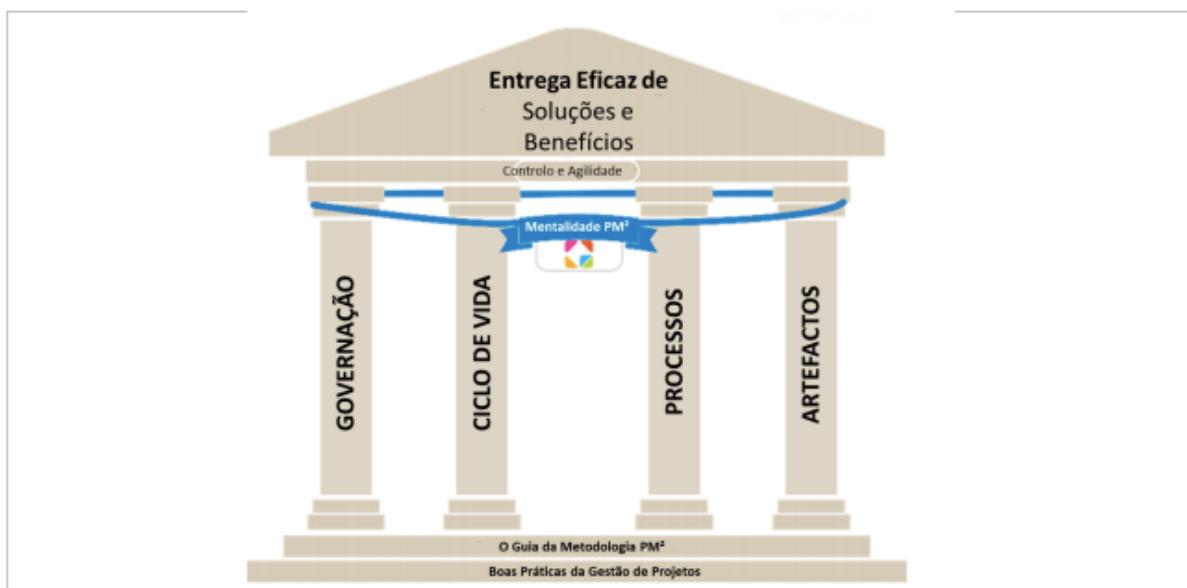


Figura 9: A casa do PM²

(European Commission, 2018)

O ciclo de vida do projeto PM² é constituído por quatro fases: inicial, planeamento, execução e encerramento, sendo todas essas fases monitoradas e controladas. Cada fase tem um tipo diferente de atividade predominante. No entanto, embora as atividades de um tipo tenham o seu pico numa fase específica, atividades deste tipo podem também ser executadas em fases subsequentes. Por conseguinte, um projeto transita para a fase seguinte quando os objetivos da fase corrente são considerados concluídos, como resultado de uma avaliação formal (ou menos formal) de saída de fase. O foco de um projeto muda, das atividades de início e de planeamento, no princípio, para atividades de execução, monitorização e controlo, a meio do projeto, e atividades de aceitação, transição e encerramento, no final. A Figura 10 representa a sobreposição das atividades relacionadas com as fases do ciclo de vida de um projeto.

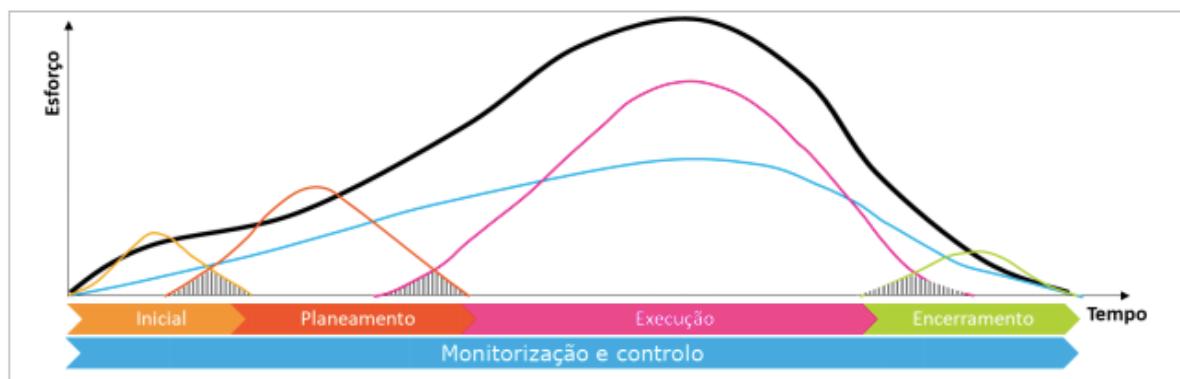


Figura 10: Ciclo de vida do projeto PM²

(European Commission, 2018)

3. MÉTODO DE LEVANTAMENTO E DE ANÁLISE DOS DADOS

A metodologia da pesquisa usada nesta dissertação de mestrado será embasada pela *Design Science Research* (DSR) que consiste em usar técnicas analíticas para estudar, pesquisar, investigar o artificial e o seu comportamento, seja do ponto de vista académico, seja do ponto de vista empresarial. Esse método permite o desenvolvimento de pesquisas em diversas áreas, incluindo a engenharia, constituindo, portanto, um processo minucioso de projetar artefactos para resolver problemas, avaliar o que foi projetado, ou o que está funcionando, e revelar os produtos obtidos (Bayazit, 2004; Çağdaş & Stubkjær, 2011; Chakrabarti, 2010; Vaishnavi & Kuechler, 2004).

De acordo com Vaishnavi et al. (2004), o conhecimento resultante do DSR pode ser apresentado em forma de artefactos, *frameworks*, arquiteturas, métodos, instanciações, teorias de *design* ou princípios de *design*. Esse resultado pode trazer vários tipos de contribuição comutando em dois critérios: (1) maturidade do domínio do problema e (2) maturidade do domínio das soluções. A Figura 11 ilustra os tipos de contribuição que o conhecimento guiado pelo DSR traz, entre eles: invenção (inventar novas soluções/conhecimento para novos problemas); melhorias (desenvolver novas soluções/conhecimentos para problemas conhecidos); adaptação (adaptação não trivial ou inovadora de soluções/conhecimentos conhecidos para novos problemas); e rotina (aplicação de soluções/conhecimentos conhecidos para problemas conhecidos). Um único projeto de pesquisa pode trazer mais de um tipo de contribuição de conhecimento (Gregor & Hevner, 2013; Vaishnavi et al., 2004).

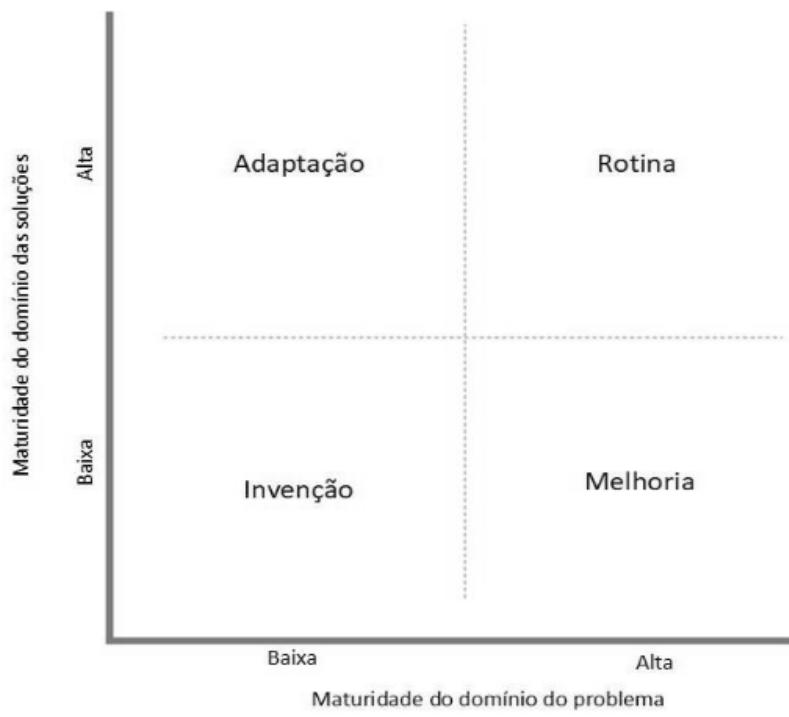


Figura 11: Tipos de contribuição de conhecimento DSR

adaptado de (Gregor & Hevner, 2013)

Portanto, a contribuição de conhecimento esperada desta dissertação, levando em consideração o enquadramento e o problema de pesquisa estabelecido no capítulo 1, caracteriza-se por uma alta maturidade no domínio das soluções, uma vez que será feita uma adaptação de soluções existentes para novos problemas.

Além disso, este estudo pode ser descrito como teórico-conceitual, especificamente dedicado à pesquisa e à revisão da literatura sobre a gestão de projetos na Indústria 4.0. Procura-se, portanto, relacionar os Fatores Críticos de Sucesso com a gestão de projetos na Indústria 4.0.

O esquema representativo do desenho da pesquisa apresenta a estrutura detalhada promovida pelo escopo da dissertação, de como a mesma será desenvolvida, hierarquizando o seu passo a passo, conforme a Figura 12.

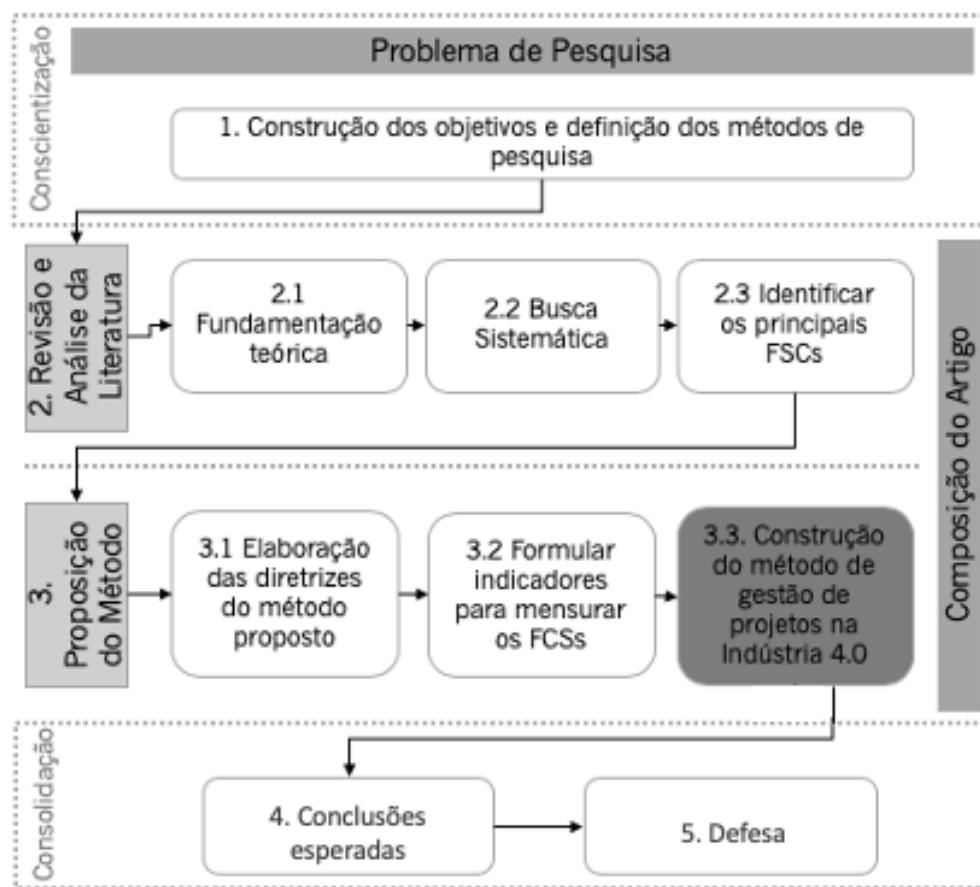


Figura 12: Método de pesquisa

- i) Conscientização: a partir de um problema identificado, será feito a conscientização sobre a sua repercussão, existência e/ou persistência. Em seguida, será identificado que objetivos ou metas são necessários para que o problema, transitoriamente, seja considerado satisfatoriamente resolvido (Lacerda et al., 2013).
- ii) Revisão e análise da literatura: esta etapa consiste em elaborar a fundamentação teórica da gestão de projetos na Indústria 4.0 com o objetivo de estabelecer o quadro de soluções empíricas conhecidas. Para tal, será realizada uma revisão sistemática da literatura, pois a metodologia possibilita a revisão completa dos temas da pesquisa, além da promoção da transparência dos resultados e repetibilidade (Lacerda et al., 2013; Mahfuz Ashraf et al., 2018; Tranfield et al., 2003). Especificamente, espera-se identificar as principais práticas promovidas pela temática, além de fornecer suporte teórico para a elaboração do artefato que nesta pesquisa será a elaboração de um método.
- iii) Proposição do método: primeiramente, neste trabalho, entende-se método como a representação de um conjunto de passos que devem ser obedecidos para que um resultado seja produzido em determinado ambiente externo (Lacerda et al., 2013). Assim, espera-se determinar os principais

constructos para a elaboração do método a partir dos resultados da revisão sistemática da literatura proposta pela etapa anterior. Tais constructos serão elucidados por meio da definição dos Fatores Críticos de Sucesso para a elaboração do método de gestão de projetos para a Indústria 4.0. Os resultados desta etapa serão formalizados por meio de um artigo para submissão.

iv) Consolidação: como resultado de todas as etapas anteriores, esta fase destina-se à consolidação da dissertação e preparação da defesa, em que será oficialmente comunicado à comunidade académica o resultado da pesquisa. Haverá descrição clara e análise rigorosa dos resultados obtidos a partir da aplicação da sistemática proposta, a fim de chegar à conclusão da pesquisa.

4. DIRETRIZES DO MÉTODO

Neste capítulo serão elencadas as diretrizes que serviram de base para a construção da proposição do método de gestão de projetos na Indústria 4.0. Inicialmente será realizada uma revisão sistemática preliminar, em que serão encontrados os trabalhos relacionados com o tema desta dissertação. Após a seleção da base teórica, será feita a identificação dos Fatores Críticos de Sucesso da gestão de projetos na Indústria 4.0. Depois, serão descritas as diretrizes do método proposto, e, para tal, serão selecionados três modelos de gestão de projetos existentes e renomados. Por fim, será descrito o *mindset Agile*, que irá apoiar a proposição do método de gestão de projetos da Indústria 4.0. Com todos os parâmetros reunidos, será apresentada proposição do método de gestão de projetos na Indústria 4.0 no capítulo seguinte.

4.1 Revisão sistemática preliminar

Com intuito de fundamentar esta dissertação, utilizou-se o método *Systematic Search Flow* (SSF) proposto por Ferenhof & Fernandes (2016) nas bases científicas de dados online *Scopus* e *Web of Science*, pois são plataformas de pesquisa eletrónica multidisciplinares, que apresentam artigos qualificados e revistos por pares (Ferenhof & Fernandes, 2016; Qu et al., 2016; Reim et al., 2015). A pesquisa foi limitada para os resultados dos períodos de 2000 a 2021 e também para resultados na língua portuguesa ou inglesa. O principal objetivo desta seção é de inicialmente identificar trabalhos que podem auxiliar no desenvolvimento desta pesquisa.

Inicialmente, os descriptores aplicados nas bases científicas foram: (“Project Management”) AND (“method” OR “framework” OR “model” OR “approach”) AND (“Industry 4.0”) AND (“critical success factor”). Ainda nesta fase de projeto, nenhum critério de inclusão e exclusão foi aplicado a fim de não restringir os resultados. Como resultado, a base *Scopus* resultou em sete trabalhos, porém apenas quatro relacionados com a temática disponível para *download*. Na base *Web of Science*, cinco trabalhos, sendo três os mesmos encontrados no *Scopus*, e os outros dois também relacionados com o tema. A Tabela 2 traz o resumo desses trabalhos bem como as suas principais contribuições.

Tabela 2: Principais resultados dos artigos primeira query

Autor(es) (ano)	Título	Principais contribuições	Plataforma
(Moeuf et al., 2019)	<i>Identification of critical success factors, risks and opportunities of Industry 4.0 in SMEs</i>	Identifica os Fatores Críticos de Sucesso, os riscos e as oportunidades que a Indústria 4.0 traz para as pequenas e médias empresas.	Scopus e Web of Science
(Sony & Naik, 2019)	<i>Critical factors for the successful implementation of Industry 4.0: a review and future research direction</i>	Investiga Fatores Críticos de Sucesso para uma implementação bem-sucedida da Indústria 4.0.	Scopus e Web of Science
(Pozzi et al., 2021)	<i>Industry 4.0 technologies: critical success factors for implementation and improvements in manufacturing companies</i>	Identifica os Fatores Críticos de Sucesso para implementar a Indústria 4.0, fornecendo evidências empíricas de oito estudos de casos de implantação e melhorias das tecnologias da Indústria 4.0	Scopus e Web of Science
(Menkhoff & Surianarayanan, 2020)	<i>Outcomes of an expert survey: are Singapore's manufacturing small and medium enterprises ready to embrace industry 4.0?</i>	Investiga as motivações e barreiras da Indústria 4.0 em Singapura. Identifica quais são os fatores-chave para derrubar as barreiras da Indústria 4.0	Scopus
(Hussein, 2019)	<i>The influence of project characteristics on project success factors. Insights from 21 real life project cases from Norway</i>	Estabelece uma estrutura contingente que interrelaciona os Fatores Críticos de Sucesso com as características de identificação do esforço do projeto.	Web of Science
(Subramanian et al., 2021)	<i>Evaluation of enablers of cloud technology to boost industry 4.0 adoption in the manufacturing micro, small and medium enterprises</i>	Estuda a influência da tecnologia em nuvem na Indústria 4.0	Web of Science

Depois, realizou-se novamente a pesquisa atualizando a *query* para (“Project Management”) AND (“Industry 4.0”) AND (“critical success factor”) a partir da exclusão da *query* (“model” or “framework” or “method” or “approach”), obtendo-se mais um resultado relacionado com a temática na base *Scopus* e na base *Web of Science* mais quatro artigos, porém dessa vez apenas um relacionado com o escopo deste projeto de pesquisa. Observa-se então que o campo de pesquisa carece de estudos que abordem esta temática. A Tabela 3 traz os resultados da segunda *query*.

Tabela 3: Principais resultados dos artigos segunda query

Autor(es) (ano)	Título	Principais contribuições	Plataforma
(Lai et al., 2020)	<i>Advanced Automation and Robotics for High Volume Labour-Intensive Manufacturing</i>	Identifica os principais fatores críticos de sucesso da Indústria 4.0 que podem ser usados como guia na sua implementação na manufatura.	<i>Scopus</i>
(Vrchota et al., 2021)	<i>Critical success factors of the project management in relation to industry 4.0 for sustainability of projects</i>	Determinar os fatores críticos de sucesso na gestão de projetos sob o ponto de vista da manufatura, relacionando com a Indústria 4.0 e a sustentabilidade.	<i>Web of Science</i>

Dessa forma, a fim de complementar mais a pesquisa, foi elaborada uma nova *query*, a fim de encontrar mais artigos que tenham relação com o tema desse projeto. Assim, a partir da pesquisa dos descritores (“Project Management”) AND (“Industry 4.0”) observou-se a presença de cerca de 300 trabalhos. A fim de afinar a pesquisa, foram selecionados filtros, em que os dois descritores aparecessem nas palavras-chave dos trabalhos e que estivessem disponíveis para *download*. Assim, a lista foi reduzida para 115 trabalhos. Desses apenas dois estão relacionados com a temática proposta e disponíveis para *download*. A Tabela 4 traz os trabalhos bem como as suas principais contribuições.

Tabela 4: Principais resultados dos artigos terceira query

Autor(es) (ano)	Título	Principais contribuições	Plataforma
(Shinohara et al., 2017)	<i>Critical success factors for digital manufacturing implementation in the context of industry 4.0</i>	Identificar os Fatores Críticos de Sucesso na implementação da manufatura digital no contexto da Indústria 4.0.	<i>Scopus e Web of Science</i>
(Yin & Qin, 2019)	<i>A smart performance measurement approach for collaborative design in Industry 4.0</i>	Este estudo desenvolve uma abordagem inteligente de DPM que oferece flexibilidade, operação personalizada, interoperabilidade e inteligência em tempo real, para medir, monitorar e melhorar a colaboração da equipa durante um processo de desenvolvimento.	<i>Scopus e Web of Science</i>

Assim, com a junção das três *queries* foram selecionados um total de 10 artigos que servirão de base para selecionar os Fatores Críticos de Sucesso da Gestão de Projetos na Indústria 4.0.

4.2 Fatores Críticos de Sucesso

Segundo Rockart (1979), Fatores Críticos de Sucesso – FCS (*Critical Success Factors* – CSFs) são um limitado número de áreas que, dentro de um resultado, se satisfatório, garante um desempenho de sucesso para a organização. Os FCS são as poucas áreas-chave em que as coisas devem dar certo para que o negócio “floresça” e para que os objetivos do gestor sejam atingidos.

Bullen & Rockart (1981) afirmam que os FCS na indústria são determinados pela técnica e competitividade da própria indústria e também pela economia, política e sociedade em que está inserida. Além disso, há um quarto fator que também dita os FCS da indústria, a tecnologia. Na gestão de projetos, no entanto, HYVÄRI (2006) identificou que os FCS estão relacionados com a organização, tamanho do projeto, tipo de organização e experiência de trabalho do gestor de projetos. Assim, se algum desses fatores mudar, consequentemente, os FCS também mudarão.

Desse modo, a Indústria 4.0 impacta significativamente na gestão de projetos durante todas as fases do ciclo de vida do projeto, fazendo com que a gestão de projetos reavalie os seus paradigmas e métodos, para que se adaptem a essa nova conjuntura.

Os trabalhos selecionados na revisão sistemática preliminar serviram de base para identificar os principais Fatores Críticos de Sucesso da Gestão de Projetos na Indústria 4.0 reunidos na Tabela 5.

Tabela 5: Fatores Críticos de Sucesso de Gestão de Projetos na Indústria 4.0

Fatores Críticos de Sucesso												Referência
1. Fatores relacionados com a organização	Suporte da gerência Clareza nos papéis e responsabilidades Clareza na missão e nos objetivos Envolvimento dos <i>stakeholders</i> Capacidade financeira Cultura da organização	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	(Menkhoff & Surianarayanan, 2020) (Hussein, 2019) (Subramanian et al., 2021) (Sony & Naik, 2019) (Moefif et al., 2019) (Pozzi et al., 2021) (Lai et al., 2020) Vrchota et al., 2021) (Shinohara et al., 2017) (Yin & Qin, 2019)
2. Fatores relacionados com a estratégia e negócios	Sustentabilidade Volatilidade dos projetos <i>Mindset</i> alinhado com a gerência Colaboração interna e externa Incentivos e subsídios com o governo local Competitividade	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
3. Fatores relacionados com a liderança e equipa de projeto	Formações e treinamentos Estudo prévio do projeto PM líder e com entendimento do <i>core business</i> da empresa Comunicação em tempo real Papéis, responsabilidades e tarefas bem definidas para toda a equipa Ter as competências necessárias para o projeto	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
4. Fatores relacionados com tecnologia e inovação	Uso das ferramentas da Indústria 4.0 Gestão dos dados / Sistema de integração Simulação e prototipagem Envolvimento com a inovação Incentivos tecnológicos pelo Governo local Monitoramento e avaliação de performance Segurança cibernética	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
5. Fatores relacionados com o projeto	Flexibilidade Plano de riscos estruturado Planeamento prévio (<i>roadmap</i>) Tamanho, valor e unicidade Métodos padronizados e estratégicos Usar lições aprendidas em projetos anteriores	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	

A partir da Tabela 5 é possível notar que o suporte da gerência foi apontado por todos os 10 trabalhos como um dos principais Fatores Críticos de Sucesso de um projeto. Lai et al. (2020) afirmam que a gerência tem um papel importante no sucesso de qualquer projeto e que sem esse suporte é muito provável que o projeto falhe e não se conclua. Pozzi et al. (2021) ainda acrescentam que uma liderança consistente da alta gerência influencia todo o projeto e transmite integridade a toda a equipa. Sony & Naik (2019) observam que a alta gerência é importante não só nos projetos mas em qualquer iniciativa da empresa e assim o seu comprometimento é primordial, principalmente na Indústria 4.0. Outro ponto importante é a clareza do propósito e dos objetivos da empresa, dos papéis e das responsabilidades, como destacado por Hussein (2019).

Vrchota et al. (2021) acreditam que, para os projetos terem sucesso na sua implementação, além do suporte da alta gerência, é preciso canais de comunicação efetivos e o custo planeado correto do projeto. Assim, a comunicação em tempo real também foi bastante apontada pelos trabalhos. Moeuf et al. (2019) consideram que a comunicação na implementação do projeto é muito importante e precisa de ser sobretudo transparente, objetiva e de ir ao encontro da alta gerência.

Outro fator abordado nos trabalhos foi sobre uma equipa de projetos qualificada e sobretudo treinada. Pozzi et al. (2021) acreditam no treinamento e nas formações da equipa, para que o projeto tenha sucesso na sua implementação. Vrchota et al. (2021) também acreditam que a equipa precisa de estar bem treinada para desenvolver o projeto, mas, mais do que isso, precisa de estar motivada e entrosada com a cultura da empresa. Lai et al. (2020) acreditam que a cultura e a estratégia da empresa têm de estar alinhadas com as pessoas envolvidas e, mais do que isso, têm de estar claras para todos. Sony & Naik (2019) ainda completam que projetos na Indústria 4.0 são mais desafiadores para uma equipa, já que é algo novo e em constante descoberta.

Menkhoff & Surianarayanan (2020) trazem a capacidade financeira como um fator de sucesso para os projetos, assim como Vrchota et al. (2021) acreditam que um bom planeamento financeiro é crucial para o sucesso do projeto.

Vrchota et al. (2021) acrescentam que a sustentabilidade é um objetivo fundamental nos projetos, uma vez que impacta na gestão ambiental, social e económica da empresa. E Sony & Naik (2019) acreditam que projetos na Indústria 4.0 impactam não só a empresa mas também o meio em que está inserida e que, portanto, a sustentabilidade é um fator que deve ser levado em consideração.

Lai et al. (2020) acreditam que muito se tem de aprender de experiências em projetos anteriores e que antes de começar um novo projeto é necessário rever as lições aprendidas dos anteriores na fase de planeamento do próximo. Menkhoff & Surianarayanan (2020) destacam que os projetos devem adotar

uma estratégia clara e fazer um bom *roadmap*, alinhado com a organização, ou seja, um bom planeamento prévio. Hussein (2019) também acredita que um planeamento prévio é a chave do sucesso dos projetos. Ainda completa que uma boa gestão de risco estruturada e com lições aprendidas de projetos anteriores também é importante para o sucesso do projeto. Subramanian et al. (2021) consideram que a performance deve ser constantemente avaliada e monitorada nos projetos, principalmente com as novas tecnologias. E ainda apontam que o apoio do governo local também impacta o sucesso dos projetos.

Projetos são voláteis e passíveis de mudanças durante o seu percurso, e Hussein (2019) destaca que a flexibilidade e estar preparado para as incertezas é um ponto importante para o sucesso dos projetos. Lai et al. (2020) apontam que usar a tecnologia de forma madura e inteligente garante o sucesso dos projetos, e que, portanto, é necessária uma boa gestão de dados. Moeuf et al. (2019) ainda diz que as ferramentas tecnológicas usadas no projeto precisam de ser simples e fáceis de usar e acreditam que a simplicidade e acessibilidade dessas soluções impulsionam o seu uso. E ainda completam que, para o projeto ser um sucesso, é necessário explorar os dados, ou seja, ter uma boa infraestrutura de tecnologia que irá gerar, capturar e analisar esses dados, e ainda usá-los para alimentar as ferramentas de simulação. Subramanian et al. (2021) afirmam que projetos com tecnologias bem integradas, apesar de desafiadores, tendem a ter mais sucesso. Yin & Qin (2019) ainda apontam a importância da segurança cibernética, uma vez que os projetos da Indústria 4.0 usam ferramentas tecnológicas e trabalham com uma massa de dados muito alta. Shinohara et al. (2017) consideram muito relevante a habilidade de transformar grandes quantidades de dados em conhecimento e tomada de decisão, e que, portanto, a sua gestão se faz necessária para o sucesso de um projeto na Indústria 4.0.

O envolvimento com a inovação e incentivos para se inovar nos projetos é trazido por Menkhoff & Surianarayanan (2020) como um papel importante nos projetos. Yin & Qin (2019) também acreditam que a inovação e o uso de ferramentas da Indústria 4.0 contribuem para o sucesso do projeto. Shinohara et al. (2017) refletem que uma cultura guiada pela inovação é um importante fator para o sucesso de um projeto na Indústria 4.0.

A Figura 13 traz os Fatores Críticos de Sucesso em escala de importância, de acordo com os trabalhos estudados.

Fatores Críticos de Sucesso

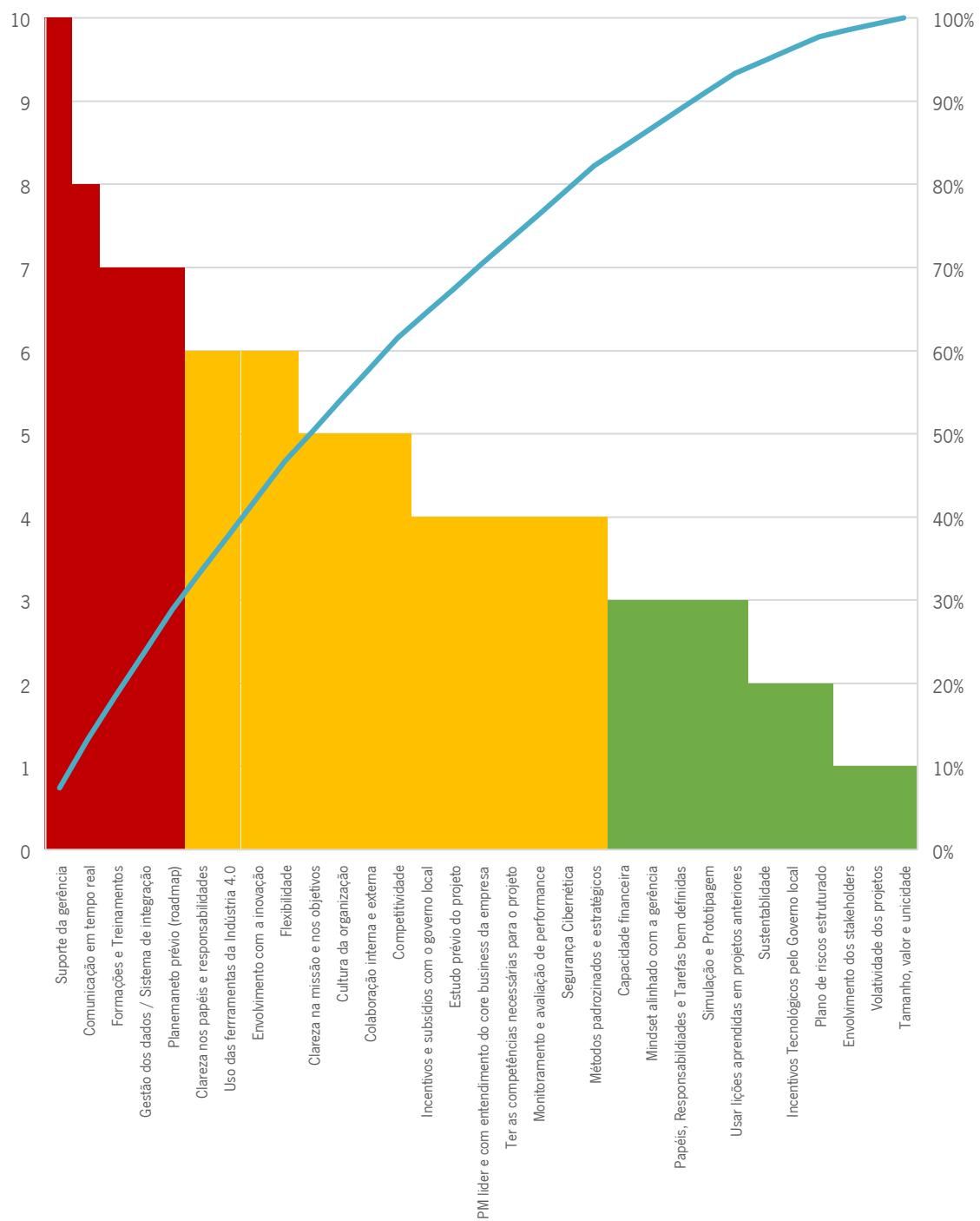


Figura 13: Gráfico dos FCS

4.3 Diretrizes do método proposto

Além da identificação dos Fatores Críticos de Sucesso da Gestão de Projetos na Indústria 4.0, foram selecionados três modelos de gestão de projetos já existentes, a fim de usá-los como diretrizes para a proposição do método que será elaborado nesta dissertação.

O primeiro modelo estudado foi o guia PMBOK do PMI, em que une o ciclo de vida do projeto, separando em grupos de processos, com as suas 10 áreas de conhecimento (PMI, 2017). Em cada grupo de processo existe um agrupamento lógico de processos que precisam de ser seguidos para atingir o objetivo específico do projeto (PMI, 2017). No PMBOK, esses processos são agrupados em cinco grupos:

1. Iniciação;
2. Planeamento;
3. Execução;
4. Monitoramento e controlo;
5. Encerramento.

Já a área de conhecimento é uma área identificada de gestão de projetos e definida pelos seus requisitos de conhecimento. Elas são inter-relacionadas e descritas em termos de processo. O PMBOK descreve 10 áreas de conhecimento (PMI, 2017). São elas:

1. Integração;
2. Escopo;
3. Tempo;
4. Custo;
5. Qualidade;
6. Recursos Humanos;
7. Comunicações;
8. Riscos;
9. Aquisição;
10. Partes interessadas.

A Tabela 6 resume em um quadro a combinação dos cinco grupos de processo com as 10 áreas de conhecimento do PMBOK (PMI, 2017).

*Tabela 6: Resumo das áreas de conhecimento e grupos de processo do projeto do PMBOK
adaptado de (PMI, 2017)*

Áreas de conhecimento	Iniciação	Planeamento	Execução	Monitoramento e controlo	Encerramento
Integração	1. Desenvolver o termo de abertura do projeto	2. Desenvolver o plano de gestão do projeto	3. Orientar e gerir o trabalho do projeto	4. Monitorar e controlar o trabalho do projeto 5. Realizar o controlo integrado de mudanças	6. Encerrar o projeto ou fase
Escopo	1. Planear a gestão do escopo 2. Coletar os requisitos 3. Definir o escopo 4. Criar a EAP			5. Validar o escopo 6. Controlar o escopo	
Tempo	1. Planear a gestão do cronograma 2. Definir as atividades 3. Sequenciar atividades 4. Estimar os recursos das atividades 5. Estimar as durações das atividades 6. Desenvolver o cronograma				7. Controlar o cronograma
Custos	1. Planear a gestão dos custos 2. Estimar custos 3. Determinar o orçamento				4. Controlar os custos
Qualidade	1. Planear a gestão da qualidade	2. Realizar a garantia de qualidade	3. Controlar a qualidade		
Recursos Humanos	1. Planear a gestão dos recursos humanos	2. Mobilizar a equipa do projeto 3. Desenvolver a equipa do projeto 4. Gerir a equipa do projeto			
Comunicações	1. Planear a gestão das comunicações	2. Gerir as comunicações	3. Controlar as comunicações		
Riscos	1. Planear a gestão dos riscos 2. Identificar os riscos 3. Realizar a análise qualitativa dos riscos 4. Realizar a análise quantitativa dos riscos 5. Planear as respostas aos riscos			6. Controlar os riscos	
Aquisição	1. Planear a gestão das aquisições	2. Conduzir as aquisições	3. Controlar as aquisições	4. Encerrar as aquisições	
Partes Interessadas	1. Identificar partes interessadas 2. Planear a gestão das partes interessadas	3. Gerir o envolvimento das partes interessadas	4. Controlar o envolvimento das partes interessadas		

O segundo modelo estudado foi o *Project Excellence Baseline* – PEB do IPMA, em que descreve o conceito de como fazer uma gestão de projetos com excelência. O PEB tem como base o *Total Quality Management* – TQM, que tem como principal premissa que o sucesso de uma organização decorre do nível de qualidade que ela pode oferecer ao cliente, integrando a produção e todos os processos que apoiam os procedimentos de qualidade (IPMA, 2016). O PEB também tem como inspiração o Modelo de Excelência desenvolvido pela *European Foundation for Quality Management* – EFQM, no qual avalia o grau de excelência alcançado na organização, estimulando a partir dessa avaliação a melhoria contínua (IPMA, 2016).

O PEB divide o modelo em três áreas-chave:

1. Pessoas e propósito;
2. Processos e recursos;
3. Resultados do projeto.

Além disso, o PEB detém sete áreas principais, que, se houver integração entre elas, irão gerar valor para o projeto (IPMA, 2016). São elas:

1. Performance;
2. Eficácia e eficiência;
3. Confiabilidade;
4. Flexibilidade;
5. Melhoria contínua;
6. Escalabilidade;
7. Sustentabilidade.

O PEB também é apoiado pelo ciclo PDCA, pois a ênfase deve ser a melhoria contínua, a aprendizagem constante e os princípios do ciclo PDCA, que estão em linha com os princípios do PEB, consistindo em quatro passos:

- a) *Plan* (Planejar): no estágio inicial do projeto, a equipa do projeto seleciona procedimentos, métodos, abordagens e ferramentas que serão apropriados para o plano, execução, monitoramento e controlo do projeto.
- b) *Do* (Desenvolver): a equipa de projeto implementa o que foi planeado.

- c) *Check* (Conferir): a equipa do projeto avalia os processos, métodos, abordagens e ferramentas usadas no projeto e determina se são apropriados para a gestão do projeto e se eles levam aos resultados esperados ou se precisam de melhorias.
- d) *Act* (Agir): baseado na avaliação anterior, a equipa do projeto analisa, prioriza as descobertas e concorda com as atividades planeadas e executadas para aperfeiçoar a gestão de projetos.

A Figura 14 apresenta a interação entre as áreas do PEB em forma de ciclo inspirado no ciclo PDCA.



Figura 14: Interação entre as áreas do PEB

adaptado (IPMA, 2016)

O terceiro modelo estudado é a Metodologia de Gestão de Projetos PM² elaborada pela Comissão Europeia e visa apoiar os gestores de projetos no fornecimento de soluções e benefícios para as suas organizações pela gestão eficaz do trabalho ao longo de todo o ciclo de vida de um projeto (European Commission, 2018). Essa metodologia tem o apoio de quatro pilares. São eles:

1. Um modelo de governação de projetos;

2. Um ciclo de vida de um projeto;
3. Um conjunto de processos;
4. Um conjunto de artefactos do projeto.

O ciclo de vida de um projeto PM² é constituído por quatro fases: inicial, planeamento, execução e encerramento. E ainda há uma quinta, que acontece em paralelo com as quatro fases, a de monitorar e controlar (European Commission, 2018). A Tabela 7 traz as fases de ciclo do projeto com as suas descrições.

*Tabela 7: Fases do ciclo de projeto no PM2
(European Commission, 2018)*

Fase do projeto	Descrição
1. Inicial	Definir os resultados pretendidos. Elaborar uma justificação económica. Definir o âmbito do projeto. Iniciar o projeto da melhor forma.
2. Planeamento	Constituir a equipa central do projeto. Elaborar o âmbito do projeto. Planear o trabalho.
3. Execução	Coordenar a execução dos planos do projeto. Produzir entregáveis.
4. Encerramento	Coordenar a aceitação formal do projeto. Elaborar um relatório sobre o desempenho do projeto. Retirar ensinamentos e recomendações pós-projeto. Encerrar o projeto administrativamente.
Monitorizar e controlar todo o trabalho de projeto ao longo da sua duração: acompanhar as variáveis do projeto, medir o progresso, gerir alterações, abordar os riscos e problemas, identificar medidas corretivas.	

No final de cada fase, o projeto passa por um mecanismo de revisão e aprovação. Assim, o projeto é examinado antes da sua transição para a próxima fase, contribuindo para a qualidade da gestão de projeto (European Commission, 2018). Os três mecanismos de transição de fase da PM² são:

- a) Pronto para Planeamento (*Ready for Planning* – RfP) – no final da fase inicial;
- b) Pronto para Execução (*Ready for Executing* – RfE) – no final da fase de planeamento;
- c) Pronto para Encerramento (*Ready for Closing* – RfC) – no final da fase de execução.

Além disso, os projetos dependem das pessoas para a sua definição, planeamento e execução. Assim, no PM² os motores do projeto mudam de fase para fase. Na fase inicial, o principal condutor é o Dono do Projeto (*Project Owner* – PO), que dá início ao projeto e cuida de toda a documentação. Depois, na fase de planeamento, o principal condutor é o Gestor de Projeto (*Project Manager* – PM), responsável por coordenar a entrega de todos os planos do projeto. Já na execução do plano e na criação de

resultados do projeto, os condutores são a Equipa do Projeto (*Project Core Team* – PCT). Por fim, na fase de encerramento, as partes interessadas são os condutores e avaliam os resultados do projeto bem como o seu desempenho global (European Commission, 2018).

A Figura 15 resume as fases do projeto com os seus respetivos motores, contribuições e realizações.

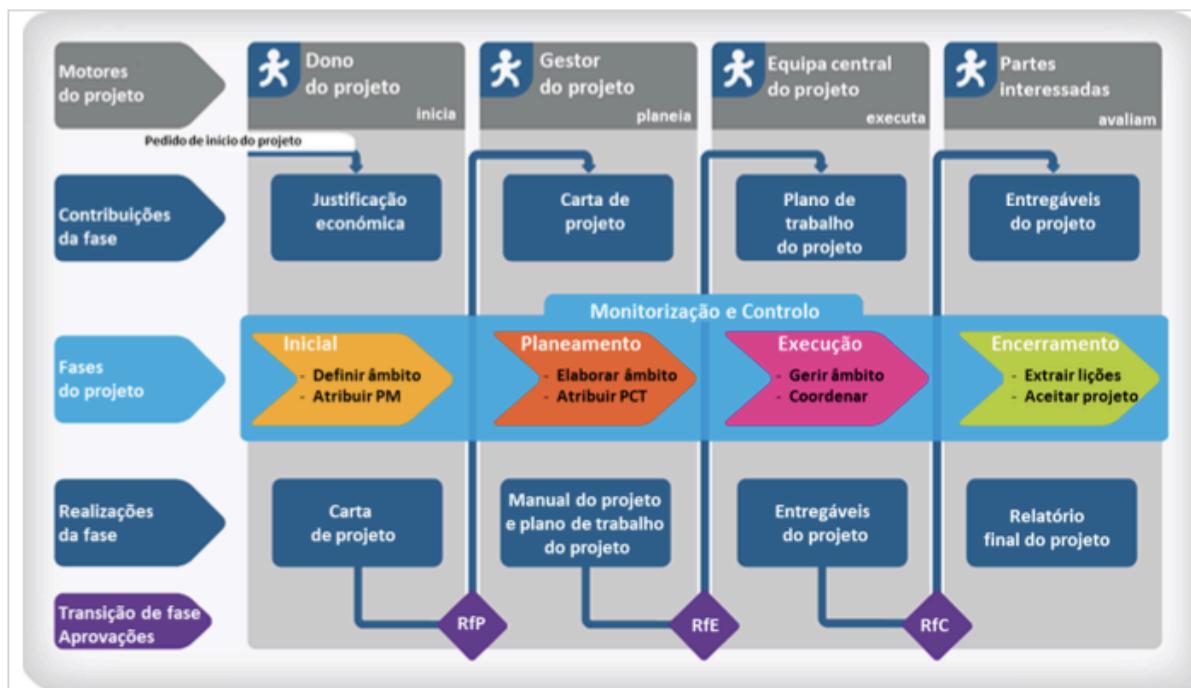


Figura 15: Fluxograma da PM2 – fases, entradas, saídas e condutores

(European Commission, 2018)

4.4 Mindset Agile

O último parâmetro usado para o estudo de um método de gestão de projeto na Indústria 4.0 é a metodologia ágil, que traz princípios e valores que passam a ser mais do que uma metodologia, passando a uma filosofia, ou seja, um *mindset*.

A Indústria 4.0 exige que os projetos sejam mais dinâmicos, flexíveis e ágeis. E, por isso, a mentalidade da gestão de projeto também precisa de passar por transformações. O *mindset Agile* aborda muitos dos pontos que são necessários para atingir o sucesso dos projetos na Indústria 4.0. A interatividade e a adaptabilidade, além da agilidade, são os pontos fortes do *mindset Agile*, o projeto é quebrado em subprojetos e são entregues “sprints” para avaliação e revisão das partes interessadas, são feitos os ajustamentos e feito um novo sprint, e repete-se até chegar ao objetivo final e à aprovação das partes

interessadas. Com isso, o *mindset* sustenta-se nas iterações incrementais e constante entrega de valor durante o projeto, ao invés de se entregar valor apenas uma vez no resultado final.

O estudo do método de gestão de projetos na Indústria 4.0 visa unir os modelos tradicionais de gestão de projetos com os Fatores Críticos de Sucesso de um projeto na Indústria 4.0 e com o *mindset Agile*. Da união desses três parâmetros nascerá um método que segue o ciclo de vida de um projeto de forma ágil, sustentável e inovadora.

5. PROPOSIÇÃO DO MÉTODO DE GESTÃO DE PROJETOS PARA INDÚSTRIA 4.0

Para a proposição do método de gestão de projeto para Indústria 4.0 foi preciso ampliar a base de conhecimento em gestão de projeto vista nos modelos estudados neste trabalho. Embora seja uma lista sugestiva, pode-se incorporar novas áreas de acordo com o tipo de projeto e as suas necessidades específicas. Neste capítulo será detalhada a proposição feita para desenvolver o método de gestão de projetos na Indústria 4.0. Primeiro será descrito o ciclo de vida do projeto na Indústria 4.0, depois serão descritas as áreas de conhecimento que engloba o projeto, seguido da síntese do método de gestão de projetos na Indústria 4.0 e, por fim, a mentalidade que nasce com a gestão de projetos na Indústria 4.0.

5.1 Ciclo de vida do projeto na Indústria 4.0

A proposição de um método de gestão de projetos para a Indústria 4.0 é um desafio significativo, uma vez que cada projeto é único e detém especificidades também únicas. Decidiu-se adotar a linha do tempo de um ciclo de vida de um projeto como base adicionando uma fase antes da fase de iniciação denominada fase de preparação, seguida da fase de planeamento, que atuará em paralelo com a fase adicionada de simulação e a fase de execução do projeto. Depois ocorrerá a fase de encerramento do projeto e uma fase de avaliação será adicionada, que computará as lições aprendidas para os próximos projetos. A Figura 16 esboça o ciclo de vida do projeto na Indústria 4.0.

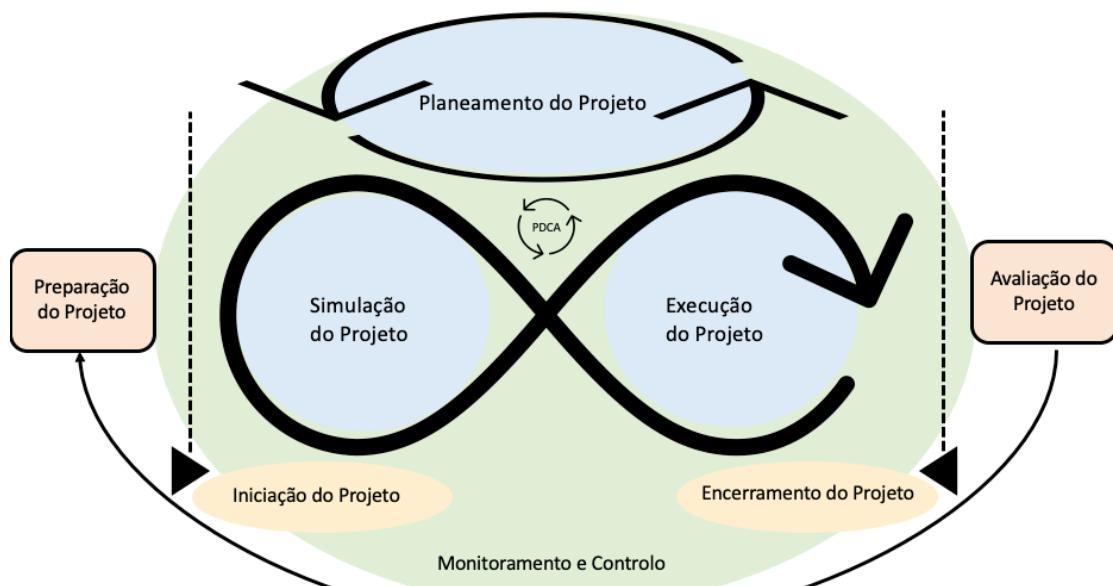


Figura 16: Ciclo de vida do projeto na Indústria 4.0

O ciclo de vida de um projeto engloba as principais fases pelas quais um projeto passa. Além disso delimitar as fases, facilita a gestão de projetos, uma vez que permite uma visualização mais globalizada do projeto como um todo, auxiliando o gestor a perceber onde deverá estar o foco da sua atenção num dado momento. Na Indústria 4.0, um projeto pode iniciar e terminar rapidamente e muitas vezes um projeto ramifica-se para novos projetos. Assim, a fase de avaliação do projeto torna-se essencial, pois é nela que se documentará as lições aprendidas e que servirão de insumo na fase de preparação dos novos projetos que possam surgir.

5.1.1 Preparação do projeto

A fase de preparação do projeto começa pela identificação de um problema ou uma oportunidade que geram um conjunto de percepções e interesses, pode ser estimulado por uma necessidade, demanda ou oferta da empresa e pode ser de uma fonte interna ou externa. Muitas vezes, um projeto nasce a partir de outros projetos anteriores devido a volatilidade dos projetos sendo este um Fator Crítico de Sucesso relacionado com a estratégia e negócios. Por isso, a preparação do projeto pode ser a continuação da fase de avaliação de um projeto anterior, em que as lições aprendidas e documentadas irão servir de base para o próximo projeto sendo este outro FCS dessa vez relacionado com projeto uma vez que usa-se lições aprendidas em projetos anteriores e também relacionado com a liderança e equipa de projeto uma vez que há um estudo prévio do projeto nesta fase. O resultado dessa fase é a elaboração de uma proposta básica com um objetivo principal estruturado para a realização do projeto, ou seja, um planeamento prévio (*roadmap*) sendo este um FCS relacionado com projeto.

Antes de dar início ao projeto, é preciso validar a sua real necessidade. Assim, na fase de preparação, serão recolhidos dados que apoiam a ideia inicial do projeto. Nessa fase é preciso avaliar a necessidade social, ambiental e económica, a demanda do mercado, a necessidade do negócio, contribuição tecnológica, exigências legais e o real valor acrescido no cliente final, ou seja, nas partes interessadas. Seja interno ou externo. Essa avaliação vai de encontro com os fatores relacionados com organização. Após se avaliar as necessidades do projeto, define-se o objetivo principal do projeto. Esse deve ser realista, específico, mensurável, alcançável, temporal e relevante. Assim, a ideia inicial torna-se um objetivo estruturado do projeto oriundo de um problema, oportunidade ou necessidade que será solucionada com a conclusão deste projeto. O objetivo do projeto precisa ser claro de acordo com os FCS.

Com as necessidades e as partes interessadas rastreadas e o objetivo definido, faz-se a justificação do projeto, cujo objetivo é descrever a razão por que se deve investir nesse projeto, em termos de esforço, tempo e custo, e ainda descrever quais seriam os ganhos com a conclusão desse projeto.

A Figura 17 esquematiza a fase de preparação do projeto.

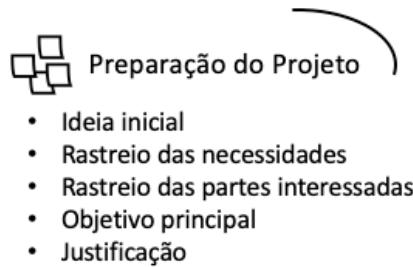


Figura 17: Fase de preparação do projeto

5.1.2 Iniciação do projeto

Com o objetivo principal já estruturado, depois do rastreio das necessidades e partes interessadas e devidamente justificado, é altura de formalizar o projeto e entrar na fase de iniciação. Nesta fase, será feita a procura do contexto em que o projeto será inserido, ou seja, serão realizadas estimativas de custo, esforço e prazo. Elaborando o primeiro esboço do escopo do projeto.

Nesta fase também será delimitada a equipa do projeto, quem será o gestor de projeto e avaliadas as suas competências a fim de selecionar as formações e treinamentos necessários para a equipa executar com sucesso o projeto, uma vez que formações e treinamentos são FCS relacionados com a liderança e equipa de projeto.

É nesta fase também que há o alinhamento de expectativas entre a equipa do projeto e a alta gerência que também vai de encontro com os FCS relacionados com a liderança e equipa de projeto. Assim, serão definidas as principais entregas do projeto bem como os marcos do projeto. A comunicação durante todo o projeto deve ser constante e em tempo real, tanto entre os membros da equipa quanto com a alta gerência outro FCS importante para o sucesso do projeto.

Todos esses pontos são colocados no plano de trabalho do projeto, finalizando a fase de iniciação do projeto e indo para fase seguinte, a de planeamento do projeto.

A Figura 18 esquematiza a fase de iniciação do projeto.



Iniciação do Projeto

- Documentar a ideia inicial e as necessidades da fase de preparação
- Definir a equipa e gestor do projeto
- Rastrear as formações e treinamentos necessários
- Alinhar expectativas com a alta gerência
- Definir as entregas principais e os marcos do projeto
- Elaborar plano de trabalho do projeto

Figura 18: Fase de iniciação do projeto

5.1.3 Planeamento do projeto

A fase de planeamento do projeto reúne todos os processos que visam atingir o objetivo do projeto, esses processos são elaborados e planeados um a um detalhadamente. Nesta fase, serão identificados todos os elementos e tarefas necessárias para atingir as principais entregas e marcos do projeto bem como a sua conclusão. Assim, são realizados processos para definir o escopo do projeto, refinar os objetivos e desenvolver o curso de ação necessário para alcançar o objetivo do projeto. A Figura 19 sintetiza a fase de planeamento do projeto.



Planeamento do Projeto

- Desenvolver plano de gestão do projeto
- Coletar requisitos
- Definir escopo e afinar objetivos
- Elaborar cronograma
- Elaborar orçamento
- Analisar impacto de sustentabilidade
- Desenvolver os planos de risco, de qualidade, de aquisições, de comunicação, e de recursos humanos
- Definir plano de gestão de dados

Figura 19: Fase de planeamento do projeto

Na Indústria 4.0, o planeamento ocorre de forma constante, uma vez que ocorre em paralelo com a simulação e execução. Isso acontece para dar agilidade aos processos. Assim, é possível planear, depois testar, planear novamente, testar, até chegar ao ponto de execução. Nessa fase, o uso do ciclo PDCA torna-se primordial. Com a fase de simulação é possível criar protótipos e testá-los, fazer melhorias bem como planear e testar novamente. Até se chegar ao ponto de execução com os resultados esperados e se encerrar o projeto. A Figura 20 traz o ciclo PDCA adaptado para usar na gestão de projetos na Indústria 4.0.

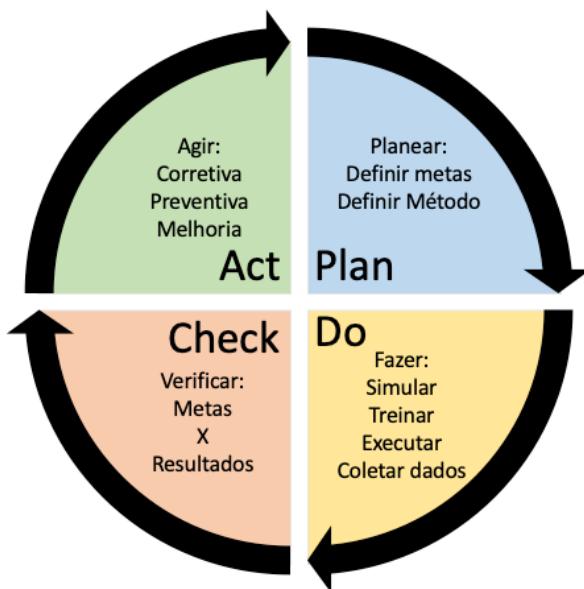


Figura 20: Ciclo PDCA

Na fase de planeamento também é importante planejar a gestão de dados, começar a recolha de dados e planejar a mineração dos dados para a tomada de decisão, para fazer um projeto com resultados mais assertivos sendo este um FCS relacionado com tecnologia e inovação.

Da mesma forma, é preciso avaliar se os processos planeados são sustentáveis de acordo com o plano de sustentabilidade. O que traz de melhoria para sociedade, para o ambiente e para a economia indo de encontro com o FCS relacionado com a estratégia e negócios.

5.1.4 Simulação do projeto

Na Indústria 4.0, na sua maioria é possível criar um protótipo e fazer simulações antes de executar o projeto em grande escala. Assim, pensando nesses fatores relacionados com tecnologia e inovação, uma área de simulação torna-se necessária para que a gestão do projeto seja um sucesso. Com a simulação também é possível gerar uma massa de dados que, se for bem trabalhada, pode gerar *insights* que

desenham o rumo do projeto, e a tomada de decisão fica mais assertiva e otimizada. A simulação mostra ao gestor de projeto, em tempo real, as condições em que se encontra a solução desenhada e como pode, a partir do *insight*, aperfeiçoá-la.

Assim, na fase de simulação, é preciso formular o problema, definir o sistema de simulação que irá ser usado e avaliar se o projeto necessita ou não de uma fase de simulação. Se não necessitar, segue para a fase de execução. Caso seja possível simular e testar antes de executar, dever-se-á formular o modelo de simulação, preparar os dados necessários e implementar esses dados no modelo. Depois, valida-se se o modelo está dentro das especificações do projeto e executa-se a simulação. Analisa-se os resultados e documenta-se. Em seguida, avalia-se se o resultado obtido foi ao encontro do objetivo do projeto. Se sim, vai para fase de execução. Se não, volta para o planeamento e faz-se os ajustes necessários para simular novamente. A Figura 21 sintetiza a fase de simulação do projeto.

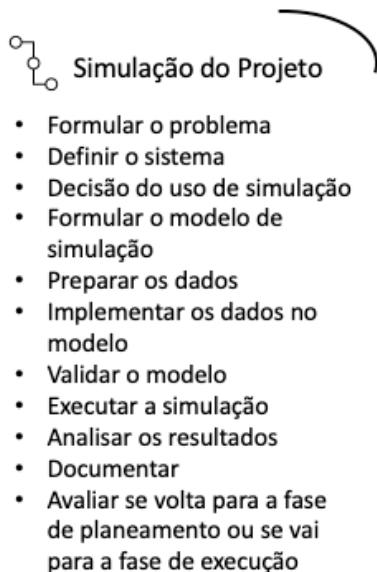


Figura 21: Fase de simulação do projeto

5.1.5 Execução do projeto

Na fase de execução, a equipa do projeto coloca em prática o que foi planeado e simulado, seguindo o plano de ação e garantindo que os entregáveis do projeto são de qualidade e estão dentro das expectativas esperadas.

Nesta fase é importante que o gestor de projeto direcione e oriente os trabalhos do plano de projeto pela equipa. Monitorizar o projeto em execução torna-se fundamental, uma vez que é preciso garantir que todos os pontos estão de acordo com o plano de qualidade, dentro do orçamento e dentro dos prazos acordados. A comunicação também se torna fundamental, e obter retorno das partes interessadas em

tempo real faz com que o processo seja mais ágil e assertivo. Esses são pontos relacionados tanto com a liderança e equipa do projeto quanto do projeto em si.

A Figura 22 sintetiza a fase de execução do projeto.

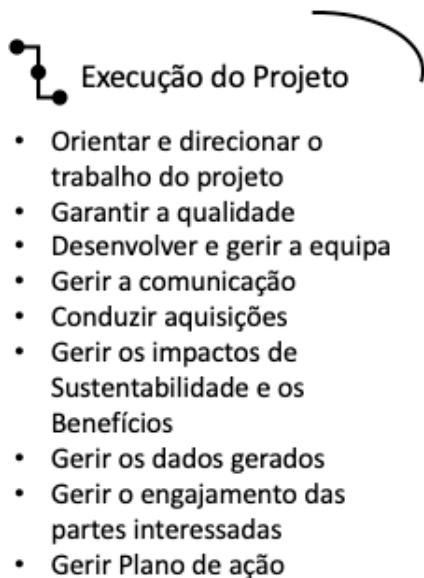


Figura 22: Fase de execução do projeto

5.1.6 Monitoramento e controlo do projeto

A fase de monitoramento e controlo do projeto reúne os processos que acompanham as atividades do projeto, com o objetivo de identificar a performance atual do projeto e de atingir o que foi planeado, ou seja, monitora o desempenho global do projeto. Além de monitorar, nessa fase há o controlo, ou seja, são analisadas as variações e são feitas as correções dos desvios, realizando o controlo integrado de mudanças, para responder a riscos, problemas existentes ou que possam existir. Essa fase engloba o projeto do início ao fim e tem a sua maior atuação na fase de simulação e execução. Essa fase é essencial para a gestão do plano de ação, e para agir com rapidez nas respostas, nas ações corretivas ou nas prevenções. Além do controlo constante do cronograma, custo e dos impactos e dos benefícios do projeto. Nessa fase também há a validação do escopo do projeto, ao verificar e controlar se as atividades vão ao encontro ao proposto no escopo. O monitoramento e controlo e consequente avaliação de performance do projeto vão de encontro com os FCS relacionado com tecnologia e inovação.

A Figura 23 sintetiza a fase de monitoramento e controlo do projeto.

Monitoramento e Controlo do Projeto

- Monitorar e controlar o trabalho do projeto
- Realizar o controle integrado de mudanças
- Validar e controlar escopo
- Controlar cronograma, custos e qualidade, comunicação, aquisições, riscos, os impactos de sustentabilidade e os benefícios
- Avaliar desempenho da equipa
- Controlar os dados gerados
- Controlar o envolvimento das partes interessadas
- Controlar o plano de ação

Figura 23: Fase de monitoramento e controlo do projeto

5.1.7 Encerramento do projeto

A fase de encerramento do projeto corresponde à conclusão do projeto, ou seja, quando se atinge os objetivos propostos e encerra o projeto. Os entregáveis são oficialmente transferidos para as partes interessadas, e o projeto é administrativamente fechado. No encerramento são feitas as recolhas de dados de todas as áreas. Assim, os feedbacks 360 são incentivados para recolher sugestões e melhorias de todos os envolvidos no projeto. Além de elencar todos os impactos que o projeto causou tanto no âmbito social, quanto ambiental e económico. Também é elencado os benefícios que o projeto gerou.

A Figura 24 sintetiza as atividades da fase de encerramento do projeto.



Encerramento do Projeto

- Encerrar o projeto
- Realizar feedback 360 do projeto
- Encerrar aquisições
- Armazenar os dados gerados do projeto
- Elencar os benefícios
- Elencar os impactos de sustentabilidade

Figura 24: Fase de encerramento do projeto

5.1.8 Avaliação do projeto

Após encerrado o projeto, ainda há a fase de avaliação. É nessa fase que irá ser feita a documentação das lições aprendidas com o projeto e também a avaliação dos impactos de sustentabilidade. As sugestões e melhorias também são documentadas, a fim de serem usadas em projetos futuros. Com os dados obtidos durante o projeto e com ele finalizado é possível gerar *insights*, seja para assegurar o sucesso do projeto, seja para apoiar novos projetos que possam nascer de uma necessidade ou oportunidade do projeto. Assim, essa fase, além de avaliar o projeto como um todo, tem o objetivo de verificar se surgiram novas ideias para novos projetos.

A Figura 25 sintetiza a fase de avaliação do projeto.



Avaliação do Projeto

- Documentar as lições aprendidas
- Avaliar e documentar os impactos de sustentabilidade
- Documentar as sugestões de melhoria para usar nos próximos projetos
- Gerar insights através dos dados do projeto para apoiar projetos futuros
- Avaliar os benefícios gerados
- Gerar ideias para novos projetos

Figura 25: Fase de avaliação do projeto

5.2 Áreas de conhecimento do projeto na Indústria 4.0

Visando englobar as características de um projeto na Indústria 4.0 para além das 10 áreas de conhecimento sugeridas pelo PMBOK do PMI, um conjunto de áreas de conhecimento é sugerido: gestão de dados, gestão de sustentabilidade, gestão de benefícios e gestão de agilidade. A Figura 26 traz as 14 áreas de conhecimento para a gestão de projetos na Indústria 4.0.

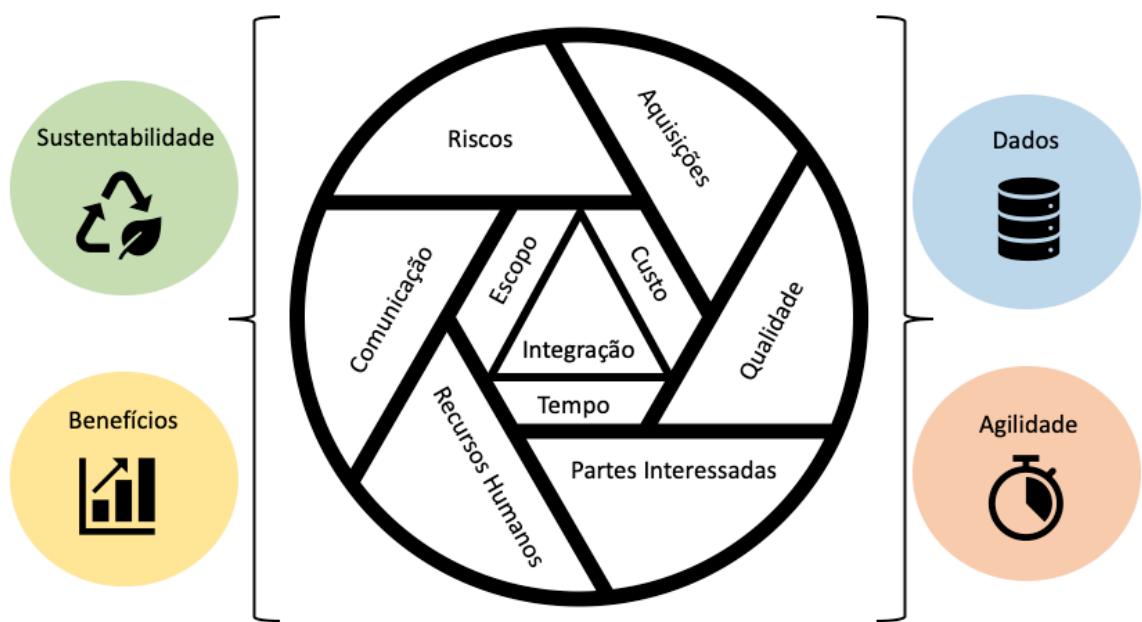


Figura 26: 14 áreas de conhecimento para a gestão de projetos na Indústria 4.0

As áreas de conhecimento trazem os processos, práticas, ferramentas e tarefas relacionadas com área. Além da adição de quatro áreas de conhecimento, também são sugeridas algumas pequenas adições nas áreas existentes de acordo com os FCS na indústria 4.0 reunidos no capítulo anterior.

Na área de gestão da integração é sugerido, antes de desenvolver o termo de abertura do projeto, realizar um rastreio das necessidades do projeto para formular o objetivo da ideia inicial na fase de preparação, além disso na fase de simulação a gestão de integração faz a análise do projeto após a simulação, em que decidirá se precisará planejar novamente ou se irá para a fase seguinte a fase de execução. E uma terceira tarefa é adicionada na fase de avaliação que é documentar as lições aprendidas do projeto.

Na área de gestão do escopo, na fase de preparação é onde ocorre um primeiro brainstorming a fim de fundamentar a ideia inicial do projeto e obter os primeiros pontos do escopo. Na fase de simulação é preciso verificar se os resultados da simulação vão ao encontro do escopo planeado para assegurar a decisão de seguir o projeto para a fase de execução ou voltar para a fase de planeamento.

Na área de gestão do tempo ocorre a adição da análise dos tempos de simulação e se é preciso sequenciar novamente as atividades para refazer o projeto ou continuar o cronograma.

A Tabela 8 traz as tarefas da gestão de integração, de escopo, e de tempo no ciclo de vida do projeto da Indústria 4.0.

Tabela 8: Tarefas no ciclo de vida do projeto na Indústria 4.0 parte 1

Áreas de conhecimento	Preparação	Iniciação	Planeamento	Simulação	Execução	Monitoramento e controlo	Encerramento	Avaliação
Integração	1. Definir ideia inicial, rastrear as necessidades e formular objetivo principal	2. Desenvolver o termo de abertura do projeto	3. Desenvolver o plano de gestão do projeto	4. Analisar se é necessário rever o plano e simular ou executar direto	5. Orientar e gerir o trabalho do projeto	6. Monitorar e controlar o trabalho do projeto	7. Realizar o controlo integrado de mudanças	8. Encerrar o projeto ou fase 9. Documentar as lições aprendidas
Escopo	1. Brainstorming do escopo		2. Planejar a gestão do escopo 3. Coletar os requisitos 4. Definir o escopo 5. Criar a EAP	6. Avaliar se o protótipo está de acordo com o escopo do projeto		6. Validar o escopo 7. Controlar o escopo		
Tempo			1. Planejar a gestão do cronograma 2. Definir as atividades 3. Sequenciar atividades 4. Estimar os recursos das atividades 5. Estimar as durações das atividades 6. Desenvolver o cronograma	7. Analisar os tempos da simulação		8. Controlar o cronograma		

Para a área de gestão de recursos humanos é sugerida, na fase inicial, a definição da equipa gestora de projeto e se para o projeto será necessário submeter a equipa a formações e treinamentos. Na fase de encerramento há ainda a realização de um feedback 360, em que todos os envolvidos no projeto dão os seus feedbacks e sugestões de melhorias, os quais irão alimentar a fase de avaliação, em que ocorrerá a documentação dessas sugestões para usar nos próximos projetos.

Para a área de gestão da comunicação, na fase inicial, é necessário definir as plataformas de comunicação em tempo real com multiusuários que serão usadas no projeto todo.

Na área de gestão de riscos, na fase de simulação, terá uma tarefa de analisar se há novos riscos e se há planos para os mitigar.

Na área de gestão das partes interessadas, é na fase de preparação que se faz a identificação de quem são as partes interessadas no projeto. Na fase inicial, é importante alinhar as expectativas com a alta gerência na hora de abrir o projeto, e no decorrer do projeto é fundamental que as partes interessadas estejam envolvidas em todo o percurso. Ao encerrar o projeto, na fase de encerramento é essencial o feedback das partes interessadas para alimentar os próximos projetos com informações que possam ser úteis.

A Tabela 9 traz as tarefas da gestão de recursos humanos, de comunicações, de riscos e das partes interessadas no ciclo de vida de um projeto na Indústria 4.0.

Tabela 9: Tarefas no ciclo de vida do projeto na Indústria 4.0 parte 2

Áreas de conhecimento	Preparação	Iniciação	Planeamento	Simulação	Execução	Monitoramento e controlo	Encerramento	Avaliação
Recursos Humanos	1. Definir equipa e gestor de Projeto 2. Rastrear as formações necessárias	3. Planejar a gestão dos recursos humanos		4. Mobilizar a equipa do projeto 5. Desenvolver a equipa do projeto 6. Gerir a equipa do projeto	6. Avaliar desempenho da equipa	7. Realizar feedback 360 sobre o projeto		8. Documentar as sugestões de melhorias para as usar nos próximos projetos
Comunicações	1. Definir plataformas de comunicação em tempo real	2. Planejar a gestão das comunicações		3. Gerir as comunicações	4. Controlar as comunicações			
Riscos		1. Planejar a gestão dos riscos 2. Identificar os riscos 3. Realizar a análise qualitativa dos riscos 4. Realizar a análise quantitativa dos riscos 5. Planejar as respostas aos riscos	6. Avaliar os riscos gerados na simulação 7. Mitigar os riscos da simulação		8. Controlar os riscos			
Partes Interessadas	1. Identificar partes interessadas	2. Alinhar expectativas com a alta gerência	2. Planejar a gestão das partes interessadas	3. Gerir o envolvimento das partes interessadas	4. Controlar o envolvimento das partes interessadas		5. Realizar feedback	

A Tabela completa das tarefas de todas as áreas de conhecimento no ciclo de vida do projeto na Indústria 4.0 pode ser encontrada no Apêndice 1.

5.2.1 Gestão de dados

Ao longo do ciclo de vida do projeto, uma quantidade significativa de dados é coletada, analisada e transformada. Os dados são coletados oriundos de vários resultados, processos internos e externos e compartilhados para toda a equipa do projeto. Na Indústria 4.0, cada vez mais, os dados provenientes dos projetos são usados para tomadas de decisão, seja para alimentar o *big data* e tirar *insights* para a gestão da empresa, seja para alimentar algum recurso que use a inteligência artificial. Por isso, é cada vez mais essencial ter uma boa gestão de dados e extrair o máximo de proveito das informações do passado para construir um futuro mais assertivo. Dessa forma, é de suma importância ter uma área de gestão de dados nos projetos da Indústria 4.0 uma vez que é um Fator Crítico de Sucesso.

A gestão dos dados é a área que será responsável por definir, planejar, implantar e executar estratégias e procedimentos para gerir os dados e informações do projeto, incluindo planos de definição, padronização, organização, proteção e utilização. Assim, é preciso ter um processo desenhado que identifique os dados, colete os dados, organize e analise, transformando-os em prospecções futuras sobre o projeto. Além disso, é preciso configurar os acessos aos dados e ter uma boa segurança para os proteger. A Figura 27 sintetiza a gestão de dados dentro de um projeto na Indústria 4.0.

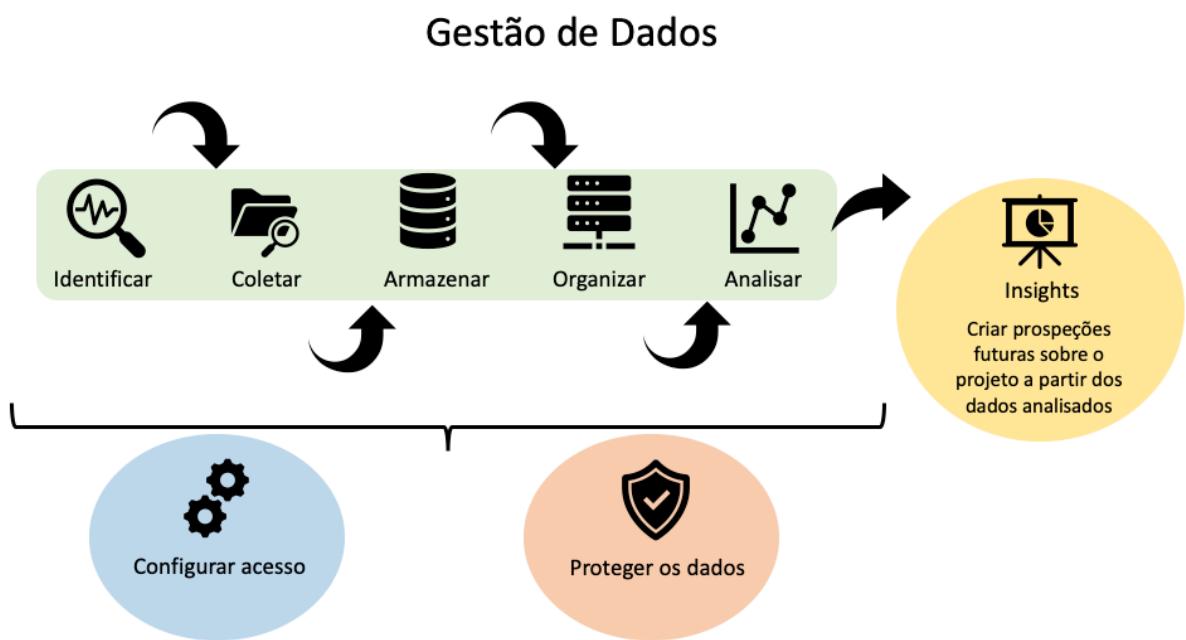


Figura 27: Gestão de dados em projetos na Indústria 4.0

Analisa os dados pode auxiliar os projetos, trazendo benefícios. São eles:

- Agilidade na tomada de decisão;

- b) Identificação dos pontos fracos do projeto;
- c) Uso de banco de dados para centralizar os dados em um único ambiente;
- d) Melhorias assertivas com modelos decisórios baseados em análise de dados;
- e) Criação de proteção de dados; e,
- f) Criação de produtos ou soluções diferenciadas.

A Tabela 10 traz as tarefas realizadas da gestão de dados nas fases do ciclo de vida do projeto na Indústria 4.0.

Tabela 10: Gestão de dados no ciclo de vida do projeto na Indústria 4.0

Áreas de conhecimento	Preparação	Iniciação	Planeamento	Simulação	Execução	Monitoramento e controlo	Encerramento	Avaliação
Dados	1. Rastrear dados de projetos anteriores		2. Definir plano de gestão de dados	3. Definir protótipo 4. Executar simulação 5 Coletar e analisar dados	6. Gerir dados	7. Controlar dados	8. Armazenar dados para projetos futuros	9. Gerar insights de avaliação do projeto

5.2.2 Gestão de sustentabilidade

A área de gestão da sustentabilidade nasce de uma necessidade contemporânea incentivada mundialmente. Cada vez mais é imprescindível que as empresas se preocupem com o impacto que causam tanto economicamente quanto no meio ambiente e ainda mais socialmente. Na Indústria 4.0, cada vez mais, os projetos precisam de avaliar o impacto que irão trazer não só economicamente, mas também ao meio em que se inserem. Quando se leva em conta a sustentabilidade nos projetos, a empresa agrega valor não só para si, mas também para a sociedade em que se encontra. A sustentabilidade é agora reconhecida como um fator mundial de colaboração e incentivada, para que as empresas a adotem, criando valor para as organizações e por isso é um Fator Crítico de Sucesso. Assim, três dimensões vão fazer parte da área de sustentabilidade: dimensão social, dimensão ambiental e dimensão económica. A Figura 28 simboliza a área de gestão da sustentabilidade.

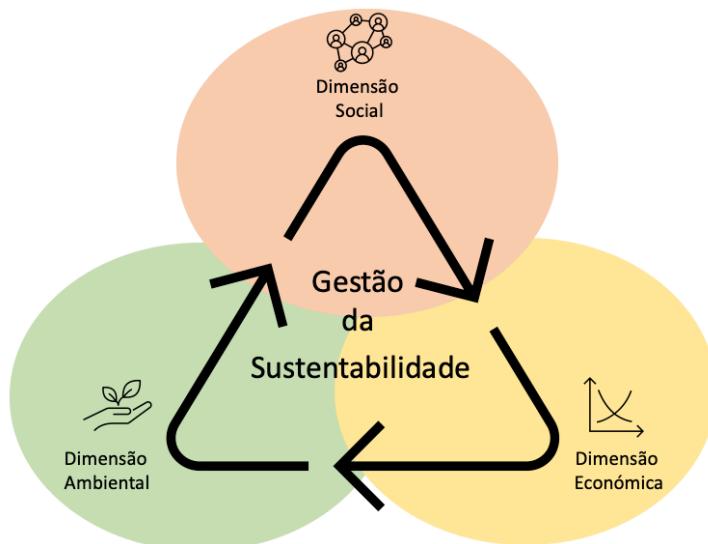


Figura 28: Gestão da sustentabilidade em projetos na Indústria 4.0

Se preocupar com a sustentabilidade nos projetos traz alguns benefícios para os projetos na indústria 4.0, são eles:

- Aumento do compromisso e responsabilidade no meio que a empresa está inserida;
- Integração e transparência nos projetos;
- Equidade social e ecológica além da prosperidade económica;
- Identificação de oportunidades futuras com soluções inovadoras e sustentáveis;
- Aumento do valor agregado das empresas;
- Fortalecimento da relação com as partes interessadas;
- Estabilizar sociedade e mercado; e,
- Melhor aproveitamento dos recursos e consequentemente redução dos desperdícios e dos impactos socioambientais.

A Tabela 11 traz as tarefas realizadas na gestão de sustentabilidade nas fases do ciclo de vida do projeto na Indústria 4.0.

Tabela 11: Gestão da sustentabilidade no ciclo de vida do projeto na Indústria 4.0

Áreas de conhecimento	Preparação	Iniciação	Planeamento	Simulação	Execução	Monitoramento e controlo	Encerramento	Avaliação
Sustentabilidade	1. Identificar o impacto social, ambiental e económico		2. Analisar o impacto social, ambiental e económico 3. Definir plano de gestão da sustentabilidade	4. Analisar impacto da simulação	5. Gerir impactos	6. Controlar impactos	7. Elencar os impactos de sustentabilidade	8. Avaliar os impactos de sustentabilidade

5.2.3 Gestão de benefícios

Identificar, medir e acompanhar os benefícios do projeto permite tomar decisões mais assertivas e direcionar as ações necessárias para atingir os benefícios desejados do projeto. Além de assegurar que o projeto seja ativo e sustentável, mantém as partes interessadas envolvidas sendo este um FCS para os projetos na indústria 4.0. A gestão de benefícios também traz o aperfeiçoamento do escopo do projeto, uma vez que filtra constantemente as ações para atender às necessidades do projeto e adicionar novos benefícios ao projeto. Pontos essenciais da gestão de benefícios passam por saber categorizar cada tipo de benefícios, recolher os respetivos custos e calcular os indicadores económicos necessários para a tomada de decisão.

Na gestão de benefícios, é possível decidir quais são os investimentos certos para se fazer, mas, para tal, é preciso identificar os benefícios, depois categorizar e mensurar, ou seja, definir métricas significativas e indicadores de desempenho para medir os benefícios realmente entregues dos planeados. Depois, é preciso alinhar com as partes interessadas, e ainda durante o projeto é preciso monitorar os benefícios, estabelecer processos para medir o progresso em relação ao plano de benefícios e reavaliar sempre que necessário, de acordo com as partes interessadas. Esses pontos devem ocorrer do início ao fim do projeto, num fluxo contínuo e sempre que necessário. A Figura 29 sintetiza o fluxo da gestão de benefícios.



Figura 29: Gestão de benefícios nos projetos na Indústria 4.0

A Tabela 12 traz as tarefas realizadas na gestão de benefícios em cada fase no ciclo de vida do projeto na Indústria 4.0.

Tabela 12: Gestão de benefícios no ciclo de vida do projeto na Indústria 4.0

Áreas de conhecimento	Preparação	Iniciação	Planeamento	Simulação	Execução	Monitoramento e controlo	Encerramento	Avaliação
Benefícios	1. Elaborar a justificação do projeto com os benefícios	2. Definir as entregas principais e os marcos do projeto	3. Definir plano de gestão de benefícios		4. Gerir benefícios	5. Controlar benefícios	6. Elencar benefícios	7. Avaliar benefícios 8. Medir eficiência do projeto

A gestão de benefícios traz algumas vantagens para o projeto. São elas:

- a) Definição mais clara dos benefícios esperados do projeto bem como as atividades necessárias para a sua obtenção;
- b) Melhoria na troca de informações entre as áreas, uma vez que os benefícios estão alinhados;
- c) Aperfeiçoamento do escopo do projeto;
- d) Estreitamento da relação com as partes interessadas;
- e) Manutenção do projeto ativo e sustentável;
- f) Medição da eficiência do projeto a partir dos benefícios entregues; e,
- g) Garantia da vantagem competitiva.

5.2.4 Gestão de agilidade

Na Indústria 4.0, os projetos precisam de ter uma capacidade de resposta em tempo real, face às mudanças que podem encontrar durante a sua execução, as oportunidades que podem aparecer e também aos problemas que devem ser rapidamente resolvidos. A área de gestão de agilidade vem para suprir essa demanda que projetos na Indústria 4.0 necessitam além de ser um Fator Crítico de Sucesso visto no capítulo anterior. É importante reunir um conjunto de práticas que torne a equipa mais colaborativa, eficiente e que permita que seja mais autónoma. O objetivo dessa área é a resposta rápida e com qualidade, além do valor agregado do projeto para as partes interessadas. Assim, o foco dessa área é atender às necessidades das partes interessadas, permitir que as equipas reajam rapidamente às mudanças e, portanto, se adaptem a situações que não estavam inicialmente previstas.

A gestão da agilidade torna o projeto mais flexível, a equipa mais motivada e o desenvolvimento mais rápido e melhor. Além de apresentar os factos como eles são e de forma transparente, garante a melhoria contínua do projeto e entrega valor às partes interessadas.

O plano de agilidade em um projeto nada mais é que o estabelecimento de atributos que a equipa deverá adotar para tornar os processos, tarefas e a comunicação mais ágil e assertiva, por isso é importante, no início do projeto, definir e elencar os atributos no planeamento. Depois é gerir e controlar se a equipa

do projeto segue o que foi acordado no plano. Também é essencial fazer uma avaliação do plano de agilidade para tirar sugestões e fazer melhorias nos projetos futuros.

A Figura 30 traz um esquema dos atributos para a gestão da agilidade.



Figura 30: Atributos de gestão de agilidade em projetos na Indústria 4.0

Na Indústria 4.0, um projeto pode dar início a novos projetos. Por isso, no fim do projeto, é importante ter uma fase de avaliação para reunir dados e documentar as novas ideias de projetos que o projeto em vigor possa ter gerado. Assim, na gestão de agilidade, a última tarefa é um pequeno brainstorming com toda a equipa que participou do projeto com o objetivo de gerar novas ideias para novos projetos.

A Tabela 13 traz as tarefas da gestão da agilidade no ciclo de vida de um projeto na Indústria 4.0.

Tabela 13: Gestão de agilidade no ciclo de vida do projeto na Indústria 4.0

Áreas de conhecimento	Preparação	Iniciação	Planeamento	Simulação	Execução	Monitoramento e controlo	Encerramento	Avaliação
Agilidade		1. Elaborar plano de agilidade do projeto	2. Definir plano de gestão de agilidade		3. Gerir plano de agilidade	4. Controlar plano de agilidade		5. Avaliar plano de agilidade 6. Gerar ideias para novos projetos

A gestão de agilidade traz alguns benefícios para o projeto. São eles:

- a) Resposta rápida às oportunidades estratégicas e aos problemas;

- b) Garantia de um ciclo curto de tomada de decisão;
- c) Apoio à gestão de mudança e de riscos, garantindo resposta rápida;
- d) Envolvimento das partes interessadas em tempo real;
- e) Garantia da transparência e da confiança no projeto.

5.3 Método de gestão de projeto na Indústria 4.0

Com a Indústria 4.0, os modelos de gestão de projetos precisam de ser repensados. Nesse sentido, foi feita uma proposição de um método de acordo com os Fatores Críticos de Sucesso reunidos no capítulo anterior e que englobe os diferenciais da Indústria 4.0, possibilitando que as empresas operem os seus projetos com maior velocidade e agilidade.

O ciclo de vida do projeto foi repensado nos moldes da Indústria 4.0 bem como novas áreas de conhecimento foram sugeridas para apoiar a gestão de projetos. Além disso, com os elementos da Indústria 4.0, os projetos começam a tornar-se mais flexíveis, junto com o alto padrão de qualidade, otimizado em tempo real e auto-organizado. Assim, no método os elementos da Indústria 4.0 ficam à disposição durante todo o projeto. Dessa forma, o método de gestão de projetos na Indústria 4.0 proposto visa unir os modelos tradicionais com a mentalidade ágil, tornando-se um método híbrido.

A gestão de projetos na Indústria 4.0 tem vindo a tornar-se cada vez mais necessária. Quanto maior for a preparação das empresas para fazer essa gestão de maneira integrada e usando as ferramentas da Indústria 4.0, melhores serão os resultados finais do projeto no decorrer do tempo.

A Figura 31 apresenta o método completo de gestão de projetos na Indústria 4.0.

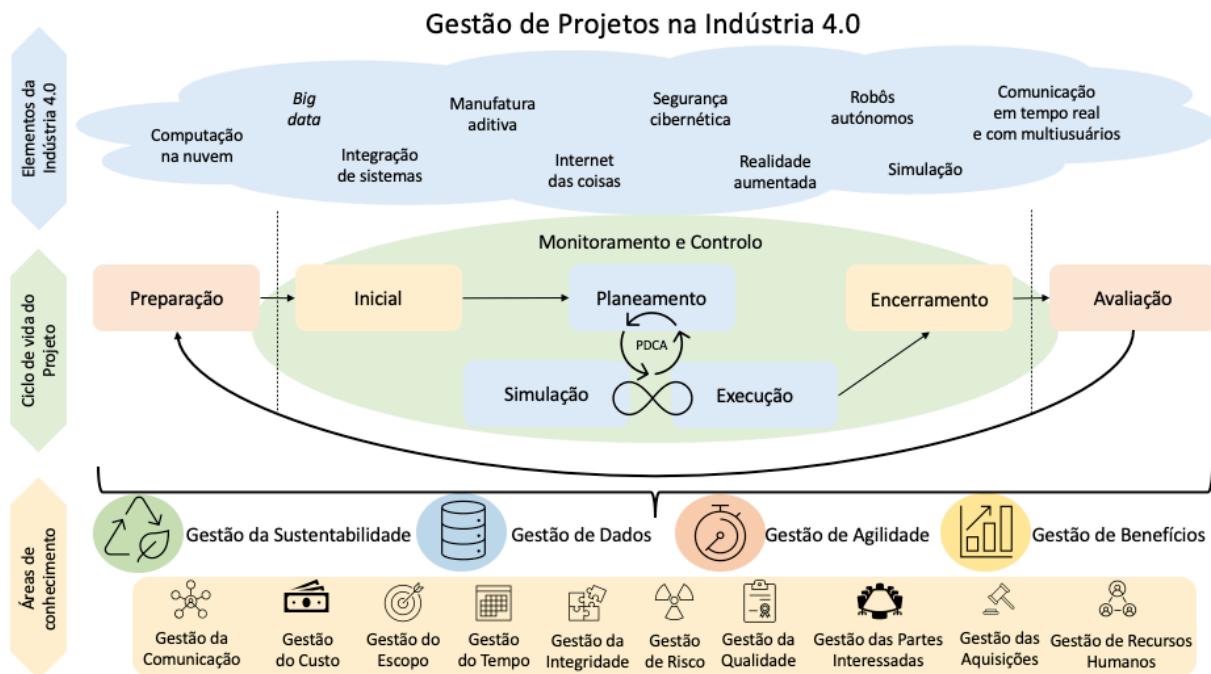


Figura 31:Método de gestão de projeto na Indústria 4.0

Na Indústria 4.0, a gestão de dados é essencial, pois toda a tomada de decisão gira em torno das informações extraídas dos dados. Será necessário lidar com um constante e massivo volume de dados durante todo o ciclo de vida do projeto, por isso uma gestão de dados é necessária para apoiar as tomadas de decisão e torná-las mais assertivas, sob diferentes perspetivas e em vários níveis de detalhe. Além disso, possibilita analisar tendências e comparações mais complexas de negócio.

A gestão de dados exige um *mindset* ágil, ou seja, uma quebra nos paradigmas, é preciso aprender e reaprender, ter uma mentalidade flexível e encontrar soluções criativas. Por isso, acompanhado da gestão de dados, é essencial ter uma gestão de agilidade nos projetos.

Além do mais, os projetos na Indústria 4.0 são cada vez mais voláteis, isso quer dizer que podem mudar de objetivo rapidamente, podem-se transformar em outros projetos, ou simplesmente encerrar. Por isso, uma gestão de benefícios vem para suprir essa demanda.

A Indústria 4.0 tem vindo a valorizar cada vez mais os caminhos sustentáveis. Por isso, nos projetos também é necessário o acompanhamento do impacto social, ambiental e económico, fazendo com que haja a necessidade de se ter uma gestão de sustentabilidade na gestão dos projetos na Indústria 4.0.

O ciclo de vida dos projetos na Indústria 4.0 é ágil, em que os processos, as pessoas e a tecnologia estão em constante envolvimento e integrados. Assim, as redes de comunicação em um projeto na Indústria 4.0 precisam de ser confiáveis, abrangentes e de alta qualidade. Com essa conectividade, as tarefas

podem ser atribuídas de maneira mais rápida e assertiva. Também, ao mesmo tempo, integra a equipa de projeto com as partes interessadas, sendo cada vez mais transparente as trocas de informações.

5.4 Mentalidade de gestão de projetos na Indústria 4.0

Com o método de gestão de projetos na Indústria 4.0 começa o início de uma mentalidade de gestão de projetos na Indústria 4.0, ou seja, um conjunto de comportamentos e atitudes que apoiam a equipa do projeto na execução bem-sucedida do projeto na Indústria 4.0.

Assim, além dos modelos operacionais emergentes, a cultura e a mentalidade também precisam de ser repensadas, de acordo com o novo momento da indústria. Os dados na Indústria 4.0 tornam-se mais essenciais para a tomada de decisão e para os modelos de funcionamento, mas também para a mentalidade das pessoas que estão envolvidas, ou seja, a cultura da empresa na Indústria 4.0 precisa de ser orientada a dados. Isso quer dizer ter uma base sólida com informações obtidas de dados, ao invés de suposições. Isso aplica-se aos projetos em que as tomadas de decisão passam a ser mais assertivas e fundamentadas em dados coletados, tratados e analisados. Os dados vêm acompanhados da necessidade de ter o *mindset* ágil, e para os projetos é de suma importância fomentar a aprendizagem.

Na Indústria 4.0, a velocidade, o alcance e os impactos sobressaem com as tecnologias, e o mesmo acontece nos projetos em que se espera cada vez mais agilidade nos processos e flexibilidade na tomada de decisões. É fundamental aproveitar as vantagens das tecnologias e procurar sempre por inovação, antecipar os erros e gerir projetos cada vez mais personalizados com rapidez, com o objetivo de reduzir custos. É importante saber ler e interpretar os dados e ter uma boa relação com todos os setores da indústria. É preciso usar os dados e a tecnologia, a favor do desenvolvimento saudável, ágil e sustentável de um projeto. Assim, a habilidade de interpretar os dados vai fazer parte do dia-a-dia dos projetos na Indústria 4.0.

Os projetos são cada vez mais voláteis, uma vez que podem iniciar e encerrar muito rapidamente ou mudar totalmente o objetivo inicial proposto, devido ao dinamismo do mercado, da empresa ou da equipa. Cada vez mais, é exigido mais globalidade e adaptabilidade nos projetos. Aprender e reaprender é fundamental.

A colaboração em tempo real, fazendo com que a partilha de conhecimento seja constante. Por isso, é preciso estar sempre disposto a aprender. A alta gerência também tem um papel importante nos projetos da Indústria 4.0. Por isso, quanto mais envolvida, mais garantia de sucesso o projeto terá. Entender as

tecnologias da Indústria 4.0, saber aplicá-las e otimizá-las de acordo com cada projeto e, mais do que isso, usar a criatividade serão diferenciais nos projetos da Indústria 4.0.

Os projetos na Indústria 4.0 precisam de estar envoltos com ações sustentáveis, uma vez que, cada vez mais, é exigido às empresas que considerem o impacto económico, social e ambiental no ambiente em que estão inseridas. Além disso, deve ser tido em mente, durante todo o projeto, a procura pela melhoria contínua e pequenas mudanças podem causar grandes efeitos em um projeto.

A Figura 32 traz um resumo dos principais aspectos que a mentalidade da gestão de projetos na Indústria 4.0 aborda.

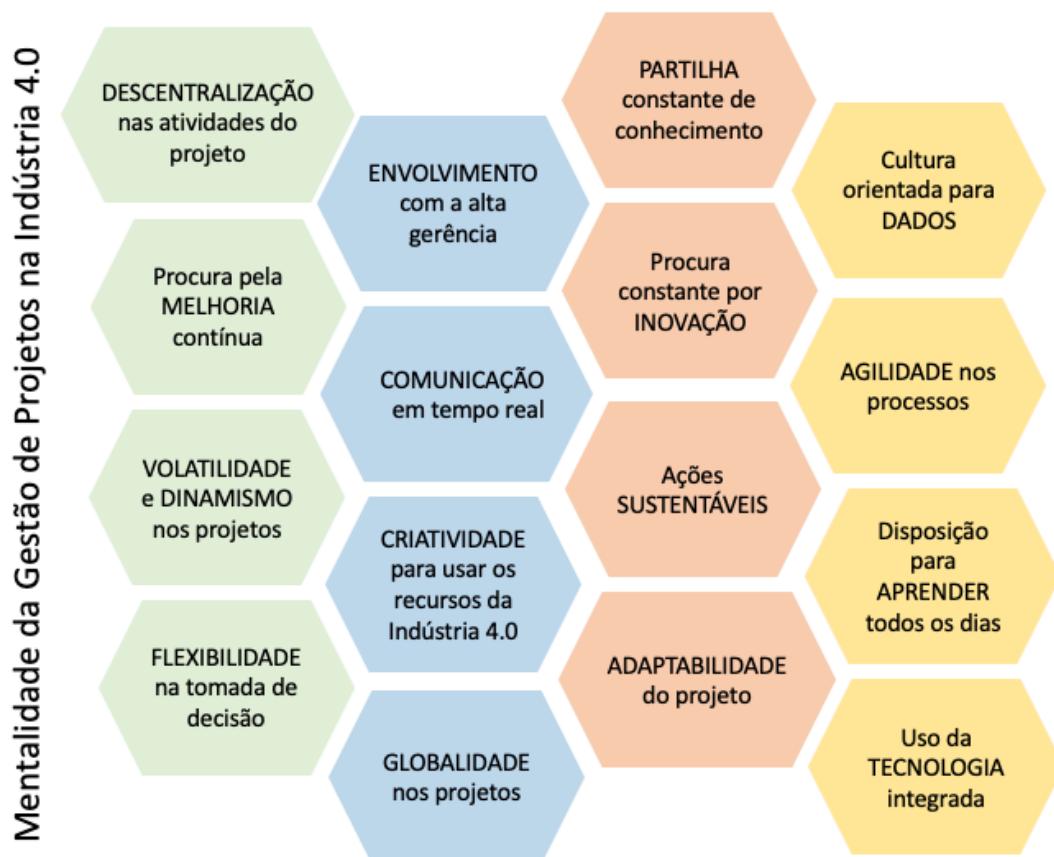


Figura 32: Mentalidade de gestão de projeto na Indústria 4.0

6. CONCLUSÃO

O objetivo principal desta dissertação consistiu em fazer uma proposição de um método para a gestão de projetos na Indústria 4.0 com base na revisão da literatura relacionada e nos Fatores Críticos de Sucesso para uma gestão de projetos dentro da Indústria 4.0. Para cumprir essa finalidade, foi definido um conjunto de objetivos específicos, os quais foram sendo cumpridos conforme se explica de seguida. Inicialmente, o primeiro objetivo específico foi a realização de uma revisão da literatura sobre os principais temas relacionados com a gestão de projetos e a Indústria 4.0. Ao longo da dissertação, houve um aprofundamento sobre a temática e, consequentemente, a literatura foi atualizada para refletir toda a fundamentação utilizada durante a investigação.

As três primeiras revoluções industriais trouxeram ruturas e quebra de paradigmas no modo de produção das indústrias e a Indústria 4.0 vem para romper um novo paradigma com uma linha inovadora como as revoluções anteriores. A Indústria 4.0 promove grandes mudanças no modo como as empresas operam, uma vez que traz novas tendências e tecnologias integradas, em que a informação e a troca de dados se tornam primordiais, traz conceitos como sistemas ciberfísicos, Internet das Coisas, computação em nuvem e *big data*. A Quarta Revolução Industrial vem trazer uma disruptão ao mundo dos negócios, promovendo a melhoria da eficiência e produtividade dos processos. Com as mudanças advindas da Indústria 4.0, a gestão de projetos precisa de ser reavaliada, uma vez que tais mudanças impactam os processos de gestão de projetos.

Pode-se referir também que a gestão de projetos é uma disciplina bem desenvolvida, implementada e maturada em diversas áreas organizacionais. É um conceito que promove aplicações nos processos de gestão com o objetivo de obter resultados de sucesso, melhorias e inovações nas empresas. Com o crescimento da Indústria 4.0, é observada uma necessidade da presença da gestão de projetos, já que muitas vezes é por meio de projetos que as iniciativas da Indústria 4.0 se iniciam nas empresas.

Findo o trabalho de revisão da literatura, procurou-se cumprir o segundo objetivo específico, que consistiu em definir Fatores Críticos de Sucesso da Gestão de Projetos na Indústria 4.0. Primeiramente foi feita uma revisão sistemática preliminar, a fim de reunir trabalhos sobre a temática. Dessa revisão foram selecionados dez trabalhos que serviram de base para a recolha dos Fatores Críticos de Sucesso, estes foram analisados e classificados de acordo com o seu impacto nos projetos na Indústria 4.0. Assim, os Fatores Críticos de Sucesso reunidos foram classificados em cinco chaves:

1. Fatores relacionados com a organização: representa o suporte da gerência, a clareza dos papéis e responsabilidades, a clareza na missão e nos objetivos, o envolvimento dos *stakeholders*, a capacidade financeira, e a cultura da organização.
2. Fatores relacionados com a estratégia e negócios: representa a sustentabilidade, a volatilidade dos projetos, o *mindset* alinhado com a gerência, a colaboração interna e externa, incentivos e subsídios com o governo local e a competitividade.
3. Fatores relacionados com a liderança e equipa de projeto: representa as formações e treinamentos, o estudo prévio do projeto, o *Project Manager* ser um líder e com entendimento do *core business* da empresa, comunicação em tempo real, ter os papéis, responsabilidades e tarefas bem definidas para toda equipa e a equipa ter as competências necessárias para o projeto.
4. Fatores relacionados com tecnologia e inovação: representa o uso das ferramentas da indústria 4.0, a gestão de dados e ter um sistema de integração, ter um envolvimento com a inovação, ter incentivos tecnológicos pelo governo local, ter um monitoramento e avaliação de performance do projeto, e ter segurança cibernética.
5. Fatores relacionados com o projeto: representa a flexibilidade dos projetos, ter um plano de risco bem estruturado, ter um planeamento prévio (*roadmap*), levar em consideração tanto o tamanho, valor quanto a unicidade do projeto, que os projetos sigam métodos padronizados e estratégicos, e usar lições aprendidas em projetos anteriores.

O agrupamento desses fatores em chaves são alguns dos elementos que essa dissertação acrescenta no quadro conceitual com objetivo de caracterizar a gestão de projetos na indústria 4.0. Nesta lógica, esta dissertação pode-se integrar no aspeto teórico de forma a contribuir para o debate de discussão sobre esta significativa temática. Além da classificação dos Fatores Críticos de Sucesso, foram selecionados modelos já existentes da gestão de projetos que foram usados como diretrizes para proposição do método. Neste sentido, a proposição do método contou com um conjunto de passos metodológicos considerando elementos teóricos.

Com os parâmetros reunidos, foi feita a proposição do método de gestão de projetos na Indústria 4.0, cumprindo o último objetivo específico. O método proposto traz como resultado um guia de conhecimento que pode ser aplicado em um projeto na Indústria 4.0 com o objetivo de trazer resultados de sucesso para as empresas que o adotem. O ciclo de vida do projeto precisa de ser mais ágil para acompanhar as tendências da Indústria 4.0, por isso foram adicionadas três novas fases para suprir essas

necessidades: preparação, simulação e avaliação do projeto. Em que a fase de avaliação complementa a fase de preparação, uma vez que um projeto pode gerar novos projetos, resultando num ciclo de melhorias. A fase de simulação torna-se necessária, uma vez que para alguns projetos é possível fazer protótipos e simulá-los antes de colocá-los em execução. Nesse sentido, ressalta-se ainda que a gestão de projetos na Indústria 4.0 de acordo com os Fatores Críticos de Sucesso exige uma demanda por formação de novas áreas de conhecimento, para além das 10 áreas tradicionais da gestão de projetos. Dessa forma, novas quatro áreas foram sugeridas para somar às já existentes: gestão de dados, gestão de sustentabilidade, gestão de benefícios e gestão da agilidade. Na Indústria 4.0, os projetos tendem a serem cada vez mais sustentáveis, voláteis, dinâmicos, exigindo processos mais ágeis e orientados aos dados, uma vez que são fundamentais para a tomada de decisão. Este método, mesmo que analítico, representa de forma considerável um suporte para o processo de tomada de decisão e para a elaboração de um plano de ação de um projeto na indústria 4.0. É importante salientar que a proposição deste método traz valor para a academia e para o fórum de discussão, mas sobretudo traz condições para atualizações de acordo com o crescimento tanto da gestão de projetos quanto da indústria 4.0.

Tais afirmações devem, contudo, ser colocadas em perspetiva, já que na indústria encontram-se diversos tipos de setores e ramos. Entretanto, isso não significa que paralelos não possam ser traçados, já que uma das premissas da Indústria 4.0 é, justamente, a sua adaptabilidade, verificada durante esta dissertação, de acordo com as necessidades específicas de cada indústria.

Em relação aos limites desta dissertação, vale ressaltar que a discussão sobre o papel do gestor de projeto bem como as suas competências necessárias e mentalidade do gestor 4.0 não foram aprofundadas durante esta pesquisa, dada a extensão do tema e a sua complexidade. Uma pesquisa independente e mais específica, dedicada exclusivamente a essas questões, justificar-se-ia por si só; mais ainda, traria riqueza considerável ao debate do conhecimento construído sobre o tema. Tal afirmação sustenta-se, inclusive, pelo facto de que, após a análise da gestão de projetos na Indústria 4.0, ficou claro que, apesar das diferentes dificuldades existentes, o maior empecilho são as competências e a cultura que varia de empresa para empresa que não permitem que se estabeleça regras universais para a sua transformação.

Cabe destacar, como conclusão final, que, com as limitações inerentes à abordagem teórico-conceitual, não foi possível comprovar as proposições do método de gestão de projetos na Indústria 4.0, demandando de confirmação e testes empíricos que permitam comprovar tais proposições e a relação da gestão de projetos com a Indústria 4.0 estabelecida conceitualmente. No entanto, de acordo com as

informações levantadas, notam-se evidências de que o método proposto vem reduzir as lacunas no quadro conceitual de gestão de projetos na Indústria 4.0.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agile Manifesto. (2001). *Manifesto for agile software development*.
- Anderson, C. (2012). *Makers: A nova revolução industrial*. Elsevier Ltd.
- Bayazit, N. (2004). Investigating Design: A Review of Forty Years of Design Research. *Design Issues*, 20(1), 16–29. <https://doi.org/10.1162/074793604772933739>
- Boston Consulting Group. (2021). *Industry 4.0*.
- Brotherton, B., & Shaw, J. (1996). Towards an identification and classification of critical success factors in UK hotels Plc. *International Journal of Hospitality Management*, 15(2), 113–135.
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). The Second Machine Age: Work, Progress and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies. In *Media International Australia* (Vol. 154, Issue 1). <https://doi.org/10.1177/1329878x1515400124>
- Bullen, C. V., & Rockart, J. F. (1981). A Primer On Critical Success Factors. *Sloan School of Management, Massachusetts Institute of Technology*, 69.
- Çağdaş, V., & Stubkjær, E. (2011). Design research for cadastral systems. *Computers, Environment and Urban Systems*, 35(1), 77–87. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2010.07.003>
- Carvalho, M. M., & Rabechini JR., R. (2011). *Fundamentos de Gestão De Projetos: Construindo Competências para Gerenciar Projetos* (3 edição). Atlas. <http://books.google.com/books?id=yxnluAAACAAJ&pgis=1>
- Chakrabarti, A. (2010). A course for teaching design research methodology. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing*, 24(3), 317–334. <https://doi.org/DOI:10.1017/S0890060410000223>
- Chatfield, T. (2012). *Como aproveitar ao máximo a era digital* (J. Henrrisques (ed.)). Lua de papel.
- CNI. (2016). Desafios para indústria 4.0 no Brasil. *Confederação Nacional Da Indústria, Indústria 4.0*, 34.
- Coelho, P. M. N. (2016). Rumo à Indústria 4.0. In *Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade de Coimbra*.
- Corrêa, H. L.; Corrêa, C. A. (2004). *Administração da produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica*. Atlas.
- Crawford, L. (2005). Senior management perceptions of project management competence. *International Journal of Project Management*, 23(1), 7–16. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2004.06.005>
- Da, L., Xu, E. L., & Li, L. (2020). Industry 4 . 0 : state of the art and future trends. 56(8), 2941–2962.

- Davis, M. M.; Aquilano, N. J.; Chase, R. B. (2001) *Fundamentos da administração da produção*. 3^a edição. Porto Alegre: Bookman.
- Dias, G. M. (2021). *O que é Indústria 4.0?* Doutor IOT, São Paulo.
<https://www.doutoriot.com.br/negocios/industria-40/o-que-e/>
- Dingsøyr, T., Nerur, S., Balijepally, V., & Moe, N. B. (2012). A decade of agile methodologies: Towards explaining agile software development. *Journal of Systems and Software*, 85(6), 1213–1221.
<https://doi.org/10.1016/j.jss.2012.02.033>
- Dopico, M., Gomez, A., De la Fuente, D., García, N., Rosillo, R., & Puche, J. (2016). A vision of industry 4.0 from an artificial intelligence point of view. *Proceedings of the 2016 International Conference on Artificial Intelligence, ICAI 2016 - WORLDCOMP 2016*, 407–413.
- Eder, S., Conforto, E. C., Amaral, D. C., & Silva, S. L. da. (2015). Diferenciando as abordagens tradicional e ágil de gerenciamento de projetos. *Production*, 25(3), 482–497.
<https://doi.org/10.1590/s0103-65132014005000021>
- European Commission. (2018). The PM2 Project Management Methodology Guide 3.0. In *Project Management Methodology* (3ed.). he European Commission, DIGIT Centre of Excellence in Project Management (CoEPM2). <https://doi.org/10.1201/b16834>
- Ferenhof, H. A., & Fernandes, R. F. (2016). Desmistificando a revisão de literatura como base para redação científica: método SSF. *Revista ACB: Biblioteconomia Em Santa Catarina*, 21(3), 550–563.
- Gregor, S., & Hevner, A. R. (2013). Positioning and presenting design science research for maximum impact. *MIS Quarterly: Management Information Systems*, 37(2), 337–355.
<https://doi.org/10.25300/MISQ/2013/37.2.01>
- GTAI. (2014). *Industrie 4.0-Smart Manufacturing For The Future*. <https://www.gtai.de/gtai-en>
- Hecklau, F., Galeitzke, M., Flachs, S., & Kohl, H. (2016). Holistic Approach for Human Resource Management in Industry 4.0. *Procedia CIRP*, 54, 1–6.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.05.102>
- Hussein, B. (2019). The influence of project characteristics on project success factors. Insights from 21 real life project cases from Norway. *Procedia Computer Science*, 164, 350–357.
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.12.193>
- Hyväri, I. (2006). Success Of Projects In Different Organizational Conditions. *Project Management Journal*, 37(4), 31–41. <https://doi.org/10.1055/s-0029-1225353>
- Internacional Standard Organization. (1997). *ISO 10006: Quality management - Guideline to quality in project management*.

- IPMA. (2016). Project Excellence Baseline. In *Ipma*.
- Kagermann, Wahlster, W., & Helbig, J. (2013). Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0. *Final Report of the Industrie 4.0 WG, April*.
- Keller, M., Rosenberg, M., Brettel, M., & Friederichsen, N. (2014). How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective. *International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering*, 8(1), 37–44.
- Lacerda, D. P., Dresch, A., Antunes Júnior, J. A. V., & Proença, A. (2013). Design Science Research: A research method to production engineering. *Gestao e Producao*, 20(4), 741–761. <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2013005000014>
- Lai, N. Y. G., Jayasekara, D., Wong, K. H., Yu, L. J., Kang, H. S., Pawar, K., & Zhu, Y. (2020). Advanced Automation and Robotics for High Volume Labour-Intensive Manufacturing. *HORA 2020 - 2nd International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications, Proceedings*, L. <https://doi.org/10.1109/HORA49412.2020.9152831>
- Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. *Business & Information Systems Engineering*, 6(4), 239–242.
- Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H. A. (2015). A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, 3, 18–23. <https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2014.12.001>
- Liker, J. K.; David, M. (2006) *O modelo Toyota: um Guia Prático para a Implementação dos 4Ps da Toyota*. Porto Alegre: Bookman.
- Mahfuz Ashraf, M., Razzaque, M. A., Liaw, S. T., Ray, P. K., & Hasan, M. R. (2018). Social business as an entrepreneurship model in emerging economy: Systematic review and case study. *Management Decision*. <https://doi.org/10.1108/MD-04-2017-0343>
- Martins, P. G.; Laugeni, F. P. (2010). *Administração da produção* (2^a edição,). Saraiva.
- Menkhoff, T., & Surianarayanan, G. (2020). Outcomes of an expert survey: Are Singapore's manufacturing small and medium enterprises ready to embrace industry 4.0. *Research Collection Lee Kong Chian School Of Business*.
- Meredith, J. R., & Mantel, S. J. (2013). *Project Management: a managerial approach* (8 ed.). Wiley.
- Moeuf, A., Lamouri, S., Pellerin, R., Tamayo-Giraldo, S., Tobon-Valencia, E., & Eburdy, R. (2019). Identification of critical success factors, risks and opportunities of Industry 4.0 in SMEs. *International Journal of Production Research*, 0(0), 1–17. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1636323>

- Pant, I., & Baroudi, B. (2008). Project management education: The human skills imperative. *International Journal of Project Management*, 26(2), 124–128. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2007.05.010>
- PMI. (2017). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide). In *Project Management Journal* (6 ed, Vol. 32, Issue 3). <http://0-proquest.umi.com.novacat.nova.edu/pqdweb?did=79712321&Fmt=7&clientId=17038&RQT=309&VName=PQD>
- PMI. (2021). *What is Project Management?* <https://www.pmi.org/>
- Pozzi, R., Rossi, T., & Secchi, R. (2021). Industry 4.0 technologies: critical success factors for implementation and improvements in manufacturing companies. *Production Planning and Control*, 32(0), 1–21. <https://doi.org/10.1080/09537287.2021.1891481>
- Qu, M., Yu, S., Chen, D., Chu, J., & Tian, B. (2016). State-of-the-art of design, evaluation, and operation methodologies in product service systems. *Computers in Industry*, 77(127), 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2015.12.004>
- Rabechini JR., R., & Carvalho, M. M. (2009). Gestão De Projetos Inovadores Em Uma Perspectiva Contingencial: Análise Teórico-Conceitual E Proposição De Um Modelo. *RAI – Revista de Administração e Inovação*, 6(3), 63–78.
- Reim, W., Parida, V., & Ortvist, D. (2015). Product e Service Systems (PSS) business models and tactics e a systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 97, 61–75. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.07.003>
- Rockart, J. F. (1979). *Chief executives define their own data needs* (2nd ed.). Harvard business review.
- Roldán, J. J., Crespo, E., Martín-Barrio, A., Peña-Tapia, E., & Barrientos, A. (2019). A training system for Industry 4.0 operators in complex assemblies based on virtual reality and process mining. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 59(July 2018), 305–316. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2019.05.004>
- Schepman, A., Rodway, P., Beattie, C., & Lambert, J. (2012). An observational study of undergraduate students' adoption of (mobile) note-taking software. *Computers in Human Behavior*, 28, 308–317. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2011.09.014>
- Schoenherr, S. E. (2004). *The Digital Revolution*. <http://www.aes-media.org/historical/html/recording.technology.history/digitalrev.html>
- Schwab, K. (2016). *A Quarta Revolução Industrial* (Edipro (ed.); 1^a edição).
- Shinohara, A. C., Da Silva, E. H. D. R., De Lima, E. P., Deschamps, F., & Da Costa, S. E. G. (2017).

- Critical success factors for digital manufacturing implementation in the context of industry 4.0. *67th Annual Conference and Expo of the Institute of Industrial Engineers 2017*, 199–204.
- Slack, N.; Chambers, S.; Johnston, R. (2009). *Administração da produção* (H. L. Corrêa (ed.); 3^a). Atlas.
- Sony, M., & Naik, S. (2019). Critical factors for the successful implementation of Industry 4.0: a review and future research direction. *Production Planning and Control*, 30(0), 1–17. <https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1691278>
- Stevan, S., Leme, M., & Santos, M. (2018). *Indústria 4.0: Fundamentos, perspectivas e aplicações* (1st ed.). Saraiva.
- Stolfi, A. (2010). *World Wide Web : Forma Aparente E Forma Oculta* [Universidade de São Paulo]. <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16134/tde-16062010-083032/pt-br.php>
- Subramanian, G., Patil, B. T., & Gardas, B. B. (2021). Evaluation of enablers of cloud technology to boost industry 4.0 adoption in the manufacturing micro, small and medium enterprises. *Journal of Modelling in Management*. <https://doi.org/10.1108/JM2-08-2020-0207>
- Tereso, A., Ribeiro, P., Fernandes, G., Loureiro, I., & Ferreira, M. (2019). Project Management Practices in Private Organizations. *Project Management Journal*, 50(1), 6–22. <https://doi.org/10.1177/8756972818810966>
- Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review*. *British Journal of Management*, 14, 207–222.
- Vaishnavi, V., & Kuechler, B. (2004). Design Science Research in Information Systems. *Association for Information Systems*.
- Vaishnavi, V., Kuechler, B., & Petter, S. (2004). *Design Science Research In Information Systems*. Update 2019. <https://doi.org/10.1186/1756-0500-5-79>
- Valle, A. B., Soares, C. A. P., Finocchio Jr., J., & Silva, L. de S. F. (2010). *Fundamentos do Gerenciamento de Projetos* (2 ed). FGV Editora.
- Vrchota, J., Řehoř, P., Maříková, M., & Pech, M. (2021). Critical success factors of the project management in relation to industry 4.0 for sustainability of projects. *Sustainability (Switzerland)*, 13(1), 1–19. <https://doi.org/10.3390/su13010281>
- Womack, J. P.; Jones, D. T.; Roos, D. (2004). *A máquina que mudou o mundo: baseado no estudo do Massachusetts Institute of Technology sobre o futuro do automóvel* (I. Kortowski (ed.); 13^a reimpr). Elsevier Ltd.
- Yin, Y., & Qin, S. F. (2019). A smart performance measurement approach for collaborative design in

Industry 4.0. *Advances in Mechanical Engineering*, 11(1), 1–15.

<https://doi.org/10.1177/1687814018822570>

APÊNDICE 1 – ÁREAS DE CONHECIMENTO VERSUS CICLO DE VIDA DO PROJETO NA INDÚSTRIA 4.0

Áreas de conhecimento	Preparação	Iniciação	Planeamento	Simulação	Execução	Monitoramento e controlo	Encerramento	Avaliação
Integração	1. Definir ideia inicial, rastrear as necessidades e formular objetivo principal	2. Desenvolver o termo de abertura do projeto	3. Desenvolver o plano de gestão do projeto	4. Analisar se é necessário rever o plano e simular ou executar direto	5. Orientar e gerir o trabalho do projeto	6. Monitorar e controlar o trabalho do projeto 7. Realizar o controlo integrado de mudanças	8. Encerrar o projeto ou fase	9. Documentar as lições aprendidas
Escopo	1. Brainstorming do escopo		2. Planear a gestão do escopo 3. Coletar os requisitos 4. Definir o escopo 5. Criar a EAP		6. Avaliar se o protótipo está de acordo com o escopo do projeto	6. Validar o escopo 7. Controlar o escopo		
Tempo			1. Planear a gestão do cronograma 2. Definir as atividades 3. Sequenciar atividades 4. Estimar os recursos das atividades 5. Estimar as durações das atividades 6. Desenvolver o cronograma	7. Analisar os tempos da simulação		8. Controlar o cronograma		
Custos			1. Planear a gestão dos custos 2. Estimar custos 3. Determinar o orçamento			4. Controlar os custos		

Áreas de conhecimento	Preparação	Iniciação	Planeamento	Simulação	Execução	Monitoramento e controlo	Encerramento	Avaliação
Qualidade			1. Planear a gestão da qualidade		2. Realizar a garantia de qualidade	3. Controlar a qualidade		
Recursos Humanos		1. Definir equipa e gestor de projeto 2. Rastrear as formações necessárias	3. Planear a gestão dos recursos humanos		4. Mobilizar a equipa do projeto 5. Desenvolver a equipa do projeto 6. Gerir a equipa do projeto	6. Avaliar desempenho da equipa	7. Realizar feedback 360 sobre o projeto	8. Documentar as sugestões de melhorias para as usar nos próximos projetos
Comunicações		1. Definir plataformas de comunicação em tempo real	2. Planear a gestão das comunicações		3. Gerir as comunicações	4. Controlar as comunicações		
Riscos			1. Planear a gestão dos riscos 2. Identificar os riscos 3. Realizar a análise qualitativa dos riscos 4. Realizar a análise quantitativa dos riscos 5. Planear as respostas aos riscos	6. Avaliar os riscos gerados na simulação 7. Mitigar os riscos da simulação		8. Controlar os riscos		
Aquisição			1. Planear a gestão das aquisições		2. Conduzir as aquisições	3. Controlar as aquisições	4. Encerrar as aquisições	
Partes Interessadas	1. Identificar partes interessadas	2. Alinear expectativas com a alta gerência	2. Planear a gestão das partes interessadas		3. Gerir o envolvimento das partes interessadas	4. Controlar o envolvimento das partes interessadas	5. Realizar feedback	
Sustentabilidade	1. Identificar impacto social, ambiental e económico		2. Analisar impacto social, ambiental e económico 3. Definir plano de gestão da sustentabilidade	4. Analisar impacto da simulação	5. Gerir impactos	6. Controlar impactos	7. Elencar os impactos de sustentabilidade	8. Avaliar os impactos de sustentabilidade

Áreas de conhecimento	Preparação	Iniciação	Planeamento	Simulação	Execução	Monitoramento e controlo	Encerramento	Avaliação
Dados	1. Rastrear dados de projetos anteriores		2. Definir plano de gestão de dados	3. Definir protótipo 4. Executar simulação 5 Coletar e analisar dados	6. Gerir dados	7. Controlar dados	8. Armazenar dados para projetos futuros	9. Gerar insights de avaliação do projeto
Benefícios	1. Elaborar a justificação do projeto com os benefícios	2. Definir as entregas principais e os marcos do projeto	3. Definir plano de gestão de benefícios		4. Gerir benefícios	5. Controlar benefícios	6. Elencar benefícios 7. Avaliar benefícios 8. Medir eficiência do projeto	
Agilidade		1. Elaborar plano de ação do projeto	2. Definir plano de gestão de agilidade		3. Gerir plano de ação	4. Controlar plano de ação		5. Avaliar plano de ação 6. Gerar ideias para novos projetos