



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS RUSSAS
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

STHEFANI PEREIRA LOPES

**GESTÃO DE PROJETOS DE UMA STARTUP DO AGRONEGÓCIO: A
APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA RESTRIÇÃO TRIPLA EM UM SISTEMA
DE AUTOMAÇÃO PARA AQUICULTURA**

RUSSAS

2026

STHEFANI PEREIRA LOPES

GESTÃO DE PROJETOS DE UMA STARTUP DO AGRONEGÓCIO: A
APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA RESTRIÇÃO TRIPLA EM UM SISTEMA DE
AUTOMAÇÃO PARA AQUICULTURA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção. Área de concentração: Gestão de Projetos.

Orientador: Prof. Francisco Clemeson de Lima Martins.

RUSSAS

2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

L855g Lopes, Sthefani.
Gestão de projetos de uma startup do agronegócio : a aplicação de ferramentas da restrição tripla em um sistema de automação para aquicultura / Sthefani Lopes. – 2026.
84 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Russas, Curso de Engenharia de Produção, Russas, 2026.

Orientação: Prof. Francisco Clemeson de Lima Martins .

1. Gerenciamento de Projetos. 2. Restrição Tripla. 3. Projetos. 4. Startups. 5. Aquicultura. I. Título.
CDD 658.5

STHEFANI PEREIRA LOPES

GESTÃO DE PROJETOS DE UMA STARTUP DO AGRONEGÓCIO: A
APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA RESTRIÇÃO TRIPLA EM UM SISTEMA DE
AUTOMAÇÃO PARA AQUICULTURA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Programa de Graduação em Engenharia de
Produção da Universidade Federal do Ceará,
como requisito parcial à obtenção do título de
Bacharel em Engenharia de Produção. Área de
concentração: Gestão de Projetos.

Aprovada em: 19/01/2026.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Francisco Clemeson de Lima Martins (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Dmontier Pinheiro Aragão Júnior
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Ma. Hévilla Souza Oliveira
Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA)
Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP)

Máгда Ferreira Maia Torres
Universidade Federal Rural do Semi Árido (UFERSA)

A Deus.

A minha família, Lionete, Arledo e Dafny.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, à Deus, que esteve comigo e me deu forças quando mais precisei. Ele que me fez sentir capaz novamente e mostrou que seu amor é o mais lindo e adorável. Que me apresentou o caminho a ser trilhado, me deu discernimento para conseguir ingressar no curso que eu tanto sonhava, na faculdade que eu tanto admirava e iluminou todo esse caminho com bênçãos e sabedoria para finalizá-lo com maestria. Obrigada Deus, por me lembrar que mesmo nas lutas, teu amor é capaz de superar tudo. “Mas em todas estas coisas somos mais que vencedores, por meio daquele que nos amou”. Romanos 8:37

À minha amada família, minha mãe Lionete, exemplo de força, meu pai Arledo sinônimo de proteção e minha irmã Dafny, meu motivo para ser melhor, ser exemplo. Juntos vocês foram meu pilar, nas pequenas e grandes atitudes. Obrigada família, por cada ligação, por todas as visitas, por cada “*vai dar certo*” que eu escutei e todo o esforço que me fez chegar até aqui, sem vocês nada disso seria possível. Minha luta agora será para retribuir tudo que proporcionaram, vocês são meu motivo para perseverar e jamais desistir. Eu amo vocês mais do que posso expressar em palavras.

A todos meus amigos que fizeram parte dessa incrível jornada ao meu lado, em especial a minha amiga Gládina e aos meus “Amigos Verdes” que me ensinaram que a irmandade vai além do sangue que correm em nossas veias, ela vem da parceria e da lealdade durante todo o percurso. Levarei comigo todas as boas lembranças e as muitas risadas de cada passo dessa caminhada marcada pela união. Obrigada meus amigos, por me mostrarem que a amizade cura.

Ao meu amor, meu par e companheiro nos momentos bons e ruins, que foi minha torcida, meu melhor amigo e meu refúgio para onde eu corria sempre quando algo não ia como o esperado, em busca do seu carinhoso acolhimento. Agradeço por me ouvir falar sem parar, por apoiar minhas decisões e sempre me incentivar a correr atrás dos meus sonhos. Seu amor em muitos momentos foi meu combustível para buscar minha melhor versão. Obrigada por cuidar de mim, você é meu porto seguro.

Ao meu orientador, Prof. Clemeson Martins, agradeço pela orientação, disponibilidade e contribuições ao longo do desenvolvimento deste trabalho. Seus direcionamentos foram essenciais para o amadurecimento do estudo e para a superação dos desafios enfrentados durante a elaboração deste Trabalho de Conclusão de Curso.

A minha eterna e sincera gratidão
Sthefani Pereira Lopes.

RESUMO

O gerenciamento de projetos assume papel estratégico em startups, especialmente em contextos caracterizados por inovação, restrições de recursos e elevada complexidade técnica, como o agronegócio. Nesse cenário, a ausência de práticas estruturadas pode resultar em desvios de escopo, atrasos e dificuldades no controle de custos. O presente estudo tem como objetivo aplicar e propor ferramentas e métodos alinhados às boas práticas de gerenciamento de projetos, com foco na restrição tripla (escopo, cronograma e custos) em um projeto de automação para aquicultura desenvolvido por uma startup do agronegócio. Metodologicamente, a pesquisa caracteriza-se como aplicada, de natureza descritiva e exploratória, com abordagem mista, sendo conduzida por meio de uma pesquisa-ação. A coleta de dados envolveu entrevistas semiestruturadas, observação direta, análise documental e acesso à plataforma interna de gestão da empresa. Como resultados, identificaram-se fragilidades relacionadas à condução empírica do projeto, especialmente nos eixos da restrição tripla. A partir do diagnóstico, foram estruturados instrumentos de gerenciamento do escopo, incluindo a aplicação da Matriz MoSCoW e a elaboração da Estrutura Analítica do Projeto (EAP); do cronograma, por meio do Método do Diagrama de Precedência (MDP), estimativas por três pontos (PERT), Método do Caminho Crítico (CPM) e Gráfico de Gantt; e dos custos, com a organização da estrutura de custos, definição de linha de base e reserva gerencial. Adicionalmente, foi proposta uma estrutura de controle e acompanhamento baseada em indicadores de desempenho (KPIs), contemplando escopo, prazo e custos, em caráter propositivo. Conclui-se que a adoção integrada dessas práticas contribui para maior previsibilidade, alinhamento e suporte à tomada de decisão em projetos desenvolvidos por startups tecnológicas no contexto da aquicultura.

Palavras-chave: gerenciamento de projetos; restrição tripla; projetos; Startups; aquicultura.

ABSTRACT

Project management plays a strategic role in technology-based startups, particularly in contexts characterized by innovation, resource constraints, and high technical complexity, such as agribusiness. In such environments, the lack of structured practices may lead to scope deviations, schedule delays, and difficulties in cost control. This study aims to apply and propose project management tools and methods aligned with best practices, focusing on the triple constraint (scope, schedule, and cost) in an aquaculture automation project developed by an agribusiness startup. Methodologically, the research is classified as applied, descriptive, and exploratory, with a mixed-method approach, conducted through action research. Data collection involved semi-structured interviews, direct observation, document analysis, and access to the company's internal project management platform. The results revealed weaknesses related to the predominantly empirical management of the project, especially regarding the triple constraint dimensions. Based on the diagnosis, scope management instruments were structured through the application of the MoSCoW matrix and the development of a Work Breakdown Structure (WBS); schedule management was addressed using the Precedence Diagramming Method (PDM), three-point estimation (PERT), Critical Path Method (CPM), and Gantt chart; and cost management was organized through cost structure definition, cost baseline, and management reserve. Additionally, a project monitoring and control model based on key performance indicators (KPIs) was proposed, encompassing scope, schedule, and cost, in a conceptual and non-empirical manner. The study concludes that the integrated adoption of these practices enhances predictability, alignment, and managerial decision-making support in projects developed by technology-based startups within the aquaculture context.

Keywords: project management; triple constraint; Startups; projects; aquaculture.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxo dos Grupos de Processos.....	20
Figura 2 - Triângulo de Ferro da Gestão de Projetos.....	23
Figura 3 - Matriz MoSCoW.....	24
Figura 4 - Exemplo de uma Estrutura Analítica do Projeto (EAP).....	26
Figura 5 - Diagrama de Rede do Cronograma do Projeto.....	27
Figura 6 - Tipos de Relacionamentos do MDP.....	28
Figura 7 - Exemplo de Método do Caminho Crítico.....	32
Figura 8 - Leitura dos Nós do Método do Caminho Crítico.....	32
Figura 9 - Exemplo de um Gráfico de Gantt.....	34
Figura 10 - Etapas do Método.....	41
Figura 11 - Estrutura Organizacional.....	55
Figura 12 - Matriz MoSCow do Projeto.....	58
Figura 13 - Escopo do Projeto.....	59
Figura 14 - Estrutura Analítica do Projeto (EAP).....	60
Figura 15 - Diagrama de Rede do Projeto.....	64
Figura 16 - Caminho Crítico do Projeto.....	67
Figura 17 - Gráfico de Gantt do Projeto.....	68
Figura 18 - Modelo Conceitual de Controle.....	73

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 : Definições das Áreas do Conhecimento.....	20
Quadro 2 - Relações de Precedência.....	28
Quadro 3 - Parâmetros do Caminho Crítico.....	31
Quadro 4 - Classificação dos Indicadores de Desempenho.....	35
Quadro 5 - Estrutura de Custos do Projeto.....	69
Quadro 6 - Modelo de Indicadores de Desempenho do Projeto.....	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Lista de Atividades do Projeto.....	62
Tabela 2 - Atividades Precedentes do Projeto.....	63
Tabela 3 - Duração das Atividades do Projeto.....	65
Tabela 4 - Resultados da Passagem para Frente, Passagem para Trás e Folga.....	66
Tabela 5 - Classificação Relativa da Variabilidade de Custos.....	70
Tabela 6 - Distribuição Percentual da Linha de Base dos Custos do Projeto.....	71

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABEPRO	Associação Brasileira de Engenharia de Produção
CPM	<i>Critical Path Method</i>
DSDM	<i>Dynamic Systems Development Method</i>
EAP	Estrutura Analítica do Projeto
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICP	Índice de Conclusão de Prazos
IDC	Índice de Desempenho de Custos
IOT	<i>Internet of Things</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
IVE	Índice de Variação do Escopo
KPI	<i>Key Performance Indicator</i>
MDP	Método do Diagrama de Precedência
PERT	<i>Program Evaluation and Review Technique</i>
PIB	Produto Interno Bruto
PMBOK	<i>Project Management Body of Knowledge</i>
PMI	<i>Project Management Institute</i>
trad.	Tradutor

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
1.1. Objetivos.....	17
<i>1.1.1. Objetivos Gerais.....</i>	<i>17</i>
<i>1.1.2. Objetivos Específicos.....</i>	<i>17</i>
1.2. Justificativa.....	17
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	19
2.1. Gestão de Projetos.....	19
2.2. Ausência de Ferramentas e Metodologias no Gerenciamento de Projetos.....	22
2.3. Restrição Tripla.....	23
2.4. Matriz MoSCoW.....	24
2.5. Estrutura Analítica do Projeto (EAP).....	25
2.6. Método do Diagrama de Precedência.....	27
2.7. Método PERT - Estimativa de Três Pontos.....	29
2.8. Método do Caminho Crítico.....	30
2.9. Gráfico de Gantt.....	33
2.10. Indicadores de Desempenho.....	34
<i>2.10.1. KPI: Índice de Variação de Escopo (IVE).....</i>	<i>36</i>
<i>2.10.2. KPI: Índice de Conclusão de Prazos (ICP).....</i>	<i>37</i>
<i>2.10.3. KPI: Índice de Desempenho de Custos (IDC).....</i>	<i>37</i>
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	39
3.1. Classificação da Pesquisa.....	39
3.2. Caracterização do Objeto de Estudo.....	40
3.3. Etapas do Método.....	41
<i>3.3.1. Identificação e Análise do Problema.....</i>	<i>41</i>
<i>3.3.2. Diagnóstico do Projeto.....</i>	<i>42</i>
<i>3.3.3. Coleta e Organização de Dados.....</i>	<i>42</i>
<i>3.3.3.1. Realização de Entrevistas.....</i>	<i>43</i>
<i>3.3.3.2. Categorização das Informações.....</i>	<i>44</i>
<i>3.3.4. Estruturação do Método.....</i>	<i>44</i>
<i>3.3.4.1. Gerenciamento do Escopo.....</i>	<i>45</i>
<i>3.3.4.1.1. Etapa 1: Coletar os requisitos.....</i>	<i>45</i>
<i>3.3.4.1.2. Etapa 2: Definir o escopo.....</i>	<i>46</i>

3.3.4.1.3. Etapa 3: Criar a Estrutura Analítica do Projeto (EAP).....	46
3.3.4.1.4. Etapa 4: Validar o escopo.....	47
3.3.4.2. <i>Gerenciamento do Cronograma</i>	47
3.3.4.2.1. Etapa 1: Definir as Atividades.....	47
3.3.4.2.2. Etapa 2: Sequenciar as Atividades.....	48
3.3.4.2.3. Etapa 3: Estimar as Durações das Atividades.....	48
3.3.4.2.4. Etapa 4: Desenvolver o Cronograma.....	49
3.3.4.3. <i>Gerenciamento do Custo</i>	50
3.3.4.3.1. Etapa 1: Estimar os Custos.....	50
3.3.4.3.2. Etapa 2: Determinar o Orçamento.....	51
3.3.5. Proposta de Modelo de Controle e Acompanhamento	51
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	54
4.1. Problema Identificado	54
4.1.1. Contexto Organizacional	55
4.2. Diagnóstico do Projeto	56
4.3. Resultados da Aplicação da Restrição Tripla	57
4.3.1. Gerenciamento de Escopo	57
4.3.2. Gerenciamento do Cronograma	62
4.3.3. Gerenciamento de Custos	68
4.4. Avaliação do Modelo de Controle e Acompanhamento por Indicadores	72
4.4.1. Índice de Variação de Escopo (IVE)	73
4.4.2. Índice de Conclusão de Prazos (ICP)	73
4.4.3. Índice de Desempenho de Custos (IDC)	74
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
REFERÊNCIAS	77
ANEXO A - QUESTIONÁRIO DE ENTREVISTA	81
ANEXO B - ESCOPO DO PROJETO	83

1. INTRODUÇÃO

O gerenciamento de projetos tem se consolidado como um elemento estratégico para organizações que atuam em ambientes caracterizados por inovação, complexidade técnica e restrições de recursos. De acordo com o *Project Management Institute* (PMI, 2021), uma parcela significativa dos projetos em âmbito global ainda apresenta falhas relacionadas ao não cumprimento de prazos, extrapolação de custos e entregas desalinhadas às expectativas das partes interessadas, evidenciando a necessidade de adoção de práticas estruturadas de planejamento, monitoramento e controle. Esse cenário torna-se ainda mais crítico em organizações emergentes, como startups, nas quais a informalidade dos processos e a limitação de recursos são recorrentes.

No âmbito das startups, esses desafios tornam-se ainda mais evidentes. Tais organizações operam, em geral, com estruturas enxutas, recursos financeiros limitados e processos ainda em fase de consolidação, o que frequentemente resulta em baixa formalização das práticas de gestão. Embora a flexibilidade e a agilidade sejam características desejáveis nesse tipo de organização, estudos apontam que a ausência de mecanismos estruturados de gerenciamento de projetos pode comprometer significativamente o desempenho organizacional, gerando retrabalhos, atrasos e dificuldades no controle de custos, especialmente em projetos de maior complexidade técnica (KERZNER, 2019). Dessa forma, a adoção de boas práticas de gerenciamento não se apresenta como um fator burocrático, mas como um elemento de suporte à tomada de decisão e à sustentabilidade do negócio.

No contexto brasileiro, pesquisas publicadas em periódicos nacionais trazem evidências práticas dos efeitos positivos da gestão de projetos. Um estudo bibliométrico publicado na *Revista de Gestão e Projetos* (GeP) identificou temas estratégicos e emergentes no campo da gestão de projetos relacionados à sustentabilidade e desempenho organizacional (ROCHA et al., 2020). Outro artigo da mesma revista analisou um projeto de redução de desperdício de matéria-prima em um ambiente industrial, destacando a contribuição de práticas estruturadas de gestão de projetos para a redução de perdas operacionais (MARTINS et al., 2013). Além disso, a Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO) na *Revista Produção* aborda um estudo de caso sobre gestão de requisitos em projetos de construção que evidencia que a integração de práticas de gerenciamento pode aumentar a

eficiência técnica e qualidade das entregas do projeto (PEGORARO; SAURIN; PAULA, 2024).

Esse cenário torna-se particularmente relevante quando inserido no contexto do agronegócio brasileiro, setor que desempenha papel estratégico na economia nacional. De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2023), o agronegócio responde por cerca de 23,2% do Produto Interno Bruto (PIB) do país, além de exercer forte influência na geração de empregos e no desenvolvimento regional. Dentro desse setor, a aquicultura destaca-se como uma atividade em expansão, impulsionada pela crescente demanda por proteína animal e pela necessidade de sistemas produtivos mais eficientes e sustentáveis. A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO, 2022) aponta a aquicultura como o segmento de produção de alimentos de origem animal com maior taxa de crescimento em nível mundial, reforçando a necessidade de incorporação de tecnologias voltadas ao monitoramento, controle e otimização dos processos produtivos.

No Brasil, a carcinicultura possui expressiva relevância econômica, especialmente em regiões do Nordeste, como o Vale do Jaguaribe, no estado do Ceará, reconhecido como um dos principais polos produtivos do país, com destaque para os municípios de Aracati e Jaguaruana que juntos lideram a carcinicultura no país. As cidades figuram entre os maiores produtores nacionais, com Aracati respondendo por cerca de 12,2% da produção total de camarão cultivado no Brasil em 2024. Apesar de sua importância, o setor ainda enfrenta desafios relacionados ao monitoramento contínuo dos parâmetros da água, à tomada de decisão em tempo hábil e à redução de perdas produtivas, fatores que impactam diretamente a eficiência e a sustentabilidade da atividade. Nesse contexto, projetos voltados ao desenvolvimento de sistemas de automação e monitoramento aquícola emergem como soluções promissoras, ao mesmo tempo em que apresentam elevada complexidade técnica e gerencial.

A ausência de práticas estruturadas de gerenciamento de projetos nesse tipo de iniciativa pode gerar impactos significativos tanto no desempenho organizacional quanto na viabilidade das soluções desenvolvidas. Problemas associados à definição inadequada do escopo, ao planejamento impreciso de prazos e à falta de controle financeiro tendem a resultar em desvios que comprometem a qualidade das entregas e dificultam a tomada de decisão gerencial. Por outro lado, a adoção de boas práticas fundamentadas em modelos consolidados de gerenciamento de projetos possibilita maior alinhamento entre as partes interessadas e controle sobre as variáveis críticas do projeto.

Diante desse contexto, o presente trabalho propõe o diagnóstico e a aplicação de ferramentas e métodos alinhados às boas práticas de gerenciamento de projetos, com foco na restrição tripla, em um projeto de automação para aquicultura desenvolvido por uma startup do agronegócio. Espera-se que os resultados obtidos contribuam para o aprimoramento da gestão do projeto analisado, apoiando a tomada de decisão e o controle de sua execução, bem como para o fortalecimento da base científica ao ampliar a discussão sobre a aplicação da gestão de projetos em contextos aquícolas. Adicionalmente, o estudo apresenta potencial de gerar benefícios de ordem organizacional, econômica e socioambiental, ao favorecer iniciativas mais eficientes, sustentáveis e alinhadas às demandas do setor.

1.1. Objetivos

Com base no problema de pesquisa identificado e nos pressupostos teóricos que fundamentam o gerenciamento de projetos, este estudo estabelece seus objetivos de forma a orientar o desenvolvimento das etapas metodológicas e assegurar o alinhamento entre a proposta de pesquisa e os resultados esperados.

1.1.1. Objetivos Gerais

O presente estudo tem como objetivo aplicar e propor ferramentas e métodos alinhados às boas práticas de gerenciamento de projetos, com foco na restrição tripla, em um sistema de automação para aquicultura desenvolvido por uma startup do agronegócio.

1.1.2. Objetivos Específicos

- a) Analisar e diagnosticar o projeto com base nas práticas adotadas pela startup no acompanhamento de sua execução;
- b) Estruturar o gerenciamento do escopo, cronograma e custos do projeto, conforme as boas práticas de gestão de projetos;
- c) Propor mecanismos de controle e acompanhamento do desempenho do projeto, com base em indicadores.

1.2. Justificativa

A relevância deste estudo justifica-se pela necessidade de estruturar e fortalecer as práticas de gerenciamento de projetos em startups inseridas no agronegócio, particularmente no contexto da aquicultura. Apesar da reconhecida importância dos projetos como vetores de inovação, observa-se que muitas startups conduzem suas iniciativas de forma

predominantemente empírica, com baixo nível de formalização dos processos de planejamento e controle. Essa realidade evidencia uma lacuna entre o conhecimento teórico consolidado em gerenciamento de projetos e sua aplicação prática em ambientes organizacionais emergentes.

Do ponto de vista acadêmico, a pesquisa contribui ao articular conceitos, ferramentas e boas práticas da gestão de projetos com a realidade de uma startup tecnológica, ampliando a compreensão sobre a aplicabilidade desses instrumentos em contextos caracterizados por incerteza, dinamismo e recursos limitados. Ao focar na restrição tripla, o estudo reforça a importância da integração entre escopo, cronograma e custos como elementos indissociáveis para o desempenho do projeto, oferecendo subsídios teóricos e metodológicos para futuras investigações na área.

Sob a perspectiva prática, a pesquisa justifica-se por propor um conjunto estruturado de instrumentos de gerenciamento aplicáveis a um projeto real em andamento, respeitando as particularidades operacionais e estratégicas da organização analisada. A sistematização de práticas voltadas ao acompanhamento do projeto, por meio de indicadores de desempenho, visa apoiar a tomada de decisão gerencial e contribuir para a maturidade em gestão de projetos da startup, podendo ser replicada ou adaptada a outros projetos e organizações de perfil semelhante.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção é dedicada à exposição dos conceitos e referenciais teóricos que embasam o estudo, como a fundamentação do problema central do trabalho, definição de gestão de projetos e restrição tripla, além das ferramentas e metodologias utilizadas que sustentam o planejamento, a modelagem e o monitoramento de um projeto.

2.1. Gestão de Projetos

A Gestão de Projetos é um campo que se consolidou ao longo das últimas décadas como um instrumento essencial para o planejamento, coordenação e controle de projetos de diferentes naturezas. Sob a ótica do *Project Management Institute* (PMI), a gestão de projetos é definida como “a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto a fim de atender aos seus requisitos”, visão que estrutura esse campo de estudo em grupos de processos e áreas de conhecimento. (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017).

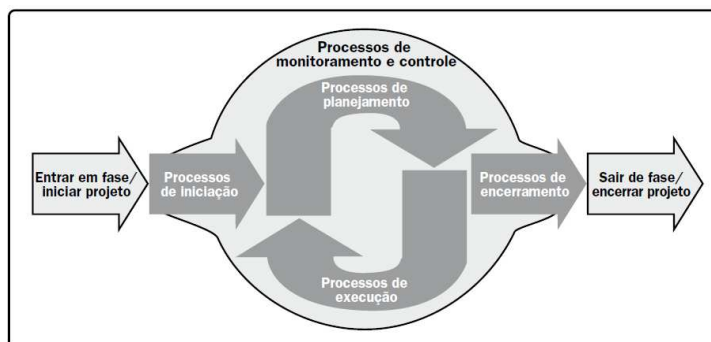
Abaixo são apresentados os grupos de processos e as áreas de conhecimentos que integram o gerenciamento de projetos.

Os grupos de processos tradicionalmente apresentados pelo PMI são:

- a) **Iniciação:** o projeto é formalmente autorizado e sua justificativa é estabelecida;
- b) **Planejamento:** detalhamento do escopo, das entregas, dos recursos e dos mecanismos de acompanhamento;
- c) **Execução:** responsável pela realização das atividades planejadas e coordenação das equipes;
- d) **Monitoramento e Controle:** acompanha o desempenho do projeto, identifica desvios e implementa ações corretivas;
- e) **Encerramento:** formaliza a conclusão do projeto, a entrega dos resultados e a documentação das lições aprendidas.

O fluxo de como esses processos ocorrem no projeto é melhor exemplificado na figura abaixo:

Figura 1 - Fluxo dos Grupos de Processos



Fonte: Guia PMBOK 6º Ed.(PMI, 2017)

Complementando essa estrutura, o PMI organiza o gerenciamento de projetos em dez áreas de conhecimento, cada uma dedicada a um conjunto de práticas essenciais para o desempenho eficiente do projeto. A seguir as áreas de conhecimento da gestão de projetos:

Quadro 1 : Definições das Áreas do Conhecimento

ÁREAS DO CONHECIMENTO	DEFINIÇÃO
Gerenciamento da Integração	Coordena, unifica todos os processos e atividades das demais áreas de conhecimento, garantindo que as diferentes partes do projeto trabalhem juntas de forma harmoniosa.
Gerenciamento do Escopo	Define e controla o que está e o que não está incluído no projeto, garantindo que o trabalho do projeto seja realizado conforme planejado.
Gerenciamento do Cronograma	Planeja, desenvolve, monitora e controla o cronograma do projeto para garantir a entrega dentro do tempo previsto.
Gerenciamento de Custos	Envolve o planejamento, estimativa, orçamento e controle dos custos para que o projeto seja concluído dentro do orçamento aprovado.
Gerenciamento da Qualidade	Garante que o projeto satisfaça as necessidades e requisitos dos stakeholders, através do planejamento, gestão e controle da qualidade.

Gerenciamento de Recursos	Abrange a gestão da equipe e dos insumos materiais, determinando os recursos necessários para a equipe e os demais elementos do projeto.
Gerenciamento de Comunicações	Assegura que as informações do projeto sejam planejadas, coletadas, distribuídas entre os stakeholders, armazenadas, gerenciadas e utilizadas de forma adequada e oportuna.
Gerenciamento de Riscos	Identifica, analisa, responde e monitora as incertezas que possam aumentar a probabilidade e o impacto de eventos negativos no projeto.
Gerenciamento de Aquisições	Gerencia os processos necessários para adquirir bens e serviços de fornecedores externos, gerindo os contratos e as suas entregas.
Gerenciamento das Partes Interessadas (<i>Stakeholders</i>)	Identifica e gerencia as expectativas de todas as pessoas ou organizações que são afetadas pelo projeto, mantendo-as engajadas e apoiando os seus resultados.

Fonte: Adaptado de Guia PMBOK (PMI, 2017)

De acordo com o PMI, esses grupos de processos representam o encadeamento lógico das atividades necessárias para conduzir um projeto do início ao fim, enquanto as áreas de conhecimento organizam as práticas segundo competências específicas de gestão.

Em complemento, segundo Carvalho e Rabechini Jr. (2015), a gestão de projetos é um campo que vai além do simples cumprimento de prazos e orçamentos. Ela envolve a construção de competências específicas em várias áreas, como liderança, gestão de equipes, controle de custos e comunicação com stakeholders. Para os autores, um projeto bem-sucedido exige uma combinação de conhecimento técnico e habilidades interpessoais, sendo essencial que o gerente de projetos desenvolva uma visão sistêmica do processo, capaz de integrar aspectos técnicos, organizacionais e estratégicos.

Sob outra visão, autores como Turner (2014) e Söderlund (2011) defendem que a gestão de projetos deve ser compreendida como uma prática social e organizacional, influenciada pelo contexto no qual o projeto está inserido. Nessa perspectiva, o sucesso do projeto não se limita ao cumprimento de requisitos técnicos, mas envolve a capacidade de adaptação a ambientes dinâmicos. De forma complementar, normas internacionais como a ISO 21500 e a ISO 21502 reforçam a importância da gestão de projetos como um processo organizacional padronizado, voltado à governança, à transparência e à melhoria contínua.

2.2. Ausência de Ferramentas e Metodologias no Gerenciamento de Projetos

Conforme Prado (2019), em sua obra *Maturidade em gerenciamento de projetos*, a inexistência de ferramentas e métodos padronizados impede a evolução organizacional, pois inviabiliza a comparação de desempenho entre projetos e a disseminação de boas práticas. Segundo o autor, organizações nesse estágio apresentam “forte dependência das pessoas e baixo nível de padronização dos processos de gestão” (PRADO, 2019, p. 27), o que torna os resultados pouco previsíveis e dificulta a consolidação de boas práticas.

Flyvbjerg (2014) demonstra que projetos conduzidos sem métodos estruturados apresentam maior propensão a atrasos e estouros orçamentários, especialmente devido à subestimação de riscos e à fragilidade dos processos decisórios. Complementarmente, Pinto e Slevin (1988) indicam que falhas de comunicação e retrabalho são consequências frequentes de ambientes nos quais não há definição clara de responsabilidades, fluxos de informação e critérios de controle.

Diante dessas limitações, a literatura destaca que a estruturação do gerenciamento de projetos ocorre por meio da adoção articulada de metodologias e ferramentas de apoio, que orientam tanto o planejamento quanto o acompanhamento da execução. Carvalho e Rabechini Jr. (2017) afirmam que a profissionalização da gestão de projetos não se resume à escolha de uma metodologia específica, mas envolve a utilização combinada de práticas consolidadas.

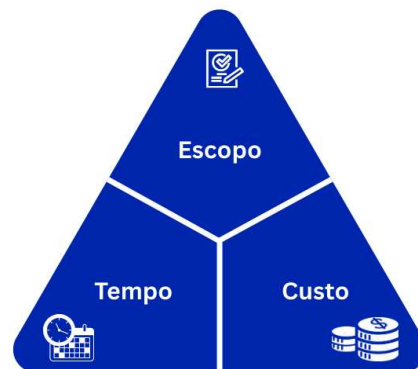
De acordo com o *Project Management Institute* (PMI), a aplicação estruturada de métodos e ferramentas é essencial para transformar diretrizes metodológicas em práticas efetivas de gerenciamento de projetos. O Guia PMBOK destaca que instrumentos como a Estrutura Analítica do Projeto (EAP), os métodos de sequenciamento de atividades, como o Método do Diagrama de Precedência (MDP), e as técnicas de análise de cronograma, a exemplo do Método do Caminho Crítico (CPM), desempenham papel central na organização

do trabalho, na definição de responsabilidades e no controle do desempenho do projeto. Nesse sentido, o PMI enfatiza que tais ferramentas não atuam de forma isolada, mas como componentes integrados de um sistema de gerenciamento que viabiliza maior coerência entre planejamento e execução ao longo do ciclo de vida do projeto (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017).

2.3. Restrição Tripla

A restrição tripla da gestão de projetos, também denominada como o triângulo de ferro, representa a relação interdependente entre escopo, tempo e custo, elementos que, segundo diversos autores, definem os limites fundamentais de qualquer projeto. Essa representação, apesar de ser estudada por outros autores anteriormente, foi popularizada por Harold Kerzner (2017), que aponta que o equilíbrio entre esses três fatores é determinante para o sucesso do projeto, uma vez que qualquer alteração em um deles implica necessariamente ajustes nos demais.

Figura 2 - Triângulo de Ferro da Gestão de Projetos



Fonte: Autor (2025)

De acordo com PMI (2017), no Guia PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*), essa trílice simboliza a tensão existente entre as restrições clássicas do gerenciamento de projetos, as quais devem ser continuamente monitoradas e balanceadas pelo gerente de projetos. O escopo define o que deve ser entregue, o tempo estabelece o cronograma e os prazos, e o custo determina o orçamento disponível para execução. Assim, o gerente de projetos deve gerenciar as expectativas das partes interessadas e assegurar que as entregas atendam aos requisitos estabelecidos dentro desses limites.

Segundo Meredith e Mantel (2014), a restrição tripla reflete o dilema central da gestão de projetos: a necessidade de otimizar resultados em um ambiente de recursos limitados. Os

autores enfatizam que, embora tradicionalmente se priorizasse o cumprimento de prazos e custos, a busca contemporânea pelo sucesso do projeto deve considerar também critérios qualitativos, como a qualidade das entregas e a satisfação do cliente, frequentemente vistos como o quarto vértice ou um elemento central do triângulo.

2.4. Matriz MoSCoW

A matriz MoSCoW é uma técnica de priorização amplamente utilizada no contexto da gestão de projetos, engenharia de requisitos e análise de negócios, especialmente em ambientes que demandam adaptação contínua e tomada de decisão. O termo MoSCoW é um acrônimo derivado das iniciais das categorias de priorização propostas pelo método: *Must have*, *Should have*, *Could have* e *Won't have (for now)*. Essas categorias permitem classificar requisitos, funcionalidades ou entregáveis de acordo com seu grau de importância e criticidade para o sucesso do projeto (RICHARDS, 2021). A figura abaixo mostra como é dado o acrônimo da matriz e suas respectivas definições:

Figura 3 - Matriz MoSCoW

M	S	C	W
MUST HAVE	SHOULD HAVE	COULD HAVE	WON'T HAVE (for now)
DEVE TER	DEVERIA TER	PODERIA TER	NÃO TERÁ (por enquanto)
Aquilo que é considerado obrigatório ou imprescindível para o projeto ou negócio.	Tudo aquilo que é importante ter, mas não é imprescindível para o projeto ou negócio.	Tudo aquilo que não é essencial, mas seria bom ter ou poderia ser um diferencial.	Não agrega valor ao negócio no momento e por enquanto não será feito.

Fonte: Ebook Sebrae Metodologia MOSCOW

O método foi originalmente desenvolvido por Dai Clegg, da Oracle, na década de 1990, no âmbito do desenvolvimento de sistemas por meio de abordagens rápidas, conhecido como *Rapid Application Development* (RAD), sendo posteriormente incorporado e disseminado pelo *Dynamic Systems Development Method* (DSDM), um dos frameworks ágeis mais consolidados (CLEGG; BARKER, 1994). Segundo Clegg e Barker (2004), a principal contribuição da matriz MoSCoW reside na sua capacidade de tornar explícitas as decisões de priorização, promovendo alinhamento entre as partes interessadas e maior clareza quanto às restrições de escopo, prazo e recursos.

No contexto do DSDM *Agile Project Framework*, a matriz MoSCoW é considerada um elemento central para o gerenciamento de requisitos e controle de escopo. O *Agile Business Consortium* destaca que o método auxilia na definição de um escopo viável, assegurando que os requisitos classificados como *Must have* sejam obrigatoriamente entregues, enquanto os demais funcionam como elementos de flexibilidade para ajustes ao longo do ciclo do projeto (AGILE BUSINESS CONSORTIUM, 2014). Dessa forma, o método contribui para a mitigação de riscos associados ao excesso de escopo (*scope creep*) e para o aumento da previsibilidade das entregas.

No contexto da integração entre métodos tradicionais e ágeis, Cruz (2013) menciona a matriz MoSCoW como uma ferramenta capaz de aproximar práticas do Scrum e do PMBOK, especialmente no que se refere à gestão do escopo e à priorização de requisitos. O autor argumenta que a técnica contribui para tornar explícitas as decisões estratégicas relacionadas ao que será entregue, reduzindo ambiguidades e conflitos entre stakeholders. Dessa forma, a MoSCoW pode ser compreendida como um mecanismo de convergência entre abordagens prescritivas e adaptativas de gerenciamento de projetos.

Massari (2018), ao tratar do gerenciamento ágil de projetos, reforça a relevância da matriz MoSCoW como instrumento de apoio à tomada de decisão em ciclos curtos de planejamento. O autor destaca que a categorização dos requisitos segundo níveis de prioridade permite maior foco na entrega de valor ao cliente, ao mesmo tempo em que preserva margens de negociação para ajustes futuros. Nesse sentido, a MoSCoW é apresentada não apenas como uma técnica operacional, mas como um recurso estratégico para a gestão do escopo em projetos ágeis.

2.5. Estrutura Analítica do Projeto (EAP)

A Estrutura Analítica do Projeto (EAP), conhecida internacionalmente como *Work Breakdown Structure* (WBS), é uma das ferramentas fundamentais da gestão de projetos, sendo amplamente utilizada para a organização e o detalhamento do escopo do projeto, capaz de torná-lo mais gerenciável e controlável através da decomposição das etapas. De acordo com Cleland e Ireland (2007), a EAP consiste em um modelo hierárquico que permite decompor o projeto em elementos progressivamente menores, proporcionando maior clareza quanto às entregas, responsabilidades e interfaces entre os componentes do trabalho.

A EAP desempenha papel central no planejamento do projeto ao viabilizar a tradução de objetivos estratégicos em unidades operacionais gerenciáveis. Para Nicholas e Steyn (2020), a decomposição estruturada do escopo por meio da EAP favorece a integração entre planejamento técnico e gestão organizacional, permitindo que o projeto seja compreendido de forma sistêmica. Os autores destacam que essa visão estruturada contribui para o alinhamento entre metas do projeto e expectativas dos stakeholders. Abaixo a figura ilustra como é comumente decomposta as atividades e estruturadas na EAP.

Figura 4 - Exemplo de uma Estrutura Analítica do Projeto (EAP)



Fonte: Autor (2025)

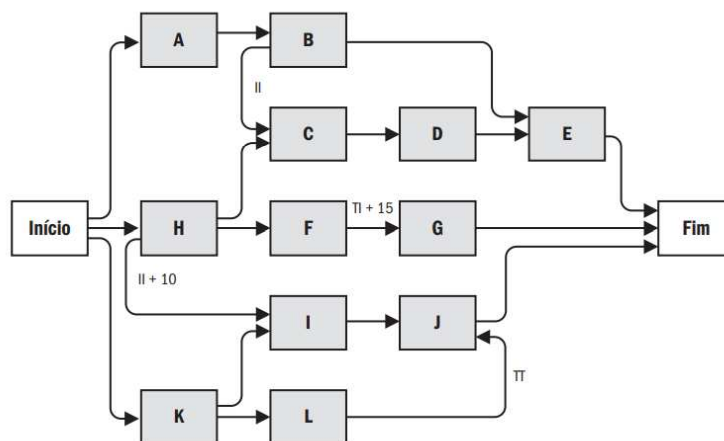
A literatura nacional também enfatiza a relevância da EAP como base para o gerenciamento integrado de prazos e custos e recursos. Mattos (2010), ao tratar do planejamento e controle de obras e projetos complexos, aponta que a EAP constitui o ponto de partida para a elaboração de cronogramas e orçamentos mais consistentes. Para o autor, a decomposição lógica do projeto em pacotes de trabalho facilita a estimativa de esforços, a alocação de responsabilidades e o acompanhamento do desempenho ao longo da execução.

Sob a perspectiva da engenharia de produção, a EAP é frequentemente associada à racionalização do trabalho e à melhoria do controle operacional. Slack, Chambers e Johnston (2015), embora voltados à gestão de operações, contribuem conceitualmente ao reforçar que a decomposição estruturada de sistemas complexos em partes menores favorece o controle, a previsibilidade e a tomada de decisão. Essa lógica é diretamente aplicável à EAP, que organiza o projeto em elementos gerenciáveis e inter-relacionados.

2.6. Método do Diagrama de Precedência

O Método do Diagrama de Precedência (MDP) é consolidado como uma das principais formas de representação de redes de cronograma na gestão de projetos. Nesse método, as atividades são modeladas como nós ou caixas, enquanto as setas representam as dependências entre elas, compondo uma rede lógica que evidencia a sucessão das tarefas e suas inter-relações. No Guia PMBOK, o MDP é compreendido como uma rede de atividades estruturada a partir de conexões de precedência, permitindo ao gestor visualizar o encadeamento lógico do cronograma e apoiar o planejamento temporal do projeto, como mostra a figura 5 (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017).

Figura 5 - Diagrama de Rede do Cronograma do Projeto



Fonte: Guia PMBOK 6º Ed. (PMI, 2017)

O MDP contempla quatro categorias de relações de precedência entre atividades. Essas relações de precedência desempenham papel central na expressividade do MDP, uma vez que definem a forma como as atividades condicionam umas às outras ao longo do cronograma. A literatura descreve quatro relações fundamentais: Término para Início (TI), Início para Início (II), Término para Término (TT) e Início para Término (IT). O quadro abaixo apresenta melhor como essas relações são descritas:

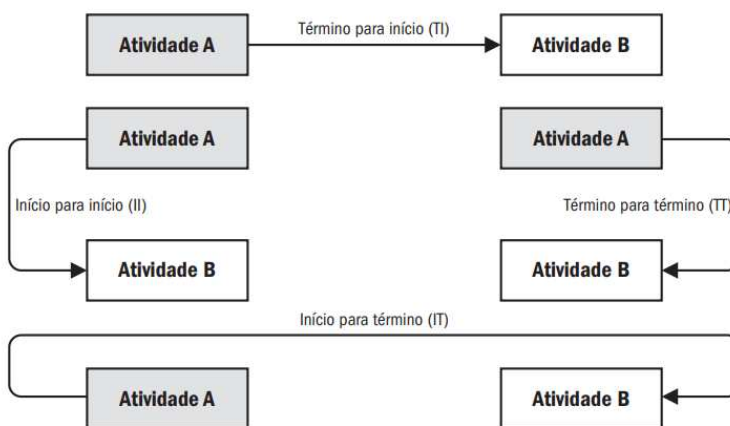
Quadro 2 - Relações de Precedência

RELAÇÕES DE PRECEDÊNCIA	DEFINIÇÃO
Término para Início (TI)	A atividade sucessora só pode iniciar após o término da atividade predecessora.
Término para Término (TT)	A atividade sucessora somente pode terminar quando a atividade predecessora for concluída.
Início para Início (II)	A atividade sucessora apenas pode iniciar depois que a atividade predecessora tiver sido iniciada.
Início para Término (IT)	O término da atividade sucessora depende do início da atividade predecessora.

Fonte: Adaptado de Guia PMBOK 6° Ed. (PMI, 2017)

A Figura 6 mostra uma representação esquemática das quatro relações de precedência do MDP, ilustrando graficamente o comportamento lógico entre atividades:

Figura 6 - Tipos de Relacionamentos do MDP



Fonte: Guia PMBOK 6° Ed. (PMI, 2017)

Além disso, o método constitui a base estruturante para a aplicação do Método do Caminho Crítico. A identificação do caminho crítico depende da rede previamente modelada no MDP, uma vez que é a partir do encadeamento lógico que se determinam datas de início e término, folgas e atividades críticas. Kerzner (2017) enfatiza que o cálculo do caminho crítico deriva dessa organização da rede, enquanto Vargas (2016) ressalta que o caminho crítico emerge como a sequência de atividades cuja duração define a duração total do projeto. Dessa

forma, o MDP não apenas organiza dependências, mas sustenta análises temporais que fundamentam o planejamento do prazo e o acompanhamento do desempenho do cronograma.

2.7. Método PERT - Estimativa de Três Pontos

O Método PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) é uma técnica de planejamento de projetos voltada à análise de cronogramas em contextos caracterizados por incerteza quanto à duração das atividades. Diferentemente de métodos determinísticos, o PERT adota uma abordagem probabilística, reconhecendo que a execução das tarefas está sujeita a variações decorrentes de fatores técnicos, humanos e organizacionais. Segundo Moder, Phillips e Davis (1983), o método foi concebido justamente para apoiar decisões gerenciais em projetos nos quais a previsibilidade do prazo é limitada, exigindo maior sensibilidade à variabilidade temporal.

O elemento central do PERT é a Estimativa de Três Pontos, que busca representar diferentes cenários possíveis de duração para cada atividade. Essas estimativas correspondem ao:

- a) Tempo Otimista (tO), que reflete a execução em condições ideais;
- b) Tempo Mais Provável (tM), associado ao cenário mais esperado;
- c) Tempo Pessimista (tP), que considera a ocorrência de dificuldades relevantes.

Essa tríplice estimativa permite incorporar a incerteza diretamente ao processo de planejamento, reduzindo a dependência de valores únicos e excessivamente otimistas (MEREDITH; MANTEL, 2017).

A partir dessas estimativas, o PERT define a duração esperada da atividade (tE) por meio de uma média ponderada, expressa pela seguinte relação:

$$tE = \frac{tO + 4tM + tP}{6}$$

Em síntese, o Método PERT, por meio da estimativa de três pontos, oferece um arcabouço analítico que complementa abordagens determinísticas de planejamento, ao incorporar explicitamente a incerteza na estimativa de prazos. Sua aplicação permite ao gestor compreender não apenas a duração esperada das atividades, mas também o grau de

risco associado ao cumprimento do cronograma, fortalecendo o processo de planejamento temporal do projeto.(MEREDITH; MANTEL, 2017).

2.8. Método do Caminho Crítico

A partir da modelagem do cronograma por meio do Método do Diagrama de Precedência e da estimativa de duração de tempo das atividades do Método PERT, tem-se o Método do Caminho Crítico (*Critical Path Method* - CPM) que constitui a principal técnica analítica associada ao cálculo das durações e à identificação das atividades que condicionam o prazo total do projeto. O CPM tem origem histórica na década de 1950, no contexto de iniciativas industriais conduzidas pela DuPont em parceria com a Remington Rand, nas quais Kelley e Walker desenvolveram um procedimento matemático para racionalizar prazos, custos e impactos de atrasos em grandes empreendimentos. (KELLEY; WALKER, 1959).

Segundo Kerzner (2017), essa abordagem inaugurou uma nova perspectiva para o planejamento temporal ao combinar representação gráfica em rede com tratamento analítico das dependências e das restrições do cronograma. Assim, o CPM consolida-se como um método que mostra a sequência de atividades que representa o caminho mais longo de um projeto, a qual determina a menor duração possível, tudo isso orientado à análise da rede lógica previamente estruturada, permitindo a criação de indicadores temporais que definem decisões gerenciais.

O CPM baseia-se no processamento sequencial da rede do projeto por meio de dois percursos analíticos: a passagem para frente (*forward pass*) e a passagem para trás (*backward pass*). Na primeira etapa, são calculadas as datas de início mais cedo (*Early Start*) e término mais cedo (*Early Finish*), que representam, conforme o Guia PMBOK, as primeiras datas possíveis para execução das atividades, considerando as dependências estabelecidas na rede. Em seguida, a passagem para trás permite determinar as datas de início mais tardio (*Late Start*) e término mais tardio (*Late Finish*), associadas aos limites máximos de execução sem que haja impacto no prazo final do projeto (PMI, 2017). Vargas (2016) explica, em abordagem convergente, que o contraste entre datas cedo e tardio constitui a base para o cálculo das folgas (*Floats*) e para a identificação das atividades críticas no cronograma.

O quadro a seguir mostra como os parâmetros citados anteriormente são definidos e obtidos:

Quadro 3 - Parâmetros do Caminho Crítico

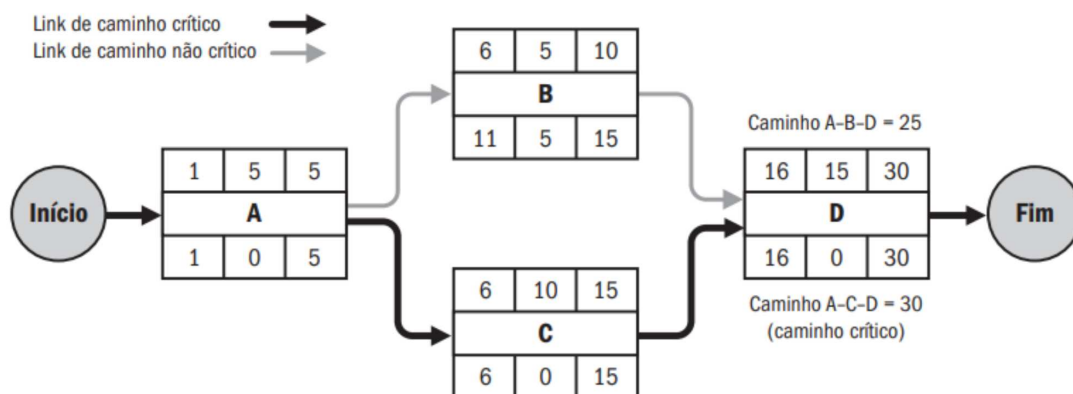
PARÂMETROS	DEFINIÇÃO	OBTENÇÃO
Início mais Ceddo - IC	Corresponde ao primeiro momento possível em que uma tarefa pode ser iniciada, assumindo que todas as suas tarefas predecessoras foram concluídas o mais rapidamente possível;	Primeira atividade: $IC = 0$; Demais: maior TC das predecessoras;
Término mais Ceddo - TC	Representa o momento mais antecipado em que uma tarefa pode ser concluída, com base em seu início mais cedo e em sua duração prevista;	$TC = IC + \text{Duração}$;
Início mais Tarde - IT	Corresponde ao último instante em que uma tarefa pode começar sem provocar atrasos no prazo final do projeto;	$IT = TT - \text{Duração}$;
Término mais Tarde - TT	É o último momento possível para a conclusão de uma tarefa sem que haja extensão na data final do projeto;	Última atividade: $LF = \text{Duração do projeto}$; Demais: menor IT das sucessoras;
Folga	Corresponde ao tempo que uma tarefa pode atrasar sem impactar a data final do projeto;	$Folga = IT - IC$ ou $Folga = LF - EF$.

Fonte: Adaptado de SCHWARTZ (2025)

A partir desses cálculos, o caminho crítico é definido como a sequência de atividades cuja folga total é nula ou próxima de zero em contextos de arredondamento e que, portanto, determina a duração mínima do projeto. A figura a seguir apresenta um exemplo de rede de

precedência elaborada pelo Método do Caminho Crítico (CPM), evidenciando a diferenciação entre o caminho crítico e os caminhos não críticos, bem como os valores de início mais cedo, término mais cedo, início mais tarde, término mais tarde e folga total associados a cada atividade (KERZNER, 2017).

Figura 7 - Exemplo de Método do Caminho Crítico



Fonte: Guia PMBOK 6º Ed. (PMI, 2017)

Abaixo, a figura apresenta como se dá a leitura dos chamados “nós” do caminho crítico, no qual são dispostas as principais variáveis do cronograma associadas a cada atividade:

Figura 8 - Leitura dos Nós do Método do Caminho Crítico

Início mais cedo	Duração	Término mais cedo
Nome da atividade		
Início mais tarde	Folga total	Término mais tarde

Fonte: Guia PMBOK 6º Ed. (PMI, 2017)

Ao evidenciar quais atividades não admitem atraso e quais dispõem de margens de flexibilidade, o método orienta a alocação de recursos, o monitoramento prioritário e a tomada de decisão em situações de restrição de prazo. Além disso, o CPM reforça o caráter integrado do planejamento temporal, uma vez que o comportamento do cronograma não decorre de atividades isoladas, mas do encadeamento lógico construído no MDP e processado matematicamente pelo método. Nesse sentido, o CPM não se limita a um procedimento de

cálculo, mas configura um instrumento cognitivo que amplia a capacidade do gestor de compreender, antecipar e intervir sobre os riscos associados ao prazo do projeto (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017).

2.9. Gráfico de Gantt

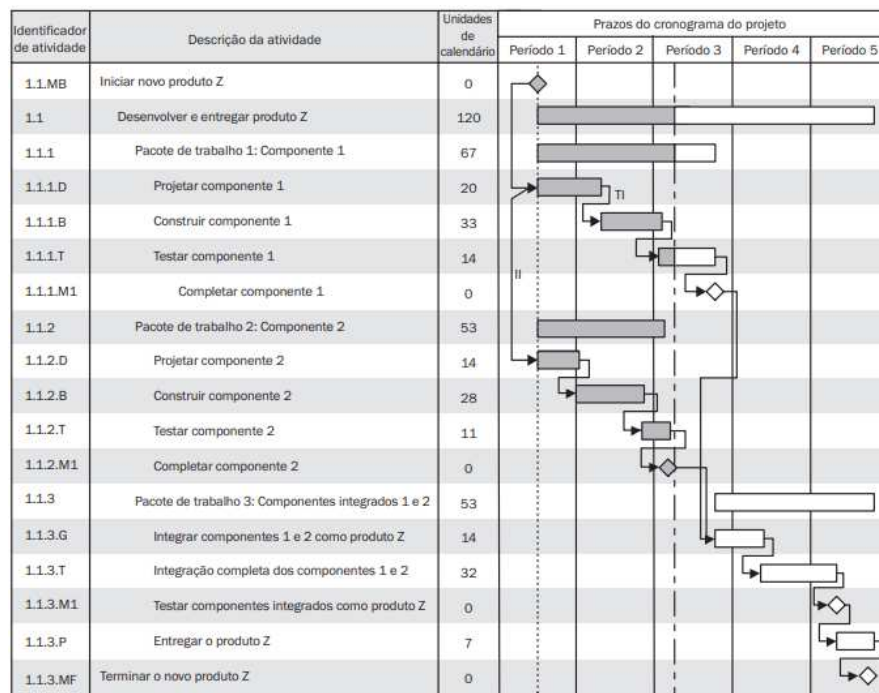
O Gráfico de Gantt teve sua consolidação associada aos estudos conduzidos por Henry L. Gantt no início do século XX, quando representações visuais em barras passaram a ser utilizadas como instrumento de acompanhamento da produção e de controle do tempo de execução das atividades. Inicialmente empregado em ambientes industriais, o recurso contribuiu para o fortalecimento das práticas de planejamento operacional e para o monitoramento do desempenho temporal das tarefas, sobretudo em contextos de racionalização do trabalho (VALERIANO, 2018).

Com o avanço dos recursos computacionais ao longo das últimas décadas, o uso do Gráfico de Gantt migrou de registros manuais elaborados em papel para plataformas digitais integradas, capazes de atualizar cronogramas automaticamente, registrar interdependências entre atividades e apoiar análises de cenários. Essa transição ampliou a robustez analítica da ferramenta e consolidou seu papel no apoio ao planejamento e ao controle do cronograma em projetos contemporâneos (ROZENFELD et al., 2015; PIRES; LIMA, 2020).

O Gráfico de Gantt pode ser compreendido como uma ferramenta visual que representa a estrutura temporal do projeto por meio de barras associadas às atividades, evidenciando sua duração, sequência de execução e interdependências. Essa visualização auxilia na identificação de relações de precedência e paralelismo, permitindo ao gestor avaliar o encadeamento lógico do cronograma e os impactos potenciais de atrasos ou antecipações. Quando articulado a métodos de análise de rede, o gráfico também apoia a identificação do caminho crítico, isto é, o conjunto de atividades cuja folga é nula e cujo desempenho condiciona diretamente a data de término do projeto, elemento central para a tomada de decisão no acompanhamento do cronograma (CARVALHO; RABECHINI JR., 2017).

A figura ilustra um cronograma de projeto representado em barras horizontais ao longo de uma linha do tempo, demonstrando a duração das atividades e suas interdependências.

Figura 9 - Exemplo de um Gráfico de Gantt



Fonte: Guia PMBOK 6º Ed. (PMI, 2017)

Assim, observa-se que o Gráfico de Gantt permanece relevante no contexto contemporâneo de projetos, não apenas pela tradição histórica de sua aplicação, mas pela capacidade de articular simplicidade visual e profundidade analítica. Sua evolução tecnológica ampliou o potencial de integração com outras ferramentas de planejamento e controle, consolidando-o como apoio estruturante às dimensões de tempo, comunicação e governança do projeto (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017).

2.10. Indicadores de Desempenho

Os indicadores de desempenho constituem instrumentos centrais para a gestão organizacional por possibilitarem o monitoramento metódico de resultados, o refinamento de decisões e o alinhamento entre estratégia e execução. Drucker (1999) já destacava que a avaliação de desempenho é inerente ao processo de gestão, pois “toda organização só aprende sobre si mesma quando traduz suas ações em resultados observáveis” (DRUCKER, 1999, p. 87). Para o autor, medir não significa apenas quantificar, mas compreender os efeitos das escolhas estratégicas sobre os processos e stakeholders.

Segundo Lunkes, Rosa e Gasparetto (2019), os indicadores consolidam-se como dispositivos de coordenação e aprendizagem, na medida em que permitem identificar desvios, orientar prioridades e reduzir incertezas decisórias. Em termos analíticos, os indicadores não

apenas registram o passado, mas estruturam possibilidades futuras, orientando ajustes táticos e revisões estratégicas.

Entre os indicadores de desempenho existem os *Key Performance Indicators* (KPIs), um subconjunto prioritário de indicadores alinhados diretamente aos objetivos críticos do negócio. Conforme afirma Chiavenato (2020, p. 211), “os KPIs traduzem o que é essencial para o desempenho organizacional, funcionando como guias para o comportamento gerencial e para o engajamento das equipes”. Em perspectiva similar, Fernandes e Macedo (2019) defendem que os KPIs atuam como elementos de foco, evitando a dispersão informacional e favorecendo decisões orientadas por evidências. Do ponto de vista operacional, a literatura recente enfatiza a necessidade de integração entre indicadores quantitativos e qualitativos, financeiros e não financeiros, internos e externos. Estudos brasileiros apontam a relevância crescente de indicadores socioambientais, de inovação e de experiência do cliente, sobretudo em contextos de transformação digital (SANTOS; TEIXEIRA, 2021).

A classificação mais recorrente na literatura inclui:

Quadro 4 - Classificação dos Indicadores de Desempenho

Indicadores de resultado (<i>lagging indicators</i>)	Evidenciam o desempenho já realizado, associado a metas e efeitos finais da gestão; (KAPLAN; NORTON, 1997).
Indicadores de direcionamento (<i>leading indicators</i>)	Associados a variáveis que influenciam o desempenho futuro, relacionadas a processos e rotinas gerenciais; (KAPLAN; NORTON, 1997).
Indicadores estratégicos	Vinculados aos objetivos críticos do negócio, ao posicionamento competitivo e ao alcance de metas globais; (FALCONI, 2009).
Indicadores táticos	Associados ao desempenho de áreas, fluxos e cadeias de valor, apoiando o desdobramento de metas; (FALCONI, 2009).

Indicadores operacionais	Relacionados à execução cotidiana das atividades, controle de tarefas e estabilidade dos processos; (FALCONI, 2009).
Indicadores de eficiência, eficácia e efetividade	Medem a relação entre recursos utilizados e resultados produzidos (tempo, custo, produtividade) e o grau de alcance dos objetivos e metas estabelecidas; (SINK; TUTTLE, 1989).

Fonte: Adaptado de Kaplan, Norton (1997), Falconi (2009), Sink, Tuttle (1989)

Dentre os KPIs, será aprofundado neste estudo os indicadores referentes a escopo, cronograma e custos apresentados a seguir:

2.10.1. *KPI: Índice de Variação de Escopo (IVE)*

O Índice de Variação de Escopo (IVE) pode ser compreendido como uma métrica aplicada ao controle das mudanças ocorridas entre o escopo inicialmente planejado e o escopo efetivamente executado. Embora essa denominação específica não seja muito abordada na literatura, o conceito está alinhado aos estudos sobre *scope variance* e medição de desempenho em ambientes com escopo dinâmico, nos quais a comparação entre o trabalho previsto e o realizado é fundamental para avaliar impactos sobre custos e prazos (ORIOLE, 1986). Dessa forma, o IVE constitui uma adaptação prática de métricas de desempenho de escopo, permitindo monitorar desvios e apoiar decisões gerenciais relacionadas ao controle de mudanças.

O IVE é obtido por meio da relação entre o escopo efetivamente realizado e o escopo planejado, conforme a Equação (1):

$$IVE = \left(\frac{\text{Escopo Real} - \text{Escopo Planejado}}{\text{Escopo Planejado}} \right) \times 100 \quad (1)$$

A interpretação dos resultados se dá por:

- a) **IVE = 0%:** o projeto manteve-se aderente ao escopo planejado;

- b) **IVE > 0%:** indica aumento do escopo, com potencial impacto negativo em prazos e custos;
- c) **IVE < 0%:** indica redução do escopo originalmente previsto.

2.10.2. **KPI: Índice de Conclusão de Prazos (ICP)**

O Índice de Conclusão de Prazos (ICP) relaciona-se às métricas de aderência ao cronograma amplamente discutidas na literatura de indicadores de desempenho, como o *on-time project delivery rate* ou *schedule adherence*. Esses indicadores mensuram a proporção de atividades ou entregas concluídas dentro do prazo em relação ao total planejado, sendo utilizados para avaliar a eficiência temporal da execução de projetos (KPI DEPOT, 2025). Nesse contexto, o ICP pode ser entendido como uma forma operacional de mensurar o desempenho do cronograma, possibilitando a identificação de atrasos recorrentes e falhas no planejamento ou na execução das atividades.

O ICP expressa a proporção entre as atividades concluídas no prazo e o total de atividades que deveriam estar finalizadas em determinado período, sendo calculado conforme a Equação (2):

$$ICP = \left(\frac{\text{Atividades Concluídas no Prazo}}{\text{Total de Atividades Planejadas}} \right) \times 100 \quad (2)$$

A análise dos resultados fundamenta-se nos seguintes critérios:

- a) **ICP = 100%:** todas as atividades foram concluídas conforme o cronograma;
- b) **ICP < 100%:** existência de atrasos na execução, indicando necessidade de ações corretivas.

2.10.3. **KPI: Índice de Desempenho de Custos (IDC)**

O Índice de Desempenho de Custos (IDC) possui fundamentação consolidada na literatura de gerenciamento de projetos por meio da metodologia do *Earned Value Management* (EVM). Esse indicador corresponde ao *Cost Performance Index* (CPI), definido como a razão entre o valor agregado e o custo real, sendo amplamente utilizado para avaliar a eficiência financeira do projeto (FLEMING; KOPPELMAN, 2016). Valores inferiores a 1 indicam desempenho de custos insatisfatório, enquanto valores iguais ou superiores a 1

refletem maior eficiência na utilização dos recursos, tornando o IDC uma métrica central para o controle financeiro de projetos.

O IDC é calculado conforme a Equação (3):

$$IDC = \left(\frac{\text{Valor Agregado (VA)}}{\text{Custo Real (CR)}} \right) \quad (3)$$

A avaliação dos resultados foi realizada com base nos seguintes critérios:

- a) **IDC = 1,0:** o projeto está exatamente dentro do orçamento;
- b) **IDC > 1,0:** o projeto apresenta eficiência de custos, com gastos inferiores ao planejado;
- c) **IDC < 1,0:** o projeto está acima do orçamento, indicando sobrecustos

Esse indicador permite avaliar a eficiência financeira do projeto, relacionando o valor do trabalho realizado aos custos efetivamente incorridos.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste tópico será apresentado a estrutura metodológica para o desenvolvimento do presente estudo, no qual incluem o tipo de pesquisa realizada, assim como a apresentação da empresa analisada e as etapas da metodologia aplicada.

3.1. Classificação da Pesquisa

Para garantir a fundamentação metodológica necessária ao alcance dos objetivos propostos, a presente pesquisa é classificada sob quatro perspectivas principais: quanto à natureza, aos objetivos, aos procedimentos técnicos e à abordagem do problema

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo de natureza aplicada, uma vez que tem como finalidade intervir em uma situação concreta do ambiente organizacional, por meio da proposição de melhorias nos processos de gestão de projetos de um projeto em andamento de automação para aquicultura. Conforme Gil (2019), a pesquisa aplicada busca gerar conhecimento voltado à solução de problemas específicos, o que converge com os objetivos deste estudo, ao analisar um projeto em desenvolvimento e estruturar instrumentos gerenciais voltados ao seu aprimoramento.

Quanto aos seus objetivos, a pesquisa assume caráter descritivo e exploratório. É descritiva porque busca compreender e registrar as práticas de planejamento, acompanhamento e controle adotadas no projeto analisado, identificando suas limitações, lacunas e oportunidades de melhoria. Ao mesmo tempo, apresenta natureza exploratória, pois investiga um contexto organizacional em fase de consolidação e com baixo nível de formalização de processos, permitindo maior aproximação com o fenômeno estudado e favorecendo a construção de conhecimento sobre a gestão de projetos em startups tecnológicas.

No que se refere aos procedimentos técnicos, o estudo enquadra-se como uma pesquisa-ação, desenvolvida no ambiente real da organização, com a participação ativa da pesquisadora no diagnóstico do problema e na proposição de melhorias para a gestão do projeto. Segundo Thiollent (2018), a pesquisa-ação caracteriza-se pela interação direta entre pesquisador e participantes, com foco na compreensão da realidade e na construção conjunta de soluções voltadas à transformação da prática. Essa abordagem mostra-se adequada ao presente estudo, uma vez que envolve a análise crítica das práticas existentes e a proposição

de modelos, ferramentas e indicadores para apoiar o controle do escopo, do cronograma e dos custos do projeto.

Quanto à abordagem do problema, a pesquisa apresenta caráter misto, combinando técnicas qualitativas e quantitativas. A vertente qualitativa manifesta-se por meio de entrevistas semiestruturadas, observação direta e análise documental, que permitiram interpretar percepções, práticas gerenciais e desafios vivenciados pela equipe do projeto. Já a dimensão quantitativa esteve presente no levantamento de informações relativas ao uso de ferramentas de gestão, à frequência de adoção de práticas formais e aos indicadores associados às áreas de escopo, cronograma e custos.

Essa combinação metodológica possibilitou uma compreensão ampla e aprofundada do contexto estudado, trazendo as informações necessárias para a elaboração de instrumentos alinhados às boas práticas da gestão de projetos e à realidade operacional da startup analisada.

3.2. Caracterização do Objeto de Estudo

O estudo em pauta foi realizado em uma startup do setor do agronegócio, situada na cidade de Russas, interior do Ceará. A empresa, que foi fundada em 2023 por estudantes universitários da Universidade Federal do Ceará - Campus Russas, oferece soluções inteligentes para a aquicultura, com enfoque na carcinicultura e piscicultura, ramo de criação de camarão e peixes, respectivamente.

A empresa tem como propósito impulsionar a evolução do agronegócio brasileiro por meio da aplicação de engenharia, inovações e tecnologias sustentáveis, buscando consolidar-se como referência nacional em soluções inteligentes voltadas ao setor. Seu público-alvo é composto por produtores e empresas de aquicultura que buscam aumentar a eficiência produtiva, reduzir desperdícios e melhorar a gestão de seus viveiros por meio de sistemas automatizados e monitoramento de precisão.

Atualmente, a empresa atua no Vale do Jaguaribe, principal polo produtor de camarão em cativeiro do país. A região, embora estratégica para a economia do Nordeste, ainda enfrenta desafios relacionados à escassez de inovações tecnológicas, ao monitoramento manual dos parâmetros da água e à ausência de sistemas integrados de tomada de decisão.

Nesse contexto, a empresa busca preencher lacunas tecnológicas no setor, oferecendo soluções baseadas em automação, sensoriamento e análise de dados.

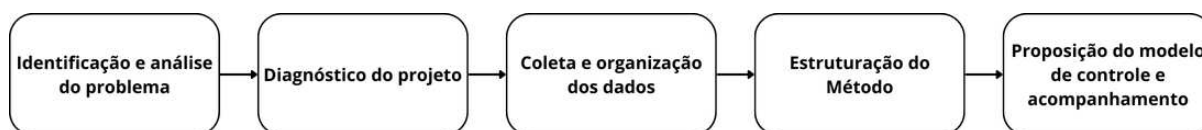
O presente estudo visa analisar um projeto em andamento, que está sendo desenvolvido pela startup, voltado à criação de uma solução integrada composta por sensores multifuncionais, Internet das Coisas (IoT) e sistema de análise de dados em tempo real. Essa solução tem como finalidade aumentar a eficiência energética, reduzir riscos e perdas na produção aquícola, e promover sustentabilidade ambiental e operacional. Por meio dessa integração tecnológica, pretende-se otimizar o controle das condições de cultivo, permitir tomadas de decisão mais assertivas e contribuir para a modernização da aquicultura brasileira.

3.3. Etapas do Método

As etapas do método deste estudo foram estruturadas com o propósito de orientar os processos necessários para o desenvolvimento da pesquisa, garantindo coerência entre os objetivos propostos e os procedimentos adotados.

Assim, as etapas metodológicas foram delineadas de modo a contemplar a identificação e análise do problema, diagnóstico do projeto, coleta e organização dos dados, estruturação do método e, por fim, a proposição de um modelo de controle e acompanhamento nos processos de gestão da empresa. Essa estrutura metodológica visa assegurar a compreensão do projeto estudado, permitindo tanto a observação quanto a intervenção nas práticas de gestão de projetos da startup.

Figura 10 - Etapas do Método



Fonte: Autor (2025)

3.3.1. Identificação e Análise do Problema

A etapa de identificação e análise do problema foi conduzida com o objetivo de estabelecer, de forma estruturada, o processo pelo qual o problema de pesquisa foi reconhecido no contexto do projeto estudado. Essa fase foi voltada à observação das práticas adotadas e à coleta de informações iniciais que orientaram a delimitação do problema.

Inicialmente, realizou-se uma reunião com os sócios-fundadores da startup, na qual foram discutidos aspectos relacionados à condução do projeto, às rotinas de planejamento, às formas de acompanhamento das atividades e aos critérios utilizados para tomada de decisão. Essa reunião foi utilizada como instrumento de levantamento qualitativo, permitindo compreender como o projeto vinha sendo gerenciado e quais práticas eram adotadas no seu desenvolvimento.

Paralelamente, procedeu-se à análise preliminar de documentos internos e registros disponíveis do projeto, tais como anotações de acompanhamento e materiais de planejamento existentes. Essa análise teve como finalidade identificar como as informações do projeto eram organizadas, registradas e utilizadas ao longo de sua execução.

3.3.2. *Diagnóstico do Projeto*

Na etapa de diagnóstico, inicialmente, realizou-se um estudo do projeto por meio de análise documental, contemplando registros internos e demais documentos relacionados à execução do projeto. Essa etapa teve como finalidade identificar as atividades realizadas, sua sequência lógica, os responsáveis envolvidos e os artefatos utilizados ao longo do ciclo de vida do projeto.

Em seguida, deu-se procedimento à observação direta das rotinas relacionadas à condução do projeto, permitindo compreender como as atividades eram executadas na prática e como se dava o acompanhamento das ações. Após a etapa de diagnóstico, os dados coletados foram organizados e analisados de forma comparativa, confrontando-se as práticas observadas com as boas práticas consolidadas da gestão de projetos. Essa análise orientou a avaliação do projeto em relação a aspectos como definição de escopo, planejamento e acompanhamento do cronograma e controle de custos.

O diagnóstico do projeto foi, então, construído a partir da consolidação dessas análises, servindo como base para identificar os pontos de atenção e orientar a proposição de um modelo de gerenciamento mais estruturado, a ser desenvolvido nas etapas posteriores da pesquisa.

3.3.3. *Coleta e Organização de Dados*

Esta etapa do estudo consistiu na realização de entrevistas, de natureza qualitativa e quantitativa, como instrumento de coleta de dados com a equipe da startup, incluindo os

setores estratégicos e operacionais da empresa. Essa abrangência visa capturar diferentes perspectivas sobre a gestão de projetos e entender como as decisões e operações se articulam nessa área, identificando lacunas, boas práticas e oportunidades de aprimoramento.

A abordagem fundamenta-se a partir de um roteiro pré definido contendo perguntas orientadas pelos principais processos de gestão de projetos, com a flexibilidade para aprofundar-se em discussões válidas para o estudo. De forma complementar, a coleta de dados envolveu o acesso à plataforma utilizada pela startup para a gestão interna dos projetos, na qual eram registradas as atividades, o acompanhamento do progresso, prazos e responsabilidades associadas às entregas. Esse acesso possibilitou a observação direta das práticas adotadas no acompanhamento do projeto em execução, contribuindo para a validação das informações obtidas por meio das entrevistas.

Além disso, foram analisados documentos relacionados ao projeto, tais como registros de definição do projeto, documentos de planejamento e planilhas financeiras utilizadas para o controle de custos. Esses registros documentais forneceram subsídios para a compreensão da estrutura de planejamento adotada, bem como dos mecanismos de controle financeiro empregados pela startup.

A coleta e organização de dados teve como objetivo reunir, categorizar e analisar informações necessárias para a elaboração dos principais documentos e instrumentos das boas práticas de gestão de projetos, voltadas para o Gerenciamento do Escopo, Gerenciamento do Cronograma e Gerenciamento dos Custos. De modo que, as informações levantadas serviram de base para a definição dos entregáveis de cada área.

3.3.3.1. Realização de Entrevistas

Nesta fase do estudo, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com os membros da equipe da startup, incluindo fundadores, gestores e colaboradores envolvidos diretamente na execução dos projetos.

As sessões foram conduzidas de forma presencial e online, de acordo com a disponibilidade dos participantes, e realizadas em frequência quinzenal ao longo de um período de aproximadamente quatro meses.

Durante as entrevistas, buscou-se compreender como a equipe estruturava os processos de planejamento, acompanhamento e controle dos projetos, quais ferramentas eram

utilizadas e como ocorria a comunicação entre os setores. Além disso, foram exploradas percepções sobre os principais desafios enfrentados na definição de escopo, no controle de prazos, na gestão orçamentária, da seguinte forma:

- a) Como são definidas as metas e entregas do projeto;
- b) De que forma são planejadas e monitoradas as atividades;
- c) Quais critérios e processos são utilizados na estimativa e controle de custos.

Além disso, os documentos disponibilizados proporcionaram uma visão mais ampla do andamento do projeto, nos quais auxiliaram na obtenção de informações complementares e quantitativas sobre a frequência de uso de práticas de gestão, o grau de maturidade percebido pela equipe e o nível de padronização dos processos existentes, permitindo consolidar dados para a construção de documentos necessários. Essa combinação de métodos qualitativos e quantitativos entre entrevistas e formulários aumentou a confiabilidade dos dados e a representatividade das percepções coletadas.

3.3.3.2. *Categorização das Informações*

Após a coleta dos dados, foi realizada a categorização das informações, com base nos três pilares da gestão de projetos abordados neste estudo. As respostas e observações obtidas nas entrevistas e formulários foram organizadas em categorias temáticas correspondentes a:

- a) **Escopo:** definição de objetivos, entregas, restrições e critérios de aceitação;
- b) **Cronograma:** sequenciamento de atividades, estimativas de duração e definição de marcos;
- c) **Custos:** identificação de recursos necessários, estimativas orçamentárias e fontes de financiamento;

Essa sistematização permitiu identificar lacunas, boas práticas e oportunidades de melhoria na atual gestão de projetos da empresa, além de fornecer uma base sólida para a elaboração dos documentos e planos que comporão a proposta de aprimoramento da gestão.

3.3.4. *Estruturação do Método*

A etapa de estruturação do método consiste na elaboração dos instrumentos e documentos necessários para aplicar, de forma técnica, os processos na restrição tripla da

gestão de projetos: Gerenciamento do Escopo, Gerenciamento do Cronograma e Gerenciamento dos Custos do projeto analisado. Essa etapa tem como finalidade transformar os dados coletados e o diagnóstico realizado em um conjunto de práticas operacionais que permitam formalizar o planejamento do projeto, padronizar seus processos e fornecer mecanismos de controle para acompanhamento contínuo.

3.3.4.1. *Gerenciamento do Escopo*

O Gerenciamento do Escopo foi estruturado para definir, de maneira objetiva, o que está incluído e o que está excluído do projeto, garantindo alinhamento entre os envolvidos e mitigando riscos de retrabalho, ambiguidades e mudanças não controladas. Para estruturar o planejamento do escopo e orientar sua execução, foram empregadas etapas alinhadas às boas práticas estabelecidas por obras consolidadas da gestão de projetos, que são elas:

3.3.4.1.1. Etapa 1: Coletar os requisitos

A etapa de coleta de requisitos constitui um processo sistemático de elicitação, análise e documentação das necessidades, expectativas e critérios de aceitação dos stakeholders do produto e do projeto. Essa fase buscou identificar, de maneira estruturada, as demandas explícitas e implícitas das partes interessadas, assegurando que o escopo fosse delineado de forma coerente com os objetivos organizacionais e com as condições operacionais do projeto.

Para isso, empregam-se métodos qualitativos e quantitativos de levantamento de informações, tais como entrevistas, reuniões de alinhamento, análise de registros e documentos institucionais, observação direta das atividades envolvidas e aplicação de instrumentos formais de coleta e priorização, bem como a Matriz Moscow.

Os requisitos levantados foram organizados de forma preliminar em uma lista estruturada, contemplando necessidades funcionais, expectativas operacionais e restrições percebidas pelos envolvidos. Em seguida, para apoiar o processo de tomada de decisão e priorização dos requisitos, foi aplicada a Matriz MoSCoW, utilizada como técnica de classificação dos requisitos quanto ao seu grau de importância para o projeto.

Essa priorização foi realizada considerando os objetivos do projeto, as restrições identificadas e a viabilidade de implementação. Ao final da etapa, obteve-se um conjunto de requisitos documentados e priorizados, que serviu como base para a definição do escopo do projeto e para a elaboração das etapas subsequentes do gerenciamento do escopo.

3.3.4.1.2. Etapa 2: Definir o escopo

A etapa de definição do escopo foi conduzida conforme as boas práticas de gerenciamento de projetos, tendo como finalidade estabelecer, de forma clara e detalhada, os limites do projeto e de suas entregas. Inicialmente, foram analisados os requisitos previamente coletados e priorizados, de modo a selecionar aqueles que seriam efetivamente incorporados ao escopo do projeto. Essa análise considerou as premissas, restrições e objetivos do projeto, bem como as informações obtidas no termo de abertura e nos registros levantados nas etapas anteriores.

Por conseguinte, foi iniciada a elaboração da descrição do escopo do projeto, contemplando as principais entregas a serem realizadas, os critérios de aceitação associados a cada entrega e as exclusões explícitas do escopo, com o objetivo de evitar ambiguidades e interpretações divergentes entre os envolvidos.

A definição do escopo foi realizada de forma iterativa, à medida que novas informações sobre o projeto foram sendo consolidadas, assegurando o alinhamento entre as expectativas das partes interessadas e a viabilidade de execução do projeto. Ao final desta etapa, obteve-se uma descrição formal do escopo do projeto, que serviu como base para a decomposição das entregas e para o desenvolvimento da Estrutura Analítica do Projeto (EAP).

3.3.4.1.3. Etapa 3: Criar a Estrutura Analítica do Projeto (EAP)

A criação da Estrutura Analítica do Projeto (EAP) foi realizada com o objetivo de decompor o escopo definido em entregas menores e gerenciáveis, possibilitando melhor planejamento, controle e acompanhamento do projeto. Primeiramente, foram analisadas a declaração do escopo do projeto e a documentação dos requisitos, previamente elaboradas nas etapas anteriores, a fim de identificar as principais entregas necessárias para o atendimento dos objetivos propostos. Com base nessa análise, as entregas foram organizadas de forma hierárquica, partindo de um nível mais geral para níveis progressivamente mais detalhados.

Em seguida, foi realizada a decomposição das entregas principais em componentes menores, até alcançar um nível de detalhamento adequado ao gerenciamento do projeto. Esse nível final correspondeu aos pacotes de trabalho, definidos como unidades mínimas de

controle, nas quais foi possível estimar prazos, custos e recursos, bem como monitorar a execução das atividades associadas.

Por fim, a EAP resultante foi validada quanto ao grau de detalhamento adotado, de modo a evitar tanto uma decomposição excessiva, que dificultaria o gerenciamento, quanto uma decomposição insuficiente, que comprometeria o controle do projeto. A EAP consolidada passou a integrar a linha de base do escopo, servindo como referência para o desenvolvimento do cronograma, da estimativa de custos e do acompanhamento do desempenho do projeto.

3.3.4.1.4. Etapa 4: Validar o escopo

O processo de validação baseou-se na utilização de critérios de aceitação previamente estabelecidos para cada entrega associada à Estrutura Analítica do Projeto (EAP), possibilitando uma avaliação objetiva quanto à conformidade dos resultados obtidos em relação ao escopo planejado. Esses critérios serviram como referência para a análise das entregas apresentadas, sendo utilizados tanto em reuniões de acompanhamento quanto nos registros efetuados na plataforma de gestão interna da startup.

A validação do escopo foi considerada concluída quando obtida a aprovação de, no mínimo, 75% das partes interessadas diretamente envolvidas com o projeto, caracterizando um processo decisório por maioria qualificada.

3.3.4.2. *Gerenciamento do Cronograma*

Com o escopo devidamente estruturado, o próximo passo consistiu na elaboração de mecanismos formais para o planejamento e controle dos prazos. Essa etapa seguiu os processos preconizados pelo Guia PMBOK (PMI, 2017), partindo da definição das atividades até o desenvolvimento do cronograma consolidado.

3.3.4.2.1. Etapa 1: Definir as Atividades

A etapa de definição das atividades teve como finalidade desdobrar os pacotes de trabalho previamente estruturados na EAP em ações executáveis, de modo a viabilizar o planejamento e o acompanhamento do cronograma do projeto. Inicialmente, foram analisados a linha de base do escopo e os elementos da EAP, a fim de identificar todas as entregas previstas e os respectivos pacotes de trabalho associados.

Em seguida, cada pacote de trabalho foi decomposto em atividades específicas (A, B, C, etc.), considerando o nível de detalhamento necessário para permitir a estimativa de prazos, a definição de responsáveis e o monitoramento do avanço das tarefas. Esse desdobramento foi realizado com o apoio da equipe envolvida no projeto, por meio de reuniões de alinhamento e da aplicação de opinião especializada, buscando assegurar que as atividades representassem o esforço requerido para a execução das entregas.

3.3.4.2.2. Etapa 2: Sequenciar as Atividades

A etapa de sequenciamento das atividades teve como finalidade estabelecer a ordem lógica de execução das atividades previamente identificadas, de modo a representar de forma coerente o fluxo de trabalho do projeto. Para isso, partiu-se da lista de atividades elaborada na etapa anterior, bem como dos pacotes de trabalho definidos na Estrutura Analítica do Projeto (EAP), considerando as restrições e premissas associadas ao projeto.

Inicialmente, foram analisadas as relações de dependência existentes entre as atividades, identificando-se quais ações deveriam ocorrer antes ou depois de outras, de acordo com a lógica de execução do projeto. Essa análise foi conduzida com base no entendimento do processo produtivo da startup, no julgamento especializado da equipe envolvida e nas informações obtidas durante o acompanhamento do projeto.

O sequenciamento foi realizado por meio da aplicação do Método do Diagrama de Precedência (MDP), no qual as atividades foram representadas através do diagrama de redes como nós e conectadas por relacionamentos lógicos. Predominantemente, adotou-se o relacionamento término para início, por ser o mais compatível com a natureza das atividades analisadas, embora outros tipos de dependência tenham sido considerados quando necessários para representar adequadamente a dinâmica do projeto.

Como resultado desse sequenciamento, foi elaborado um diagrama de rede do projeto, que serviu como base para as etapas subsequentes de estimativa de duração das atividades e desenvolvimento do cronograma.

3.3.4.2.3. Etapa 3: Estimar as Durações das Atividades

A etapa de estimativa das durações das atividades teve como objetivo determinar o tempo necessário para a execução de cada atividade do projeto, considerando as características do trabalho a ser realizado, as restrições identificadas e a disponibilidade dos

recursos envolvidos. Essa etapa foi desenvolvida a partir da lista de atividades previamente definida e do sequenciamento estabelecido na etapa anterior.

Para a estimativa das durações, foi adotada a técnica de estimativa de três pontos, que permite incorporar incertezas e variabilidades inerentes às atividades do projeto. Para cada atividade, foram definidos três valores de duração com base na metodologia PERT: o Tempo Otimista, correspondente ao melhor cenário possível; o Tempo Mais Provável, baseado em condições normais de execução; e o Tempo Pessimista, associado a possíveis dificuldades ou imprevistos.

As estimativas foram construídas com base no julgamento da equipe envolvida no projeto, considerando a experiência prévia da startup nas atividades realizadas, bem como o nível de complexidade e esforço esperado para cada tarefa. A partir desses três valores, foi calculada a duração esperada das atividades por meio da média aritmética, resultando em uma estimativa única a ser utilizada nas etapas subsequentes do gerenciamento do cronograma.

3.3.4.2.4. Etapa 4: Desenvolver o Cronograma

O desenvolvimento do cronograma constituiu a quarta etapa da metodologia adotada e teve como finalidade consolidar as informações decorrentes das etapas anteriores, a definição e sequenciamento das atividades e a estimativa de suas durações, em um modelo temporal capaz de orientar a execução, o acompanhamento e o controle do projeto.

Primeiramente, foram integradas as relações de precedência entre as atividades, previamente definidas por meio do método do diagrama de precedência, às durações estimadas na etapa anterior. A partir dessa integração, foi estruturada a rede lógica do projeto, que serviu de base para a aplicação do Método do Caminho Crítico (Critical Path Method - CPM).

A aplicação do CPM permitiu calcular as datas de início mais cedo, término mais cedo, início mais tarde e término mais tarde de cada atividade, bem como identificar a folga total associada a cada uma delas. Com base nesses cálculos, foi possível determinar o caminho crítico do projeto.

Após a definição do caminho crítico, os resultados obtidos foram utilizados para a elaboração do gráfico de Gantt, ferramenta empregada para representar graficamente o

cronograma do projeto. O gráfico de Gantt foi construído no programa Smart Sheets a partir das datas de início e término calculadas pelo CPM, permitindo a visualização temporal das atividades, de suas durações, da sobreposição entre tarefas e da posição dos marcos ao longo do período de execução do projeto.

3.3.4.3. *Gerenciamento do Custo*

O Gerenciamento dos Custos foi desenvolvido a partir da aplicação de procedimentos metodológicos alinhados às boas práticas da gestão de projetos, com o objetivo de orientar a identificação, estimativa e organização dos recursos financeiros necessários à execução do projeto. Essa etapa baseou-se na coleta de informações obtidas por meio de entrevistas com a equipe envolvida e na análise de documentos internos da startup, como planilhas de controle financeiro e registros de despesas associadas ao projeto. Em razão de restrições relacionadas ao sigilo estratégico da organização, optou-se por não apresentar valores monetários, restringindo-se a descrição aos métodos, critérios e instrumentos utilizados para a condução do gerenciamento dos custos.

3.3.4.3.1. Etapa 1: Estimar os Custos

A estimativa dos custos correspondeu à primeira etapa do gerenciamento de custos adotado neste estudo. Esse processo teve como finalidade identificar e estruturar os custos associados aos recursos necessários para a execução do projeto, fornecendo uma base para o planejamento financeiro e para as etapas subsequentes de determinação do orçamento e controle dos custos.

A estimativa dos custos foi realizada a partir da análise da linha de base do escopo e do cronograma previamente desenvolvido, permitindo a identificação dos recursos demandados por atividade e por pacote de trabalho. Foram considerados custos relacionados à mão de obra, materiais, equipamentos, serviços e demais recursos necessários à execução do projeto, conforme a natureza das entregas definidas.

Como principal técnica de estimativa, foi adotada a estimativa de três pontos, visando incorporar as incertezas e os riscos inerentes ao ambiente de atuação da startup. Para cada atividade relevante, foram estabelecidas estimativas de Custo Otimista, Mais Provável e Pessimista, com base em informações históricas disponíveis, na experiência da equipe envolvida e nas características específicas do projeto. A partir dessas três estimativas, foi

obtido um custo esperado, permitindo uma avaliação mais realista e robusta dos recursos financeiros necessários, mesmo sem a divulgação dos valores absolutos.

3.3.4.3.2. Etapa 2: Determinar o Orçamento

O processo de determinação do orçamento foi conduzido com o objetivo de consolidar as estimativas de custos associadas às atividades previstas no projeto, estabelecendo uma referência financeira para o acompanhamento de sua execução. Essa etapa teve como foco a organização dos custos ao longo do tempo, considerando as datas planejadas das atividades e os recursos necessários para sua realização, de modo a subsidiar a gestão financeira do projeto.

As estimativas de custos previamente elaboradas foram agregadas de forma progressiva, considerando a estrutura de planejamento adotada para o projeto e o encadeamento das atividades definido no cronograma. Esse procedimento possibilitou a consolidação do custo total estimado, bem como a visualização da distribuição dos gastos ao longo do período de execução, alinhando o orçamento às fases previstas do projeto.

Diante desse cenário, foi definida uma linha de base dos custos acrescida de uma reserva gerencial correspondente a 10% do orçamento estimado, destinada a absorver eventuais desvios decorrentes de eventos imprevistos que se mantenham dentro do escopo do projeto. A adoção desse percentual fundamenta-se no nível de incerteza inerente a projetos desenvolvidos em ambientes de inovação, como startups, nos quais alterações de contexto, ajustes técnicos e necessidades gerenciais não previstas podem impactar os custos planejados. Ressalta-se que a reserva gerencial não integra a linha de base dos custos e sua utilização está condicionada à aprovação formal por meio do processo de controle integrado de mudanças, conforme preconizado pelas boas práticas de gestão de projetos.

3.3.5. *Proposta de Modelo de Controle e Acompanhamento*

Após a estruturação das etapas de planejamento e dos processos de gerenciamento do escopo, do cronograma e dos custos, foi elaborada uma proposta de modelo de controle e acompanhamento do projeto, fundamentada nas boas práticas de gerenciamento de projetos e orientada pela utilização de indicadores de desempenho. Ressalta-se que o modelo apresentado possui caráter propositivo, uma vez que não foi integralmente aplicado durante o

período desta pesquisa, em função das restrições temporais e do fato de o projeto analisado ainda se encontrar em andamento.

A proposta de controle e acompanhamento tem como finalidade estabelecer diretrizes formais para o monitoramento sistemático da execução do projeto, possibilitando à startup acompanhar a evolução das atividades, identificar desvios em relação ao planejamento e subsidiar a tomada de decisões gerenciais. O modelo foi concebido de modo a ser aplicável tanto na continuidade do projeto em estudo quanto em projetos futuros da organização, contribuindo para o fortalecimento das práticas de governança e controle.

No que se refere ao método de acompanhamento, propõe-se a realização de reuniões periódicas de controle, com frequência previamente definida, preferencialmente quinzenal, envolvendo os responsáveis pelas áreas técnica, gerencial e financeira do projeto. Nessas reuniões, devem ser analisadas informações consolidadas sobre o andamento das entregas, o cumprimento dos prazos e a situação dos custos, com base nos registros disponíveis na plataforma de gestão interna da startup e nos documentos de acompanhamento do projeto. As decisões, ajustes necessários e encaminhamentos definidos devem ser formalizados por meio de registros, assegurando rastreabilidade e padronização do processo de controle.

De forma integrada ao método de acompanhamento, a proposta contempla a utilização de indicadores-chave de desempenho (Key Performance Indicators – KPIs) como instrumentos de apoio ao controle gerencial. A seleção dos KPIs foi realizada a partir de três critérios principais:

- (i) alinhamento às áreas de gerenciamento abordadas no estudo, escopo, cronograma e custos;
- (ii) aderência às recomendações das boas práticas de gerenciamento de projetos para monitoramento e controle de projetos;
- (iii) viabilidade de aplicação no contexto organizacional da startup, considerando sua estrutura, maturidade em gestão de projetos e disponibilidade de informações.

Com base nesses critérios, foram selecionados três indicadores representativos da restrição tripla da gestão de projetos. Para o gerenciamento do escopo, definiu-se o Índice de Variação de Escopo (IVE), por sua capacidade de sinalizar alterações em relação às entregas

originalmente planejadas. Para o gerenciamento do cronograma, foi selecionado o Índice de Conclusão de Prazos (ICP), indicador associado ao cumprimento das atividades previstas dentro dos prazos estabelecidos. Já para o gerenciamento dos custos, adotou-se o Índice de Desempenho de Custos (IDC), amplamente reconhecido na literatura como métrica de eficiência financeira em projetos.

Destaca-se que, no âmbito desta pesquisa, os KPIs são apresentados como elementos constituintes da proposta de modelo de controle e acompanhamento, não sendo realizada a sua mensuração ou análise de resultados. Dessa forma, o foco metodológico concentra-se na definição dos critérios de seleção dos indicadores, na sua vinculação às áreas de gerenciamento do projeto e na proposição de um modelo estruturado que permita sua aplicação futura pela startup, em consonância com práticas consolidadas de gerenciamento de projetos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base nas boas práticas propostas pelo Guia PMBOK (PMI, 2017), bem como nos resultados obtidos pelas entrevistas e análise documental, foram estruturados modelos e planos específicos que abordam:

- a) A definição clara do escopo e de suas entregas;
- b) O sequenciamento e a estimativa de duração das atividades para elaboração do cronograma;
- c) A identificação e controle dos custos associados ao projeto.

A seguir, detalham-se as estratégias adotadas para cada área de conhecimento abordada no presente estudo, a partir da identificação do problema e seu diagnóstico.

4.1. Problema Identificado

A identificação e análise do problema permitiram compreender de forma aprofundada o cenário em que o projeto foi desenvolvido, reconhecendo suas limitações relacionadas à condução das práticas de gestão de projetos adotadas pela empresa. A partir da realização de reuniões com os sócios-fundadores, foi possível constatar que, embora o projeto tenha sido acompanhado de maneira contínua ao longo de sua execução, esse acompanhamento ocorreu de forma predominantemente empírica, sem o suporte de metodologias estruturadas de gerenciamento de projetos.

Como resultado dessa abordagem, verificaram-se falhas no processo de delimitação e controle do escopo, caracterizadas pela ausência de critérios formais para definição de requisitos e priorização das entregas. Adicionalmente, foram identificadas dificuldades no acompanhamento do cronograma, decorrentes da inexistência de instrumentos padronizados para o planejamento e monitoramento das atividades, o que comprometeu a previsibilidade dos prazos estabelecidos. No que se refere aos custos, observou-se a ausência de estimativas sistematizadas, bem como de mecanismos de controle que possibilitassem a comparação entre valores planejados e realizados ao longo do projeto.

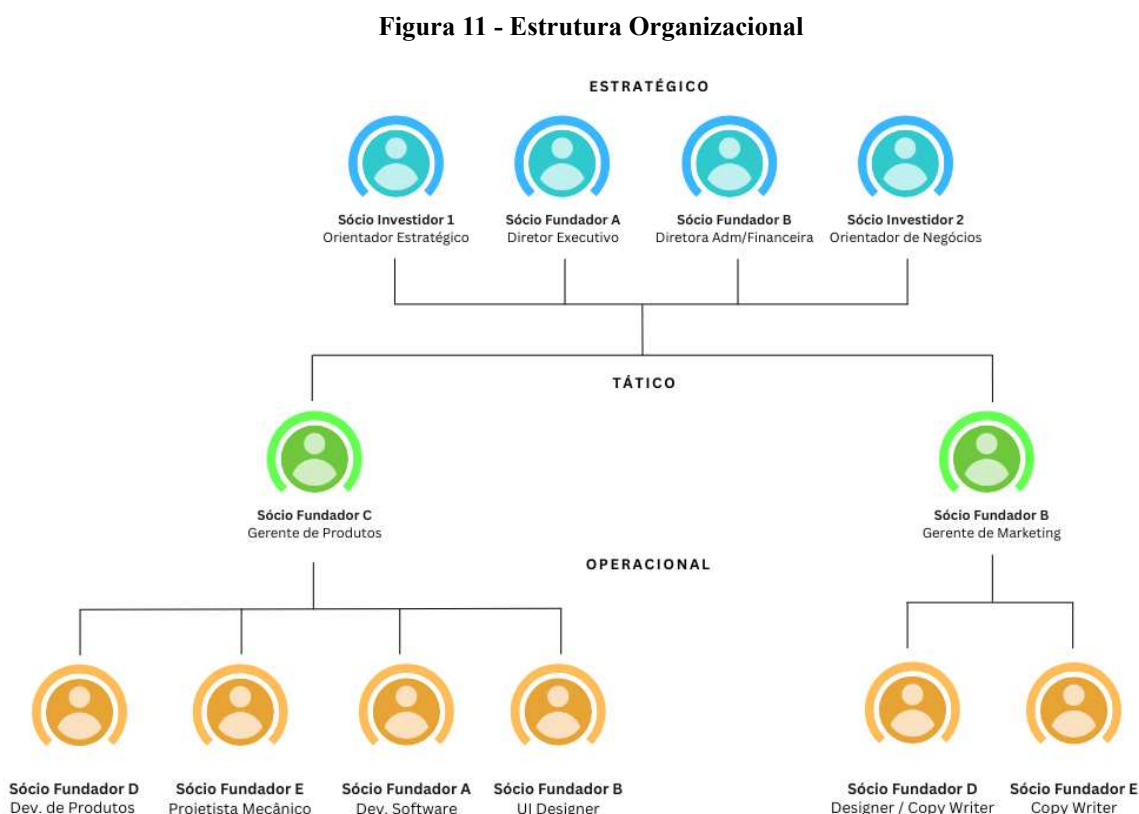
Esses aspectos confirmaram que a falta de um planejamento estruturado impactou diretamente o desempenho do projeto, reforçando a necessidade de adoção de práticas consolidadas de gestão de projetos. Tal constatação está alinhada à literatura da área, que associa a ausência de métodos formais de planejamento e controle à ocorrência de desvios e

ineficiências na execução de projetos, especialmente em organizações de base tecnológica e em ambientes caracterizados por elevada complexidade e incerteza.

Diante desse cenário, tornou-se necessário caracterizar o contexto organizacional da startup, de modo a compreender os fatores internos que contribuíram para a manifestação do problema identificado.

4.1.1. Contexto Organizacional

A startup em estudo atua no desenvolvimento de soluções tecnológicas voltadas ao agronegócio, com foco na inovação e eficiência produtiva. Sua estrutura organizacional é composta por uma equipe multidisciplinar, o que favorece a integração entre áreas técnicas e gerenciais, mas também demanda práticas de gestão bem definidas para garantir o alinhamento das atividades e o cumprimento dos objetivos estratégicos. A seguir, o organograma da estrutura organizacional da empresa:



Fonte: Autor (2025)

Na figura ilustrada, A estrutura organizacional apresentada, evidencia a concentração de múltiplas funções da equipe, uma vez que os membros ocupam cargos de diferentes níveis

organizacionais, situação essa que é comum em startups, mas que requer um acompanhamento gerencial atento para evitar desalinhamento entre as áreas da empresa.

A análise do organograma mostrou que decisões estratégicas, operacionais e de acompanhamento de projetos concentram-se em um número reduzido de atores organizacionais, o que tende a aumentar a carga decisória e operacional desses membros. Na prática, essa concentração impactou diretamente a condução do projeto analisado, uma vez que a ausência de papéis delimitados e de fluxos decisórios claramente definidos dificultou o planejamento integrado das atividades, bem como o monitoramento sistemático do desempenho do projeto.

Nesse cenário, a empresa vem ampliando sua atuação por meio de projetos voltados ao desenvolvimento e integração de softwares e hardwares para o setor aquícola, buscando desenvolver soluções que contribuam para a modernização do agronegócio. Entre essas iniciativas, destaca-se o projeto analisado neste trabalho: o desenvolvimento de um módulo integrado para análise de dados, automação e monitoramento de parâmetros de qualidade da água em viveiros de cultivo de camarão e tilápia.

O projeto representa uma fase importante para o processo de consolidação e entrada no mercado da empresa. Além disso, por ser uma startup em fase de maturação e crescimento, enfrenta desafios como a necessidade de aprimorar seus processos internos, formalizar métodos de acompanhamento de projetos e adotar ferramentas que promovam maior segurança no controle das atividades.

4.2. Diagnóstico do Projeto

O diagnóstico do projeto foi realizado com base em uma análise documental, observação direta e entrevistas com membros da equipe, possibilitando a identificação das etapas executadas, dos responsáveis por cada atividade e dos principais pontos de fragilidade do processo.

Esse estudo evidenciou as fragilidades recorrentes no que se refere à delimitação do escopo, uma vez que não havia critérios formalizados para definição e controle das entregas, o que favoreceu alterações ao longo da execução. De forma semelhante, foram identificadas limitações no planejamento e controle do cronograma, caracterizadas pela ausência de um sequenciamento estruturado das atividades e de mecanismos que permitissem o acompanhamento metódico dos prazos. No âmbito dos custos, verificou-se a inexistência de

estimativas consolidadas e de instrumentos que possibilitassem o controle e a comparação entre valores planejados e realizados.

Dados os problemas supracitados, é possível diagnosticar que a principal lacuna do gerenciamento do projeto está nos eixos de Gerenciamento do Escopo, Gerenciamento do Cronograma e Gerenciamento do Custo, também definido como a Restrição Tripla da Gestão de Projetos, uma vez que cada alteração em um dos eixos de gerenciamento impacta diretamente os demais, evidenciando a forte interdependência entre as restrições. Logo, pode-se concluir que, apesar do acompanhamento constante, as atividades não foram conduzidas com base em um modelo formal de gestão de projetos. A escassez de ferramentas e técnicas dificultou o monitoramento e controle, a definição clara de papéis e responsabilidades.

A partir desse diagnóstico, foi constatado a necessidade de estruturar um modelo de gerenciamento baseado em boas práticas de gestão de projetos, capaz de proporcionar maior controle no planejamento do atual e de próximos projetos da empresa.

4.3. Resultados da Aplicação da Restrição Tripla

Nesta seção são apresentados e analisados os resultados obtidos a partir da aplicação das ferramentas e técnicas de gerenciamento de projetos adotadas neste estudo, considerando a perspectiva da restrição tripla.

4.3.1. Gerenciamento de Escopo

A aplicação das práticas de gerenciamento do escopo permitiu estruturar e priorizar os requisitos do projeto de forma alinhada aos objetivos organizacionais. Como resultado do processo de Coletar os Requisitos, fazendo um levantamento e análise das demandas dos stakeholders, foi obtido um conjunto de requisitos claramente definidos, documentados e classificados segundo seu grau de criticidade para o sucesso do projeto.

A utilização da Matriz MoSCoW possibilitou a hierarquização dos requisitos em quatro categorias: *Must Have*, *Should Have*, *Could Have* e *Won't Have (for now)*, contribuindo para a delimitação objetiva do escopo e para o controle das entregas ao longo do projeto.

Figura 12 - Matriz MoSCow do Projeto

M	S	C	W
Must Have	Should have	Could have	Won't have (for now)
Desenvolvimento de sonda multiparâmetros submersível para medição de temperatura, oxigênio dissolvido, saturação do oxigênio, pH e salinidade	Dashboards de acompanhamento da qualidade da água	Análises preditivas de produtividade com base em dados históricos	Monitoramento de parâmetros adicionais além dos definidos no escopo, como parâmetros laboratoriais: nitrito, nitrato, amônia
Módulo eletrônico integrado para transmissão dos dados	Relatórios históricos dos parâmetros da água	Identificação automática de padrões e pontos de melhoria na produção	Controle automatizado de outros equipamentos além dos aeradores
Desenvolvimento de aplicativo para gerenciamento do viveiros em tempo real	Interface intuitiva e de fácil usabilidade para produtores com baixo nível de familiaridade tecnológica	Exportação de dados para planilhas ou sistemas externos	Aplicação da solução em sistemas produtivos fora da aquicultura
Automação do controle dos aeradores com base na criticidade dos parâmetros essenciais	Monitoramento contínuo da eficiência energética associada ao uso dos aeradores		Integração com sistemas externos de gestão como Power BI
Geração de alertas automáticos em caso de variações críticas nos parâmetros			

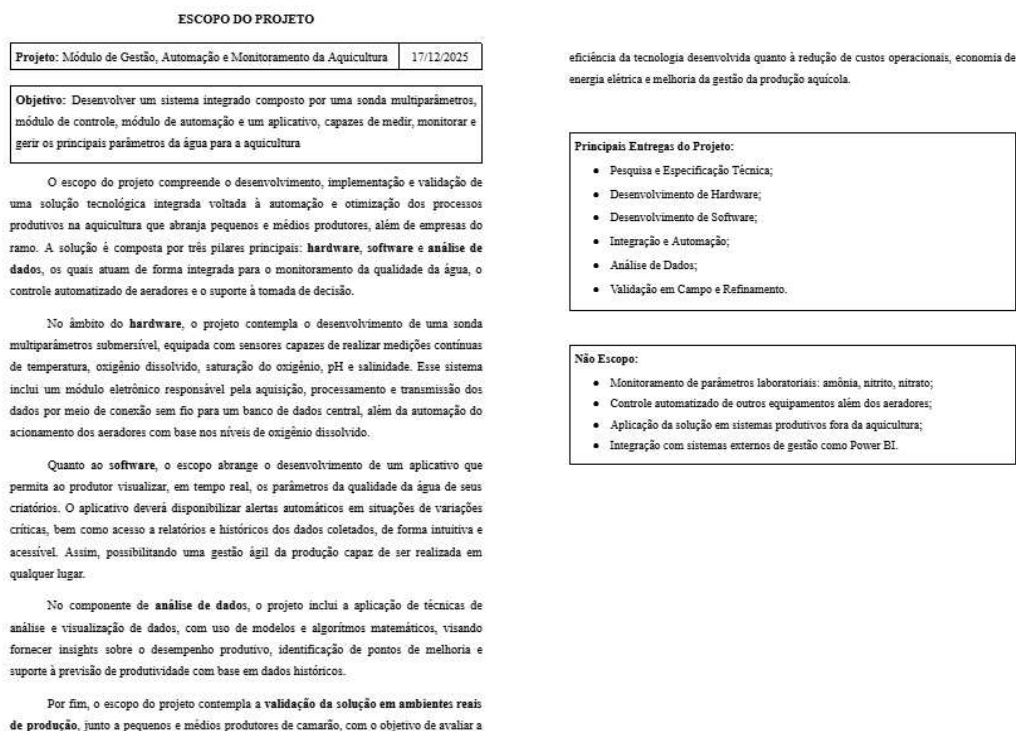
Fonte: Autor (2025)

Os resultados apresentados na Figura 12 demonstram que a aplicação da Matriz MoSCoW possibilitou a priorização estruturada dos requisitos do projeto, contribuindo para a definição clara dos limites do escopo. Observa-se que os requisitos classificados como *Must Have* concentram-se nas funcionalidades essenciais para a viabilidade técnica e operacional da solução, especialmente aquelas relacionadas ao monitoramento dos parâmetros da água, à transmissão dos dados, à automação dos aeradores e à geração de alertas. Esses elementos configuram o núcleo funcional do projeto e estão diretamente alinhados à proposta de valor da startup.

De modo geral, os resultados obtidos indicam que a aplicação da Matriz MoSCoW foi eficaz para o controle do escopo do projeto, ao estabelecer prioridades claras e limites bem definidos, reduzindo a probabilidade de alterações não planejadas e favorecendo a estabilidade das entregas. Esses resultados reforçam a importância da adoção de técnicas estruturadas de gerenciamento do escopo, especialmente em projetos desenvolvidos em ambientes de startups, nos quais as restrições de recursos e a dinâmica organizacional tornam o controle do escopo um fator crítico para o sucesso do projeto.

Por conseguinte, como resultado da etapa de Definição do Escopo, foi elaborada uma descrição formal e documentada do escopo do projeto, consolidada em documento específico, apresentado como figura nesta seção e disponibilizado em anexo.

Figura 13 - Escopo do Projeto



Fonte: Autor (2025)

O escopo definido contempla o desenvolvimento, implementação e validação de uma solução tecnológica integrada voltada à automação e otimização dos processos produtivos na aquicultura, estruturada a partir de três pilares interdependentes: hardware, software e análise de dados. O escopo desenvolvido atende aos requisitos definidos e priorizados anteriormente, com isso foram obtidas as principais entregas do projeto que serviram de base para as etapas subsequentes. As principais entregas foram:

- a) Pesquisa e Especificação Técnica;
- b) Desenvolvimento de Hardware;
- c) Desenvolvimento de Software;
- d) Integração e Automação;
- e) Análise de Dados;
- f) Validação em Campo e Refinamento.

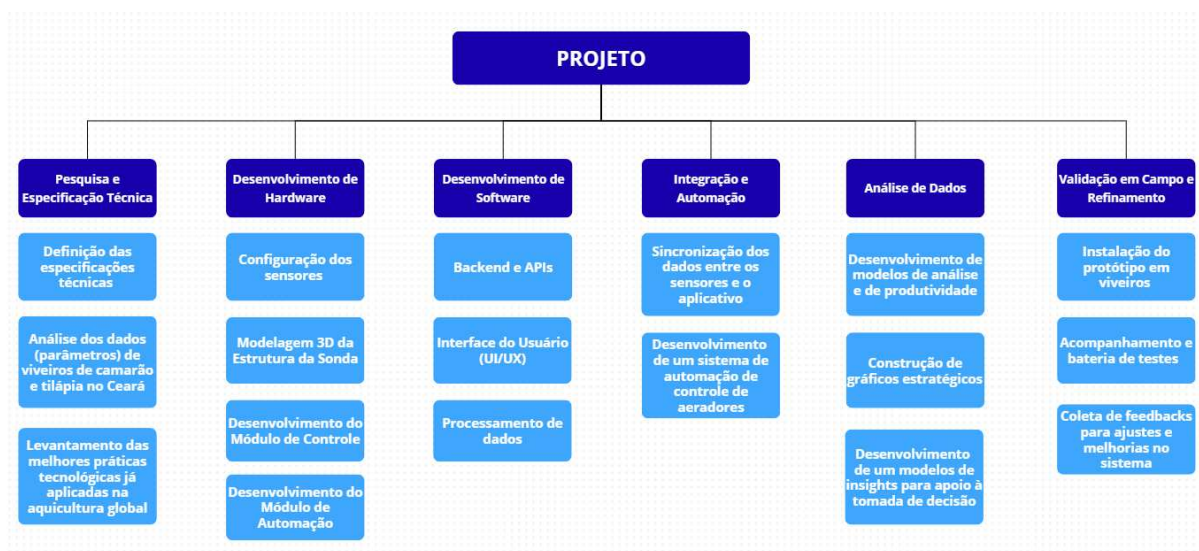
Além disso também foram definidos o não escopo, ou seja, atividades que não entraram na atual versão do projeto de estudo. O não escopo foi dado pelas seguintes atividades:

- Monitoramento de parâmetros laboratoriais: amônia, nitrito, nitrato;
- Controle automatizado de outros equipamentos além dos aeradores;
- Aplicação da solução em sistemas produtivos fora da aquicultura;
- Integração com sistemas externos de gestão como Power BI.

Com a elaboração das “Principais Entregas”, divisão do escopo em macro atividades, e as exclusões de escopo o “Não Escopo”, atividades extras que não serão contempladas no escopo atual. A explicitação das exclusões de escopo mostrou-se fundamental para o controle de solicitações não previstas, mitigando riscos associados à expansão indevida do projeto e contribuindo para a preservação dos prazos e dos recursos planejados.

Em seguida, como resultado da aplicação das práticas de gerenciamento do escopo, foi elaborada a Estrutura Analítica do Projeto (EAP), como mostra a Figura 14, a qual materializou a decomposição do escopo previamente definido em entregas organizadas a partir das Principais Entregas elaboradas na definição do escopo, tudo isso de forma hierárquica e orientada a resultados. A EAP consolidou o entendimento comum sobre o trabalho necessário à execução do projeto, traduzindo os objetivos estratégicos em componentes operacionais passíveis de planejamento e controle.

Figura 14 - Estrutura Analítica do Projeto (EAP)



Fonte: Autor (2025)

A decomposição do projeto em níveis progressivos permitiu identificar pacotes de trabalho suficientemente detalhados para o gerenciamento, assegurando a clareza quanto às responsabilidades, à interdependência entre as entregas e à sequência lógica de execução. Esse nível de detalhamento viabilizou a vinculação direta entre escopo, prazos e custos, reduzindo riscos associados a omissões de atividades ou sobreposição de esforços.

A EAP resultante passou a constituir a linha de base do escopo, servindo como referência estruturante para o desenvolvimento do cronograma e para a estimativa de custos do projeto. Ademais, sua adoção contribuiu para o fortalecimento do controle do escopo, ao fornecer um instrumento objetivo para o monitoramento do progresso e para a avaliação de solicitações de mudança ao longo do ciclo de vida do projeto.

Como resultado do processo de validação do escopo, as entregas associadas à Estrutura Analítica do Projeto (EAP) foram avaliadas com base em critérios de aceitação previamente definidos, permitindo uma verificação objetiva da conformidade entre o escopo planejado e os resultados obtidos. A validação ocorreu por meio de reuniões de acompanhamento e registros na plataforma de gestão interna da startup, sendo o escopo considerado aprovado após a obtenção de concordância mínima de 75% das partes interessadas diretamente envolvidas.

A adoção desse percentual justifica-se pela necessidade de equilibrar consenso e agilidade na tomada de decisão, especialmente em projetos de base tecnológica e ambiente inovador, nos quais a exigência de unanimidade pode comprometer a continuidade e a eficiência do projeto. Esse critério assegura representatividade suficiente dos stakeholders relevantes, reduzindo riscos de retrabalho e desalinhamentos futuros, ao mesmo tempo em que viabiliza a progressão do projeto dentro das restrições de tempo e recursos.

À medida que as entregas forem concluídas, recomenda-se que estas sejam submetidas a momentos formais de revisão, por meio de reuniões periódicas com os responsáveis pelo projeto e demais partes interessadas internas. Para isso foi desenvolvido um modelo de controle e acompanhamento que possibilitará que a startup faça o gerenciamento através de indicadores de desempenho que serão abordados no tópico de Avaliação do Modelo de Controle e Acompanhamento por Indicadores.

4.3.2. Gerenciamento do Cronograma

Os resultados do gerenciamento do cronograma são apresentados a partir das etapas que estruturaram o planejamento temporal do projeto, iniciando-se pela definição das atividades. Essa etapa é fundamental para traduzir o escopo aprovado em ações executáveis, permitindo maior clareza sobre o trabalho a ser realizado e estabelecendo a base necessária para o sequenciamento, a estimativa de durações e o controle do avanço do projeto.

Como resultado da etapa de definição das atividades, foi elaborada uma lista estruturada de atividades do projeto, identificadas de A a R, correspondentes ao desdobramento dos pacotes de trabalho definidos na Estrutura Analítica do Projeto (EAP). Essa lista contempla desde atividades de caráter estratégico e analítico, como a definição das especificações técnicas, análise de dados produtivos regionais e levantamento de melhores práticas tecnológicas, até atividades operacionais e técnicas relacionadas ao desenvolvimento de hardware, software, integração, automação, análise de dados e validação em campo. A identificação explícita das atividades permitiu delimitar com maior clareza o esforço necessário para a execução de cada entrega, estabelecendo uma base consistente para as etapas subsequentes de sequenciamento, estimativa de durações e construção do cronograma do projeto.

Tabela 1 - Lista de Atividades do Projeto

ATIVIDADE	DESCRIÇÃO
A	Definição das especificações técnicas
B	Análise dos dados de viveiros de camarão e tilápia no Ceará
C	Levantamento das melhores práticas tecnológicas da aquicultura global
D	Configuração dos sensores
E	Modelagem 3D da Estrutura da Sonda
F	Desenvolvimento do Módulo de Controle
G	Desenvolvimento do Módulo de Automação
H	Backend e APIs
I	Interface do Usuário (UI/UX)
J	Processamento de dados
K	Sincronização dos dados entre os sensores e o aplicativo
L	Desenvolvimento de um sistema de automação de controle de aeradores
M	Desenvolvimento de modelos de análise e de produtividade
N	Construção de gráficos estratégicos
O	Desenvolvimento de um modelos de insights para apoio à tomada de decisão
P	Instalação do protótipo em viveiros
Q	Acompanhamento e bateria de testes
R	Coleta de feedbacks para ajustes e melhorias no sistema

Fonte: Autor (2025)

Por meio desse processo, obteve-se a lista de atividades do projeto, acompanhada de seus respectivos atributos, fornecendo a base necessária para as etapas subseqüentes de sequenciamento, estimativa de durações e desenvolvimento do cronograma.

Através da etapa de sequenciamento das atividades, foi elaborado o diagrama de rede do projeto por meio da aplicação do Método do Diagrama de Precedência (MDP), conforme ilustrado na Tabela 2.

Tabela 2 - Atividades Precedentes do Projeto

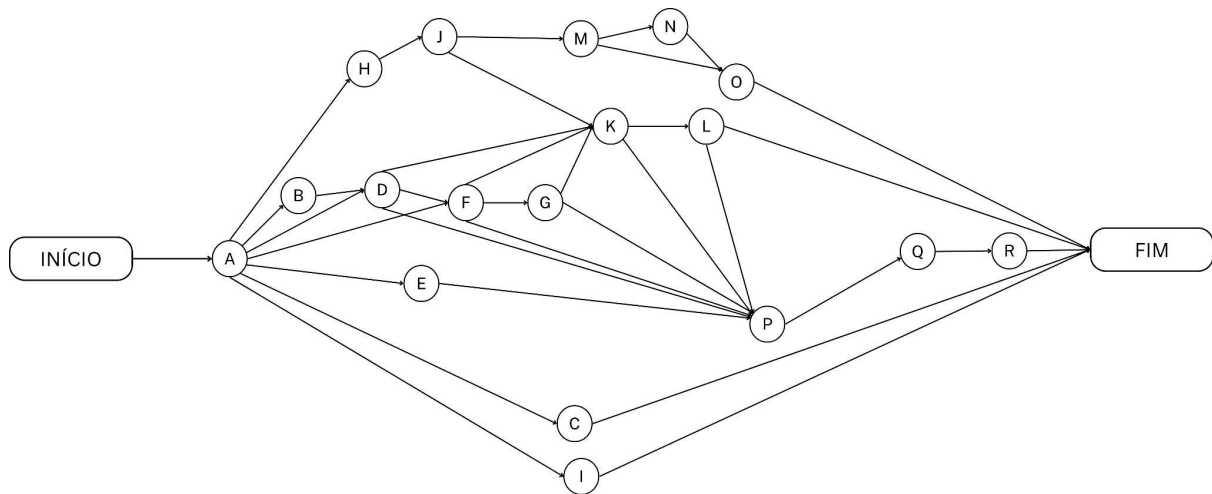
ATIVIDADE	DESCRIÇÃO	ATIVIDADES PRECEDENTES
A	Definição das especificações técnicas	-
B	Análise dos dados de viveiros de camarão e tilápia no Ceará	A
C	Levantamento das melhores práticas tecnológicas da aquicultura global	A
D	Configuração dos sensores	A,B
E	Modelagem 3D da Estrutura da Sonda	A
F	Desenvolvimento do Módulo de Controle	A, D
G	Desenvolvimento do Módulo de Automação	A, F
H	Backend e APIs	A
I	Interface do Usuário (UI/UX)	A
J	Processamento de dados	H
K	Sincronização dos dados entre os sensores e o aplicativo	D, F, G, H, J
L	Desenvolvimento de um sistema de automação de controle de aeradores	G, K
M	Desenvolvimento de modelos de análise e de produtividade	J
N	Construção de gráficos estratégicos	M
O	Desenvolvimento de um modelos de insights para apoio à tomada de decisão	M, N
P	Instalação do protótipo em viveiros	D, E, F, G, K, L
Q	Acompanhamento e bateria de testes	P
R	Coleta de feedbacks para ajustes e melhorias no sistema	Q

Fonte: Autor (2025)

A estrutura obtida permitiu identificar atividades que podem ser executadas de forma paralela, bem como aquelas que dependem diretamente da conclusão de etapas anteriores, refletindo as restrições técnicas e operacionais do projeto. Observa-se que a atividade A (Definição das especificações técnicas) configura-se como ponto inicial comum para grande parte das atividades subseqüentes, indicando sua relevância para o desencadeamento das demais fases do projeto.

Como resultado da definição das precedências entre as atividades, foi elaborado o diagrama de rede do projeto, o qual representa graficamente a lógica de execução das atividades, como mostra a Figura 15 a partir das relações de dependência previamente estabelecidas.

Figura 15 - Diagrama de Rede do Projeto



Fonte: Autor (2025)

O diagrama representa graficamente a ordem lógica de execução das atividades, evidenciando as relações de dependência existentes entre elas e consolidando o fluxo de trabalho do projeto. A representação evidenciou diferentes cadeias de atividades que convergem progressivamente para a atividade acompanhamento e bateria de testes (P), caracterizada como um nó de integração relevante do projeto. Essa representação permitiu uma compreensão mais clara da dinâmica do projeto, servindo de base para a estimativa de durações das atividades.

A aplicação da técnica de estimativa das durações das atividades permitiu estabelecer uma visão quantitativa e estruturada do esforço temporal associado à execução do projeto. A técnica de estimativa de três pontos, fundamentada no método PERT, mostrou-se adequada ao contexto do projeto, uma vez que possibilitou incorporar diferentes cenários de execução para cada atividade. Dessa forma, para cada atividade foram definidos o Tempo Otimista, o Tempo Mais Provável e o Tempo Pessimista, associado à ocorrência de imprevistos técnicos, retrabalhos ou restrições operacionais. A tabela abaixo mostra os resultados dos tempos:

Tabela 3 - Duração das Atividades do Projeto

ATIVIDADE	DURAÇÃO DAS ATIVIDADES (semanas)			
	TEMPO OTIMISTA	TEMPO MAIS PROVÁVEL	TEMPO PESSIMISTA	TEMPO ESTIMADO $tE = (tO + 4*tM + tP)/6$
A	2	3	5	3,2
B	1	2	3	2,0
C	2	4	6	4,0
D	2	3	4	3,0
E	2	3	5	3,2
F	3	5	8	5,2
G	4	5	9	5,5
H	4	6	10	6,3
I	3	5	7	5,0
J	2	4	7	4,2
K	2	3	6	3,3
L	3	5	8	5,2
M	3	5	7	5,0
N	1	2	3	2,0
O	1	2	3	2,0
P	2	3	4	3,0
Q	3	4	6	4,2
R	1	2	3	2,0

Fonte: Autor (2025)

Observa-se que atividades relacionadas ao desenvolvimento de Módulos de Automação (G) e do Backend e APIs (H), apresentaram tempos estimados superiores, indicando maior complexidade técnica, dependência de validações e maior exposição a incertezas. Em contrapartida, atividades de menor escopo ou com maior grau de padronização apresentaram durações esperadas mais reduzidas, evidenciando menor variabilidade e risco temporal.

Durante esse processo, as premissas adotadas e as principais restrições relacionadas às durações estimadas foram registradas, de modo a garantir transparência quanto à base das estimativas. Esse procedimento possibilitou obter estimativas mais realistas e consistentes, servindo de suporte para o desenvolvimento do Caminho Crítico do projeto.

A integração entre as atividades anteriores possibilitou a consolidação da aplicação do Método do Caminho Crítico (CPM). A partir desses resultados, foram calculadas as datas de início mais cedo, término mais cedo, início mais tarde e término mais tarde para todas as atividades do projeto, conforme apresentado na Tabela 4. Esse procedimento permitiu identificar a folga total associada a cada atividade e avaliar seu impacto no prazo global do projeto.

Tabela 4 - Resultados da Passagem para Frente, Passagem para Trás e Folga

ATIVIDADE	ATIVIDADES PRECEDENTES	CAMINHO CRÍTICO				FOLGA
		PASSAGEM PARA FRENTE		PASSAGEM PARA TRÁS		
		IC	TC	TT	IT	
A	-	0,0	3,2	3,2	0,0	0,0
B	A	3,2	5,2	5,2	3,2	0,0
C	A	3,2	7,2	36,6	32,6	29,4
D	A,B	5,2	8,2	8,2	5,2	0,0
E	A	3,2	6,4	27,4	24,2	21,0
F	A, D	8,2	13,4	13,4	8,2	0,0
G	A, F	13,4	18,9	18,9	13,4	0,0
H	A	3,2	9,5	9,5	3,2	0,0
I	A	3,2	8,2	36,6	31,6	28,4
J	H	9,5	13,7	13,7	9,5	0,0
K	D, F, G, H, J	18,9	22,2	22,2	18,9	0,0
L	G, K	22,2	27,4	27,4	22,2	0,0
M	J	13,7	18,7	18,7	13,7	0,0
N	M	18,7	20,7	20,7	18,7	0,0
O	M, N	20,7	22,7	36,6	34,6	13,9
P	D, E, F, G, K, L	27,4	30,4	30,4	27,4	0,0
Q	P	30,4	34,6	34,6	30,4	0,0
R	Q	34,6	36,6	36,6	34,6	0,0

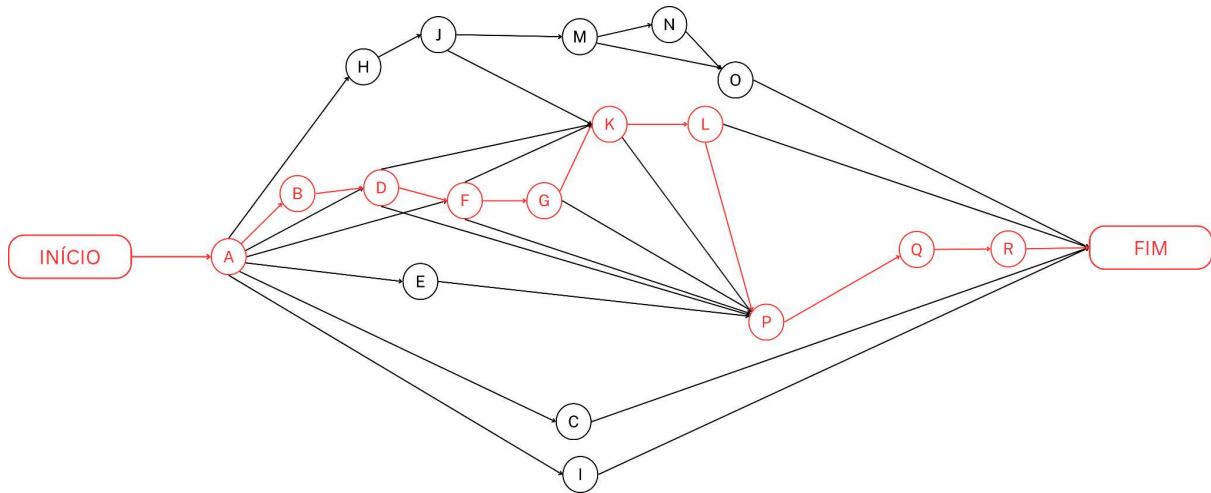
Fonte: Autor (2025)

Os resultados da passagem para frente evidenciaram que a duração mínima do projeto é de 36,6 semanas, valor definido pelo maior encadeamento temporal entre as atividades da rede. A passagem para trás, por sua vez, permitiu determinar os limites máximos de início e término das atividades sem comprometer a data final do projeto, assegurando que nenhuma atividade permanecesse sem definição dos parâmetros tardios e viabilizando o cálculo completo das folgas.

A análise das folgas totais demonstrou que parte significativa das atividades apresenta flexibilidade temporal positiva, podendo sofrer atrasos sem impacto direto no prazo final do projeto. Em contrapartida, foi identificado um conjunto de atividades com folga total nula, caracterizando-as como críticas para o desempenho temporal do projeto. Essas atividades compõem o caminho crítico, uma vez que qualquer atraso em sua execução resulta, necessariamente, em atraso na conclusão do projeto.

Com base nos resultados obtidos, o caminho crítico final do projeto foi definido pela seguinte sequência de atividades:

Figura 16 - Caminho Crítico do Projeto

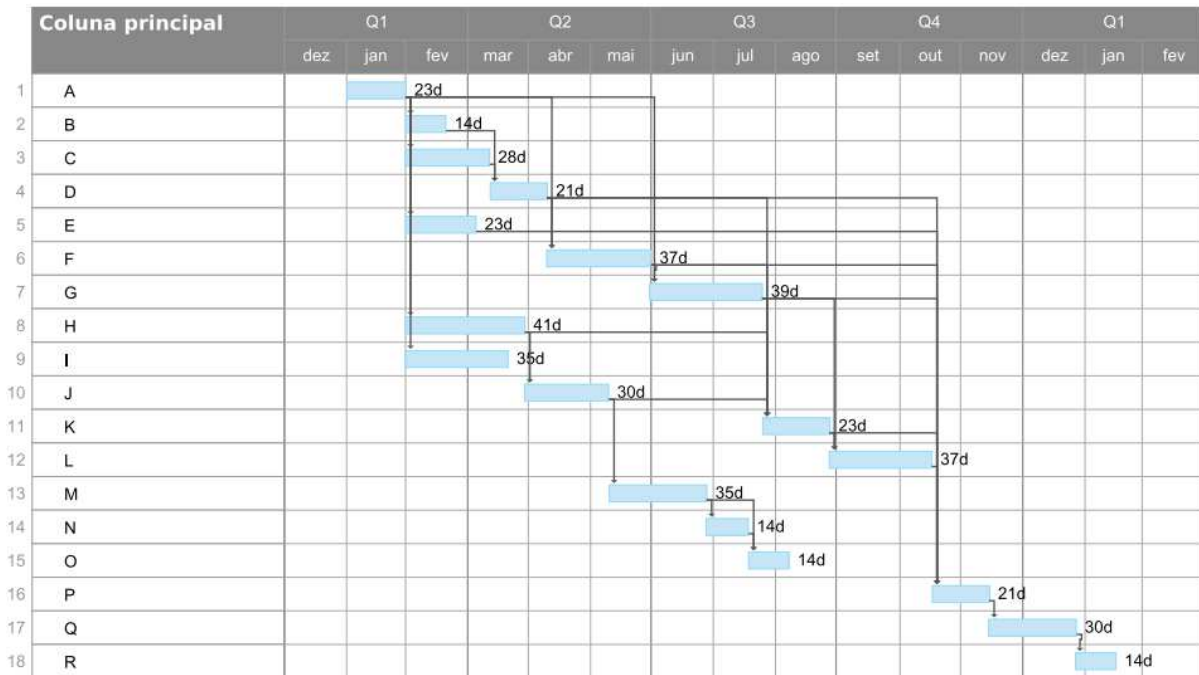


Fonte: Autor (2025)

Essa sequência representa o encadeamento contínuo de atividades que controlam a duração total do projeto, conforme ilustrado na Figura 16. Observa-se que o caminho crítico concentra atividades relacionadas às fases de desenvolvimento técnico, integração de sistemas e validação da solução, evidenciando que o desempenho temporal do projeto está fortemente condicionado à eficiência na execução dessas etapas. A identificação do caminho crítico possibilitou reconhecer as atividades que demandam maior atenção gerencial, uma vez que qualquer atraso em sua execução impacta diretamente o prazo final do projeto.

Como resultado da aplicação do Método do Caminho Crítico, as informações consolidadas do cronograma foram utilizadas para a elaboração do gráfico de Gantt, apresentado na Figura 17. O gráfico foi desenvolvido no software Smart Sheets, a partir das durações estimadas e das relações de precedência estabelecidas, representando graficamente o planejamento temporal do projeto. Sua construção permitiu visualizar de forma integrada as atividades ao longo do tempo, evidenciando suas durações, sobreposições, paralelismos e o encadeamento lógico definido pelo cronograma.

Figura 17 - Gráfico de Gantt do Projeto



Fonte: Autor (2025)

A representação em Gantt possibilitou identificar com clareza os períodos de maior concentração de atividades, bem como as etapas que exigem maior atenção gerencial, especialmente aquelas pertencentes ao caminho crítico. Além disso, o gráfico serviu como instrumento de apoio ao acompanhamento e controle do projeto, ao fornecer uma visão sintética do cronograma, facilitando a comunicação entre os envolvidos e a tomada de decisões relacionadas a ajustes de prazos e alocação de recursos.

4.3.3. Gerenciamento de Custos

O Gerenciamento dos Custos foi estruturado com o objetivo de definir uma previsão confiável dos recursos financeiros necessários para execução do projeto, além de estabelecer mecanismos para controle e monitoramento dos gastos. Essa etapa foi fundamentada nas estimativas levantadas durante as entrevistas e na análise dos registros financeiros da empresa. Ressalta-se que, por questões de sigilo estratégico da startup analisada, os valores monetários estimados e orçados não são apresentados, sendo descritos apenas os procedimentos, critérios e ferramentas utilizados para a realização das estimativas.

A aplicação das práticas de gerenciamento dos custos permitiu estruturar uma visão organizada e coerente dos recursos financeiros necessários à execução do projeto, mesmo diante das restrições relacionadas à divulgação de valores monetários. A partir da análise da

linha de base do escopo e do cronograma, foi possível identificar os principais grupos de custos associados às atividades e pacotes de trabalho do projeto, considerando recursos humanos, materiais, equipamentos, serviços especializados e demais insumos requeridos, como mostra o quadro abaixo:

Quadro 5 - Estrutura de Custos do Projeto

GRUPOS	DESCRIÇÃO
Mão de Obra	Custos associados ao esforço da equipe técnica e gerencial envolvida no projeto, incluindo atividades de planejamento, desenvolvimento de hardware e software, análise de dados, integração dos sistemas e acompanhamento em campo.
Materiais	Recursos consumíveis utilizados no desenvolvimento do projeto, como componentes eletrônicos, sensores, materiais de apoio à prototipagem e insumos necessários para testes e validação da solução.
Equipamentos	Custos relacionados à utilização ou aquisição de equipamentos necessários à execução do projeto, incluindo ferramentas de desenvolvimento, dispositivos de teste, infraestrutura tecnológica e suporte à automação.
Serviços	Gastos com serviços especializados eventualmente requeridos ao longo do projeto, tais como consultorias técnicas, serviços de manufatura, comunicação, suporte tecnológico ou validações externas.
Custos Operacionais	Despesas associadas à operação do projeto, incluindo deslocamentos para testes em campo, custos logísticos, comunicação, energia elétrica e demais recursos necessários para viabilizar a execução das atividades.

Fonte: Autor (2025)

Na etapa de estimativa dos custos, a utilização da técnica de estimativa de três pontos possibilitou incorporar as incertezas inerentes ao contexto de uma startup, caracterizado por desenvolvimento incremental, testes em campo e ajustes técnicos frequentes. Para cada

atividade relevante, foram definidos cenários de custo otimista, mais provável e pessimista, permitindo a obtenção de um custo esperado representativo, ainda que expresso apenas de forma relativa. Observou-se que atividades vinculadas ao desenvolvimento de hardware, automação e integração de sistemas concentraram maior variabilidade de custos, refletindo maior exposição a riscos técnicos e operacionais.

A Tabela 5 apresenta a classificação qualitativa da variabilidade dos custos por grupo de atividades:

Tabela 5 - Classificação Relativa da Variabilidade de Custos

Grupo de Atividades	Atividades	Variabilidade Relativa de Custos	Justificativa
Desenvolvimento de Hardware	Sonda multiparâmetros, módulos eletrônicos	Alta	Dependência de componentes físicos, testes em campo e possíveis ajustes de prototipagem.
Automação e Integração	Controle de aeradores, sincronização de sistemas	Alta	Elevado grau de interdependência técnica e necessidade de validações sucessivas.
Desenvolvimento de Software	Backend, APIs, UI/UX, processamento de dados	Média	Maior previsibilidade, porém sujeita a retrabalho decorrente de ajustes funcionais.
Análise de Dados	Modelos de produtividade e insights	Baixa	Dependência da qualidade dos dados coletados e refinamento iterativo dos modelos.
Planejamento e Gestão	Especificações, acompanhamento e controle	Baixa	Atividades com maior grau de padronização e menor exposição a imprevistos técnicos.

Fonte: Autor (2025)

A classificação da variabilidade dos custos reforça essa análise ao evidenciar que as maiores incertezas financeiras concentram-se nas etapas de desenvolvimento de hardware, automação e integração dos sistemas, enquanto atividades de análise de dados e planejamento e gestão apresentaram maior previsibilidade de custos.

Além da análise da variabilidade, a consolidação dessas estimativas permitiu avançar para a determinação do orçamento do projeto, por meio da agregação progressiva dos custos ao longo do tempo, em conformidade com o cronograma previamente definido. Esse procedimento possibilitou visualizar a distribuição dos custos por fases do projeto, evidenciando períodos de maior concentração de desembolsos financeiros, especialmente durante as etapas de desenvolvimento, integração e validação em campo.

Como resultado desse processo, foi estabelecida uma linha de base dos custos do projeto, a qual passou a servir como referência para o acompanhamento financeiro da execução. Adicionalmente, definiu-se uma reserva gerencial correspondente a 10% do orçamento estimado, destinada a absorver impactos financeiros decorrentes de eventos imprevistos que não impliquem alteração do escopo.

Tabela 6 - Distribuição Percentual da Linha de Base dos Custos do Projeto

Fase do Projeto	Tipo de Custo Predominante	Participação Relativa (%)
Planejamento	Mão de obra	15%
Desenvolvimento	Mão de obra / Equipamentos	40%
Integração	Serviços / Equipamentos	20%
Validação	Operacional / Serviços	15%
Subtotal - Linha de Base dos Custos	—	90%
Reserva Gerencial	Contingência	10%
Total do Projeto	—	100%

Fonte: Autor (2025)

A adoção do percentual de 10% da reserva gerencial fundamenta-se no nível moderado a elevado de incerteza associado a projetos desenvolvidos em ambientes de inovação, especialmente em startups, nos quais são recorrentes ajustes técnicos, iterações de desenvolvimento e validação em campo. Além disso, o percentual adotado encontra respaldo nas boas práticas de gerenciamento de projetos, que recomendam a utilização de reservas proporcionais ao grau de risco identificado, permitindo flexibilidade financeira sem comprometer o controle do orçamento. Dessa forma, a reserva gerencial mostrou-se compatível com o contexto do projeto e reforça a importância de mecanismos estruturados de resposta a incertezas, associados a processos formais de controle integrado de mudanças.

De modo geral, os resultados do gerenciamento dos custos contribuíram para aumentar a previsibilidade financeira do projeto, fornecer subsídios para o controle dos gastos e apoiar a tomada de decisão gerencial, mesmo sem a exposição de valores absolutos.

A abordagem adotada demonstrou que é possível estruturar um gerenciamento de custos robusto e alinhado às boas práticas da gestão de projetos, respeitando simultaneamente as limitações estratégicas da organização.

4.4. Avaliação do Modelo de Controle e Acompanhamento por Indicadores

Considerando as restrições temporais e o estágio de execução do projeto durante o período da pesquisa, a implementação do modelo de controle e acompanhamento foi concebida de forma propositiva, com foco na definição de indicadores, métricas, fórmulas de cálculo e critérios de interpretação a serem aplicados de maneira contínua ao longo da execução do projeto. Dessa forma, os resultados desta etapa não se referem à mensuração empírica do desempenho, mas à estruturação de um modelo gerencial aplicável, alinhado às boas práticas de gerenciamento de projetos.

O modelo proposto fundamenta-se na utilização integrada de três indicadores-chave de desempenho (KPIs), cada um associado a uma das dimensões da restrição tripla abordadas neste estudo: escopo, cronograma e custos, como apresenta o Quadro 6.

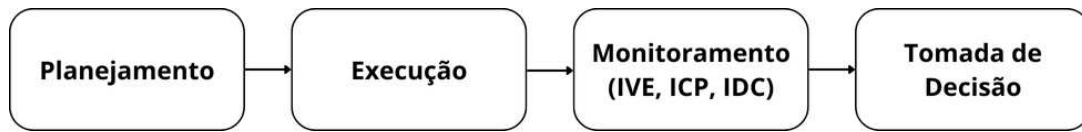
Quadro 6 - Modelo de Indicadores de Desempenho do Projeto

KPI	ÁREA	OBJETIVO	PERIODICIDADE	FONTE DE DADOS
IVE	Escopo	Monitorar as variações do escopo	Mensal	Documentos de requisitos
ICP	Cronograma	Avaliar o cumprimento de prazos	Quinzenal	Cronograma / Gantt
IDC	Custos	Avaliar a eficiência financeira	Mensal	Linha base de custos

Fonte: Autor (2025)

Essa abordagem assegura coerência entre o planejamento desenvolvido nas etapas anteriores e os mecanismos de controle, permitindo que o acompanhamento do projeto ocorra de forma sistematizada, objetiva e orientada à tomada de decisão.

Figura 18 - Modelo Conceitual de Controle



Fonte: Autor (2025)

De modo geral, o modelo de KPIs estruturado neste trabalho apresenta potencial para apoiar o monitoramento contínuo do projeto, possibilitando a identificação antecipada de desvios, a priorização de ações corretivas e a geração de informações gerenciais relevantes para projetos futuros da startup.

4.4.1. Índice de Variação de Escopo (IVE)

No que se refere ao gerenciamento do escopo, o Índice de Variação de Escopo (IVE) foi proposto como instrumento para avaliar a estabilidade das entregas ao longo da execução do projeto. Considerando que o projeto encontrava-se em andamento, a aplicação do indicador assumiu caráter conceitual, voltado à definição do procedimento de controle e dos elementos a serem monitorados pela equipe.

O modelo proposto prevê que o acompanhamento do escopo seja realizado por meio de reuniões periódicas de alinhamento, nas quais são analisadas possíveis variações em relação à linha de base do escopo, tais como inclusões, exclusões ou modificações de entregas não previamente aprovadas. Adicionalmente, recomenda-se o registro sistemático de informações relacionadas ao desempenho do escopo, incluindo o número de solicitações de mudança, a natureza das alterações e as principais fontes de desvio.

Como resultado, o IVE configura-se como um indicador capaz de apoiar o controle preventivo do escopo, contribuindo para a redução de retrabalho, para o alinhamento entre as partes interessadas e para o fortalecimento do processo de gestão de mudanças no projeto.

4.4.2. Índice de Conclusão de Prazos (ICP)

Para o controle do cronograma, foi proposto o Índice de Conclusão de Prazos (ICP), com o objetivo de avaliar o grau de cumprimento das atividades planejadas dentro dos prazos estabelecidos. Assim como no controle do escopo, a aplicação do indicador foi estruturada de forma propositiva, considerando as limitações de tempo para o acompanhamento integral do projeto.

O procedimento definido baseia-se na comparação periódica entre o cronograma planejado e o desempenho real das atividades, a partir da atualização das datas reais de início e término, do percentual de conclusão das atividades e da duração remanescente. Como apoio à interpretação dos resultados, propõe-se a utilização contínua do Método do Caminho Crítico, de modo a identificar atividades que exerçam impacto direto sobre a data final do projeto.

Como resultado, o ICP apresenta-se como um indicador estratégico para o controle do cronograma, ao permitir a identificação de atrasos, a priorização de ações corretivas nas atividades críticas e a manutenção do alinhamento entre planejamento e execução.

4.4.3. Índice de Desempenho de Custos (IDC)

No âmbito do gerenciamento dos custos, foi estruturado o Índice de Desempenho de Custos (IDC), destinado à avaliação da eficiência do uso dos recursos financeiros em relação à linha de base dos custos estabelecida. Em função do estágio de execução do projeto, a aplicação do indicador ocorreu de forma parcial e conceitual, concentrando-se na definição do procedimento de acompanhamento e na análise dos dados disponíveis no momento da pesquisa.

O modelo proposto fundamenta-se na comparação entre os custos planejados e os custos efetivamente incorridos nas atividades executadas, possibilitando a identificação de desvios iniciais e a análise da aderência do consumo financeiro ao planejamento. Adicionalmente, foram discutidas, em nível conceitual, as contribuições da análise do valor agregado como ferramenta complementar ao controle dos custos, destacando seu potencial de aplicação em fases futuras do projeto.

Dessa forma, o IDC configura-se como um indicador relevante para apoiar a tomada de decisão financeira, contribuindo para a identificação de ineficiências, para o controle do orçamento e para a melhoria da previsibilidade dos custos em projetos subsequentes.

O modelo de controle e acompanhamento proposto consolida a aplicação integrada de indicadores de desempenho alinhados à restrição tripla, oferecendo à startup um instrumento gerencial aplicável à continuidade do projeto e a iniciativas futuras.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo aplicar e propor ferramentas e métodos alinhados às boas práticas de gerenciamento de projetos, com foco na restrição tripla (escopo, cronograma e custos), em um sistema de automação para aquicultura desenvolvido por uma startup do agronegócio. A pesquisa, conduzida como estudo de caso com abordagem mista, utilizou entrevistas, observação direta, análise documental e acesso à plataforma interna de gestão para compreender o contexto do projeto e estruturar instrumentos gerenciais aplicáveis.

A identificação do problema e o diagnóstico evidenciaram que o projeto era acompanhado de forma contínua, porém predominantemente empírica, com baixa formalização. Como principais fragilidades, observaram-se: ausência de critérios estruturados para definição e controle do escopo, inexistência de instrumentos padronizados para planejamento e monitoramento do cronograma e carência de estimativas e mecanismos de controle de custos que permitissem comparação entre planejado e realizado. Dessa forma, confirmou-se que a principal lacuna estava concentrada nos eixos da restrição tripla, caracterizados por forte interdependência e impacto cruzado entre mudanças e desvios.

No gerenciamento do escopo, a aplicação da Matriz MoSCoW contribuiu para priorizar requisitos e estabelecer limites claros, reduzindo risco de expansão indevida. A definição formal do escopo, com explicitação do “não escopo”, e a elaboração da EAP consolidaram uma linha de base, favorecendo alinhamento, clareza de entregas e suporte ao planejamento integrado. No cronograma, o desdobramento das entregas em atividades, o sequenciamento via MDP, a estimativa por três pontos (PERT) e a análise pelo CPM permitiram identificar o caminho crítico e estimar a duração mínima do projeto (36,6 semanas). A consolidação no gráfico de Gantt, elaborado no SmartSheets, ampliou a visualização do planejamento temporal e o potencial de comunicação e controle. No eixo de custos, mesmo sem divulgação de valores por sigilo, a estruturação por grupos e a estimativa por três pontos permitiram organizar o planejamento financeiro, evidenciando maior variabilidade nas fases de hardware, automação e integração. A definição de linha de base e reserva gerencial de 10% reforçou a necessidade de flexibilidade financeira controlada em projetos de inovação.

Como contribuição final, foi estruturada uma proposta de modelo de controle e acompanhamento baseada em reuniões periódicas e no uso integrado de três KPIs alinhados à

restrição tripla: IVE (escopo), ICP (cronograma) e IDC (custos), com periodicidade e fontes de dados definidas. Destaca-se, entretanto, que o modelo possui caráter propositivo, pois não foi aplicado integralmente no período da pesquisa, impossibilitando a apresentação de resultados de mensuração dos indicadores.

Como limitações, ressaltam-se o tempo de acompanhamento, o estágio de execução do projeto e o sigilo dos valores monetários. Para trabalhos futuros, recomenda-se implementar o modelo ao longo da continuidade do projeto, mensurar os indicadores em ciclos regulares e avaliar sua efetividade na tomada de decisão; além disso, ampliar a proposta incorporando dimensões como riscos e qualidade, e replicar o método em outros projetos da startup.

Conclui-se, portanto, que o estudo atingiu seus objetivos ao diagnosticar fragilidades centrais do projeto e estruturar um conjunto integrado de ferramentas e procedimentos voltados ao planejamento e ao controle do escopo, do cronograma e dos custos. Ao consolidar um modelo propositivo de acompanhamento por indicadores, a pesquisa oferece uma base operacional para fortalecer a governança do projeto e apoiar a evolução da startup em direção a práticas de gestão mais consistentes, compatíveis com a complexidade técnica e com os desafios do contexto aquícola.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA DE NOTÍCIAS IBGE. **Valor da produção da pecuária e da aquicultura chega a R\$ 132,8 bilhões em 2024, com recordes em produções animais.** Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/>. Acesso em: 06 jan. 2026.

AGILE BUSINESS CONSORTIUM. **DSDM Agile Project Framework.** Ashford: Agile Business Consortium, 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Agropecuária brasileira em números – 2025.** Brasília, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/>. Acesso em: 06 jan. 2026.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Produção aquícola aumenta 16% no Brasil e gera R\$ 10,2 bilhões em 2023.** Brasília, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mpa/>. Acesso em: 06 jan. 2026.

CARVALHO, Marly Monteiro de; RABECHINI JR., Roque. **Construindo competências para gerenciar projetos: teoria e casos.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

CARVALHO, Marly Monteiro de; RABECHINI JR., Roque. **Fundamentos em gestão de projetos: construindo competências para gerenciar projetos.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2015.

CLEGG, Dai; BARKER, Richard. **Case method fast-track: a RAD approach.** Reading: Addison-Wesley, 1994. Reeditado em 2004.

CLELAND, David I.; IRELAND, Lewis R. **Project management: strategic design and implementation.** 5. ed. New York: McGraw-Hill, 2007.

CRUZ, Fábio. **Scrum e PMBOK unidos no gerenciamento de projetos.** Rio de Janeiro: Brasport, 2013.

DRUCKER, Peter F. **Management challenges for the 21st century.** New York: HarperBusiness, 1999.

FALCONI, Vicente. **O verdadeiro poder: práticas de gestão que conduzem a resultados extraordinários.** 4. ed. Nova Lima: Falconi Editora, 2009.

FARIAS FILHO, José Rodrigues de; ALMEIDA, Norberto de Oliveira. Definindo sucesso em projetos. **Revista de Gestão e Projetos**, v. 1, n. 2, p. 68–85, 2010.

FLYVBJERG, Bent. What you should know about megaprojects and why: An overview. **PM World Journal**, v. 3, n. 2, p. 1–10, 2014.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 21500:2012 - Guidance on project management**. Geneva: ISO, 2012.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 21502:2020 - Project, programme and portfolio management - Guidance on project management**. Geneva: ISO, 2020.

KAPLAN, Robert S.; NORTON, David P. **The balanced scorecard: translating strategy into action**. Boston: Harvard Business School Press, 1997.

KELLEY, J. E.; WALKER, M. R. **Critical-path planning and scheduling**. Proceedings of the Eastern Joint Computer Conference, Boston, p. 160–173, 1959.

KERZNER, Harold. **Gestão de projetos: as melhores práticas**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2017.

KERZNER, Harold. **Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling**. 12. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2017.

MARTINS, Gleison Hidalgo et al. Projeto de redução do desperdício de matéria-prima: estudo de caso na indústria de embalagens de papel no Brasil. **Revista de Gestão e Projetos**, v. 4, n. 3, p. 141–167, 2013.

MASSARI, Vitor L. **Gerenciamento ágil de projetos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2018.

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e controle de obras**. São Paulo: Pini, 2010.

MEREDITH, Jack R.; MANTEL, Samuel J. **Project management: a managerial approach**. 9th ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2014.

MODER, Joseph J.; PHILLIPS, Cecil R.; DAVIS, Edward W. **Project management with CPM, PERT and precedence diagramming**. 3. ed. New York: Van Nostrand Reinhold, 1983.

NICHOLAS, John M.; STEYN, Herman. **Project management for engineering, business and technology**. 6. ed. New York: Routledge, 2020.

PEGORARO, Camila; SAURIN, Tarcisio Abreu; PAULA, Istefani Carísio de. O papel da gestão de requisitos em projetos de ambientes construídos: um estudo de caso. **Revista Produção Online**, v. 11, n. 4, 2024.

PINTO, Jeffrey K.; SLEVIN, Dennis P. Critical success factors in effective project implementation. **Project Management Journal**, v. 19, n. 3, p. 67–75, 1988.

PIRES, F. S.; LIMA, E. P. Planejamento e controle de projetos: aplicações de ferramentas visuais no gerenciamento do cronograma. **Revista Produção Online**, v. 20, n. 3, p. 1023–1042, 2020.

PRADO, Darci. **Maturidade em gerenciamento de projetos**. 4. ed. Nova Lima: Falconi Editora, 2019.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (Guia PMBOK®)**. 6. ed. Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2017.

RICHARDS, Robert M. **DSDM®: projeto de gestão ágil - uma alternativa (ainda) desconhecida e cheia de vantagens**. São Paulo: Books on Demand, 2021.

ROCHA, Adilson Carlos da et al. Gestão de projetos e sustentabilidade: um estudo bibliométrico da produção científica na base Web of Science. **Revista de Gestão e Projetos**, v. 4, n. 3, 2020.

ROZENFELD, Henrique et al. **Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2015.

SCHWARTZ, Brenna. Critical path diagram: in-depth analysis of a critical path example. **ProjectManager.com**, 29 jul. 2025.

Disponível em: <https://www.projectmanager.com/blog/critical-path-diagram-how-to-guide>. Acesso em: 22 dez. 2025.

SHENHAR, Aaron J.; DVIR, Dov. **Reinventing project management: the diamond approach to successful growth and innovation**. Boston: Harvard Business School Press, 2007.

SINK, D. Scott; TUTTLE, Thomas. **Planning and measurement in your organization of the future**. Norcross: Industrial Engineering and Management Press, 1989.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2015.

SÖDERLUND, Jonas. Pluralism in project management: navigating the crossroads of specialization and fragmentation. **International Journal of Project Management**, v. 29, n. 2, p. 153–164, 2011.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. 18. ed. São Paulo: Cortez, 2018.

TURNER, J. Rodney. **The handbook of project-based management**. 4. ed. New York: McGraw-Hill, 2014.

VALERIANO, Dalton Luiz. **Gerência de projetos: pesquisa, desenvolvimento e inovação**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

VARGAS, Ricardo Viana. **Gerenciamento de projetos: estabelecendo diferenciais competitivos**. 9. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2016.

WIDEMAN, Max. **Project and program risk management: a guide to managing project risks and opportunities**. Pennsylvania: Project Management Institute, 1992.

ANEXO A - QUESTIONÁRIO DE ENTREVISTA

1. Gerenciamento do Escopo

Objetivo: compreender como o projeto é definido, delimitado e controlado em termos de entregas e requisitos.

- Como é feita a definição do escopo dos projetos na empresa?
- Existem documentos formais (como termo de abertura ou declaração de escopo) utilizados para registrar o que será ou não entregue?
- Quais critérios são utilizados para determinar se um requisito faz parte ou não do escopo?
- Como são tratadas as mudanças de escopo durante o desenvolvimento do projeto?
- A equipe participa da definição e revisão do escopo ou essa etapa é conduzida apenas pela gestão?
- Existem práticas para garantir que as entregas estejam alinhadas às necessidades do cliente ou usuário final?

2. Gerenciamento do Cronograma

Objetivo: identificar como os prazos são planejados, monitorados e controlados ao longo dos projetos.

- De que forma o cronograma do projeto é elaborado e acompanhado?
- Quais ferramentas ou métodos são utilizados para planejar as atividades (ex: planilhas, softwares, gráficos de Gantt etc.)?
- Como é feita a definição das prioridades e a sequência das tarefas?
- O cronograma é revisado com frequência? Em quais situações ocorrem ajustes?
- Quais são as principais dificuldades enfrentadas para cumprir os prazos estabelecidos?
- Existem indicadores ou relatórios utilizados para monitorar o progresso das atividades?

3. Gerenciamento do Custo

Objetivo: compreender como são estimados, controlados e avaliados os custos associados aos projetos.

- Como é realizada a estimativa de custos de cada projeto?

- Existe um orçamento formal ou planilha padrão utilizada para acompanhar os gastos?
- Os custos são acompanhados ao longo da execução ou apenas ao final do projeto?
- Como são tratadas as variações entre o custo planejado e o custo real?
- Há indicadores financeiros utilizados para avaliar o desempenho (ex: variação de custo, retorno do investimento, etc.)?
- Quais são os principais desafios enfrentados na gestão de custos?

ANEXO B - ESCOPO DO PROJETO

Projeto: Módulo de Gestão, Automação e Monitoramento da Aquicultura	17/12/2025
----------------------------------------------------------------------------	------------

Objetivo: Desenvolver um sistema integrado composto por uma sonda multiparâmetros, módulo de controle, módulo de automação e um aplicativo, capazes de medir, monitorar e gerir os principais parâmetros da água para a aquicultura

O escopo do projeto compreende o desenvolvimento, implementação e validação de uma solução tecnológica integrada voltada à automação e otimização dos processos produtivos na aquicultura que abranja pequenos e médios produtores, além de empresas do ramo. A solução é composta por três pilares principais: **hardware**, **software** e **análise de dados**, os quais atuam de forma integrada para o monitoramento da qualidade da água, o controle automatizado de aeradores e o suporte à tomada de decisão.

No âmbito do **hardware**, o projeto contempla o desenvolvimento de uma sonda multiparâmetros submersível, equipada com sensores capazes de realizar medições contínuas de temperatura, oxigênio dissolvido, saturação do oxigênio, pH e salinidade. Esse sistema inclui um módulo eletrônico responsável pela aquisição, processamento e transmissão dos dados por meio de conexão sem fio para um banco de dados central, além da automação do acionamento dos aeradores com base nos níveis de oxigênio dissolvido.

Quanto ao **software**, o escopo abrange o desenvolvimento de um aplicativo que permita ao produtor visualizar, em tempo real, os parâmetros da qualidade da água de seus criatórios. O aplicativo deverá disponibilizar alertas automáticos em situações de variações críticas, bem como acesso a relatórios e históricos dos dados coletados, de forma intuitiva e acessível. Assim, possibilitando uma gestão ágil da produção capaz de ser realizada em qualquer lugar.

No componente de **análise de dados**, o projeto inclui a aplicação de técnicas de análise e visualização de dados, com uso de modelos e algoritmos matemáticos, visando fornecer insights sobre o desempenho produtivo, identificação de pontos de melhoria e suporte à previsão de produtividade com base em dados históricos.

Por fim, o escopo do projeto contempla a **validação da solução em ambientes reais de produção**, junto a pequenos e médios produtores de camarão, com o objetivo de avaliar a

eficiência da tecnologia desenvolvida quanto à redução de custos operacionais, economia de energia elétrica e melhoria da gestão da produção aquícola.

Principais Entregas do Projeto:

- Pesquisa e Especificação Técnica;
- Desenvolvimento de Hardware;
- Desenvolvimento de Software;
- Integração e Automação;
- Análise de Dados;
- Validação em Campo e Refinamento.

Não Escopo:

- Monitoramento de parâmetros laboratoriais: amônia, nitrito, nitrato;
- Controle automatizado de outros equipamentos além dos aeradores;
- Aplicação da solução em sistemas produtivos fora da aquicultura;
- Integração com sistemas externos de gestão como Power BI.