

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO,
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO SUL
Campus Ibirubá**

JASON LUAN DA COSTA

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
METODOLOGIA DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS APLICADA AO
DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS EM UMA EMPRESA DO RAMO
METALMECÂNICO**

**Ibirubá
2025**

JASON LUAN DA COSTA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
METODOLOGIA DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS APLICADA AO
DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS EM UMA EMPRESA DO RAMO
METALMECÂNICO

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Banca Examinadora designada pelo Curso de Engenharia Mecânica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Campus Ibirubá, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Área de concentração: Gerenciamento de projetos

Orientador: Prof. Dr. Adão Felipe Oliveira Skonieski

Ibirubá

2025

*METODOLOGIA DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS APLICADA AO
DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS EM UMA EMPRESA DO RAMO
METALMECÂNICO*

Jason Luan da costa

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Banca Examinadora designada pelo Curso de Engenharia Mecânica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Campus Ibirubá, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Ibirubá, 8 de janeiro de 2025.

Banca Examinadora:

Prof. Dr.(orientador): Adão Felipe Oliveira Skonieski

Instituição: IFRS campus Ibirubá

Prof. Dr.: Cristiano Kulman

Instituição: IFRS campus Ibirubá

Prof.: Émerson dos Santos Passari

Instituição: IFRS campus Ibirubá

RESUMO

Este trabalho apresenta a implementação e personalização do Planejamento Avançado da Qualidade do Produto (APQP) em uma indústria do ramo metalmeccânico, com o objetivo de desenvolver um processo robusto, funcional e ágil. O trabalho aborda os desafios encontrados na adaptação do APQP tradicional às necessidades específicas da organização, destacando a importância de superar barreiras culturais e promover mudanças estruturais. O estudo inclui a análise do fluxo atual, identificação de pontos de melhoria e a criação de um modelo otimizado que integra os principais marcos do APQP com ferramentas e metodologias de gestão de projetos. O resultado é um fluxo personalizado, capaz de atender às demandas do mercado, garantir eficiência operacional e criar um ambiente colaborativo entre os setores envolvidos.

Palavras-chave: APQP, Gestão de Projetos, Eficiência Operacional, Desenvolvimento de produtos.

ABSTRACT

This study presents the implementation and customization of the Advanced Product Quality Planning (APQP) process in an industrial setting, aiming to develop a robust, functional, and agile framework. The work addresses the challenges faced in adapting the traditional APQP to the organization's specific needs, emphasizing the importance of overcoming cultural barriers and fostering structural changes. The study includes an analysis of the current process flow, identification of improvement points, and the creation of an optimized model that integrates APQP milestones with project management tools and methodologies. The outcome is a customized framework capable of meeting market demands, ensuring operational efficiency, and fostering collaboration among involved departments.

Key words: APQP, Project Management, Operational, Efficiency, Product Development.

Sumário

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	OBJETIVOS	10
1.1.1	Objetivos específicos	10
1.2	CONTEXTO DA EMPRESA	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	GERENCIAMENTO DE PROJETOS	15
2.1.1	Gerenciamento da Integração do Projeto	17
2.1.2	Gerenciamento do Escopo do Projeto	18
2.1.3	Gerenciamento do Cronograma do Projeto	18
2.1.4	Gerenciamento dos Custos do Projeto	19
2.1.5	Gerenciamento da Qualidade do Projeto	19
2.1.6	Gerenciamento dos Recursos do Projeto	19
2.1.7	Gerenciamento das Comunicações do Projeto	19
2.1.8	Gerenciamento dos Riscos do Projeto	20
2.1.9	Gerenciamento das Aquisições do Projeto	20
2.1.10	Gerenciamento das Partes Interessadas	20
2.2	COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS ÁGEIS E MÉTODO TRADICIONAL	20
2.3	METODOLOGIA APQP	22
2.3.1	Benefícios da Implementação do APQP	25
2.3.2	O Futuro do APQP	25
2.4	FERRAMENTAS DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS INTEGRADAS AO APQP	26
2.4.1	Estrutura Analítica do Projeto (EAP)	26
2.4.2	Gráficos de Gantt e Cronogramas	27
2.4.3	Análise de Modo e Efeito de Falha (FMEA)	28
2.4.4	Controle de Mudanças e Registros Documentais	28
2.4.5	Sistema de Indicadores de Desempenho (KPIs)	29
2.4.6	Relatórios de Status e Comunicação	29

2.5	PRINCIPAIS FASES E CARACTERÍSTICAS DO APQP TRADICIONAL.....	30
2.5.1	Fase 1: Planejamento e definição do programa.....	30
2.5.2	Fase 2: Projeto e desenvolvimento do produto	32
2.5.3	Fase 3: Projeto e desenvolvimento do processo.....	33
2.5.4	Fase 4: Validação do produto e do processo	34
2.5.5	Fase 5: <i>Feedback</i> , avaliação e ação corretiva	35
2.6	COMPARAÇÃO ENTRE DIFERENTES METODOLOGIAS DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS	36
2.7	ANÁLISE SWOT	38
2.7.1	Componentes da Análise SWOT	38
2.7.2	Vantagens e Limitações	39
3	METODOLOGIA	40
3.1	TIPO DE PESQUISA	40
3.2	CONTEXTO DO ESTUDO.....	40
3.3	ETAPAS DA METODOLOGIA	41
3.3.1	Seleção dos <i>Stakeholders</i>	41
3.3.2	Aplicação da Análise SWOT	41
3.3.3	Consolidação dos dados	42
3.3.4	Criação do APQP adaptado a empresa	42
3.3.5	Implementação Experimental.....	42
3.3.6	Mensuração e Comparação	43
3.3.7	Limitações do Estudo.....	45
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
4.1	RESULTADOS DA ANÁLISE SWOT	46
4.1.1	Pontos Fortes.....	47
4.1.2	Pontos Fracos	47
4.1.3	Oportunidades	48
4.1.4	Ameaças	48
4.2	MÉTODO APQP ADAPTADO FASE A FASE.....	49
4.2.1	Fase 0: Protótipo	50

4.2.2 Fase 1: Apresentação do Projeto do Produto	51
4.2.3 Fase 2: Desenvolvimento do Processo	51
4.2.4 Fase 3: Validação	52
4.2.5 Fase 4: Encerramento do Projeto	53
4.3 RESULTADOS DA IMPLANTAÇÃO.....	54
4.3.1 Fase 0: Protótipo	54
4.3.2 Fase 1: Apresentação do Projeto	55
4.3.3 4.4.3 Fase 2: Desenvolvimento do Processo.....	56
4.3.4 Fase 3: Validação	60
4.3.5 Indicadores Gerais Atualizados.....	60
5 CONCLUSÕES	64
6 SUGESTÕES FUTURAS	65
7 REFERÊNCIAS	66
8 ANEXOS	68
8.1 ANEXO A – MODELO DE PFMEA	68
9 APÊNDICES.....	69
9.1 APÊNDICE A - ANÁLISE SWOT DOS STAKEHOLDERS	69
9.2 APÊNDICE B – FLUXO APQP MODIFICADO COM PACOTES DE TRABALHO E ATIVIDADES.....	71

1 INTRODUÇÃO

No cenário atual, o desenvolvimento de produtos representa uma das principais fontes de lucro para muitas empresas. Segundo Clark & Fujimoto (1991), a qualidade no lançamento de produtos e seu desempenho ao longo de sua existência estão diretamente ligados à gestão eficaz de seu processo de desenvolvimento. Entre os benefícios esperados do sucesso nesse desenvolvimento estão o aumento da participação no mercado, a conquista de novos clientes, a redução de custos e a elevação da qualidade (PMI, 2017). Por outro lado, estudos recentes destacam que problemas relacionados ao escopo, definição e estabelecimento do projeto, expectativas pouco claras sobre os resultados, gestão de riscos e recursos insuficientes são fatores críticos que frequentemente levam ao fracasso de projetos (Hodzic & Hruzova, 2018).

Este trabalho propõe a implementação e validação de um fluxo de desenvolvimento de produtos mais eficiente em uma indústria do ramo metalmeccânico, integrando boas práticas de gerenciamento de projetos desde o planejamento inicial até a produção final. A proposta busca resolver problemas internos da empresa e assegurar sua competitividade em um mercado que exige inovação constante e agilidade como diferenciais. Nesse cenário, uma metodologia estruturada torna-se essencial para evitar desperdícios, minimizar riscos e entregar produtos de alto valor agregado ao cliente.

A abordagem combina práticas consolidadas de planejamento de qualidade, como o APQP (Planejamento Avançado da Qualidade do Produto), com ferramentas modernas de gerenciamento de projetos. O (PMI, 2017), amplamente reconhecido, fornece diretrizes e boas práticas para o planejamento, execução, monitoramento e controle de projetos, permitindo sua adaptação às necessidades específicas de diferentes contextos.

O APQP amplamente utilizado na indústria automotiva, é uma metodologia estruturada que contribui para que os produtos sejam desenvolvidos com alta qualidade, atendendo às expectativas dos clientes e aos requisitos de confiabilidade. Essa abordagem foi desenvolvida especificamente para lidar com as demandas rigorosas do setor automotivo, promovendo uma comunicação eficaz entre todas as partes envolvidas e assegurando que cada etapa do planejamento seja concluída dentro dos prazos estabelecidos (AIAG, 2024). Embora não seja uma metodologia completa de gerenciamento de projetos, ele se integra perfeitamente a esta e a outras práticas, proporcionando maior organização e controle no desenvolvimento de produtos.

1.1 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é desenvolver uma metodologia para o processo de desenvolvimento de produtos em uma empresa do setor metalmeccânico.

1.1.1 Objetivos específicos

Para melhor controle e acompanhamento foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Mapear o estado atual do desenvolvimento de produtos;
- Definir uma metodologia para o desenvolvimento de produtos adaptada e conforme o mapeamento do estado atual da empresa;
- Implementar e validar de forma total ou parcial a aplicação da nova metodologia no setor de engenharia de processos, utilizando um produto piloto como referência;
- Avaliar impacto da nova metodologia comparando resultados em relação a desenvolvimentos anteriores dentro do setor de atuação;
- Identificar e propor melhorias para que a metodologia esteja em melhoria contínua.

1.2 CONTEXTO DA EMPRESA

A Indutar Tecno Metal é uma empresa familiar fundada em 1998, especializada na fabricação de peças e componentes para o setor metal mecânico. Sua trajetória reflete uma combinação de inovação, tecnologia de ponta e comprometimento com qualidade, permitindo que ela evoluísse de um fornecedor regional para uma referência no mercado agrícola e industrial.

Com um moderno parque fabril de mais de 50.000 m² e certificações ISO 9001, a empresa atende grandes multinacionais como John Deere e AGCO, reforçando sua posição de liderança na produção de soluções para o agronegócio. Os investimentos em tecnologias como solda robotizada, corte a laser, *softwares* de dobra e usinagem CNC demonstram seu compromisso com eficiência e precisão. Além disso, sua gestão de qualidade integra ferramentas avançadas como PPAP (Processo de aprovação de peças de produção), FMEA

(Análise de modos e efeitos de falha) e análise Ishikawa, garantindo altos padrões desde o protótipo até a entrega final.

A Indutar se destaca não apenas pelos produtos próprios, como plataformas de milho e plainas niveladoras, carretas graneleiras e rolos faca, mas também pelo desenvolvimento de processos voltados à sustentabilidade e ao atendimento personalizado dos clientes. Seu foco em criar soluções completas para a cadeia produtiva consolidou sua posição como uma das líderes do segmento. Entre os produtos da Indutar, destacam-se:

- **Plataforma de Milho Magna:** Projetada para revolucionar a colheita de milho, essa plataforma combina leveza, robustez e eficiência. Reduzindo significativamente o volume de palha processado, a Magna proporciona maior vida útil aos equipamentos e menor desgaste, além de economia de combustível e facilidade de acoplamento com colheitadeiras. Abaixo conforme Figura 1 a plataforma Magna.

Figura 1 – Plataforma Magna Higher.



Fonte: (Indutar, 2024).

- **Rolo Faca Katrina:** Com um sistema hidráulico exclusivo e dupla articulação, o rolo faca Katrina oferece eficiência na proteção do solo e controle de plantas invasoras. Sua operação ágil e fácil, com apenas um operador, destaca-se pela sustentabilidade e pela capacidade de melhorar a infiltração de água e a retenção de nutrientes no solo. Rolo faca Katrina F5 ilustrado na Figura 2.

Figura 2 – Rolo faca Katrina.



Fonte: (Indutar, 2024).

- **Plaina Niveladora Nivella:** Projetada para trabalhos de recuperação de estradas e nivelamento de superfícies, a plaina NIVELLA é robusta, eficiente e disponível em diferentes configurações. Sua engenharia permite uma alta precisão em operações de movimentação de solo e construção de bases. Pode-se observar na Figura 3.

Figura 3 – Plaina niveladora Nivella.



Fonte: (Indutar, 2024)

- **Plataforma Draper:** A plataforma Draper representa um avanço tecnológico na colheita, sendo projetada para maximizar a eficiência e uniformidade na coleta de grãos.

Apesar de ainda não estar amplamente documentada, seu desenvolvimento reflete a capacidade da Indutar em inovar e atender às demandas do mercado agrícola.

- **Carreta graneleira Vision:** representa uma solução de alta performance para a logística no plantio e na colheita, projetada com foco em eficiência e durabilidade. Construída com aço de alta resistência mecânica e revestida com pintura epóxi e fundo primer para proteção contra oxidação, a Vision alia robustez a um design funcional e moderno. Seu conceito piramidal, combinado com tubos de descarga frontal de alta performance, garante precisão no transbordo e equilíbrio entre maior vazão e redução de atrito, minimizando quebras e perdas durante a operação. Com capacidade de 12.900 a 40.000 litros, a Vision atende às demandas de alta produtividade do agronegócio, tornando-se uma escolha estratégica para otimização de tempo e recursos. Modelo 27000 da linha de carretas Vision ilustrado na Figura 4.

Figura 4 – Carreta graneleira Vision.



Fonte: (Indutar, 2024).

Esses produtos, que abrangem desde soluções para colheita até implementos de preparo do solo, representam a diversidade e a qualidade das soluções desenvolvidas pela Indutar. Eles serão utilizados como base comparativa no estudo das práticas e processos deste trabalho, oferecendo fragmentos de dados históricos para análise e validação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico deste trabalho foi estruturado com o objetivo de apresentar os fundamentos necessários para compreender a metodologia APQP, suas ferramentas e sua aplicação prática no gerenciamento de projetos. A organização dos tópicos segue uma sequência lógica, partindo dos conceitos gerais de gerenciamento de projetos até os aspectos específicos do APQP e sua integração com ferramentas modernas, permitindo construir uma base de conhecimento conectando teoria e prática.

O capítulo inicia com uma visão geral sobre gerenciamento de projetos, destacando as áreas de conhecimento descritas no PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*), como integração, escopo, cronograma, custos, qualidade, riscos e partes interessadas. Esses conceitos estabelecem o contexto do gerenciamento de projetos em organizações e criam um vínculo com a metodologia APQP.

Na sequência, é apresentada uma comparação entre métodos ágeis e o método tradicional, enfatizando suas características, vantagens e limitações. Essa análise é relevante para compreender como diferentes abordagens podem impactar o desempenho e a eficiência no desenvolvimento de produtos.

O terceiro tópico aborda a metodologia APQP, destacando seus benefícios. Este aprofundamento evidencia como o APQP tem se adaptado às demandas do mercado e às mudanças tecnológicas, permitindo uma visão prospectiva sobre o seu futuro.

Em seguida, são discutidas as ferramentas de gerenciamento de projetos integradas ao APQP, como estrutura analítica do projeto (EAP), gráficos de Gantt, FMEA e indicadores de desempenho (KPIs). Essas ferramentas são essenciais para a aplicação prática do APQP, demonstrando como potencializam o planejamento e o controle de projetos.

Posteriormente, o capítulo apresenta as fases e características do APQP tradicional, detalhando cada etapa do processo, desde o planejamento inicial até o feedback e ações corretivas. Essa seção é indispensável para entender a estrutura metodológica do APQP e sua aplicação na indústria.

Por fim, são explorados temas como a comparação entre diferentes metodologias de desenvolvimento e a aplicação da Análise SWOT. Esses tópicos ampliam a compreensão do contexto do APQP, oferecendo ferramentas estratégicas e reflexões sobre sua implementação.

2.1 GERENCIAMENTO DE PROJETOS

O gerenciamento de projetos não é uma prática recente, há evidências de sua aplicação desde a antiguidade, como nos projetos das pirâmides de Gizé e o Taj Mahal (PMI, 2017). Segundo Gray & Larson (2010), o gerenciamento de projetos desempenhou um papel essencial não apenas em empreendimentos históricos, mas também nas transformações tecnológicas e empresariais modernas, sendo uma ferramenta estratégica para o sucesso de qualquer organização.

Conforme o Corchak e Gasques (2020), tanto a metodologia quanto as boas práticas em projetos precisam ser adaptadas ao cenário e ao contexto da empresa que possui a demanda. O gerenciamento de projetos sugere que o padrão deve ser considerado como práticas descritivas, e não prescritivas, o que significa que, na grande maioria dos casos, as boas práticas recomendadas serão adequadas para aplicações específicas. Gray & Larson (2010) complementam ao enfatizar que o sucesso do gerenciamento de projetos depende de como essas práticas são alinhadas aos objetivos estratégicos da empresa, garantindo que o projeto contribua diretamente para o crescimento organizacional.

Projeto é um esforço temporário, realizado por pessoas que produz um produto, serviço ou resultado único. Conforme descrito no PMI (2017) o encerramento de um projeto pode ocorrer em diversas circunstâncias: quando seus objetivos são atingidos, quando se torna evidente que eles não poderão ser alcançados, quando há uma decisão estratégica ou organizacional para encerrá-lo, ou ainda por solicitação do cliente."

O *Project Management Institute* (PMI, 2017) é uma das maiores associações de gerenciamento de projetos, com mais de 700.000 membros, que incluem profissionais certificados e voluntários distribuídos pelo mundo, com objetivos de formação de carreira e gerenciamento de empresas. Conforme Gray & Larson (2010), o PMI desempenha um papel central na padronização e disseminação das melhores práticas de gerenciamento de projetos.

Um projeto é realizado para cumprir objetivos através da produção de entregas. O gerenciamento de projetos se justifica ou demonstra sua importância na medida que um projeto eficaz contribui para alcançar os objetivos do negócio, as partes interessadas tenham as expectativas satisfeitas, as chances de sucesso da organização sejam aumentadas, entregando produtos certos no momento certo, reduzindo a riscos em tempo hábil, otimizando o uso dos recursos organizacionais, gerindo as restrições e as mudanças (PMI, 2017)

Por outro lado, um projeto mal gerenciado pode resultar em prazos perdidos, descontrole orçamentário, baixa qualidade, retrabalho, expansão descontrolada do escopo, perda de reputação da organização, insatisfação das partes interessadas e falta de capacidade de alcançar os objetivos do projeto (PMI, 2017). Gray & Larson (2010) reforçam que esses problemas são frequentemente causados pela má comunicação e falta de um planejamento adequado, além da incapacidade de gerenciar riscos de forma proativa.

O sucesso de um projeto depende do gerente de projetos. Ele não só precisa cuidar da parte técnica, mas também liderar bem a equipe e alinhar as expectativas de todos. Segundo o (PMI, 2017), um bom gerente tem uma visão clara, sabe trabalhar com colaboração e mantém o otimismo. Além disso, ele resolve problemas com agilidade e reforça que a equipe fique motivada. Com base em Gray & Larson (2010), o gerente pode ser descrito como um “maestro”, coordenando várias áreas e promovendo a coesão entre as equipes. Às principais características de um bom líder estão descritas no Quadro 1.

Quadro 1: Características de um bom líder.

Habilidade	Descrição
Visão e orientação para resultados	Capacidade de definir e comunicar uma visão clara do objetivo final do projeto e guiar a equipe para atingi-lo.
Comunicação eficaz	Habilidade de transmitir informações de forma clara, precisa e construtiva, gerenciando expectativas e feedback.
Gestão de relacionamentos e resolução de conflitos	Capacidade de construir confiança, solucionar preocupações e resolver conflitos dentro da equipe e com stakeholders.
Motivação da equipe	Habilidade de reconhecer conquistas e manter a equipe engajada e motivada durante a execução do projeto.
Tomada de decisões	Ser ágil e assertivo na tomada de decisões informadas, utilizando dados e experiência para enfrentar desafios.

Fonte: Adaptado (PMI, 2017).

O gerenciamento de projetos, conforme definido pelo PMI (2017) envolve um ciclo de vida composto por grupos de processos que guiam a execução e o controle dos projetos, de forma organizada e estruturada. Os cinco grupos de processos que se repetem ao longo do ciclo de vida de um projeto são:

- **Iniciação:** Fase em que o projeto é formalmente iniciado, os objetivos são definidos, e as partes interessadas são identificadas.

- **Planejamento:** Nesta etapa, o escopo, cronograma, custos e outros elementos são detalhadamente definidos para garantir que todas as necessidades sejam mapeadas e os caminhos de execução estabelecidos.
- **Execução:** Aqui, as atividades planejadas são realizadas para atingir os objetivos do projeto e entregar as saídas ou produtos desejados.
- **Monitoramento e Controle:** Durante esta fase, o progresso do projeto é monitorado, e ações corretivas ou preventivas são realizadas conforme necessário para manter o projeto dentro dos limites planejados.
- **Encerramento:** O projeto é formalmente finalizado, com a aceitação das entregas pelas partes interessadas e a conclusão das atividades administrativas.

Esses grupos de processos são aplicados de forma interativa e adaptativa, promovendo flexibilidade ao longo do ciclo de vida do projeto.

2.1.1 Gerenciamento da Integração do Projeto

O gerenciamento da integração do projeto é importante para garantir que todas as partes do projeto estejam coordenadas de maneira eficaz. Isso inclui o desenvolvimento do termo de abertura, o planejamento integrado, a execução, o monitoramento das mudanças e o encerramento do projeto. Segundo o PMI (2017), o gerenciamento da integração assegura que o projeto funcione como uma entidade coesa, de forma que todas as atividades estejam alinhadas com os objetivos organizacionais. Um plano de gerenciamento de projetos bem integrado contribui para fornecer uma visão abrangente de como o trabalho será conduzido e monitorado. Conforme Gray & Larson (2010), um plano de gerenciamento de projetos bem integrado também facilita a comunicação entre as diferentes equipes, garantindo que todos trabalhem com um propósito comum.

Além disso, o gerenciamento eficaz de projetos envolve o controle de mudanças durante o ciclo de vida do projeto. Mudanças são inevitáveis e podem ser causadas por novos requisitos ou ajustes nas metas. O processo formal de gerenciamento de mudanças assegura que cada alteração proposta seja adequadamente avaliada, aprovada e implementada sem comprometer o escopo, o cronograma ou o orçamento do projeto (PMI, 2017).

2.1.2 Gerenciamento do Escopo do Projeto

O gerenciamento do escopo do projeto assegura que todo o trabalho necessário seja incluído e realizado, evitando esforços desnecessários e garantindo o sucesso do projeto. Ele envolve a definição clara das entregas e a criação de uma Estrutura Analítica do Projeto (EAP), que organiza o trabalho em componentes menores e mais gerenciáveis. Essa abordagem permite uma gestão eficiente e evita a expansão do escopo, que ocorre quando novos requisitos são adicionados sem controle adequado (PMI, 2017). Conforme o PMI (2017), é importante que qualquer modificação no escopo seja formalmente aprovada para manter o projeto dentro dos limites definidos.

O último nível de uma EAP é composto por pacotes de trabalho estes representam entregas mensuráveis do projeto e dividem as atividades em partes gerenciáveis. Esses pacotes incluem atividades específicas, que detalham as tarefas a serem realizadas. A definição clara desses elementos facilita o planejamento, o controle, a alocação de recursos e o acompanhamento do progresso, garantindo a execução eficiente dentro dos prazos e orçamentos estipulados (PMI, 2017). No contexto de metodologias como o APQP, os pacotes de trabalho e suas atividades desempenham um papel relevante na estruturação e execução de cada fase do processo, assegurando o atendimento de todos os requisitos de forma organizada e eficaz.

2.1.3 Gerenciamento do Cronograma do Projeto

O gerenciamento do cronograma do projeto abrange os processos necessários para garantir que o projeto seja concluído no tempo estipulado. Isso envolve a identificação de atividades, a definição de suas durações e a criação de um cronograma detalhado. O PMI (2017) destaca a importância do Método do Caminho Crítico (CPM) para identificar as atividades que não podem sofrer atrasos sem impactar o prazo final do projeto. O caminho crítico é composto pelas atividades que, se atrasadas, afetam diretamente a conclusão do projeto. Monitorar essas atividades é necessário para garantir que o cronograma seja mantido e que ajustes sejam feitos de forma proativa quando necessário (PMI, 2017).

2.1.4 Gerenciamento dos Custos do Projeto

O gerenciamento dos custos assegura que o projeto seja concluído dentro do orçamento aprovado. Inclui a estimativa de custos, o orçamento e o controle das despesas. Ferramentas como a análise de valor agregado ajudam a monitorar o desempenho financeiro do projeto. Segundo o (PMI, 2017), a linha de base dos custos serve como um parâmetro para acompanhar as variações e garantir que o projeto permaneça financeiramente viável.

2.1.5 Gerenciamento da Qualidade do Projeto

O gerenciamento da qualidade do projeto envolve os processos para garantir que o projeto atenda às exigências de qualidade definidas. Isso inclui o planejamento, a gestão e o controle da qualidade. O PMI (2017) sugere o uso de ferramentas como diagramas de causa e efeito e auditorias para monitorar a qualidade ao longo do projeto. A qualidade deve ser uma preocupação desde o início do projeto para favorecer que as entregas satisfaçam as expectativas dos clientes.

2.1.6 Gerenciamento dos Recursos do Projeto

O gerenciamento dos recursos envolve identificar, adquirir e gerenciar os recursos (humanos, materiais e financeiros) necessários para a execução do projeto. A alocação correta de recursos é importante para otimizar o desempenho do projeto e evitar sobrecargas ou lacunas. Conforme o PMI (2017), o uso de ferramentas como a Matriz RACI (Realiza, Aprova, Consulta e Informa) contribui para facilitar a atribuição clara de responsabilidades e evitar conflitos.

2.1.7 Gerenciamento das Comunicações do Projeto

O gerenciamento das comunicações é um dos pilares fundamentais do sucesso do projeto. Ele garante que a maioria das partes interessadas recebam as informações corretas, no momento adequado e através dos canais apropriados. O PMI (2017) salienta a importância de um plano de gerenciamento de comunicações que defina os fluxos e a frequência das informações entre os envolvidos.

2.1.8 Gerenciamento dos Riscos do Projeto

A gestão de riscos envolve a identificação, análise e respostas a eventos incertos que podem afetar o projeto. O PMI (2017) destaca que tanto oportunidades quanto ameaças devem ser tratadas para garantir que o projeto alcance seus objetivos. Um planejamento eficaz de riscos permite mitigar impactos negativos e aproveitar oportunidades.

2.1.9 Gerenciamento das Aquisições do Projeto

O gerenciamento das aquisições trata dos processos de compra ou contratação de bens e serviços necessários para o projeto. Ele envolve desde o planejamento até o controle das aquisições. O PMI (2017) recomenda que um gerenciamento eficaz das aquisições ajude a minimizar riscos relacionados a fornecedores e a garantir que os recursos necessários estejam disponíveis quando preciso.

2.1.10 Gerenciamento das Partes Interessadas

O gerenciamento das partes interessadas é importante para identificar todas as pessoas e organizações que serão impactadas pelo projeto, bem como para gerenciar suas expectativas. Conforme o PMI (2017), um bom envolvimento das partes interessadas aumenta significativamente a probabilidade de sucesso do projeto, assegurando que as necessidades e expectativas sejam compreendidas e atendidas.

2.2 COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS ÁGEIS E MÉTODO TRADICIONAL

Quando se trata da aplicação do gerenciamento de projetos, diferentes métodos podem ser destacados, cada qual com práticas e perspectivas específicas, além de vantagens e desvantagens que variam conforme o contexto. A escolha da abordagem depende dos objetivos organizacionais, valores e do propósito do projeto, demandando uma análise detalhada das opções disponíveis (Carmo & Cunha, 2024).

Ao comparar abordagens tradicionais e ágeis, nota-se que as metodologias convencionais se estruturam em etapas sequenciais e rígidas, enquanto as ágeis enfatizam adaptação contínua e flexibilidade estratégica. No que diz respeito à estrutura organizacional,

as metodologias tradicionais centralizam decisões em um gerente de projetos, enquanto as ágeis distribuem responsabilidades entre equipes multidisciplinares, aumentando autonomia e eficiência, ainda que tragam riscos associados à descentralização do controle do escopo (Carmo & Cunha, 2024).

Outro aspecto importante é o controle do orçamento. Nas abordagens tradicionais, o orçamento é detalhado e fixado na fase de planejamento, enquanto, nas metodologias ágeis, os custos podem ser ajustados ao longo do desenvolvimento do projeto, permitindo maior flexibilidade para alocar recursos conforme as necessidades emergentes. Adicionalmente, enquanto as metodologias tradicionais valorizam documentação abrangente para guiar o projeto, as ágeis priorizam entregas funcionais e adaptações dinâmicas, como proposto no Manifesto Ágil, que valoriza "software em funcionamento mais que documentação abrangente" (Carmo & Cunha, 2024).

Finalmente, ao considerar a entrega de valor e a gestão de risco, as metodologias ágeis apresentam vantagens claras. Enquanto os métodos tradicionais concentram a percepção de valor na entrega final do projeto, os ágeis permitem que clientes observem avanços contínuos, com entregas parciais que proporcionam *feedback* imediato. Quanto à gestão de riscos, as abordagens tradicionais centralizam o monitoramento no gerente de projetos, enquanto nas ágeis, os riscos são identificados e gerenciados coletivamente pela equipe, com ações prioritárias definidas a cada *sprint* (Carmo & Cunha, 2024).

Essas comparações reforçam a ideia de que, embora cada abordagem tenha suas vantagens e desvantagens, a escolha entre elas deve ser guiada pelas especificidades do projeto e pelos objetivos estratégicos da organização.

Abaixo no Quadro 2 comparativo para assimilar as principais diferenças entre os métodos tradicional e ágil.

Quadro 2 - Comparativo entre métodos tradicionais e métodos ágeis.

Aspecto	Métodos tradicionais	Métodos ágeis
Planejamento	Extensivo e detalhado no início do projeto.	Iterativo, com configurações contínuas.
Flexibilidade	Baixa; mudanças são difíceis de implementar.	Alta; adapta-se rapidamente às mudanças.
Entrega de produto	Única, ao final do projeto.	Incremental, com entregas frequentes.
Envolvimento de cliente	Limitada após a definição inicial dos requisitos.	Contínuo, com feedback constante.
Hierarquia	Estrutura hierárquica clara e centralizada.	Equipes auto-organizadas e multidisciplinares.
Documentação	Extensa e detalhada.	Suficiente para o desenvolvimento.
Gerenciamento de riscos	Identificação e mitigação no início do projeto.	Monitoramento contínuo ao longo do projeto.

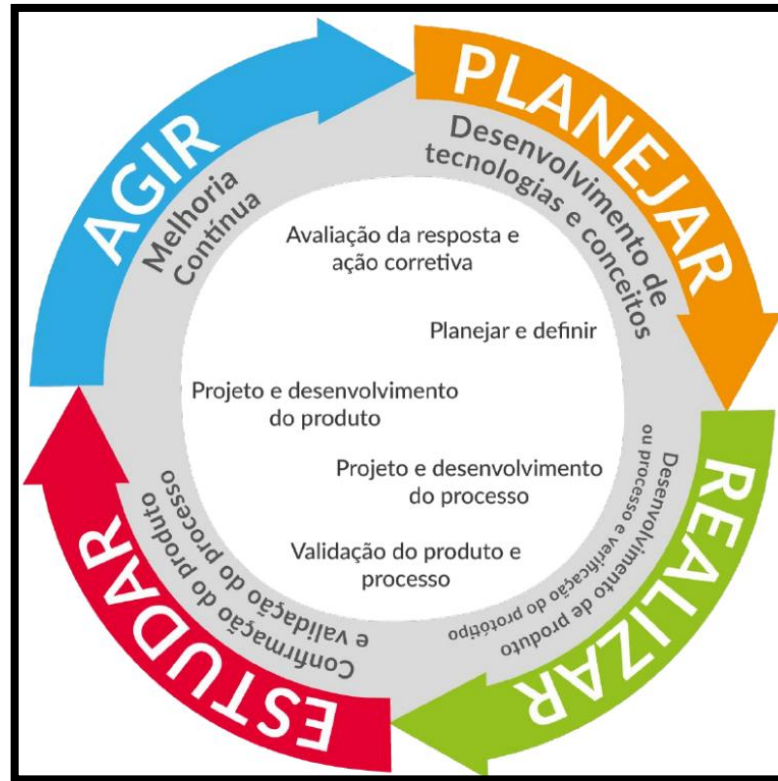
Fonte: Adaptado (PMI, 2017) e (Sutherland, 2014)

2.3 METODOLOGIA APQP

A metodologia APQP foi desenvolvida originalmente pela indústria automotiva para garantir que o desenvolvimento de produtos ocorra de forma padronizada e com foco na qualidade, desde a concepção até a produção final. Segundo o manual da (AIAG, 2024), o APQP ajuda a reduzir falhas e riscos ao longo do processo, proporcionando um desenvolvimento mais eficiente e alinhado com as expectativas do cliente. A estrutura organizada do APQP permite que cada etapa seja cuidadosamente planejada e controlada, minimizando surpresas durante a produção.

O método APQP é uma abordagem estruturada para proporcionar que o desenvolvimento de produtos e processos atenda às expectativas do cliente de forma consistente. Baseado no ciclo PDCA (Planejar, Executar, Estudar, Agir), o APQP integra etapas essenciais, desde o planejamento inicial até a validação e a melhoria contínua. Pode-se observar na Figura 5 a estrutura cíclica mencionada.

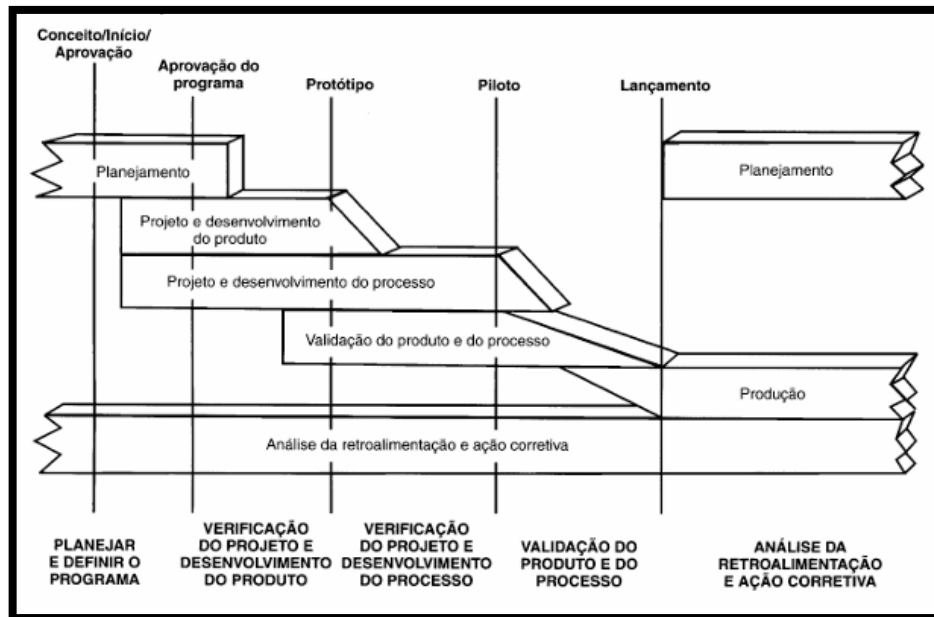
Figura 5 – Estrutura cíclica da metodologia.



Fonte: Adaptado (AIAG, 2024).

O APQP é composto por cinco fases principais que incluem: Planejamento e Definição do Programa, Projeto e Desenvolvimento do Produto, Projeto e Desenvolvimento do Processo, Validação do Produto e do Processo, e *Feedback*, Avaliação e Ação Corretiva. Cada uma dessas fases possui atividades e objetivos específicos que garantem a coerência entre o planejamento, o desenvolvimento e a validação do produto e do processo. Essas fases serão concluídas em capítulos posteriores. Pode-se observar na Figura 6 o cronograma do planejamento avançado da qualidade do produto.

Figura 6 – Cronograma do APQP.



Fonte: (AIAG, 2024)

Para garantir o sucesso em cada fase do Planejamento Avançado da Qualidade do Produto (APQP), são utilizadas ferramentas e documentos necessários, como o FMEA, que permite a identificação de falhas potenciais ainda nas etapas iniciais do processo. Gray & Larson (2010) destacam que o FMEA desempenha um papel relevante na prevenção de problemas, contribuindo para que ações corretivas sejam tomadas antes que a produção comece evitando falhas que poderiam impactar a qualidade final do produto. Outro documento crítico nesse contexto é o Plano de Controle, uma saída essencial do APQP, que atua como um guia para monitorar e controlar características-chave do produto e do processo, ajudando a manter a consistência na qualidade e reforçando que os requisitos do cliente sejam atendidos. O manual da (AIAG, 2024) descreve o Plano de Controle como uma ferramenta viva, desenvolvida para controlar características especiais e estabelecer que os processos de fabricação sejam mantidos dentro dos padrões estabelecidos.

Além disso, o Processo de Aprovação de Peça de Produção (PPAP) desempenha um papel central na validação do produto e do processo. Ele tem como objetivo principal assegurar que todos os requisitos de engenharia e especificações do cliente sejam devidamente compreendidos e que o processo de produção tenha capacidade de produção que atendam consistentemente a essas especificações. Conforme descrito no manual do PPAP da (AIAG,

2024), essa ferramenta estabelece os requisitos necessários para aprovação de peças de produção, materiais a granel e demais componentes críticos, sendo fundamental para evitar desvios de qualidade na produção em larga escala.

2.3.1 Benefícios da Implementação do APQP

A implementação traz diversos benefícios para as empresas que buscam otimizar a qualidade do produto e do processo. Um dos principais benefícios é a qualidade assegurada desde a concepção. O planejamento detalhado de cada fase do desenvolvimento permite que possíveis problemas sejam identificados antes que cheguem à linha de produção. Dessa forma garante que o produto será de alta qualidade. Como destaca o manual da AIAG (2024), essa metodologia contribui para minimizar falhas.

2.3.2 O Futuro do APQP

A evolução do APQP tem mostrado uma adaptação contínua às novas exigências do mercado, e essa tendência deve se manter. Tecnologias como big data, inteligência artificial e automação estão sendo cada vez mais integradas ao planejamento de qualidade em várias indústrias, permitindo que as empresas monitorem e ajustem processos de produção de forma mais ágil e precisa. Embora (Gray & Larson, 2010) não mencionem diretamente o uso dessas tecnologias, eles enfatizam a importância de prever falhas e lidar com incertezas por meio da análise de riscos e que o uso de dados históricos e estimativas é importante para antecipar problemas que possam surgir durante o ciclo de vida do projeto. Essa análise permite que gestores tomem ações preventivas e corrijam desvios antes que eles impactem o desempenho do projeto.

O manual APQP da AIAG (2024) reforça a importância da melhoria contínua no planejamento da qualidade, o que indica que as empresas precisam adotar soluções tecnológicas avançadas para otimizar esse processo. Assim como discutido por Gray e Larson (2010), a previsão de falhas não se limita a ferramentas de dados modernas, mas ao uso estratégico de informações e experiências passadas, que podem ser ajustadas com as novas ferramentas disponíveis, garantindo conformidade e qualidade.

Portanto, o futuro do APQP está cada vez mais ligado à capacidade das empresas de combinar inovação tecnológica com uma abordagem proativa para gestão de qualidade e

sustentabilidade. O APQP pode ser melhorado pelo uso de novas ferramentas de monitoramento, mas, como enfatizado por Gray e Larson (2010), a capacidade de prever riscos e se ajustar com base em dados e experiências continuará sendo necessário para garantir a eficácia no desenvolvimento de produtos complexos e em larga escala.

2.4 FERRAMENTAS DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS INTEGRADAS AO APQP

A integração de ferramentas de gerenciamento de projetos com a metodologia APQP contribui para garantir o controle, a qualidade e o cumprimento dos prazos em projetos complexos. O APQP foi desenvolvido para alcançar que os produtos atendam aos padrões de qualidade desde a concepção até a produção. Ferramentas de gerenciamento de projetos, conforme descrito pelo PMI (2017), fornecem suporte valioso para organizar, monitorar e controlar cada fase, reforçando uma abordagem sistêmica e preventiva. A aplicação dessas ferramentas permite que os gestores tenham uma visão estruturada do projeto, certificando-se de que cada fase concluída seja conforme planejado e que todos os riscos e variações de qualidade sejam controlados ao longo do processo.

2.4.1 Estrutura Analítica do Projeto (EAP)

A Estrutura Analítica do Projeto (EAP) é uma ferramenta importante para o detalhamento das atividades em um projeto, e sua aplicação no contexto do APQP oferece um mapa detalhado das fases e tarefas específicas exigidas para a conclusão do projeto de qualidade. Segundo o PMI (2017), a EAP é um projeto hierárquico que permite dividir o escopo do projeto em partes menores e mais gerenciáveis, facilitando o planejamento e o controle das atividades. No APQP, a EAP pode ser utilizado para desmembrar o projeto em fases como o planejamento e definição do programa, o desenvolvimento do produto e do processo, e a validação.

Ao detalhar cada fase com uma EAP, os gestores conseguem identificar todas as tarefas necessárias, distribuindo as responsabilidades e recursos de forma mais eficaz. Essa ferramenta contribui para uma melhor alocação de tempo e recursos, segurança, incertezas e conforto uma visão clara dos marcos de cada fase. Com a EAP, o APQP se torna mais controlável, pois as

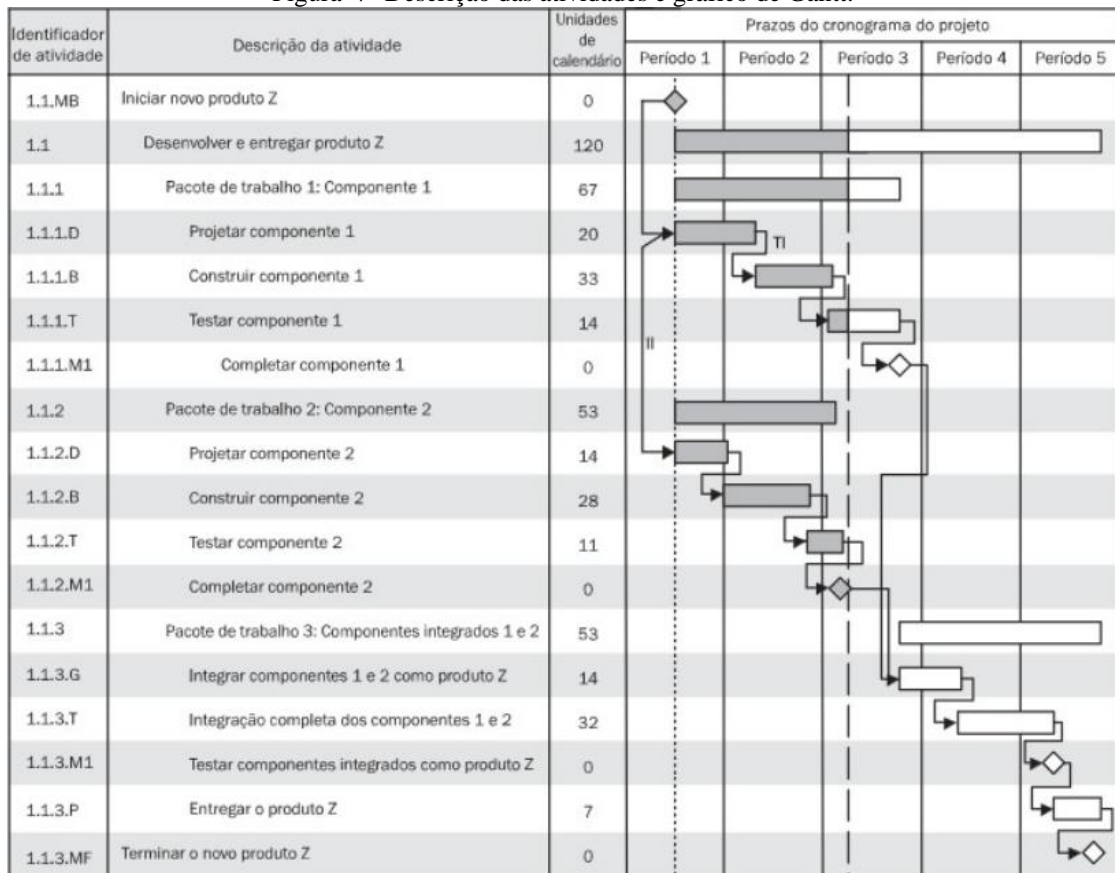
equipes podem acompanhar o progresso e garantir que cada tarefa contribua para o objetivo final de qualidade.

2.4.2 Gráficos de Gantt e Cronogramas

O Gráfico de Gantt é uma ferramenta necessária para o acompanhamento visual do cronograma de atividades no APQP. Segundo o PMI (2017), ele organiza as tarefas ao longo de uma linha do tempo, estabelecendo os dados de início e término de cada etapa, o que facilita o monitoramento do progresso e a identificação de possíveis atrasos.

Sua aplicação no APQP abrange todas as fases, desde o planejamento inicial até o *feedback* e as ações corretivas, permitindo uma visão clara do fluxo de atividades. Essa ferramenta possibilita ajustes rápidos diante de desvios, contribuindo para que o projeto permaneça dentro do cronograma e evitando gargalos que possam comprometer a qualidade do produto. A Figura 7 abaixo ilustra um exemplo de Gráfico de Gantt.

Figura 7- Descrição das atividades e gráfico de Gantt.



Fonte: (PMI, 2017).

2.4.3 Análise de Modo e Efeito de Falha (FMEA)

A análise de modo e efeito de falha (FMEA) é uma ferramenta central tanto no APQP quanto em projetos focados em qualidade, sendo amplamente utilizada para prever possíveis falhas e implementar ações preventivas. O manual APQP da (AIAG, 2024) descreve o FMEA como uma técnica que permite identificar riscos potenciais, suas causas e seus efeitos no produto ou processo. No contexto do APQP, o FMEA é aplicado para analisar os modos de falha que podem ocorrer durante o desenvolvimento do produto ou do processo e determinar as ações corretivas antes que esses problemas atinjam o cliente final.

O FMEA é importante para reduzir incertezas, uma vez que ajuda a equipe a focar nas áreas críticas do projeto, priorizando os problemas que têm maior probabilidade de impactar a qualidade. No APQP, a aplicação do FMEA ocorre especialmente nas fases iniciais, como no desenvolvimento do produto e do processo, em que a identificação e a mitigação de falhas potenciais são fundamentais para garantir a confiabilidade do produto (AIAG, 2024).

O exemplo apresentado no Anexo A foi desenvolvido com base no manual do FMEA da (AIAG, 2008), uma das principais referências para a aplicação dessa metodologia. Esse manual fornece diretrizes claras para a estruturação e execução das análises de FMEA, abordando a identificação de modos de falha, suas causas e efeitos, além dos controles existentes e das ações corretivas recomendadas. No caso ilustrado, o foco está no processo de aplicação de cera em componentes automotivos, com destaque para problemas potenciais, como cobertura insuficiente ou excessiva, que podem comprometer tanto a integridade quanto a estética do produto. A análise prioriza ações corretivas fundamentadas no Número de Prioridade de Risco (NPR), ao mesmo tempo em que define responsabilidades, prazos e resultados esperados, promovendo um controle sistemático e eficiente. A utilização do manual da (AIAG, 2008) proporciona a aplicação das melhores práticas internacionais na gestão de riscos de processos industriais.

2.4.4 Controle de Mudanças e Registros Documentais

O controle de mudanças é uma prática importante no gerenciamento de projetos, especialmente em metodologias como o APQP, onde a conformidade com as especificações iniciais e a qualidade final são prioritárias. Segundo o PMI (2017), o processo de controle de mudanças tem como objetivo reforçar que quaisquer alterações no escopo, cronograma ou

orçamento sejam devidamente comprovadas, planejadas e registradas. Nos projetos que seguem o APQP, essa prática permite que as configurações sejam necessárias de forma estruturada, evitando desvios e garantindo a qualidade do produto.

2.4.5 Sistema de Indicadores de Desempenho (KPIs)

Os Indicadores de Desempenho (KPIs) desempenham um papel crucial no monitoramento do progresso organizacional e na avaliação da qualidade das atividades realizadas. Segundo Valverde (2024), os KPIs não oferecem apenas uma visão clara das operações internacionais, mas também ajudam a identificar áreas críticas que analisam as melhorias, contribuindo para a eficiência dos processos e o alcance dos objetivos estratégicos. A integração de KPIs bem definida ao planejamento estratégico possibilita uma análise mais detalhada do desempenho, permitindo ajustes em tempo real para corrigir desvios e garantir a entrega de resultados alinhados às metas organizacionais.

A definição clara dos KPIs impacta diretamente a capacidade de uma organização em tomar decisões informadas e assertivas. Valverde (2024) destaca que, ao estabelecer indicadores simples, objetivos e relevantes, as equipes conseguem identificar gargalos e alinhar os esforços para superá-los de maneira eficaz. Essa prática não apenas facilita a detecção de problemas operacionais, mas também promove um direcionamento estratégico, garantindo que cada etapa do processo agregue valor e contribua significativamente para o desenvolvimento de produtos e serviços que atendam às expectativas dos clientes e às exigências do mercado.

2.4.6 Relatórios de Status e Comunicação

A comunicação constante e o envio de relatórios de status são práticas permitidas para garantir a transparência e o alinhamento entre as equipes de projeto e as partes interessadas. Segundo Muranaka et al. (2019), uma comunicação eficiente conecta todas as partes envolvidas no projeto, garantindo que informações essenciais sejam transmitidas de forma clara e no momento adequado, o que facilita a tomada de decisões e melhora do desempenho geral. O estudo também destaca que canais formais, como reuniões e e-mails, são os mais utilizados e percebidos como eficientes para informar o status de projetos, reforçando a importância de um planejamento robusto da comunicação.

Além disso, uma comunicação eficaz contribui para o sucesso de qualquer iniciativa, pois garante que as equipes estejam alinhadas e conscientes de suas responsabilidades e metas. Como apontado por Muranaka et al. (2019), papéis e responsabilidades bem definidos e a troca frequente de informações melhoraram significativamente o fluxo de comunicação e evitaram barreiras como a centralização de informações. Dessa forma, os relatórios periódicos e a melhoria dos planos de comunicação auxiliam na identificação de gargalos e na conclusão das fases dentro dos prazos estabelecidos, atendendo aos padrões de qualidade esperados.

2.5 PRINCIPAIS FASES E CARACTERÍSTICAS DO APQP TRADICIONAL

No capítulo 2.3, apresentamos uma visão geral da metodologia Planejamento Avançado da Qualidade do Produto (APQP) e suas cinco fases. Agora, explicaremos cada uma dessas etapas, destacando seus objetivos, atividades e entregas, e como elas promovem a qualidade e eficiência no desenvolvimento e produção de novos produtos.

2.5.1 Fase 1: Planejamento e definição do programa

A Fase 1 do APQP reúne elementos importantes para transformar as necessidades dos clientes e as metas organizacionais em um planejamento consistente voltado para o desenvolvimento do produto e do processo. De acordo com a AIAG (2024), as saídas dessa fase estão organizadas em três áreas principais: documentação base, ferramentas para estruturação e planejamento e gestão do programa.

Na etapa de documentação base, consolidam-se informações que contribuem para definir objetivos claros e concretos, alinhando as expectativas dos clientes às metas estratégicas do projeto. Conforme descrito no manual da AIAG (2024), os tópicos a seguir detalham os principais elementos dessa etapa da Fase 1:

- **Voz do cliente:** Requisitos traduzidos em metas claras por meio de pesquisas de mercado, dados históricos de qualidade, relatórios de garantia e *feedbacks* de clientes.
- **Plano de negócios e estratégia de *marketing*:** Diretrizes que definem público-alvo, posicionamento de mercado e principais concorrentes.
- **Dados de *benchmark*:** Referências de desempenho de produtos e processos concorrentes, utilizadas para identificar lacunas e estabelecer metas estratégicas.

- Metas de qualidade e confiabilidade: Indicadores definidos com base em *benchmarks*, expectativas de clientes e análises de durabilidade.

Com as informações coletadas, é possível organizar as etapas do processo produtivo, contribuindo para que cada fase esteja estruturada de forma a atender aos requisitos técnicos e operacionais. Conforme indicado pela AIAG (2024), as ferramentas para estruturação e planejamento incluem:

- Lista preliminar de materiais: Materiais e fornecedores identificados para atender aos requisitos técnicos.
- Fluxograma preliminar do processo: Mapeamento das etapas principais da produção, orientado pelas demandas técnicas e de qualidade.
- Características especiais: Identificação de elementos críticos do produto e do processo, monitorados rigorosamente com o suporte do FMEA.
- Plano de garantia do produto: Estratégias preventivas voltadas para assegurar confiabilidade, durabilidade e conformidade com os requisitos do cliente.

Por fim, a gestão do programa fornece os mecanismos necessários para gerenciar recursos, monitorar o progresso e adaptar-se a mudanças de maneira eficiente e estratégica. Conforme estabelecido pela AIAG (2024), os tópicos desta etapa incluem:

- Planejamento de capacidade: Avaliação da capacidade produtiva, volumes de produção e mitigação de gargalos.
- Suporte da liderança: Envolvimento ativo da alta gestão para direcionamento estratégico e alocação de recursos.
- Gerenciamento de mudanças: Estrutura para gerenciar alterações no escopo ou *design* do projeto, com registro formal e impacto documentado.
- Métricas do programa: Indicadores utilizados para medir o progresso do projeto, como o sistema de semáforo (verde, amarelo, vermelho).
- Plano de mitigação de riscos: Estratégias voltadas para reduzir ou eliminar riscos que possam impactar o programa.

Essas saídas consolidam uma base sólida para o sucesso das etapas seguintes, promovendo estrutura, direcionamento e um alinhamento claro entre os objetivos do cliente e o planejamento organizacional.

2.5.2 Fase 2: Projeto e desenvolvimento do produto

A Fase 2 do APQP transforma as diretrizes do planejamento inicial em soluções práticas que atendem às necessidades dos clientes e metas organizacionais. Essa etapa utiliza ferramentas e processos que garantem a validação do *design* e asseguram sua viabilidade técnica e produtiva. Conforme o manual da AIAG (2024), as saídas são organizadas nos tópicos a seguir:

- **Análise de modo e efeito de falhas no *design* (DFMEA):** Identifica riscos potenciais no *design*, propondo ações preventivas para maior confiabilidade e alinhamento com as expectativas do cliente.
- **Projeto para manufaturabilidade, montagem e serviço:** Otimiza a relação entre função, fabricação e manutenção, considerando tolerâncias dimensionais, requisitos de desempenho e processos inovadores.
- **Especificações de engenharia e materiais:** Avaliamos características críticas relacionadas a propriedades físicas, desempenho ambiental e requisitos de armazenamento, documentando conformidade no registro do *design*.

Após o planejamento, uma técnica de validação garante que o *design* esteja em conformidade com os objetivos definidos. As ferramentas e processos principais incluem:

- **Verificações e revisões do *design*:** Confirma consistência técnica por meio de testes simulados e análises, incluindo DFMEA e simulações virtuais.
- **Plano de controle de protótipos:** Utilize protótipos para validar parâmetros do projeto e ajustar possíveis desvios antes da produção.
- **Alterações em desenhos e especificações:** Formalize e comunique alterações no *design* para reforçar consistência entre as partes interessadas.

A gestão dos recursos necessários para implementação também é uma etapa relevante, com atenção especial aos seguintes pontos:

- Novos equipamentos e ferramentas: Identificamos e integramos recursos que atendem às exigências técnicas e de produção do projeto.
- Características especiais do produto e processo: Monitoram elementos críticos que impactam diretamente o desempenho e a conformidade do produto.
- Requisitos de equipamentos de teste: Avaliar a precisão e confiabilidade dos recursos utilizados para controle de qualidade.
- Compromisso da equipe e suporte de liderança: Promove o alinhamento estratégico e suporte técnico necessário para atender às metas condicionais.

Essa fase consolida a evolução do planejamento inicial em um *design* validado e pronto para a execução, conectando as expectativas dos clientes às condições reais de produção. A aplicação das ferramentas descritas no manual da AIAG (2024) contribui diretamente para o desenvolvimento de produtos competitivos e confiáveis.

2.5.3 Fase 3: Projeto e desenvolvimento do processo

A Fase 3 do APQP é importante para transformar os requisitos do produto em processos de fabricação eficientes e controlados, contribuindo para que as necessidades dos clientes sejam atendidas por meio de um sistema produtivo estruturado. Conforme o manual da AIAG (2024), os seguintes detalhes descrevem os principais elementos dessa etapa:

- Padrões e especificações de embalagem: Estimula que o *design* das embalagens seja compatível com o necessário, transporte e armazenamento, promovendo a integridade do produto em toda a cadeia de suprimentos.
- Revisão do sistema de qualidade do produto/processo: Abrange uma análise do sistema de qualidade da planta, identificando possíveis ajustes e documentando controles adicionais no fluxograma de processo, PFMEA e planos de controle.
- Fluxograma de processo: Fornece uma representação esquemática do fluxo de trabalho, auxiliando na identificação de variações e otimizando etapas para aumentar a eficiência e minimizar desvios.

- *Layout* de produção: Define o aproveitamento do espaço e a disposição dos equipamentos para melhorar o fluxo de materiais, minimizar o desperdício e facilitar o controle das compras.
- PFMEA (Análise de modo e efeitos de falha do processo): Identifica e avalia riscos associados às etapas do processo, permitindo a implementação de ações preventivas e corretivas para aumentar a confiabilidade.
- Plano de controle pré-lançamento: Inclui inspeções mais frequentes e auditorias planejadas para contribuir para a conformidade do produto durante os lotes iniciais de produção.

Além disso, a Fase 3 incorpora ferramentas críticas para a padronização e controle do processo. Conforme o manual da AIAG (2024), as seguintes práticas são importantes para assegurar um desempenho consistente:

- Instruções do processo: Descrevem os parâmetros operacionais e os requisitos de configuração, como velocidades, tempos de ciclo e especificações dos equipamentos.
- Plano de análise de sistemas de medição: Avalia a precisão e repetibilidade dos instrumentos de medição utilizados no processo, contribuindo para a confiabilidade nos dados encontrados.
- Plano de estudo de capacidade do processo preliminar: Verifique se o processo é capaz de atender aos requisitos dimensionais e de desempenho estabelecidos.
- Suporte da liderança: Promover o engajamento de alta gestão para alocação de recursos, suporte estratégico e resolução de problemas identificados.

Essa fase forma uma base para a validação do processo e assegura que todas as operações sejam estruturadas para atender aos padrões de qualidade e aos objetivos organizacionais. A integração entre planejamento, controle e melhoria contínua é fundamental para o sucesso dessa etapa.

2.5.4 Fase 4: Validação do produto e do processo

Na quarta fase do APQP, conforme o manual da AIAG (2024), as atividades se concentraram na validação do processo de fabricação, garantindo que ele atendesse aos

requisitos do cliente e às especificações técnicas definidas. Os principais detalhes dessa fase incluem:

- Teste de produção: Produção simulada para avaliar ferramentas, equipamentos e consistência do processo.
- Análise de sistemas de medição: Contribui para a precisão e confiabilidade em dispositivos de medição.
- Estudos preliminares de capacidade: Verificação das características críticas e da prontidão do processo.
- Aprovação de peças de produção: Confirmação do cumprimento das especificações de *design* e fabricação.
- Validação de embalagem: Avaliação da proteção do produto durante transporte e armazenamento.
- Plano de controle de produção: Documento que reflete ajustes e melhorias contínuas.
- Aprovação de planejamento de qualidade: Revisão final para alinhar a liderança e garantir conformidade com os objetivos.

Essas ações consolidam a estrutura necessária para a transição do processo produtivo à escala plena, garantindo que o desempenho e a qualidade atendam às expectativas do cliente e às exigências do mercado.

2.5.5 Fase 5: *Feedback*, avaliação e ação corretiva

A fase 5 do APQP tem como foco a melhoria contínua de processos e produtos, utilizando análises planejadas, ações corretivas e a implementação de boas práticas. Nessa etapa, os resultados das fases anteriores são revisados, e os aprendizados são aplicados para fortalecer a qualidade e atender às expectativas do cliente. Conforme a AIAG (2024) os tópicos a seguir apresentam os principais elementos dessa fase:

- Redução de variação: Técnicas estatísticas, como gráficos de controle, são empregadas para identificar e corrigir variações nos processos, contribuindo para a redução de custos e aumento da qualidade ao eliminar causas comuns e especiais de variação.

- Satisfação do cliente: Por meio do planejamento detalhado e da demonstração da capacidade dos processos, busca-se atender às necessidades do cliente, promovendo parcerias que garantem a correção de deficiências e o aprimoramento da experiência.
- Serviço e entrega ao cliente: Problemas identificados no campo ou no uso final do produto são tratados com suporte eficiente, priorizando contenção e configuração ágil de peças, a fim de minimizar impactos e reforçar a confiabilidade.
- Uso eficaz de lições aprendidas e melhores práticas: Uma revisão de lições aprendidas e melhores práticas abrange análises de erros e acertos, estudos de FMEA e preservação do conhecimento institucional para melhorar os processos e prevenir falhas futuras.

Essa etapa reforça o compromisso com a qualidade e garante que os produtos e processos sejam continuamente ajustados às demandas do mercado e às expectativas do cliente, consolidando a excelência organizacional.

2.6 COMPARAÇÃO ENTRE DIFERENTES METODOLOGIAS DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

O desenvolvimento de produtos é uma área que evoluiu significativamente ao longo das últimas décadas, dando origem a diversas metodologias que buscam atender às demandas específicas do mercado e da indústria. Entre as metodologias mais relevantes, destacam-se o Sistema Toyota de Desenvolvimento de Produtos (STDP) e o Projeto Integrado de Produtos, que se diferenciam tanto em suas abordagens quanto em seus objetivos. Além disso, metodologias como o APQP, *Scrum*, *Lean* e *design thinking* oferecem alternativas para diferentes contextos organizacionais.

O STDP, conforme descrito por Morgan e Liker (2006), é fundamentado nos princípios do Lean Manufacturing, adaptados para o ambiente de desenvolvimento. Essa abordagem tem como foco principal a eliminação de desperdícios, a promoção de aprendizado contínuo e a criação de valor para o cliente.

No STDP, o desenvolvimento é realizado por equipes altamente engajadas e multidisciplinares, que possuem autonomia para tomar decisões durante o processo. (Morgan & Liker, 2006) enfatizam que a reutilização de conhecimentos de projetos anteriores e a validação constante das soluções propostas permitem uma redução significativa de erros e

incertezas, além de aumentar a eficiência do processo. Uma característica única do STDP é o uso de “engenheiros líderes”, responsáveis por contribuir para que a visão do produto esteja alinhada aos objetivos organizacionais e às necessidades do cliente. Esse modelo de liderança técnica e a integração entre as fases de desenvolvimento tornam o STDP uma metodologia particularmente eficaz para indústrias com altos níveis de complexidade técnica e grandes volumes de produção.

O Projeto Integrado de Produtos, descrito por Back et al. (2008), destaca-se por sua abordagem sistemática e estruturada. Essa metodologia tem como objetivo integrar diferentes áreas da organização, como marketing, engenharia e produção, desde as etapas iniciais do desenvolvimento até a entrega do produto. Segundo Back et al. (2008), o Projeto Integrado de Produtos é dividido em fases bem definidas: planejamento estratégico, concepção, modelagem e prototipagem. Cada uma dessas fases utiliza ferramentas específicas, como matrizes de decisão e análise de valor, para garantir que as decisões tomadas sejam embasadas em dados concretos e alinhados aos objetivos estratégicos da organização.

Um ponto importante destacado pelos autores é a ênfase na redução do tempo de desenvolvimento e na melhoria da qualidade dos produtos por meio da colaboração interdepartamental. Essa integração reduz retrabalhos, aumenta a eficiência e garante maior competitividade no mercado.

As metodologias tradicionais são frequentemente utilizadas em setores que exigem altos níveis de controle e conformidade, como a indústria automotiva. De acordo com a (AIAG, 2024), o APQP oferece uma abordagem rigorosa para planejamento e controle de qualidade, com etapas claramente definidas, como planejamento, desenvolvimento do produto, validação e *feedback*.

Por outro lado, metodologias ágeis, como o Scrum, são mais indicadas para contextos que exigem flexibilidade e inovação. Conforme (Sutherland, 2014), o Scrum prioriza entregas rápidas e incrementais, permitindo que as equipes adaptem o projeto às mudanças no ambiente externo ou nas necessidades do cliente. Essa abordagem é especialmente útil em setores dinâmicos, como o desenvolvimento de produtos voltados a tecnologia.

A escolha da metodologia de desenvolvimento de produtos depende diretamente do contexto organizacional e das necessidades do projeto. O Sistema Toyota de Desenvolvimento de Produtos é ideal para empresas que buscam eficiência operacional e aprendizado contínuo, enquanto o Projeto Integrado de Produtos é mais adequado para organizações que refletem uma integração sólida entre departamentos. Metodologias tradicionais, como o APQP, são altamente

eficazes em indústrias regulamentadas, devido à sua abordagem estruturada e foco na conformidade. Por outro lado, metodologias ágeis, como o Scrum são utilizados em projetos voltados à inovação e ao desenvolvimento colaborativo (Sutherland, 2014).

(Ward, 2007) sugere que uma combinação de práticas pode ser a melhor solução, permitindo que as empresas aproveitem as vantagens de diferentes abordagens. Por exemplo, combinar os princípios do *Lean* com ferramentas ágeis pode resultar em maior eficiência sem comprometer a criatividade.

2.7 ANÁLISE SWOT

A análise SWOT, também conhecida como FOFA (Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças), é uma ferramenta estratégica empregada para avaliar o contexto organizacional, projetando suas capacidades internas e os desafios externos. Conforme destacado por Gürel e Tat (2017), esta metodologia permite compreender os fatores que influenciam diretamente a formulação e implementação de estratégias, promovendo um alinhamento mais claro entre objetivos e recursos disponíveis.

2.7.1 Componentes da Análise SWOT

A matriz SWOT é organizada em quatro quadrantes que classificam os fatores internos (forças e fraquezas) e externos (oportunidades e ameaças). Segundo Kotler e Keller (2012), esses quadrantes auxiliam na identificação dos elementos que impactam o desempenho organizacional de forma positiva ou negativa:

- **Forças:** Representam os aspectos internos que oferecem vantagens competitivas, como equipes capacitadas, tecnologias inovadoras e processos bem estruturados.
- **Fraquezas:** São os fatores internos que dificultam o desempenho, como falhas de comunicação, recursos limitados ou gargalos operacionais.
- **Oportunidades:** Inclui as condições externas que podem ser exploradas para contribuir com o crescimento organizacional, como a entrada em novos mercados, avanços tecnológicos e parcerias estratégicas.
- **Ameaças:** Refere-se a riscos externos que podem impactar os resultados, como instabilidade econômica, concorrência crescente e mudanças regulatórias.

Essa segmentação, conforme planejado por Gürel e Tat (2017), é essencial para oferecer uma visão clara do ambiente interno e externo, fornecendo subsídios para decisões estratégicas. A análise SWOT tem aplicação direta no desenvolvimento de produtos, especialmente:

- Diagnosticar gargalos no processo de desenvolvimento.
- Identificar melhorias no fluxo de trabalho e no alinhamento entre equipes.
- Mapear ameaças externas, como atrasos nas entregas ou oscilações no custo de matérias-primas.

Back et al. (2008) reforçam que a análise SWOT oferece uma base para alinhar as condições atuais da empresa às exigências do mercado, possibilitando a personalização do APQP para refletir as realidades operacionais. No caso de projetos industriais, a SWOT contribui para antecipar problemas e integrar soluções aos processos de desenvolvimento.

2.7.2 Vantagens e Limitações

Entre as vantagens da SWOT, Gürel e Tat (2017) destacam a sua simplicidade e aplicabilidade ampla, tornando-a uma ferramenta acessível para organizações de diferentes portes e setores. No entanto, Hill & Westbrook (1997) alertam que a eficácia da SWOT depende diretamente da qualidade dos dados levantados e da interpretação feita pela equipe. Dados incompletos ou análises superficiais podem comprometer sua efetividade.

Para mitigar essas limitações, é importante que a análise seja baseada em informações confiáveis. Além disso, o acompanhamento regular dos fatores identificados garante que as estratégias sejam ajustadas conforme necessário.

A análise SWOT, conforme evidenciado por Kotler e Keller (2012), é uma ferramenta importante para o mapeamento do estado atual de uma organização e para a formulação de estratégias eficazes. Sua aplicação no APQP permite uma adaptação mais precisa do método às necessidades específicas da empresa, promovendo maior eficiência e alinhamento estratégico. Ao identificar forças, fraquezas, oportunidades e ameaças, a SWOT contribui significativamente para o sucesso de projetos e processos industriais.

3 METODOLOGIA

3.1 TIPO DE PESQUISA

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, uma vez que busca solucionar um problema prático por meio da criação e validação de um método adequado de desenvolvimento de produtos, o APQP. Segundo Gil (2008), uma pesquisa aplicada tem como objetivo resolver problemas específicos, desenvolvendo conhecimentos teóricos em soluções práticas que atendam às necessidades concretas de determinados contextos, pois depende de suas descobertas e se enriquece com o seu desenvolvimento.

Adota-se, também, uma abordagem qualitativa exploratória para compreender o contexto organizacional e identificar lacunas no processo de desenvolvimento de produtos, seguindo a recomendação de Yin (2015) quanto ao uso de estudos de caso para esse tipo de análise. Por fim, recorre-se à pesquisa descritiva para mensurar os resultados do método adaptado, conforme sugerido por Gil (2008), a fim de comparar indicadores antes e após a implementação.

3.2 CONTEXTO DO ESTUDO

O estudo foi realizado na empresa Indutar com atuação no setor metalmeccânico, que tem sua produção focada no desenvolvimento e produção de implementos agrícolas e fornecimento de peças para montadores fabricantes de implementos agrícolas. O contexto atual inclui desafios como aumento no portfólio de produtos, falta de padronização nos métodos de desenvolvimento de produtos. A análise concentrou-se na equipe de engenharia de processos com interação direta de gestores e operadores.

O processo atual de desenvolvimento de produtos é baseado em abordagens não padronizadas, o que frequentemente gera retrabalho, custos adicionais e atrasos. Conforme argumentado por Slack et al. (2020), a falta de padronização em processos críticos pode impactar significativamente a competitividade e a eficiência organizacional.

A necessidade de desenvolver produtos mais robustos se originou a partir dos requisitos apresentados pela direção da empresa. Entre os principais pontos solicitados incluíam-se a criação de um fluxo de desenvolvimento com etapas bem definidas, a identificação clara dos responsáveis por cada etapa e a estruturação do processo tendo o APQP como base

metodológica. Além disso, foi ressaltada a importância de garantir que o desenvolvimento mantenha um equilíbrio entre estruturação e agilidade, alinhando-se às demandas estratégicas da organização. A demanda de criação desse método foi designada ao setor de Engenharia de Processos.

3.3 ETAPAS DA METODOLOGIA

3.3.1 Seleção dos *Stakeholders*

A escolha dos *stakeholders* foi realizada considerando os indivíduos diretamente envolvidos ou com impacto significativo no processo de desenvolvimento proposto. Foram selecionados profissionais com experiência em áreas críticas, permitindo uma avaliação abrangente e representativa. As cargas dos *stakeholders* escolhidas são:

- Diretor industrial, incluído como *stakeholders* chave devido à sua visão estratégica global e ao papel de liderança nas decisões que impactam diretamente os processos produtivos e o desenvolvimento de produtos.
- Gerente de engenharia de produto, responsável pela supervisão e decisões estratégicas de desenvolvimento.
- Gerente de engenharia de processos, com foco nos fluxos produtivos e na otimização operacional.
- Líder de qualidade, cuja função está diretamente relacionada à análise e manutenção dos padrões estabelecidos de qualidade.

3.3.2 Aplicação da Análise SWOT

Com base nas entrevistas e documentos, foi aplicada a análise SWOT, envolvendo forças, fraquezas, oportunidades e ameaças relacionadas ao desenvolvimento de produtos. Kotler e Keller (2012) afirmam que a SWOT é usual para identificar fatores internos e externos que influenciam o desempenho organizacional.

3.3.3 Consolidação dos dados

Com base nas matrizes SWOT individuais preenchidas por cada parte interessada-chave, foi realizada a consolidação dos dados para identificar os requisitos que deveriam compor a nova metodologia. Essa etapa teve como objetivo não apenas incorporar os pontos positivos destacados, mas também alinhar as oportunidades de melhoria identificadas no processo.

O apêndice A apresenta os documentos originais com as matrizes SWOT preenchidas por cada um dos *stakeholders*, selecionados estrategicamente por sua ligação direta com o processo desenvolvido e por sua experiência nas atividades críticas relacionadas ao desenvolvimento.

3.3.4 Criação do APQP adaptado a empresa

A análise SWOT orientou a criação do método adaptado. O APQP tradicional foi desenvolvido criticamente, considerando as limitações especificadas pela SWOT e ajustando as fases às demandas específicas da empresa. De acordo com o manual (AIAG, 2024), o APQP deve ser flexível para atender diferentes realidades organizacionais.

As principais configurações incluíram:

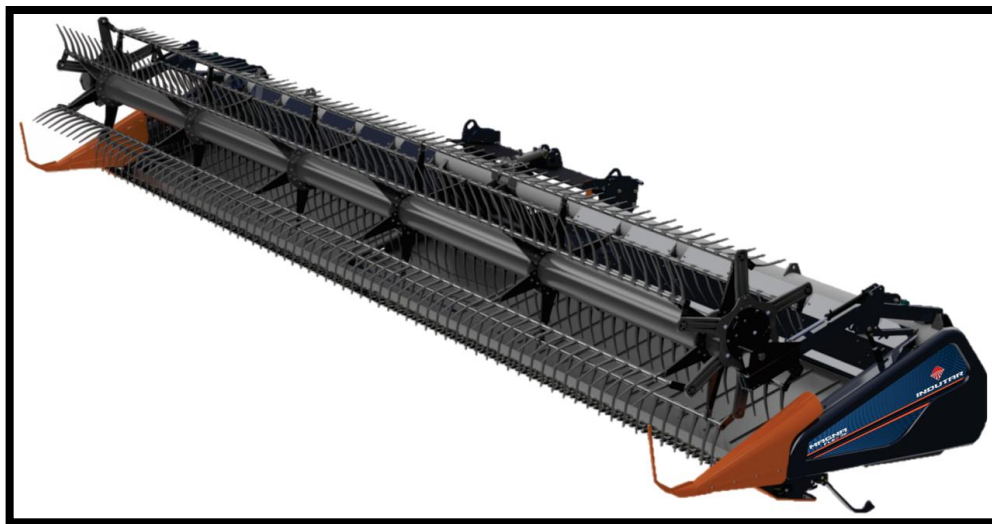
- Reorganização das fases para maior alinhamento com o fluxo de trabalho da empresa.
- Adição de pontos de verificação específicos, como revisões obrigatórias ao término de cada fase.
- Definição de métricas de desempenho claras para monitoramento contínuo.

3.3.5 Implementação Experimental

A metodologia adaptada foi aplicada em um projeto piloto selecionado pelo setor de engenharia de processos em conjunto com a direção da empresa. Esse projeto foi escolhido por representar desafios típicos enfrentados pela empresa, incluindo prazos curtos e alta complexidade técnica. Durante a implementação, foram realizadas reuniões semanais para monitoramento e ajustes no método.

O projeto escolhido para a aplicação da maior quantidade possível de fases da nova metodologia definida foi a plataforma de Draper **Magna Flex**. A definição do produto a ser testado foi uma escolha da organização, por se tratar de um produto robusto e com características desafiadoras de fabricação e montagem. Na Figura 8 está ilustrado implemento montado de uma das máquinas do lote piloto utilizado.

Figura 8 – Plataforma Magna Flex.



Fonte: O autor (2025).

A plataforma Draper é um implemento agrícola acoplado às colheitadeiras, projetado para otimizar a colheita de grãos, como a soja. Diferentemente das plataformas convencionais que utilizam um condutor helicoidal (caracol) para transportar o material cortado, a Draper emprega esteiras transportadoras que movem suavemente as plantas cortadas em direção ao centro da plataforma e, posteriormente, ao alimentador da colheitadeira. Essa configuração proporciona uma alimentação mais uniforme e contínua da massa colhida, resultando em menor perda de grãos e maior eficiência operacional.

3.3.6 Mensuração e Comparação

A partir da demanda definida e atrelada aos objetivos tanto da organização quanto deste trabalho, foram definidos os seguintes indicadores de desempenho para avaliar os resultados do método adaptado:

- Custos de retrabalho ou desperdício.
- Pacotes de trabalho que foram executados dentre os previstos.
- Pacotes de trabalho de responsabilidade do setor de engenharia de processos que foram executados.
- Métodos de controle disponibilizados para o setor produtivo para garantia da qualidade.
- Ferramental e infraestrutura para a produção.

Para realizar a análise, foi necessário estabelecer uma base comparativa para cada indicador, utilizando dados históricos provenientes de diferentes produtos e processos da Indutar. A seguir, detalha-se a origem de cada comparação:

- Custos de retrabalho ou desperdício: foram analisados dados provenientes de uma máquina Draper montada em fevereiro de 2024, comparados com o desenvolvimento de quatro máquinas Draper produzidas em novembro de 2024. Essa comparação enfatiza a evolução dos processos ao avaliar o desempenho de um único equipamento em relação a um grupo maior.
- Execução dos pacotes de trabalho: este indicador foi acompanhado exclusivamente dentro do próprio desenvolvimento da máquina Draper, avaliando a aderência ao planejamento definido durante o fluxo APQP.
- Métodos de controle disponibilizados para o setor produtivo: para este critério, foram consideradas as máquinas Rolo Faca Katrina, Plaina Niveladora Nivella e Plataforma de Milho Magna, uma vez que nenhum desses produtos possui um plano de controle estabelecido atualmente. A comparação buscou identificar as oportunidades de melhoria geradas pela implementação de métodos de controle específicos.
- Disponibilidade de ferramental e infraestrutura para a produção: a análise teve como base o desenvolvimento da Carreta Agrícola Graneleira Vision 40000, cujo lote piloto foi realizado sem a utilização de ferramental específico.

Ao reunir esses fragmentos de dados históricos, foi possível estabelecer uma análise robusta e diversificada, considerando diferentes contextos de desenvolvimento e produção. Essa abordagem busca evidenciar as contribuições do método adaptado, mesmo sem a disponibilidade de um único produto comparável em escopo.

3.3.7 Limitações do Estudo

Com o objetivo de esclarecer às partes interessadas, foram definidas as seguintes limitações. Essas definições também permitiram uma melhor compreensão dos fatores que poderiam impactar os resultados alcançados:

- Escopo restrito: o método foi testado em um único produto piloto, limitando a generalização dos resultados.
- Dependência de dados históricos: as comparações basearam-se em dados de projetos anteriores, que podem conter inconsistências.
- Resistência à mudança: dificuldades no engajamento de colaboradores em adotar novas práticas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente capítulo tem como objetivo apresentar os principais resultados obtidos a partir da aplicação da análise SWOT realizada com *stakeholders*-chave da organização e da construção do método APQP adaptado. Esses resultados são discutidos com base nas necessidades identificadas, destacando como o método proposto contribui para aprimorar a gestão de projetos e o desenvolvimento de produtos no contexto da empresa.

Inicialmente, serão consolidados os dados provenientes da análise SWOT, evidenciando as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças que direcionaram a criação do APQP adaptado. Em seguida, o método criado será detalhado, incluindo suas fases, pacotes de trabalho e atividades, alinhados às demandas levantadas. Por fim, serão discutidos os impactos do método, ressaltando os benefícios observados e os potenciais indicadores de desempenho definidos na metodologia de sucesso.

4.1 RESULTADOS DA ANÁLISE SWOT

A análise SWOT desempenhou um papel fundamental na identificação dos principais fatores que influenciam o processo de desenvolvimento de produtos na organização. Por meio da colaboração de *stakeholders*-chave, foi possível mapear forças, fraquezas, oportunidades e ameaças relacionadas ao contexto atual da empresa, fornecendo uma base sólida para o desenvolvimento do método.

Neste capítulo, são apresentados os resultados consolidados da análise SWOT, destacando os aspectos mais relevantes que direcionaram a estruturação do método proposto. A consolidação dos dados permite uma visão integrada das necessidades organizacionais, servindo como baliza para justificar as adaptações realizadas no APQP. Os dados aqui discutidos mostram como as percepções coletadas contribuíram para a criação de um modelo mais alinhado às demandas da empresa e às práticas de excelência em gestão de projetos.

A análise SWOT consolidada destaca elementos-chave que orientaram o desenvolvimento e a implementação do APQP adequado, evidenciando pontos que reforçam a metodologia, áreas críticas de melhoria e oportunidades de inovação.

4.1.1 Pontos Fortes

Os pontos fortes identificados demonstram as capacidades que empresa já possui e que são importantes para a implementação eficaz:

- Dinamismo e proatividade dos engenheiros: Reflete a habilidade do tempo em lidar com múltiplos projetos simultaneamente, trazendo inovação e adaptabilidade ao desenvolvimento.
- Estrutura de processos internos robusta: Uma base sólida que permite o planejamento estruturado das etapas do APQP.
- Agilidade na fabricação de peças e implementos: A rapidez na execução na prática contribui para validações e protótipos mais eficientes.
- Rede de fornecedores homologada: Suporte confiável para desenvolvimento e fabricação.
- Posicionamento por qualidade e busca pela satisfação do cliente: Alinha-se diretamente aos objetivos do APQP de entregar produtos que atendam ou superem as expectativas.

4.1.2 Pontos Fracos

Os pontos fracos apontam para os principais gargalos e dificuldades que impactam as qualidades do desempenho atual da empresa. Entre os principais, estão:

- Falta de fluxo claro de desenvolvimento: Processos mal definidos dificultam a execução e rastreabilidade das etapas.
- Falhas sistêmicas nos prazos e comunicação limitada: Afetam entregas e aumentam os custos e retrabalho.
- Ausência de controle de custos e registros de atividades e lições aprendidas: Impede a análise de dados históricos para melhorias futuras.
- Dependência de conhecimento individual e falta de corpo técnico robusto: Dificultam a padronização e perpetuam gargalos operacionais.

4.1.3 Oportunidades

As oportunidades representam melhorias que podem alavancar os resultados do APQP adaptados:

- Criação de fluxos padronizados e informatizados: Integração digital para acompanhamento em tempo real, diminuindo erros manuais.
- Indicadores de acompanhamento de projetos: Facilitam a medição de progresso e desempenho.
- Área projetada para protótipos: permite testes e validações antes de negociações, riscos de falhas em campo.
- Foco em inovação e pesquisa: Incrementa o diferencial competitivo, principalmente no mercado agrícola em expansão.
- Redução de retrabalhos e custos: Alinhada à visão estratégica da empresa.

4.1.4 Ameaças

As ameaças externas trazem riscos que, se não gerenciados, podem impactar o sucesso do desenvolvimento:

- Velocidade de mudanças no mercado e concorrência: Exija maior agilidade nos processos internos.
- Desengajamento e sobrecarga do tempo: Necessitam de estruturação para equilibrar demandas e evitar desgaste.
- Problemas não resolvidos transferidos à produção: Geram insatisfação do cliente e aumento de custos.
- Resistência à mudança e prazos apertados: Podem inviabilizar implementações mais robustas.

A partir da análise consolidada dos pontos fortes, fracos, oportunidades e ameaças, evidencia-se que a metodologia proposta busca não apenas potencializar os aspectos positivos já existentes na organização, mas também tratar de maneira estratégica as principais lacunas identificadas. A estrutura da metodologia baseia-se nas boas práticas de gerenciamento de

projetos provenientes tanto do método tradicional quanto dos métodos ágeis, tendo como base essencial o APQP. A integração desses três pilares permite alinhar a clareza e a previsibilidade oferecida pelos métodos tradicionais com a adaptabilidade e a capacidade de resposta rápida às mudanças características dos métodos ágeis.

Os métodos ágeis, nesta metodologia, se manifestam desde a fase 0, com a construção de protótipos iniciais, evitando a espera por análises posteriores para iniciar o desenvolvimento do produto. Essa abordagem destaca o foco em ciclos rápidos e entregas incrementais. Por outro lado, o APQP, com sua aplicação sistemática e estruturada, contribui para que grande parte dos requisitos técnicos e de qualidade sejam rigorosamente atendidos ao longo de cada etapa. Essa combinação fortalece a capacidade da organização em entregar projetos com maior eficiência, qualidade e alinhamento às demandas dinâmicas do mercado. Ao integrar as demandas apontadas pela SWOT, o método deve impreterivelmente:

- Estruturar processos claros e rastreáveis para mitigar a falta de direcionamento e controle;
- Introduzir ferramentas de monitoramento em tempo real e comunicação contínua para evitar falhas críticas;
- Promover a padronização e a documentação, reduzindo a dependência do conhecimento individual e facilitando a melhoria contínua;
- Estimular a proatividade e inovação como diferenciais competitivos, promover maior agilidade no atendimento às mudanças do mercado.

Em resumo, a metodologia foi definida com o objetivo de criar um sistema robusto, dinâmico e integrado. Essa abordagem estratégica é um passo decisivo para a organização, fortalecendo sua capacidade de inovar, competir e se destacar no mercado.

4.2 MÉTODO APQP ADAPTADO FASE A FASE

A metodologia definida foi moldada com as saídas dos requisitos dos *stakeholders* da empresa, e tem como pilares o conhecimento consolidado e as boas práticas de gestão de projetos.

Cada fase foi projetada com pacotes de trabalho organizadas e atividades planejadas, refletindo os conceitos de EAP recomendados pelo (PMI, 2017). Os pacotes de trabalho acompanhados das atividades estão disponíveis no apêndice B.

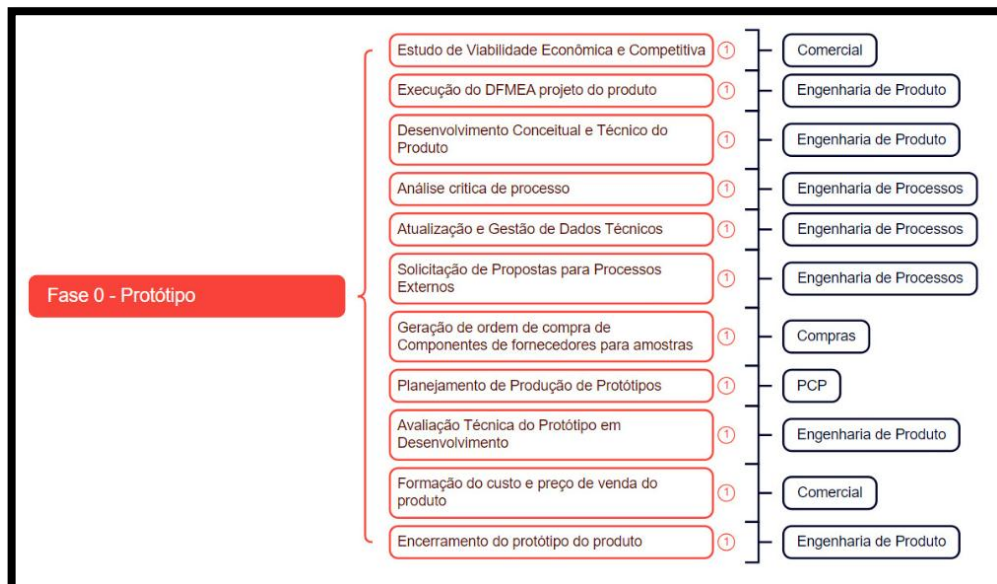
Esse método foi desenvolvido para enfrentar desafios comuns, como a falta de formalização nas etapas e dificuldades de comunicação entre equipes. Ele também busca melhorar a rastreabilidade e a integração entre as áreas envolvidas, permitindo ajustes rápidos diante de imprevistos. As fases seguem uma lógica sequencial, com entregas incrementais que agregam valor ao longo do processo.

4.2.1 Fase 0: Protótipo

A Fase 0 tem como objetivo validar o conceito inicial do produto e alinhar o desenvolvimento aos objetivos estratégicos da organização. Essa fase é importante para transformar ideias em um protótipo tangível, abordando a análise de mercado, os riscos técnicos e as previsões do projeto.

O fluxograma a seguir na Figura 9 detalha os pacotes de trabalho dessa fase.

Figura 9 – Fase 0 – Protótipo.



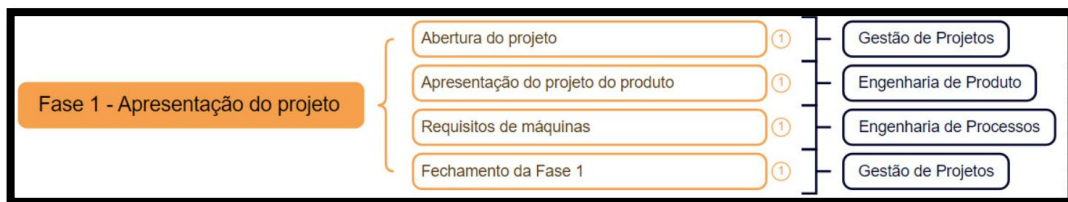
Fonte: A autor (2025).

Os destaques dessa fase incluem a formalização do cronograma inicial, o congelamento de desenhos na versão final e a validação do protótipo. Ferramentas como DFMEA foram aplicadas para identificar possíveis falhas e mitigar riscos, contribuindo para que o projeto avance de forma estruturada para as fases seguintes.

4.2.2 Fase 1: Apresentação do Projeto do Produto

Essa fase visa promover o alinhamento entre as partes interessadas, formalizando o escopo e estabelecendo as diretrizes para o desenvolvimento. Aqui, o projeto é apresentado de maneira detalhada, consolidando requisitos e expectativas. A Figura 10 detalha os pacotes de trabalho dessa fase.

Figura 10 – Fase 1 – Apresentação do projeto.



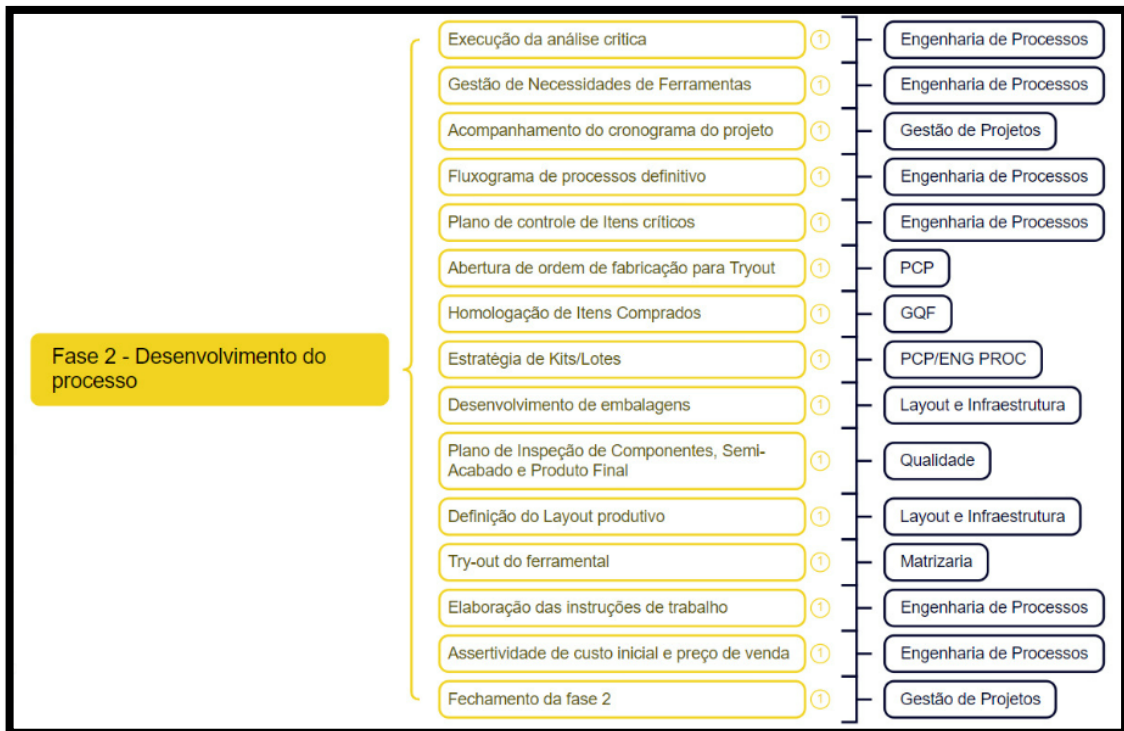
Fonte: O autor (2025).

A elaboração de um cronograma visual e a apresentação dos projetos para as partes interessadas, preparam o terreno para a etapa de desenvolvimento do processo e nivela as informações de quais são os próximos passos no desenvolvimento do produto apresentado.

4.2.3 Fase 2: Desenvolvimento do Processo

A Fase 2 tem como objetivo estruturar e consolidar os fluxos produtivos, estabelecendo que grande parte das informações e requisitos necessários sejam claramente definidos e acessíveis. É nessa etapa que se estabelece a base operacional do processo produtivo, criando os meios necessários para atender às especificações do produto. Como é possível observar na Figura 11.

Figura 11 – Fase 2 – Desenvolvimento do processo.



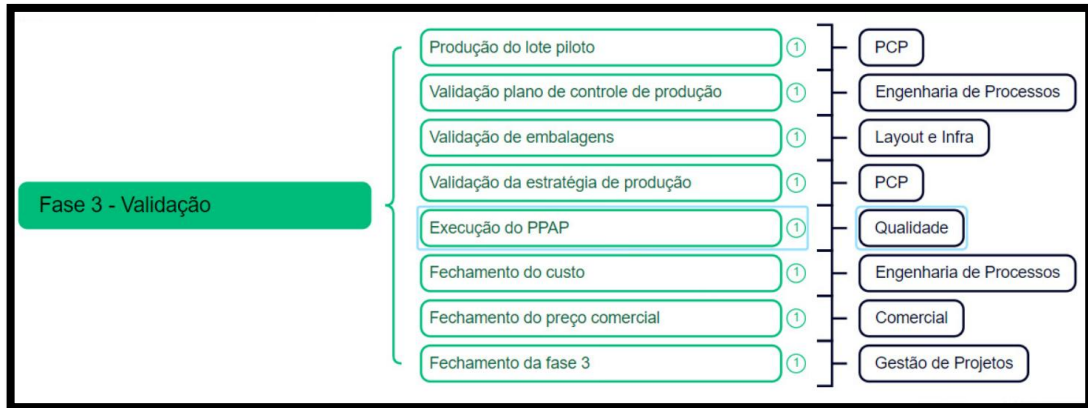
Fonte: O autor (2025).

Essa fase se destaca pela padronização das informações e pela entrega de um processo bem documentado aos setores produtivos. Proporcionando que todas as ferramentas, fluxos e orientações estejam alinhados e reforça a eficiência e a consistência na execução, criando o ambiente produtivo para atender às exigências de qualidade e desempenho.

4.2.4 Fase 3: Validação

A Fase 3 concentra-se na validação dos processos e do produto, com foco na produção do lote piloto e na avaliação de conformidade com os padrões de qualidade e sua estrutura pode ser observada na Figura 12.

Figura 12 – Fase 3 – Validação.



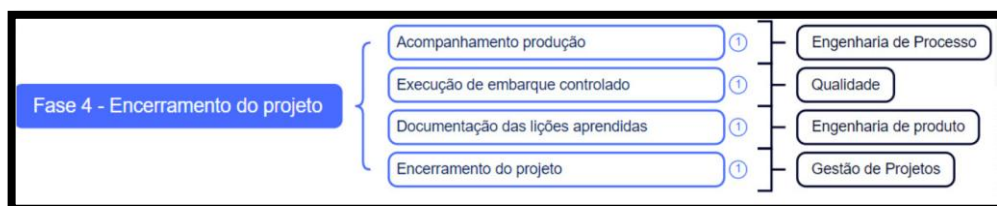
Fonte: O autor (2025).

Os principais resultados desta etapa incluem a validação do plano de controle, a análise dos resultados do lote piloto e a formalização do PPAP. Esses resultados contribuem para que o produto esteja preparado para a produção em larga escala.

4.2.5 Fase 4: Encerramento do Projeto

A Fase 4 concentra-se no encerramento formal do projeto, consolidando o aprendizado adquirido e proporcionando a transição para a produção em larga escala ou operações rotineiras da empresa. A Figura 13 elenca os pacotes de trabalho dessa fase.

Figura 13 – Fase 4 – Encerramento do projeto.



Fonte: O autor (2025).

Os principais resultados desta etapa incluem o acompanhamento inicial da produção, a inspeção e controle de embalagens, e a documentação das lições aprendidas. Esses resultados garantem que o projeto seja encerrado de forma organizada, com todas as entregas revisadas e

os objetivos alcançados, promovendo base para melhorias contínuas e futuros desenvolvimentos.

4.3 RESULTADOS DA IMPLANTAÇÃO

4.3.1 Fase 0: Protótipo

A fase de protótipo foi marcada por uma série de avanços que trouxeram maior controle e qualidade ao desenvolvimento inicial do produto. Esses resultados destacam a eficiência do método e reforçam a importância de uma abordagem estruturada desde as etapas iniciais do projeto.

Os principais resultados obtidos incluem:

- Análise crítica do processo: Identificação de pontos críticos no fluxo produtivo, promovendo maior clareza e mitigando gargalos.
- Validação do protótipo: Realizado com acompanhamento ativo das equipes de engenharia de produto, processos e produção, contribuindo para que fossem identificadas melhorias no produto e no processo. Abaixo na Figura 14 é possível ver a sequência a linha de vida de validações na fase 0.

Figura 14 – Linha do tempo Plataforma Magna Flex.



Fonte: O autor (2025).

- Congelamento dos desenhos na final: Foram liberados os desenhos dos itens com *status* de congelados para cadastro, garantindo estabilidade para as fases seguintes, primeiro desenvolvimento que seguiu desta forma.
- Formação de custo inicial: Conduzida de forma assertiva, permitindo planejamento financeiro alinhado às metas organizacionais.
- Geração de pedidos de compra de componentes para amostras: Dedicado um espaço para planejamento de compra dos itens de amostras, atividade realizada em conjunto com compras e engenharia do produto.
- Encerramento do protótipo do produto: Finalização documentada do protótipo com ajustes e validações específicas.

Esses ganhos qualitativos demonstram o impacto positivo da aplicação do método adaptado, estabelecendo base para as etapas posteriores do projeto. Nos tópicos detalhados, serão explorados os resultados numéricos obtidos, evidenciando como a execução dessas atividades gerou valor tangível para a organização.



4.3.2 Fase 1: Apresentação do Projeto

A Fase 1 foi importante para estabelecer uma base sólida no alinhamento das partes interessadas e na formalização do projeto, proporcionando maior clareza e organização desde o início do desenvolvimento. Essa fase foi estruturada para promover que grande parte dos envolvidos tivessem uma compreensão clara dos objetivos, responsabilidades e cronogramas, garantindo um planejamento consistente e integrado.

Os principais resultados dessa fase incluem:

- Abertura oficial do projeto: Pela primeira vez, o projeto foi apresentado formalmente, resultando em maior engajamento das partes interessadas.
- Definição do cronograma: Elaborado cronograma de produção e de ferramental com reuniões de *status* duas vezes por semana para acompanhar o progresso. Abaixo na Figura 15 é possível ver o documento elaborado para acompanhamento nas reuniões semanais.

Figura 15 – Status Report.

INCLYFFER		Código do I2222303001 / I2225303001 / I2230303001 / Produto: I2235303001 / I2240303001 Descrição: PALTAFORMA MAGNA FLEX 22' / 25' / 30' /											
Data Início:	05/09/2024												
Data da amostra:	10/11/2024												
Lead Time do Projeto:	66												
Status do Projeto:	No Prazo												
FASE DE PROJETO FERRAMENTAL													
Código da peça:	TODOS OS CHASSIS	Pacote	Andamento	Data fim planejada	Data fim planejada	Data fim realizada	Status	Observação	Andamento	Data fim planejada	Data fim realizada	Status	Observação
		1º Lote	100%	14/10/2024		09/10/2024	Concluído em atraso		100%	11/10/2024	19/10/2024	Concluído em atraso	
		2º Lote	100%	14/10/2024		15/10/2024	Concluído em atraso		100%	17/10/2024	21/10/2024	Concluído em atraso	
		3º Lote	100%	14/10/2024		13/10/2024	Concluído em atraso		100%	21/10/2024	21/10/2024	Concluído no prazo	
		4º Lote	100%	14/10/2024		13/10/2024	Concluído em atraso		100%	25/10/2024	31/10/2024	Concluído em atraso	
		5º Lote	100%	14/10/2024		24/10/2024	Concluído em atraso		100%	30/10/2024	31/10/2024	Concluído em atraso	
		6º Lote	100%	31/10/2024		30/10/2024	Concluído no prazo		100%	01/11/2024	04/11/2024	Em atraso	
		Código do dispositivo:	DS-1507										
FASE DE CADASTRO													
Código da peça:	I2203200018, I2203200019, I2203200020, I2203200021	Pacote	Andamento	Data fim planejada	Data fim planejada	Data fim realizada	Status	Observação	Andamento	Data fim planejada	Data fim realizada	Status	Observação
		1º Lote	100%	17/10/2024			Concluído em atraso		100%	30/10/2024		Concluído no prazo	
		Código do dispositivo:	DS-1518										

Fonte: O autor (2025).

- Desenvolvimento de requisitos iniciais claros: Especificações funcionais e técnicas eliminando ambiguidades.
- Alinhamento entre áreas: A integração entre engenharia de produto, processos, qualidade e produção melhorou a comunicação e evitou conflitos e atrasos.

A principal diferença observada em relação aos projetos anteriores foi o impacto positivo da abertura oficial e do alinhamento inicial. Essas ações trouxeram maior clareza para as etapas subsequentes e reduziram significativamente os conflitos e as mudanças inesperadas durante o desenvolvimento. Além disso, a definição de um cronograma estruturado e a formalização dos requisitos possibilitaram uma execução mais previsível e eficiente.



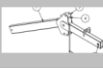
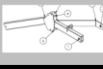
4.3.3 4.4.3 Fase 2: Desenvolvimento do Processo

A Fase 2 do método APQP concentrou-se na estruturação e no planejamento detalhado dos processos necessários para a fabricação do produto, destacando-se como uma das etapas mais robustas do projeto. Essa fase contribuiu para alinhar as necessidades técnicas e produtivas com os objetivos estratégicos do produto, proporcionando maior controle e previsibilidade nas etapas subsequentes.

Os principais resultados obtidos incluem:

- Identificação e gestão de necessidades de ferramentas: Identificado quais ferramentas eram necessárias e definido sequencial de prioridades conforme Figura 16 abaixo.

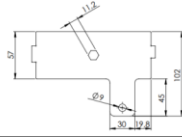

Figura 16 – Sequencial de prioridade de ferramenta.

MINIATURA	CÓDIGO	SEGMENTO	PRIORIDADES	ID	FAMÍLIA	DATA SOLICITAÇÃO	SOLICITANTE	PRIORIDADE	STATUS	OBSERVAÇÃO
	I2203100001	DRAPER	1	FER-223	ESTAMPARIA	08/04/2024	BRUNO	ALTA	CONCLUÍDO	Elaboração de ferramenta de conformação I2203100001
	I2235202001	DRAPER	2	DS-1507	SOLDA	03/05/2024	TIAGO O.	ALTA	EM CONSTRUÇÃO	Elaboração de dispositivo de solda
	I2202200022	DRAPER	3	DS-1497	SOLDA	03/05/2024	TIAGO O.	ALTA	TRY-OUT	Elaboração de dispositivo de solda
	I2202200023	DRAPER	4	DS-1498	SOLDA	03/05/2024	TIAGO O.	ALTA	TRY-OUT	Elaboração de dispositivo de solda

Fonte: O autor (2025).

- Criação de planos de controle para itens críticos: Foram definidos dentro de cada processo de fabricação quais eram os itens que necessitavam de planos de controle específicos para a produção em um formulário conforme Figura 17, posterior a definição o plano de controle era disponibilizado na ordem de produção conforme Figura 18.

Figura 17 – Formulário de planos de controle.

Código do Item	Descrição	link	Imagem	Inspeção
I2203100004	SUPORTE TUBOS	Z:\imagens\I2203100004.pdf		Furação - $\varnothing 9 \pm 0,5$ - Paquímetro - 100% Sextavado - $\varnothing 11,2 \pm 0,5$ - paquímetro - 100%
I2203100010	FECHAMENTO LATERAL	Z:\imagens\I2203100010.pdf		Furação - (2x) $\varnothing 38 \pm 0,8$ - Paquímetro - 100% Furação - $\varnothing 120 \pm 0,8$ - Paquímetro - 100%

Fonte: O autor (2025).



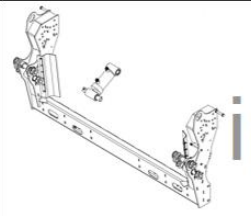

Figura 18 – Ordem de fabricação com plano de controle.

Parâmetros							
Empresa.....	1 - INDUTAR TECNO METAL LTDA						
Itens.....	I2203200004						
Classificação.....	Engenharia						
Classificação.....	Todas						
Tipo.....	Resumido c/Obs	Data Efetividade.: 06/12/2024	Página p/item....: Não				
Listar Valores....	Sim	Valor custo.....: Material					
Formação do Custo:	Custeio Direto + MOI + GGF + GGV						
Tempo.....	Total da estrutura		Ordenação.....: Sequência roteiro				
Operação.....	Todas		Listar Item.....: Somente pai				
Dados Especiais..:	Não Listar						
Versão:	3.108.1						
Operação	Centro de Trabalho	Orig.UM	Tempo	Qtde Homens	Vir.Unit.Máq	Vir.Unit.Homens	Vir.Total
Item: I2203200004 - PE. CJ SD SUPORTE FLEXIVEL ACIONAMENTO (I220 UM: CJ)							
420-SEPARAR PECAS	3083-SEPARACAO	I S			0,000		
SOLDA							
Consumo							% Consumo
I2202100073	PE. BUCHA Ø50 X Ø25 X 160 MM (I2202100073)						100,000
I2202100074	PE. SUPORTE MAIOR CAIXA (I2202100074)						100,000
I2202100075	PE. BASE MAIOR SUPORTE CAIXA (I2202100075)						100,000
I2202100076	PE. REFORÇO MAIOR SUPORTE CAIXA (I2202100076)						100,000
I2202100128	PE. FECHAMENTO TUBO (I2202100128)						100,000
I2203100030	PE. BASE FIXADOR LATERAL (I2203100030)						100,000
I2203100079	PE. BASE DESLIZADOR LATERAL (I2203100079)						100,000
I2203100128	PE. REFORÇO TUBO LATERAL (I2203100128)						100,000
I2203100129	PE. BASE MAIOR BATENTE (I2203100129)						100,000
I2203100130	PE. CH SUPORTE BICO (I2203100130)						100,000
I2203100131	PE. BUCHA Ø50 X Ø25 X 138 MM (I2203100131)						100,000
I2203100132	PE. SUPORTE TRASEIRO CARENAGEM (I2203100132)						100,000
I2203400025	TUBO RETANGULAR 150 X 50 X 4,75X 1244MM ASTM A500 GR.C 50ASTM A500 GR.						100,000
Observação: -							
230-PONTEARI	3025-SOLDA PESADA	I S	1.500,0000		0,040		60,421
Consumo							% Consumo
I2203200056	PE. CJ SD SUPORTE CAIXA ACIONAMENTO (I2203200056)						100,000
Observação: -ANTES DE COMEÇAR A SOLDAR, INSPECIONAR O DIÂMETRO DO TUBO							
120-SOLDAR I	3025-SOLDA PESADA	I S	1.960,0000		0,040		78,951
Observação: *							
DIÂMETRO DO TUBO - 150 ±1,5 - PAQUIMETRO - 100%							
SIMETRIA - 130 - 1A - PAQUIMETRO - 100%							
SIMETRIA - 135 - 1A - PAQUIMETRO - 100%							
DIMENSIONAL - 117,4 - PAQUIMETRO - 100%							
SIMETRIA - 160 - 1A - PAQUIMETRO - 100%							
COMPRIMENTO - 1358,3±1 - AFERIDOR - 100%							
ÂNGULO - 161°±0,5° - AFERIDOR - 100%							
DIMENSIONAL - 122,3±1 - PAQUIMETRO - 100%							
DIMENSIONAL - 71,8 - PAQUIMETRO - 100%							
DIMENSIONAL - 1202±1 - AFERIDOR - 100%							
SIMETRIA - 188±1 - 1A - PAQUIMETRO - 100%							
SIMETRIA - 108 - 2A - PAQUIMETRO - 100%							
SIMETRIA - 1							

Fonte: O autor (2025).

- Estratégias de produção aprimoradas: Implementação de kits de montagem e definição de elementos de fixação que estariam dispostos diretamente na linha de montagem.
- Realização de *try-outs* conforme cronograma: Com acompanhamento semanal foi possível concluir alguns *try-outs* de dispositivos de solda que foram definidos como necessários, para o início do processo fabricação.
- Plano de inspeção de componentes e embalagens: Foi gerado plano de inspeção final da máquina para liberação conforme Figura 19.

Figura 19 – Check List de liberação final.

		CHECKLIST MAGNA FLEX INSPEÇÃO FINAL			
Nº de série: _____		Data: ____/____/____			
Ordem fabricação (OF) : _____					
FASE INICIAL					
Acabamento/Estrutura					
Inspeção					
1	Verificar acabamento de solda.				
2	Verificar pintura (livre de escorrimento/fraca de tinta/sujeira).				
3	Verificar adesivos (livre de bolhas, alinhados, coloração).				
<i>Se tiver NC evidenciar com fotos</i>					
FASE FINAL					
Identificação					
Inspeção					
4	Placa de identificação (número de série fixada).				
5	Adesivos de liberação qualidade.				
INSPEÇÃO DE MONTAGEM					
Acoplamento () ok				Montagem dos contrapinos () ok	
					

Fonte: O autor (2025).

- Elaboração de leiaute produtivo: O novo produto desenvolvido gerou a necessidade de um leiaute produtivo dedicado somente para ele, leiaute esse que foi desenvolvido e aprovado, porém somente com aprovação conceitual até a presente elaboração deste documento.

Essa fase destacou-se pela organização estruturada e pelo acompanhamento constante do progresso, com reuniões regulares que garantiram maior visibilidade e engajamento das equipes. Além disso, as estratégias de produção foram introduzidas nesta fase estabelecendo uma base sólida para uma fabricação eficiente e conforme às especificações técnicas.

Os resultados obtidos evidenciam que a aplicação de um método estruturado, permite um controle mais eficiente das atividades e garante que as entregas atendam às expectativas, tanto técnicas quanto estratégicas.

4.3.4 Fase 3: Validação

A Fase 3 focou na validação dos processos e do produto, sendo importante para promover que o lote piloto atendesse aos padrões de qualidade e confiabilidade estabelecidos. Essa etapa foi projetada para identificar e mitigar possíveis falhas antes da transição para a produção em larga escala, promovendo maior segurança e controle sobre os processos produtivos.

Os principais resultados obtidos incluem:

- Produção do lote piloto: Foi produzido um lote piloto composto por 4 máquinas, permitindo validar o processo o produtivo e a conformidade com as especificações técnicas.
- Validação do Plano de Controle: Houve por parte da equipe de engenharia de processos acompanhamento dos itens que possuíam plano de controle.
- Fechamento parcial do custo e preço comercial: Grande parte das inconsistências sistêmicas foram analisadas e um plano de ação foi montado.
- Identificação de melhorias adicionais durante o lote piloto: Algumas ações foram realizadas para melhoria de processos produtivos durante a fabricação do lote piloto.

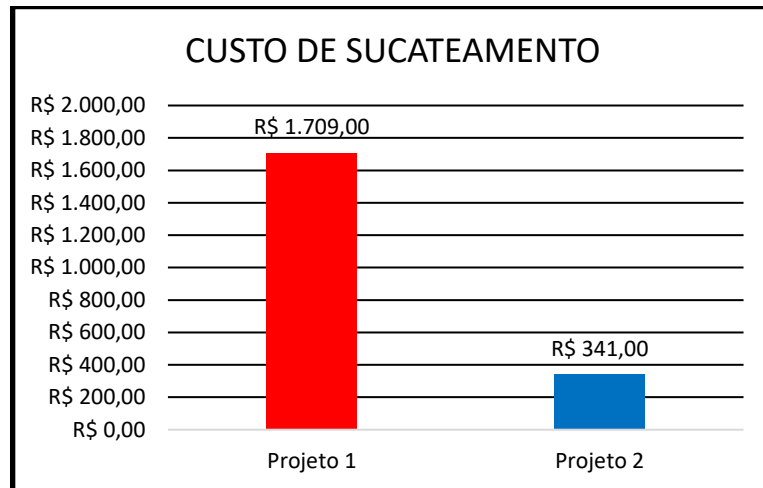
A produção do lote piloto destacou-se como um marco na verificação das práticas propostas, permitindo a validação das ferramentas e processos desenvolvidos ao longo das fases anteriores. O sucesso dessa etapa confirma que a metodologia estruturada garante maior controle, previsibilidade e alinhamento aos objetivos estratégicos do projeto. Nos próximos tópicos, serão exploradas as lições aprendidas e o impacto geral da aplicação do método.

4.3.5 Indicadores Gerais Atualizados

- Custos Associados (Retrabalho e Desperdício): No início do ano de 2024 em janeiro, o lote inicial de produção apresentou um índice significativo de sucateamento, resultando em um custo total de R\$ 1.709,00 associado a itens não conformes. No entanto, com a implementação das práticas estruturadas do método adaptado ao longo do lote piloto, foi possível reduzir significativamente esse valor. No lote piloto, o custo de sucateamento foi limitado a apenas R\$ 341,00, evidenciando uma redução de 80%

nos desperdícios relacionados a materiais. Essa melhoria demonstra o impacto direto da aplicação de controles mais rigorosos e do planejamento detalhado nas etapas produtivas. sucateamento, graças à aplicação dos controles implementados.

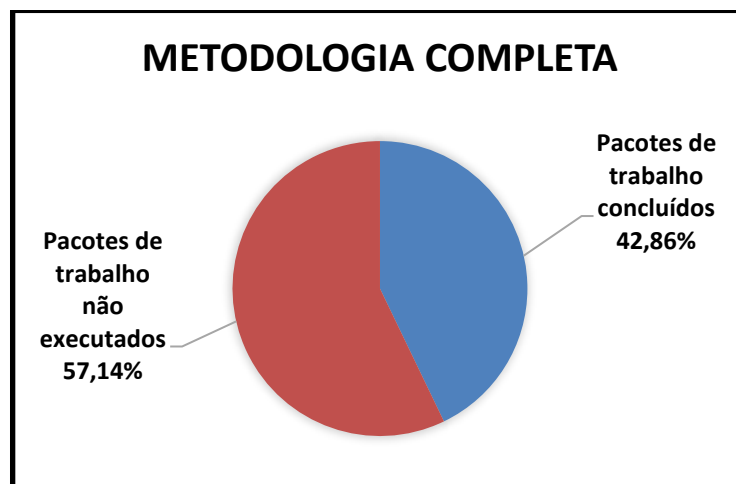
Figura 20 – Custo de sucateamento.



Fonte: O autor (2025).

- Pacotes de Trabalho Executados: No total, o método APQP foi planejado com 42 pacotes de trabalho, dos quais 18 foram concluídos durante o projeto piloto, resultando em uma taxa de adesão geral de 42,86%.

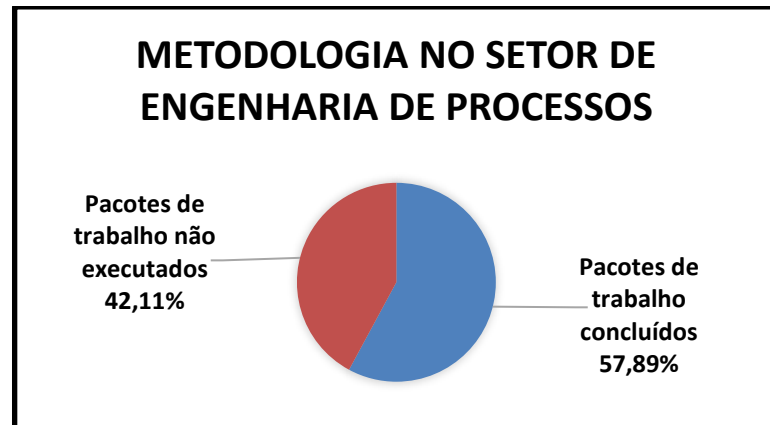
Figura 21 – Pacotes de trabalho aplicados.



Fonte: O autor (2025).

- Pacotes de Trabalho Executados: Na Engenharia de Processos, foram planejados 19 pacotes de trabalho, dos quais 11 foram finalizados, alcançando uma taxa de adesão de 57,89%.

Figura 22 - Pacotes de trabalho aplicados no setor de engenharia de processos.



Fonte: O Autor (2025).

- Impacto da qualidade: Ao longo do projeto piloto, foram implementados 171 itens com planos de controle detalhados. Como resultado, apenas 8 desses itens foram não conformes (NCs), o que representa um índice de 95% de conformidade, evidenciando a eficácia das estratégias de controle aplicadas. Além disso, para fortalecer a garantia de qualidade e controle nos processos produtivos, foram entregues 69 dispositivos de medição e monitoramento (DMMs), contribuindo significativamente para a precisão das operações e a mitigação de erros ao longo das etapas produtivas.

Figura 23 – Não conformidades registradas em itens com plano de controle.



Fonte: O autor (2025).

- Ferramental e Infraestrutura: Durante o desenvolvimento do projeto, foi realizado o mapeamento de 31 ferramentas e dispositivos considerados importantes para a produção. Dentre esses, 8 dispositivos já foram finalizados e entregues, enquanto os 23 restantes estão planejados para conclusão até março de 2025. A entrega inicial dessas ferramentas teve um impacto positivo imediato, reduzindo gargalos na produção e contribuindo para maior fluidez nos processos. Essa abordagem demonstra o compromisso com o planejamento estratégico e a eficácia no gerenciamento de recursos para atender às necessidades da operação.
- Itens com Custo de Reposição Significativa: Um produto com seu desenvolvimento em andamento em outubro de 2024 que não passou por um desenvolvimento estruturado e não evoluiu além da fase de protótipo já acumula R\$ 168.000,00 em custos de reposição devido a peças não conformes no campo. Esse dado reforça a importância de um processo robusto e estruturado como o APQP para mitigar custos futuros.

5 CONCLUSÕES

O objetivo deste trabalho foi desenvolver uma metodologia para o processo de desenvolvimento de produtos em uma empresa do setor metalmecânico, utilizando como base o planejamento avançado da qualidade do produto (APQP). Para esse propósito, foram definidos objetivos específicos que incluíram o mapeamento do estado atual do desenvolvimento de produtos, a criação de uma metodologia adaptada, sua implementação total ou parcial e validação através de um produto piloto, além de uma avaliação crítica dos resultados obtidos. Também foi contemplada a proposta de melhorias contínuas para a consolidação do método.

Os resultados do trabalho reforçam a relevância da análise SWOT na compreensão do contexto organizacional, permitindo personalizar a aplicação do APQP às necessidades específicas da empresa. A implementação do APQP apresentou impacto positivo em áreas como rastreabilidade, redução de desperdícios, aumento da conformidade e melhoria no planejamento estratégico. Embora a metodologia não tenha sido aplicada em sua totalidade, os resultados obtidos com a aplicação parcial foram satisfatórios, e refletiram em diversos *feedbacks* positivos dentro da organização.

O modelo APQP adaptado oferece uma base para o controle e acompanhamento de projetos futuros, funcionando como uma referência estratégica para outros desenvolvimentos de produtos. Na literatura e nas práticas da área, este trabalho preenche lacunas ao proporcionar um modelo que equilibra o rigor de metodologias tradicionais com a flexibilidade necessária para se adaptar ao contexto específico de uma organização.

Este trabalho reafirma a importância de planejado e gerenciamento de projetos de maneira estruturada, destacando como a adoção de metodologias bem definidas pode transformar desafios em oportunidades. Confirmando que o sucesso no desenvolvimento de produtos está diretamente relacionado à capacidade de planejamento e execução com excelência.

6 SUGESTÕES FUTURAS

Com base na avaliação das limitações, propõem-se as seguintes melhorias para consolidar o uso do modelo APQP adaptado e ampliar sua aplicabilidade na empresa:

- **Institucionalização do Gerenciamento de Projetos:** Criar uma área dedicada exclusivamente à gestão de projetos, separada da Engenharia de Processos, que atua como facilitadora e centralizadora de iniciativas. Essa área seria responsável pelo acompanhamento estratégico, gestão de cronogramas e priorização de demandas.
- **Ampliação do Escopo:** Testar o modelo APQP adaptado em outros setores e projetos da empresa para avaliar sua aplicabilidade e eficiência em diferentes contextos. Essa abordagem permitiria a identificação dos ajustes necessários para ampliar o impacto do modelo.
- **Integração Estratégica:** Incorporar o APQP ao planejamento estratégico da empresa, garantindo que o cronograma e as prioridades estejam alinhados aos objetivos organizacionais. Essa integração promoverá maior clareza e previsibilidade em nossos projetos.
- **Capacitação e Engajamento:** Realizar treinamentos para todas as áreas envolvidas no modelo APQP, promovendo uma cultura colaborativa e a dependência de setores específicos. Além disso, fomentar o engajamento das equipes por meio de *workshops* e reuniões intersetoriais.
- **Automação e Monitoramento:** Desenvolver ferramentas digitais para monitorar em tempo real o progresso dos pacotes de trabalho e as considerações relacionadas. Isso facilitará a identificação de gargalos e possibilitará ajustes rápidos e eficientes.
- **Estabelecimento de Lições Aprendidas:** Formalizar a documentação das lições aprendidas em cada projeto, criando uma base de conhecimento para consultas futuras. Com estas sugestões, a empresa poderá consolidar o uso do modelo APQP, ampliar seus benefícios e garantir que ele se torne uma ferramenta estratégica para o desenvolvimento de produtos e processos. Essas melhorias visam não apenas fortalecer o modelo, mas também alinhar sua aplicação aos objetivos de longo prazo da organização, promovendo maior eficiência e competitividade.

7 REFERÊNCIAS

- AIAG. (2008). *Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial (FMEA): Manual de Referência*. Detroit, Michigan, EUA: Chrysler LLC, Ford Motor Company, General Motors Corporation.
- AIAG. (2024). *Planejamento Avançado da Qualidade do Produto (APQP): Manual de Referência*. Southfield, MI: AIAG.
- Back, N., Ogliari, A., Dias, A., & Silva, J. (2008). *Projeto integrado de produtos: Planejamento, concepção e modelagem*. Barueri, SP: Manole.
- Brown, T. (2009). *Mudança pelo design: como o design thinking cria novas alternativas para os negócios e a sociedade*. Nova York: Harper Business.
- Carmo, C., & Cunha, P. (2024). **Lean Management, Scrum e Kanban: correlação, benefícios e problemas do uso no gerenciamento de projetos**. *Revista Boletim do Gerenciamento*, pp. 35-45.
- Chandler, A. (1990). *Escala e escopo: a dinâmica do capitalismo industrial*. Cambridge, MA: Belknap Press.
- Clark, K., & Fujimoto, T. (1991). *Desempenho do desenvolvimento de produtos: estratégia, organização e gestão na indústria automobilística mundial*. Cambridge, MA: Harvard Business Review Press.
- Corchak, C. A., & Gasques, A. C. (01 de 09 de 2020). **Proposição e aplicação de um modelo de gerenciamento de projetos em uma empresa de consultoria**. *GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, 15, pp. 285-319. doi:10.15675/gepros.v15i3.2623
- Creswell, J. W. (2010). *Projeto de pesquisa: Métodos qualitativos, quantitativos e mistos*. Porto Alegre: Artmed.
- Deming, W. (1986). *Saindo da crise*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Gil, A. (2008). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. São Paulo: Atlas.
- Gray, C. F., & Larson, E. W. (2010). *Gerenciamento de Projetos: O Processo Gerencial*. McGraw-Hill.
- Gürel, e., & Tat, M. (2017). **Análise SWOT: Uma revisão teórica**.
- Hill, T., & Westbrook, R. (1997). *Análise SWOT: É hora de um recall de produto*. Planejamento de Longo Prazo .
- Hobsbawm, E. (1999). *A Era das Revoluções: 1789-1848*. Rio de Janeiro: Paz e Terra.

- Hodzic, V., & Hruzova, E. (2018). *A Study of Project Management Practices in the Czech Republic*. *Journal of Entrepreneurship, Management*, pp. 5–26.
- Indutar. (2025). *INDUTAR implementos agrícolas*. Fonte: INDUTAR: <https://www.indutar.com.br/>. Acessado em: 08/01/2025.
- Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2013). *Recomendações para a implementação da iniciativa estratégica INDÚSTRIA 4.0*. Frankfurt: Acatech.
- Kotler, P., & Keller, K. (2012). *Administração de marketing*. São Paulo: Pearson Prentice Hall.
- Morgan, J., & Liker, J. (2006). *O sistema de desenvolvimento de produtos da Toyota: Integrando pessoas, processos e tecnologia*. Nova York: Productivity Press.
- Muranaka. (2019). *Gerenciamento da comunicação em projetos: uma análise dos processos e práticas no ambiente organizacional*. *Gestão da Produção*, pp. 24-44.
- Ohno, T. (1988). *Sistema de produção Toyota: além da produção em larga escala*. Portland, OR: Productivity Press.
- PMI, P. M. (2017). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) – Sixth Edition*. Newtown Square, PA: Project Management Institute.
- Slack, N., Brandon-Jones, A., Burgess, N., & Johnston, R. (2020). *Administração da produção*. São Paulo: Atlas.
- Sutherland, J. (2014). *Scrum: A Arte de Fazer o Bom Trabalho na Metade do Tempo*. Nova York: Crown Business.
- Valverde, R. I. (2024). *Los key performance indicators (kpi) y su importancia en las microempresas de guayaquil*. *Ciência Latina Revista Científica Multidisciplinar*.
- Ward, A. (2007). *Desenvolvimento enxuto de produtos e processos*. Cambridge, MA: Instituto Lean Enterprise.
- Yin, R. (2015). *Estudo de caso: Planejamento e métodos*. Porto Alegre: Bookman.

8 ANEXOS

8.1 ANEXO A – MODELO DE PFMEA

ANÁLISE DE MODO E EFEITOS DE FALHA POTENCIAL (FMEA DE PROCESSO)

Número FMEA _____ A _____ de _____

Página _____ H _____

Elaborado por: _____ F _____

Data FMEA (Original) _____

Responsabilidade pelo Processo _____ C _____ E _____

Data-chave _____

Item _____ B _____

Anos(s) / Modelo(s) / Programa(s) _____ D _____

Equipe Central _____ G _____

Etapas do Processo	Requisito	Modo de Falha Potencial	Efeito(s) Potencial(ais) de Falha	Severidade	Classificação	Causa(s) Potencial(ais) de Falha	Processo Atual			NPR	Ação Recomendada	Responsabilidade e Data de Conclusão Pretendida	Resultados de Ações				
							Controles Prevenção	Controles Detecção	Detecção				Severidade	Ocorrência	Detecção	NPR	
Op 70 Aplicação manual de cera, com o auxílio de uma pistola interna da porta.	Cobrir superfícies internas inferiores da porta com cera, com a espessura especificada.	Cobertura insuficiente de superfície especificada.	Permite quebra de integridade do painel interno da porta. Painéis internos inferiores da porta corrompidos. Vida deteriorada da porta, conduzindo a: • Aparência instabilizada, devido a oxidação através da pintura, ao longo do tempo. • Funcionamento dos mecanismos internos da porta.	7		Cabeçote de spray montado manualmente, com impacto suficiente. Cabeçote de spray entupido. • Viscosidade muito baixa • Temperatura muito baixa • Pressão muito baixa	8 Nenhum	5 Verificação de variáveis da espessura de filme Verificação visual da cobertura.	5 280	Adicionar limitador positivo de profundidade, ao cabeçote de spray. Alocar a aplicação de spray.	Engenheiro de Fabricação por 0X.10.15 Engenheiro de Fabricação por 0X.12.15	7 2 5 70	Aplicador de spray, com o limitador, verificado on-line. Rejeição devido à completude de diferentes portas na mesma linha.	5 1 5 35			
						Cabeçote de spray deformado, devido a impacto. Tempo de spray suficiente	5 Testar o spray após períodos curtos. Programas de manutenção preventiva, para limpar os cabeçotes	5 Verificação de variáveis da espessura de filme Verificação visual da cobertura	5 175	Usar Projeto de Experimentos (DOE) sobre viscosidade vs. temperatura vs. pressão.	Engenheiro de Fabricação por 0X.10.01	7 1 5 35	Limites de Temperatura e Pressão foram determinados e os limites foram instalados - Gráficos de controle mostram que o processo está sob controle. Cp=1,85				
						Cabeçote de spray deformado, devido a impacto.	2 Programas de manutenção preventiva, para manter os cabeçotes.	5 Verificação de variáveis da espessura de filme. Verificação visual da cobertura.	5 70	Nenhum							
						Tempo de spray suficiente	Nenhum	5 Instruções ao Operador Anotações de folha (visual) de verificação da cobertura de áreas críticas	7 245	Instalar timer de Spray.	Manutenção XXXXXX	7 1 7 49	Timer automático de spray instalado - operador inicia o uso do spray, timer controla o desligamento. Gráficos de controle mostram que o processo está sob controle. - Cp=2,05				

AMOSTRA

9 APÊNDICES

9.1 APÊNDICE A - ANÁLISE SWOT DOS STAKEHOLDERS

SWOT Líder de Qualidade.



SWOT Gerente de Engenharia do Produto.



SWOT Gerente de engenharia de Processos.



SWOT Diretor Industrial.



9.2 APÊNDICE B – FLUXO APQP MODIFICADO COMPLETO COM PACOTES DE TRABALHO E ATIVIDADES

