

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS  
GERAIS - CAMPUS BETIM

CURSO ENGENHARIA MECÂNICA

PAULO HENRIQUE DA  
SILVA SANTOS

**DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA PARA GESTÃO DE CRONOGRAMA  
APLICADO NA CONSTRUÇÃO DE MOLDES DE INJEÇÃO PARA A INDÚSTRIA  
AUTOMOTIVA**

BETIM,

2023

PAULO HENRIQUE DA  
SILVA SANTOS

**DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA PARA GESTÃO DE CRONOGRAMA  
APLICADO NA CONSTRUÇÃO DE MOLDES DE INJEÇÃO PARA A INDÚSTRIA  
AUTOMOTIVA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Engenharia Mecânica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - *Campus Betim* como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador: Msc. Rogério Eustáquio de Souza  
Coorientador:

BETIM,

2023

## FICHA CATALOGRÁFICA

S237d Santos, Paulo Henrique da Silva

Desenvolvimento de metodologia para gestão de cronograma aplicado na construção de moldes de injeção para a indústria automotiva / Paulo Henrique da Silva Santos. – 2023.

28 f.: il.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Câmpus Betim, 2023.

Orientação: prof. Me. Rogério Eustáquio de Souza.

1. Moldes de injeção. 2. Indústria automobilística. 3. Gestão de cronograma. 4. Engenharia mecânica.

I. Santos, Paulo Henrique da Silva. II. Título.

CDU: 678

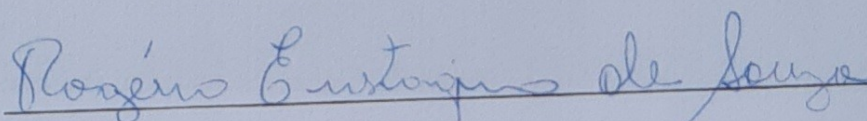
PAULO HENRIQUE DA  
SILVA SANTOS

DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA PARA GESTÃO DE CRONOGRAMA  
APLICADO NA CONSTRUÇÃO DE MOLDES DE INJEÇÃO PARA A INDÚSTRIA  
AUTOMOTIVA

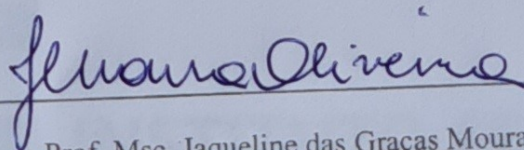
Este trabalho de conclusão de curso foi julgado adequado para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica e aprovada em sua forma final pelo departamento de Engenharia Mecânica do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Betim.

Aprovado em: 05 / 07 / 2023

BANCA EXAMINADORA



Prof. Msc. Rogério Eustáquio de Souza



Prof. Msc. Jaqueline das Graças Moura Oliveira



Prof. Dr. André Fonseca Félix

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho aos meus pais, Concercia e Antonio, a minha esposa Camila e aos meus filhos João Paulo e Miguel, que sempre me apoiaram e incentivaram pela busca do conhecimento e realização do meu sonho em me graduar em engenharia mecânica.

“A mente que se abre a uma nova ideia,  
jamais voltará ao seu tamanho original.”

Albert Einstein

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço aos meus pais, a minha mãe Concercia e o meu pai Antonio, pessoas simples, humildes, trabalhadores e muito sábios, que não tiveram em sua infância a oportunidade de estudar e não conseguiram completar o primário, pela necessidade de trabalhar para sobreviverem, mas que fizeram todo o esforço possível para promover aos filhos uma realidade diferente e sempre nos incentivaram a buscar o conhecimento, sempre com educação e respeito aos nossos professores e colegas. Agradeço imensamente a minha esposa Camila que me apoiou desde o início desta longa jornada, privada da minha presença em momentos importantes de nossas vidas, tendo que cuidar sozinha dos nossos filhos durante o período em que eu estava na sala de aula dia após dia. Agradeço aos meus filhos João Paulo e Miguel, pois foram e são fonte de inspiração e motivação para me manter focado e determinado no objetivo de me capacitar, a fim de assegurar a eles um futuro melhor. Agradeço a todos os meus professores, aos quais tenho enorme apreço e respeito, pois foram todos fundamentais no meu processo formativo, desde o letramento até a graduação, agradeço claro em especial a todo o corpo docente do IFMG – Campus Betim, que conta com professores doutores e mestres extremamente competentes! Faço aqui um agradecimento especial ao professor Rogério Eustáquio que brilhantemente me orientou e conduziu de forma leve e objetiva para a execução deste trabalho, também a professora Lidiane Vieira que me ajudou especialmente na primeira etapa do trabalho para a formação do referencial teórico. Agradeço a professora Jaqueline e o professor André que compuseram a minha banca de avaliação e contribuíram com as críticas construtivas para aperfeiçoamento do trabalho final. Agradeço também a todos os meus colegas e amigos discentes do IFMG – Campus Betim pela parceria, pelas experiências vividas, os trabalhos realizados e os desafios vencidos juntos. Agradeço a todos os membros da direção, coordenação, secretaria, biblioteca, a todos os servidores que fazem com que o IFMG seja uma realidade para a sociedade. E por fim, deixo também o meu agradecimento as autoridades políticas que em 2008 criaram e executaram a Lei N11.892, de 29 de dezembro de 2008, que instituiu a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica e criou os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia ampliando de forma significativa a possibilidade de acesso de classes econômicas menos favorecidas à educação profissional de nível médio técnico e superior de alta qualidade, proporcionando de fato uma mudança na vida de inúmeras pessoas, como eu.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: GRUPO DE PROCESSOS DE MONITORAMENTO E CONTROLE.....	15
FIGURA 2: EXEMPLO GRÁFICO DE GANTT.....	17
FIGURA 3: VISÃO GERAL DO GERENCIAMENTO DO CRONOGRAMA DO PROJETO.....	19
FIGURA 4: VISÃO GERAL DO DESENVOLVIMENTO DO CRONOGRAMA. ....	20
FIGURA 5: PROJETO 3D DE UM MOLDE DE INJEÇÃO PLÁSTICA.....	22
FIGURA 6: EXEMPLO DE CRONOGRAMA PARA DESENVOLVIMENTO DE MOLDE DE INJEÇÃO. ....	25
FIGURA 7: RELATÓRIO DE AVANÇAMENTO VISUAL DE CONSTRUÇÃO DO MOLDE. ..	26
FIGURA 8: CRITÉRIO PARA AVALIAÇÃO DA EVOLUÇÃO DE CONSTRUÇÃO DO MOLDE.....	27

## **LISTA DE TABELAS**

TABELA 1: TABULAÇÃO PRAZOS PROJETOS 2021.....	24
TABELA 2: TABULAÇÃO PRAZOS PROJETOS 2022.....	28

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2</b>	<b>JUSTIFICATIVA</b> .....	11
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	12
3.1	OBJETIVO GERAL .....	12
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
<b>4</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	13
4.1	PROJETO .....	13
4.2	GERENCIAMENTO DE PROJETOS .....	13
4.2.1	<i>Grupo de processos de monitoramento e controle</i> .....	14
4.2.2	<i>Gerenciamento do cronograma de projetos</i> .....	16
4.2.3	<i>Principais conceitos para gerenciamento de projetos</i> .....	18
4.2.4	<i>Cronograma</i> .....	20
4.2.5	<i>Relatório de desempenho</i> .....	21
4.3	MOLDE DE INJEÇÃO .....	21
4.4	FERRAMENTARIA .....	22
4.5	ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DO MOLDE DE INJEÇÃO .....	23
4.6	CRONOGRAMA .....	23
<b>5</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	24
<b>6</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	25
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	29
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	30

## RESUMO

Este trabalho apresenta um problema relacionado ao gerenciamento de cronograma para o desenvolvimento de moldes injeção da indústria automotiva e tem por objetivo estabelecer um método padronizado para melhorar a atividade de monitoramento e controle do cronograma junto aos fornecedores com o foco de minimizar atrasos de entrega dos projetos. Ao longo do texto serão apresentados conceitos sobre gestão de projetos, cronogramas, relatórios de desempenho, moldes de injeção, ferramentaria, etapas de construção de um molde entre outros. Será também apresentado o método utilizado para elaboração do artigo, bem como o levantamento de dados acerca do problema mencionado e ao final veremos a proposta do método padronizado bem como a conclusão sobre os resultados alcançados até o momento e as expectativas futuras.

**Palavras Chaves:** Cronogramas; Monitoramento e Controle; Moldes de injeção; Fornecedores, Metodologia.

## ABSTRACT

This work presents a problem related to schedule management for the development of injection molds in the automotive industry and aims to establish a standardized method to improve the activity of monitoring and controlling the schedule with suppliers with the focus on minimizing project delivery delays. Throughout the text, concepts about project management, schedules, performance reports, injection molds, tooling, mold construction stages, among others will be presented. The method used to prepare the article will also be presented, as well as the collection of data about the mentioned problem and at the end we will see the proposal of the standardized method as well as the conclusion on the results achieved so far and future expectations.

**Key Words:** Schedules; Monitoring and control; Injection molds; Suppliers; Methodology.

## 1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas a concorrência no setor da indústria automotiva nacional está cada vez mais acirrada, tornando-se essencial para as montadoras realizarem ações que possam minimizar os custos e prazos de desenvolvimento de novos projetos bem como otimizar a operação de suas plantas, de forma a maximizar os resultados financeiros. A indústria automobilística está imersa em um cenário transformador conhecido inicialmente como mundo VUCA<sup>1</sup> que deu lugar recentemente ao mundo BANI<sup>2</sup>. Dentro desses cenários, as organizações precisam estar atentas a esse mundo não-linear, para não ficar atrás da concorrência e se adaptar às mudanças no ambiente (MJV, 2022). O lançamento de novos modelos é uma ação fundamental para conquistar novos consumidores e aumentar o *market share* de mercado. Para vencer a concorrência uma das principais estratégias das grandes montadoras é de reduzir o tempo de desenvolvimento e antecipar-se ao mercado com novos modelos. Desta forma, o cenário para gerenciamento de projetos está cada vez mais desafiador. São diversos motivos que causam insucesso nos projetos. Dentre eles destacamos problemas relacionados a comunicação, atrasos de cronogramas, mudança de escopo, estimativas incorretas, gestão de riscos pobre, não cumprimento do orçamento, que podem comprometer o atingimento das metas previstas (MOREIRA et al, 2010).

O presente trabalho busca enfatizar os impactos e a importância da gestão efetiva de cronogramas para o sucesso dos projetos com foco na atividade de desenvolvimento de moldes de injeção, para um programa de lançamento de um novo veículo. Serão apresentadas as etapas de desenvolvimento de um molde de injeção e algumas das falhas mais comuns que ocorrem no monitoramento e controle da fabricação de uma ferramenta. Por fim será proposto um método para realizar o monitoramento e controle de forma a assegurar o cumprimento do cronograma conforme as datas previamente estabelecidas e desta forma minimizar os riscos de atrasos do projeto.

---

<sup>1</sup> VUCA é um acrônimo que foi amplamente utilizado após a Guerra-Fria para explicar a nova dinâmica de mundo que estava surgindo. O acrônimo VUCA refere-se à Volátil, Incerto, Complexo e Ambíguo, ou em inglês: Volatile, Uncertain, Complex and Ambiguous.

<sup>2</sup> BANI é um acrônimo que começou a ser utilizado em 2018 em substituição ao VUCA para se referir a um cenário mundial onde as pessoas e empresas estão inseridas. O acrônimo BANI significa Frágil, Ansioso, Não linear e Incompreensível, ou em inglês: Brittle, Anxious, Nonlinear, Incomprehensible.

## **2 JUSTIFICATIVA**

Este trabalho final justifica-se pela necessidade de aprimoramento do processo de monitoramento e controle do desenvolvimento de moldes de injeção para indústria automotiva, de forma a mitigar as condições de atrasos causados nos cronogramas de novos projetos, a fim de garantir o cumprimento dos prazos estabelecidos.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

Apresentar um método para realização da atividade de monitoramento e controle do cronograma de construção de moldes de injeção.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Apresentar um modelo para o relatório visual de avançamento;

Estabelecer métricas e periodicidade de avaliação entre o programado e o realizado.

## 4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1 PROJETO

Projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto ou serviço. Projetos são realizados para cumprir objetivos através da produção de entregas. O objetivo é definido como um resultado a que o trabalho é orientado, uma posição estratégica a ser alcançada ou um propósito a ser atingido, um produto a ser produzido ou um serviço a ser realizado. Uma entrega é definida como qualquer produto, resultado ou capacidade único e verificável que deve ser produzido para concluir um processo, fase ou projeto. (PMBOK, 2017).

Para VARGAS (2018), o projeto é uma atividade única, que possui início, meio e fim, tendo eventos organizados de forma lógica e com uma definição clara de objetivos a serem atingidos. O gestor do projeto precisa fazer com que o projeto atenda os parâmetros de tempo, custo, recursos e qualidade.

### 4.2 GERENCIAMENTO DE PROJETOS

O gerenciamento de projetos envolve a aplicação de conhecimentos, habilidades, técnicas e ferramentas necessárias para projetar atividades com o objetivo de atender aos requisitos de um projeto.

O PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*), feito pelo PMI (*Project Management Institute*) é um guia de gestão de projetos, utilizado para determinar um método de gestão universal.

Este guia estabelece uma divisão de cinco grupos de processos de Gerenciamento de Projetos. Os grupos de Processos são independentes das fases do projeto. Os processos de gerenciamento de projetos são agrupados da seguinte forma:

- **Grupo de processos de iniciação.** Os processos realizados para definir um novo projeto ou uma nova fase de um projeto existente, através da obtenção de autorização para iniciar o projeto ou fase.

- **Grupo de processos de planejamento.** Os processos realizados para definir um novo projeto ou uma nova fase de um projeto existente, através da obtenção de autorização para iniciar o projeto ou fase.
- **Grupo de processos de execução.** Processos realizados para concluir o trabalho definido no plano de gerenciamento do projeto para satisfazer os requisitos do projeto.
- **Grupo de processos de monitoramento e controle.** Os processos exigidos para acompanhar, analisar e controlar o progresso e desempenho do projeto, identificar quaisquer áreas nas quais serão necessárias mudanças no plano, e iniciar as mudanças correspondentes.
- **Grupo de processos de encerramento.** Os processos realizados para concluir ou fechar formalmente um projeto, fase ou contrato.

O desenvolvimento deste trabalho limita-se a avaliar as atividades do grupo de processos de monitoramento e controle relacionados ao cronograma do projeto.

#### 4.2.1 Grupo de processos de monitoramento e controle

Este grupo envolve os processos necessários para acompanhar, analisar e ajustar o progresso e o desempenho do projeto; identificar e iniciar as necessidades de mudanças no plano. O monitoramento é feito através da coleta de dados, medição e divulgação das informações sobre o desempenho do projeto. O controle é realizado através da comparação entre o desempenho real e o planejado, sendo necessário analisar as variações e tendências para implementar as correções e melhorias no processo. O principal benefício deste grupo de processos é que o desempenho é avaliado e medido em intervalos regulares, ocorrências apropriadas ou em condições excepcionais, permitindo um tempo menor de reação para as correções necessárias para o cumprimento do projeto. (PMBOK, 2017).

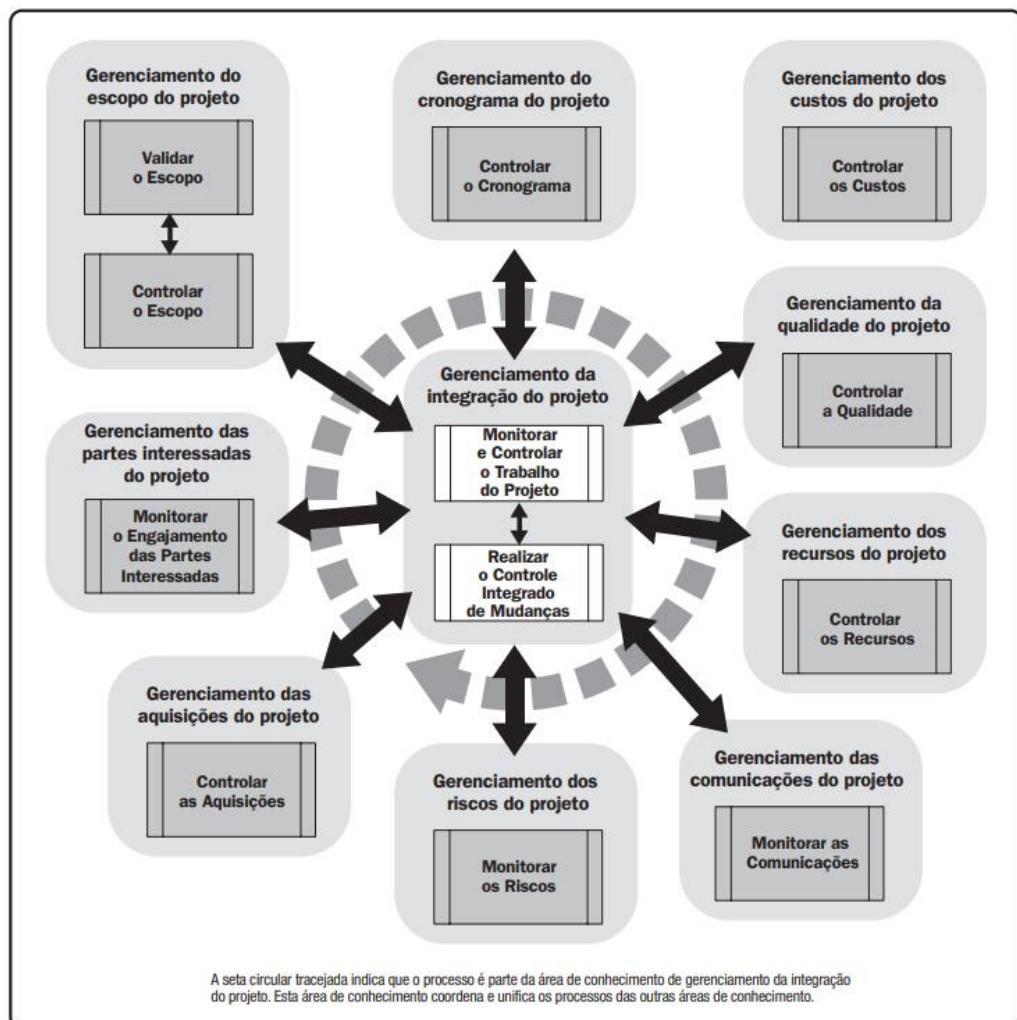
O grupo de processos de monitoramento e controle também envolve:

- Avaliar as solicitações de mudança e decidir a resposta apropriada;
- Recomendar ações corretivas ou preventivas em antecipação a possíveis problemas;

- Monitorar as atividades contínuas do projeto em relação ao plano de gerenciamento do projeto e às linhas de base; e
- Influenciar os fatores que poderiam impedir o processo de controle de mudanças para que somente as mudanças aprovadas sejam implementadas.

O Grupo de Processos de Monitoramento e Controle monitora e controla o trabalho que está sendo realizado em cada Área de Conhecimento, cada Grupo de Processos, cada fase do ciclo de vida e no projeto como um todo. A figura 1, demonstra a relação de todas as atividades que são controladas pelo Grupo de Monitoramento e Controle.

*Figura 1: Grupo de processos de monitoramento e controle.*



Fonte: PMBOK (2017)

## 4.2.2 Gerenciamento do cronograma de projetos

Conforme o guia PMBOK (2017), o gerenciamento do cronograma do projeto inclui os processos necessários para gerenciar o término pontual do projeto e estes processos de gerenciamento do cronograma do projeto são divididos da seguinte forma:

- Planejar o Gerenciamento do Cronograma – O processo de estabelecer as políticas, os procedimentos e a documentação para o planejamento, desenvolvimento, gerenciamento, execução e controle do cronograma do projeto.
- Definir as Atividades – O processo de identificação e documentação das ações específicas a serem realizadas para produzir as entregas do projeto.
- Sequenciar as Atividades – O processo de identificação e documentação dos relacionamentos entre as atividades do projeto
- Estimar as Durações das Atividades – O processo de estimado do número de períodos de trabalho que serão necessários para terminar atividades individuais com os recursos estimados.
- Desenvolver o Cronograma – O processo de análise de sequências de atividades, durações, requisitos de recursos e restrições de cronograma para criar o modelo de cronograma do projeto para execução, monitoramento e controle do mesmo.
- Controlar o Cronograma – O processo de monitorar o status do projeto para atualizar o cronograma do projeto e gerenciar mudanças na linha de base do mesmo.

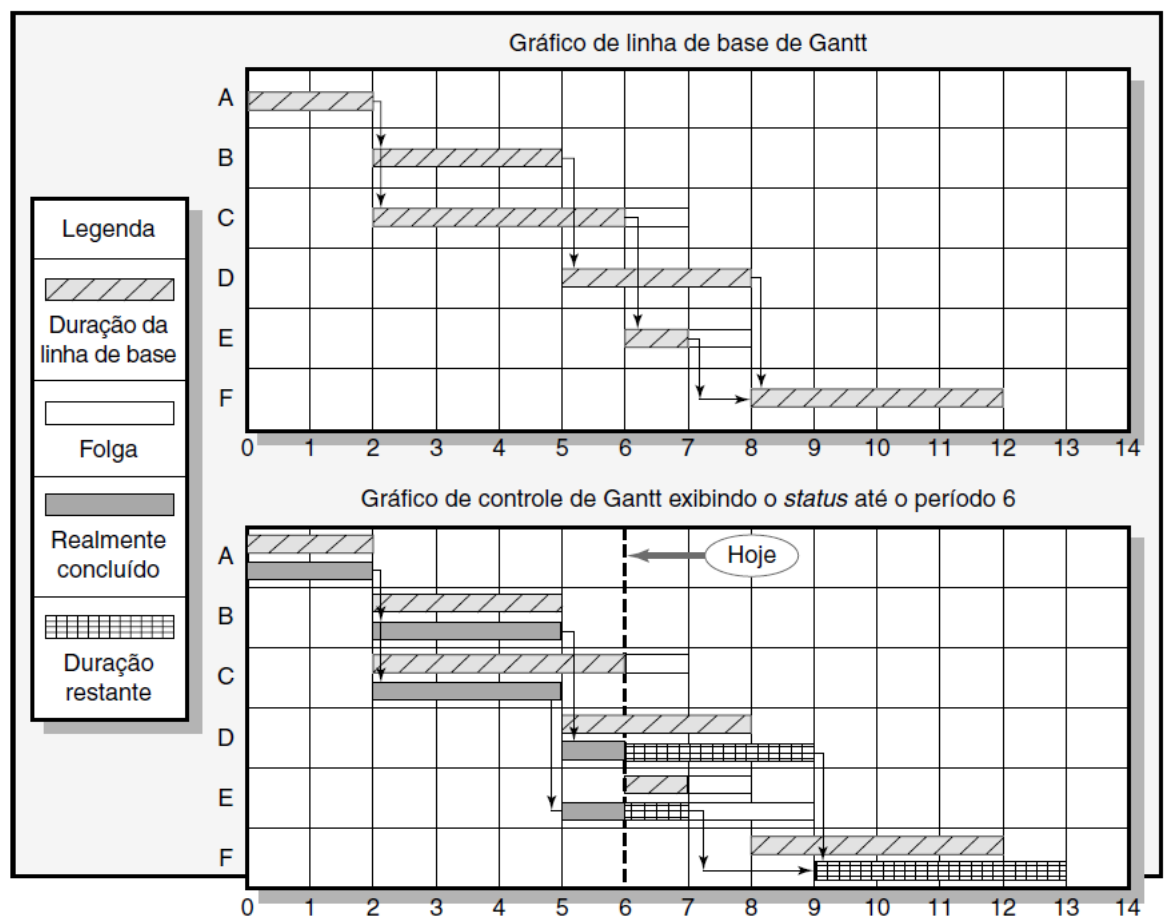
### Gráfico de Gantt

Também conhecidos como gráficos de barras, esses gráficos representam as informações de cronogramas em que as atividades são listadas no eixo vertical, as datas são mostradas no eixo horizontal e as durações das atividades aparecem como barras horizontais posicionadas de acordo com as datas de início e término. (PMBOK, 2017).

Conforme CARVALHO (2011), o gráfico de Gantt tem sido utilizado ao longo do tempo em situações reais para realizar diferentes atividades, que podem variar de acordo com o custo e prazo para execução do projeto. Este tipo de gráfico permite melhor visualização das relações de dependência entre atividades, facilitando a tomada de decisão entre prazos e custos nos projetos. Através do auxílio de softwares, este recurso gráfico pode sofrer constantes atualizações em função do estágio de execução em que se encontram as diversas etapas do projeto.

Segundo GRAY e LARSON (2009), O gráfico de Gantt apresenta um formato de fácil compreensão, visualização clara em um horizonte de escala de tempo. São usados durante o planejamento, programação de recursos e relatório de status. O formato é uma representação bidimensional do programa do projeto, com atividades para baixo das linhas e ao longo do tempo do eixo horizontal, na figura 2, observamos um exemplo do gráfico de Gantt.

Figura 2: Exemplo gráfico de Gantt.



Fonte: gerenciamento de projetos: o processo gerencial (2009)

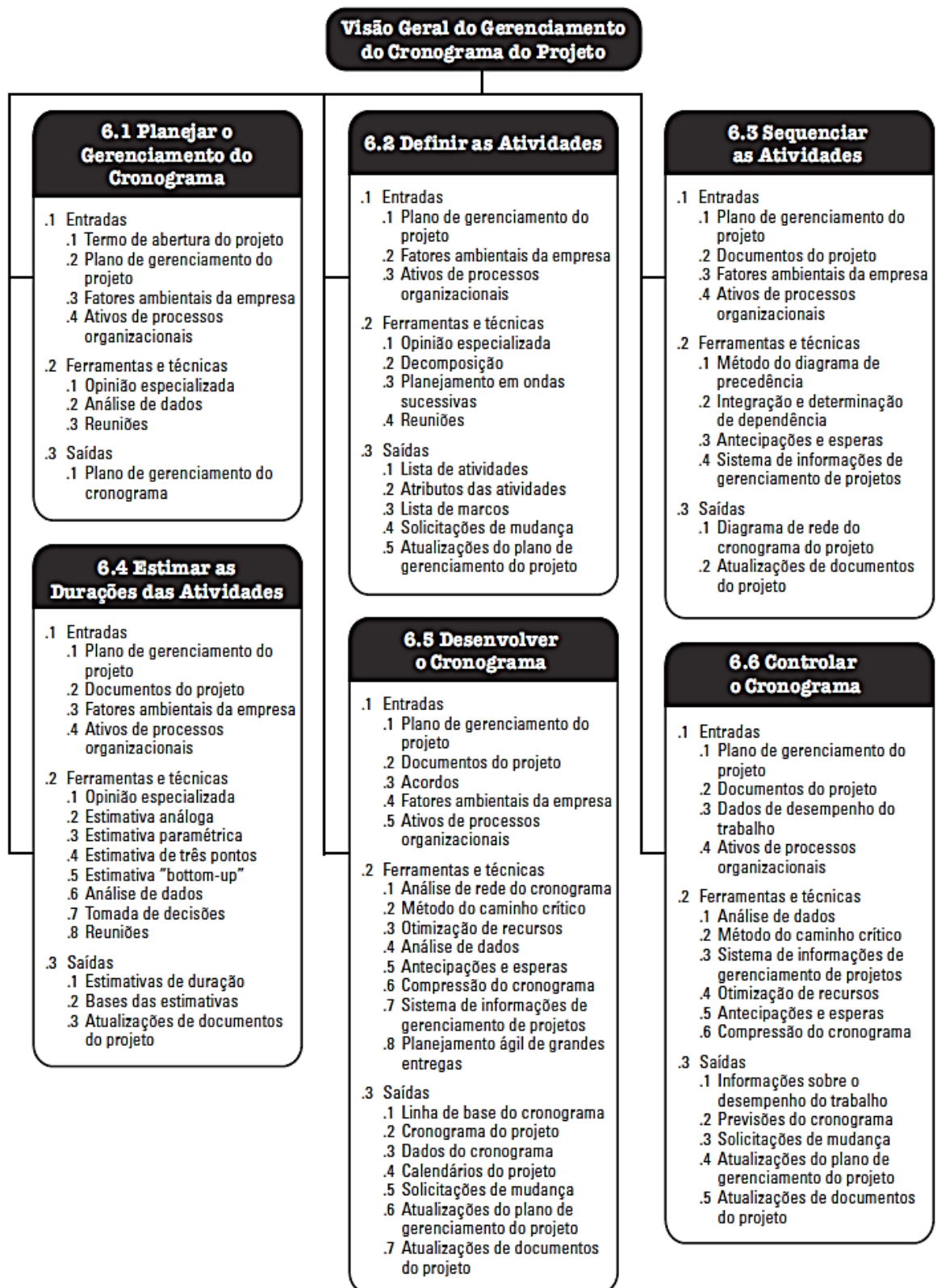
### 4.2.3 Principais conceitos para gerenciamento de projetos

O cronograma do projeto fornece um plano detalhado que apresenta como e quando o projeto vai entregar os produtos, serviços e resultados definidos no escopo do projeto, e serve como ferramenta de comunicação, gerenciamento de expectativas das partes interessadas e como base para a emissão de relatórios de desempenho (PMBOK, 2017).

A equipe de gerenciamento do projeto estabelece um método de elaboração de cronograma, como caminho crítico ou abordagem ágil. Em seguida, insere em uma ferramenta de elaboração de cronogramas os dados específicos do projeto, como atividade, datas previstas, durações, recursos, dependências e restrições, gerando-se como resultado o cronograma do projeto.

Para projetos menores, a definição, o sequenciamento, a estimativa das durações das atividades e o desenvolvimento do modelo de cronograma são vistos como um único processo que pode ser realizado por uma pessoa em um curto espaço de tempo. O cronograma detalhado do projeto deve ser flexível para poder ser ajustado ao longo do projeto de acordo com o andamento do mesmo. A figura 3, demonstra o quadro da visão geral do gerenciamento do cronograma do projeto.

Figura 3: Visão geral do gerenciamento do cronograma do projeto.



O principal objetivo deste processo de desenvolvimento do cronograma é definir as datas iniciais e finais de cada atividade. Controlar o cronograma é monitorar a evolução de cada atividade de forma a ser possível gerenciar as mudanças necessárias em tempo hábil. É preciso ter um acompanhamento do projeto a partir das suas entregas (VARGAS, 2018).

#### 4.2.4 Cronograma

Conforme CAVALCANTI e SILVEIRA (2016), o cronograma é uma ferramenta de gestão que possibilita ter uma visão geral das atividades e tempos de execução do projeto. Conforme os autores é muito vantajoso concentrar os recursos e prazos em um único documento, facilitando a visualização e gestão do trabalho de cada etapa do processo.

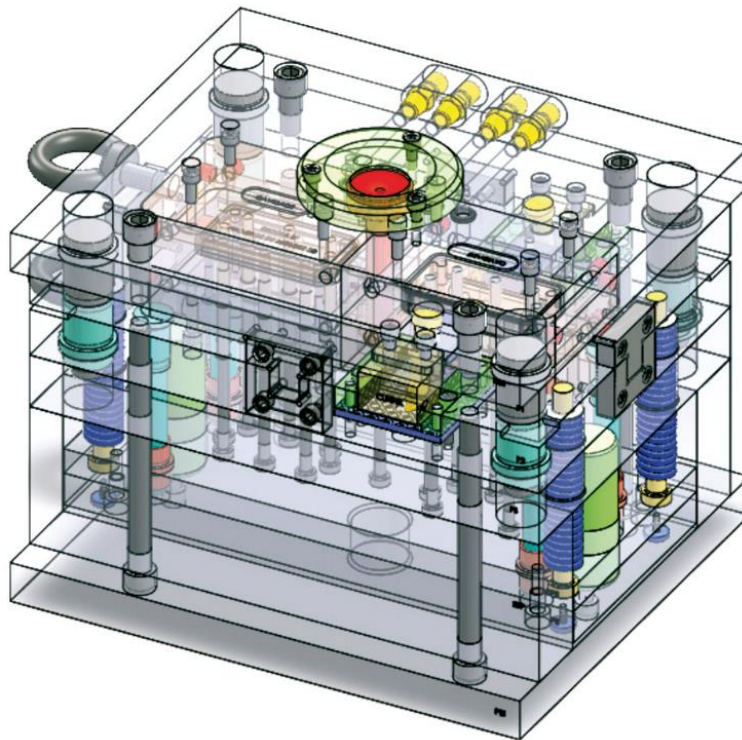
O cronograma do projeto origina-se das definições do escopo e engloba um plano detalhado das atividades e suas durações, possibilitando a visualização de quando o projeto será concluído (PMBOK, 2017).

A figura 4, demonstra de forma resumida a interação existente na elaboração do modelo de cronograma. A partir das informações do projeto, da seleção de um método, da utilização de uma ferramenta e de um modelo de cronograma, obtém-se o cronograma do projeto.

*Figura 4: Visão geral do desenvolvimento do cronograma.*



*Figura 5: Projeto 3D de um molde de injeção plástica.*



Fonte: Moldes de injeção para termoplásticos.

Os moldes de injeção possuem diversas aplicações, que vão desde a formação de produtos simples com baixo controle dimensional, mas que necessitam de boa aparência como utensílios domésticos e brinquedos até produtos mais complexos que requerem características técnicas de engenharia, controle dimensional e ótimo aspecto visual como componentes automotivos e aeronáuticos.

#### 4.4 FERRAMENTARIA

Ferramentaria é um ramo da metalurgia que utiliza principalmente o processo de usinagem para criar, desenvolver e produzir ferramentas de estampo, moldes para injeção de plástico e alumínio, dispositivos e peças de precisão. Utiliza máquinas de usinagem convencionais como torno, fresadoras e retíficas e máquinas CNC de última geração como centros de usinagem de 3 até 7 eixos.

A ferramentaria é um fornecedor que irá construir o molde de injeção que servirá como meio

tecnológico para a produção de peças plásticas injetadas.

#### 4.5 ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DO MOLDE DE INJEÇÃO

O desenvolvimento de um molde de injeção geralmente passa pelas seguintes etapas:

1. Elaboração do projeto 3D do ferramental conforme 3D do produto;
2. Compra de material para usinagem;
3. Programação CNC;
4. Usinagem dos componentes do ferramental;
5. Ajuste e montagem dos componentes;
6. Tryout da ferramenta.

#### 4.6 CRONOGRAMA

Para controlar as etapas de construção do molde, a ferramentaria elabora um cronograma com todas as atividades que precisam ser executadas desde o recebimento do pedido de fabricação do molde até o tryout inicial da ferramenta.

## 5 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a obtenção dos resultados esperados descritos nos objetivos, foi desenvolvida uma pesquisa qualitativa, de natureza aplicada com foco exploratório, embasada por meio de pesquisa bibliográfica e utilizado como ferramenta de coleta de dados entrevistas e reuniões com cinco analistas da equipe de projetos da empresa XPTO3, responsáveis pela atividade de monitoramento e controle de cronogramas para o desenvolvimento dos moldes de injeção.

Inicialmente foi feito um mapeamento das principais causas que acarretam o atraso no desenvolvimento dos moldes de injeção e foi identificada a existência de uma falha comum sobre o monitoramento e controle do cronograma. Foi analisada uma amostra de 50 projetos desenvolvidos em 2021, conforme indicado na tabela 1, na qual foram apontados os resultados de 10 projetos para cada um dos cinco analistas responsáveis pelo desenvolvimento de produtos da empresa. Baseado nos dados, detectou-se um tempo médio de 130 dias para a execução dos projetos, no entanto, o prazo esperado para o desenvolvimento é de 120 dias, logo existe um atraso médio de 10 dias sobre os cronogramas. Na amostragem foi observado que alguns projetos foram concluídos com antecipação de até 3 dias, porém a maioria finalizou com atraso, sendo o pior caso com 23 dias. Foi realizado de forma qualitativa uma avaliação da forma de atuação de cada um dos cinco analistas da equipe de projetos e identificado que o analista que obteve os melhores resultados foi o que realizava o acompanhamento das atividades junto aos fornecedores de forma mais próxima e com maior frequência. Dessa forma, para resolução desta falha, foi proposto implementar um método baseado na melhor forma de gestão identificada, criando ferramentas unificadas para padronizar a forma de gerir o desenvolvimento dos projetos de ferramentais.

*Tabela 1: Tabulação prazos projetos concluídos pré-metodologia.*

Analista/Projeto	Tempo de execução por projeto em 2021 (dias)										Média
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	132	134	127	124	130	126	135	142	123	124	130
2	137	143	138	134	137	135	142	140	129	131	137
3	122	124	122	117	122	121	120	122	120	122	121
4	137	141	135	134	134	131	139	136	127	126	134
5	130	132	127	123	125	131	126	124	123	127	127
<b>Total</b>											130

Fonte: elaborado pelo próprio autor.

<sup>3</sup> Para sigilo dos dados foi ocultado o nome da empresa e dos participantes e utilizada a sigla XPTO para caracterizar a empresa.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme descrito inicialmente, a finalidade deste trabalho foi de propor um método para monitoramento e controle do cronograma de desenvolvimento dos moldes de injeção junto aos fornecedores, a fim de obter resultados mais eficientes na entrega dos projetos, atendendo os prazos estabelecidos no cronograma inicial. Desta forma, foi elaborado uma proposta com uma série de atividades e documentos que visam atender à necessidade mapeada e que serão apresentados a seguir.

Primeiramente foi elaborado um modelo padrão de cronograma, com o detalhamento de todas as atividades de construção do ferramental que precisam ser monitoradas. Para todo novo desenvolvimento, o fornecedor deverá enviar para a equipe de projetos o cronograma detalhado com todas as tarefas e prazos planejados, seguindo o modelo previamente definido. A figura 6 apresenta um exemplo de parte deste cronograma padrão com as vozes iniciais das atividades que serão monitoradas durante a construção dos moldes.

Figura 6: Exemplo de cronograma para monitoramento da construção de moldes de injeção.

CRONOGRAMA DE DESENVOLVIMENTO MOLDES - PROJETO <b>XXXXXXXXX</b>					Logomarcas Fornecedores Estampagem e Construtivo																
Descrição do produto (Des.: part number do item)																					
Nome da tarefa	Duraçãc	Início	Término	Concluídd	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
					Jan/21				Fev/21				Mar/21				Abr/21				
Componente "A" (Informar CODEP, Revisão e PDI "se houver")	3 dias	Seg 04/01/21	Qua 06/01/21	0%																	
<b>PLANEJAMENTO INICAL</b>	3 dias	Seg 04/01/21	Qua 06/01/21	0%																	
Nomeação da Ferramentaria	3 dias	Seg 04/01/21	Qua 06/01/21	0%																	
Definição / Nomeação do Transformador	3 dias	Seg 04/01/21	Qua 06/01/21	0%																	
Recebimento pedido de compras na ferramentaria	3 dias	Seg 04/01/21	Qua 06/01/21	0%																	
<b>PRÉ-PROJETO</b>	3 dias	Seg 04/01/21	Qua 06/01/21	0%																	
Recebimento modelo 3D prévio (DDKO)	3 dias	Seg 04/01/21	Qua 06/01/21	0%																	
Recebimento de informações do transformador	3 dias	Seg 04/01/21	Qua 06/01/21	0%																	
Pré-projeto (Compra de aço)	3 dias	Seg 04/01/21	Qua 06/01/21	0%																	
Liberação compra dos aços (blocos de matriz e macho)	3 dias	Seg 04/01/21	Qua 06/01/21	0%																	
Compra dos aços (blocos de matriz e macho)	3 dias	Seg 04/01/21	Qua 06/01/21	0%																	
<b>PROJETO</b>	3 dias	Seg 04/01/21	Qua 06/01/21	0%																	
Recebimento modelo 3D definitivo (TKO)	3 dias	Seg 04/01/21	Qua 06/01/21	0%																	
Pré-projeto	3 dias	Seg 04/01/21	Qua 06/01/21	0%																	
Análise Pré-projeto	3 dias	Seg 04/01/21	Qua 06/01/21	0%																	
Simulação Injeção (MF)	3 dias	Seg 04/01/21	Qua 06/01/21	0%																	
Aprovação Flow com cooling (MF)	3 dias	Seg 04/01/21	Qua 06/01/21	0%																	
Ajustes Pré-projeto	3 dias	Seg 04/01/21	Qua 06/01/21	0%																	

ELABORADO EM:

Página 1 de 4  
Rev.01

ATUALIZADO EM:

Fonte: elaborado pelo próprio autor.

O gerente de projeto ou analista responsável deverá avaliar o cronograma e realizar uma reunião com o fornecedor para validação das tarefas e dos prazos determinados. Posteriormente a esta validação do cronograma inicial, o fornecedor enviará o cronograma atualizado para a equipe de projetos periodicamente, conforme o período acordado entre as partes, e o responsável pelo acompanhamento das atividades de desenvolvimento do molde deverá validar o status de avançamento de cada atividade. Quando for identificado atraso na execução de alguma tarefa, o fornecedor deverá elaborar um plano de ação para recuperação do prazo.

Foi elaborado também um relatório de avançamento visual, apresentado como exemplo na figura 7. Este relatório será atualizado pelo fornecedor com fotos da evolução do processo de construção do molde e será enviado periodicamente para a equipe de projetos, juntamente com o cronograma. Este relatório servirá também para indicar o percentual de avançamento da atividade de construção do ferramental, conforme os critérios de evolução estabelecidos e apresentados na figura 8. Caberá ao responsável pelo monitoramento das atividades realizar auditorias através de visitas presenciais e remotas para confirmar o real status de avançamento das tarefas planejadas.

*Figura 7: Relatório de avançamento visual de construção do molde.*

AVANÇAMENTO DE CONSTRUÇÃO MOLDES TERMOPLÁSTICO																			
Ferramentaria:		OS:		Fornecedor				Denominação do produto:				Croqui do produto			STATUS GERAL (%)		0,00%		
Início de usinagem		Data de try out (T0)		Tempo percorrido na construção(%):				Data de atualização:				PERCENTUAL PREVISTO (%)			0,00%				
MACHO - CONSTRUÇÃO DO MOLDE								0,00%		MATRIZ - CONSTRUÇÃO DO MOLDE								0,00%	
ESQUADREJAME RTO	DESBASTE	TRATAMENTO TÉRMICO	ACABAMENTO	AJUSTE ARTICULADOS	USINAGEM MONTADA	FURAÇÃO	EROSÃO - POLIMENTO	USINAGEM PORTA MOLDE - PERIF ERROS	BANCADA	ESQUADREJAME RTO	DESBASTE	PRE ACABAMENTO	TRATAMENTO TÉRMICO	ACABAMENTO	POLIMENTO	FURAÇÃO	BANCADA		
DATA:			DATA:			DATA:			DATA:			DATA:			DATA:				
FOTO CAVIDADE MACHO																			
1º FOLLOW UP			2º FOLLOW UP			3º FOLLOW UP			4º FOLLOW UP			5º FOLLOW UP			6º FOLLOW UP				

Fonte: elaborado pelo próprio autor.

Figura 8: Critério para avaliação da evolução de construção do molde.

CRITÉRIO PARA EVOLUÇÃO DA CONSTRUÇÃO DE MOLDES DE INJEÇÃO		Data:
Número DOC	ETAPAS DE CONSTRUÇÃO DO MOLDE DE INJEÇÃO	
Progresso (%)		
2%	Finalização do esquadrejamento do macho e da matriz;	
8%	Realização de desbaste da figura do macho e da matriz;	
25%	Finalização das furações dos circuitos de refrigeração e hidráulico do macho e matriz;	
28%	Finalização de tratamento térmico do macho e da matriz;	
33%	Finalização das Usinagens do Porta Molde e Periféricos;	
50%	Finalização de usinagem de acabamento do macho e da matriz;	
55%	Finalização de Erosão e Polimento de Nervuras;	
61%	Finalização do ajuste dos articulados;	
64%	Finalização das Usinagens Montadas;	
97%	Finalização dos ajustes de fechamento entre macho e matriz e ajuste de todos os movimentos mecânicos e hidráulicos;	
100%	Realização de tratamento térmico dos articulados;	

Fonte: elaborado pelo próprio autor.

Outro ponto estabelecido foi a frequência das atividades de acompanhamento por meio de visitas e reuniões presenciais ou remotas. Sugere-se reuniões de avançamento semanais até a conclusão do projeto, sendo estas intercaladas de forma presencial e remota. O objetivo da reunião é auditar e validar as ações descritas no cronograma e no relatório de avançamento visual, bem como, definir e compartilhar as ações necessárias para execução das etapas seguintes. Todas as reuniões de avançamento deverão ser registradas em ata e disseminadas para todos os envolvidos no projeto.

Após a conclusão da fabricação do ferramental, o analista responsável pelo projeto deverá acompanhar de forma presencial a atividade de teste de injeção dele, emitindo um relatório indicando a aprovação ou reprovação do molde. Em caso de reprovação, o cronograma deverá ser revisado e atualizado com a data do novo teste, observando-se o prazo estipulado no projeto. Concluída a aprovação do molde, a documentação do processo e o molde serão entregues ao cliente para início de produção.

Após a implementação das ações anteriores foi compilado uma nova amostragem de 50 novos projetos realizados após a abordagem metodológica de gestão de projetos de moldes de injeção, os resultados estão apresentados a seguir na tabela 2, na qual a primeira coluna representa os cinco analistas de projetos e as demais colunas nomeadas de A à J representam os dez projetos monitorados por cada analista.

*Tabela 2: Tabulação prazos projetos concluídos pós-metodologia.*

Analista/Projeto	Tempo de execução por projeto em 2022 (dias)										Média
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	123	123	123	123	122	123	123	122	123	122	123
2	127	126	126	127	126	125	126	125	125	126	126
3	119	120	118	117	118	117	118	118	119	118	118
4	125	124	125	124	125	124	125	124	124	123	124
5	122	122	121	120	121	121	122	122	122	121	121
										<b>Total</b>	123

Fonte: elaborado pelo próprio autor.

Observou-se nos resultados apurados uma redução no tempo médio de atraso, que anteriormente a utilização do método era de 10 dias, conforme demonstrado na tabela 1, e atualmente passou a ser de 3 dias, conforme apresentado na tabela 2. Foi observado que todos os analistas apresentaram um resultado melhorativo seguindo as ações padronizadas e houve também um melhor equilíbrio entre os tempos de entrega dos projetos, tendo projetos entregues com 3 dias de antecipação e o maior atraso sendo de apenas 7 dias, resultado muito abaixo dos 23 dias ocorridos no cenário amostral anterior. Todavia, o objetivo de zerar o tempo de atraso ainda não foi alcançado e será preciso refazer a avaliação qualitativa das ações implementadas, reavaliar possíveis melhorias no processo de padronização e desenvolver novas ideias com a equipe para que o objetivo seja consolidado.

## 7 CONCLUSÕES

A realização do trabalho colaborou com a melhoria de um processo interno da empresa XPTO, no qual foi aperfeiçoado a forma de realizar o monitoramento e controle do cronograma de construção de moldes de injeção, sendo agora um processo padronizado para todos os analistas e gestores de projetos.

A conclusão das ações definidas nos objetivos específicos de se criar um modelo de relatório visual de avançamento da construção dos moldes e o estabelecimento de métricas e periodicidade para avaliação do percentual de cumprimento das atividades de construção dos moldes definidas no cronograma, proporcionou aos analistas um método de trabalho comum e simplificado que ocasionou uma visão realista do desempenho das atividades, acarretando numa gestão mais eficiente sobre o projeto. O resultado positivo da aplicação deste método pode ser verificado no conjunto das 50 amostras dos moldes construídos com este novo processo de monitoramento, foi possível observar que houve melhora significativa dos resultados em termos de redução do tempo médio de atraso, saindo de 10 dias para 3 dias, contudo, o objetivo de zerar os atrasos ainda não foi cumprido, o que aponta para a necessidade de aprimoramento do método de gestão ou análise complementar de outros possíveis fatores causadores dos atrasos, fica proposto para a continuidade do trabalho as atividades de avaliação dos resultados, correção dos erros e o aprimoramento do método.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAVALCANTI, Francisco Rodrigo P., e SILVEIRA, Jarbas A. N. **Fundamentos de Gestão de Projeto: gestão de riscos**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2016.

HARADA, Júlio. **Moldes para Injeção de Termoplásticos projetos e princípios básicos**. São Paulo: Artliber Editora, 2004. 308 p.

MJV. Mundo Vuca e Mundo Bani. Disponível em: <https://www.mjvinnovation.com/pt-br/blog/mundo-vuca-e-mundo-bani/>. Acesso em: 20/06/2022.

MOREIRA, A.M., SILVA, R. S., PALMA, M.A.M. **Análise de Gerenciamento de Tempo Aplicado a um Projeto de Petróleo**. Revista de Gestão e Projetos -GeP, São Paulo, v. 1, n. 2, p 128-146, jul./dez. 2010. Disponível em <https://periodicos.uninove.br/gep/article/view/9408>. Acesso em 20/06/2022.

PLÁSTICO. **Notícias – Moldes importados já detém 70% da demanda**. 2012. Disponível em <https://www.plastico.com.br/noticias-moldes-importados-ja-detem-70-da-demanda/>. Acesso em 20/06/2022.

PMBOK. Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos. New York: Project Management Institute (PMI), 2017.

VARGAS, Ricardo V. **Gerenciamento de projetos: estabelecendo diferenciais competitivos**. 9. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2018.

Moldes de injeção para termoplásticos. Disponível em <https://www.plastico.com.br/transformacao-moldes-de-injecao-para-termoplasticos/>. Acesso em 25/06/2022.

CARVALHO, Claudinê Jordão. **Elaboração e gestão de projetos**. Volume 1. Fundação Cecierj, 2011.

GRAY, Clifford F., LARSON, Erik W. **Gerenciamento de projetos: o processo gerencial**. 4. ed. São Paulo, AMGH editora, 2010. 601 p.