

REQUIREMENTS MANAGEMENT: APPLICATION TO ALUMINUM MOLD DEMONSTRATOR DESIGN FOR PRODUCTION

Cristiano Vasconcellos Ferreira

Xisto Lucas Travassos Junior

Cirlei Carlos Costa

Higor Luiz Coelho Olenka

Filipe de Jesus Oliveira

Universidade Federal de Santa Catarina – Rua Dona Francisca – 8300 – Joinville - SC

cristiano.v.ferreira@ufsc.br, lucas.travassos@ufsc.br, cirleicc1705@gmail.com, higor14luiz@gmail.com, filipejesol@gmail.com

Valter Estevão Beal

Centro Universitário SENAI CIMATEC – Avenida Orlando Gomes, 1845 – Piatã – Salvador – BA

valtereb@fieb.org.br

Armando Sá Ribeiro Junior

Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica. Rua Prof. Aristides Novis, 02 – Federação – Salvador – BA

asrj@ufba.br

Abstract: Plastic injected parts have become the most common material in industrial products, particularly in the automotive industry. The main challenges faced by the industry in the use of injection molding in terms of productivity are related to manufacturing and injection cycle time associated with the mold. Steel has traditionally been used to make molds. To overcome this problem, aluminum alloys can replace steel since they have a four times higher thermal conductivity. Injection mold development, on the other hand, is a complicated activity due to the large number of design requirements throughout the stages of planning, budgeting, design, manufacturing, assembly, and try-out. The requirement is the primary means of communication between customers, businesses, organizational teams, and suppliers. Within the product or service development cycle, requirements serve several purposes. Requirements management refers to the activity of managing requirements throughout the product development cycle. Change control, traceability, and quality management are all aspects of requirements management. Requirements elicitation, documentation, validation and verification, and change control are all part of the requirements management process. On the other hand, implementing a requirements management system is a complex activity because it involves multiple actors from various knowledge areas who participate at various points throughout the project. This paper presents a project requirements management model for injection mold development. This model is a segment of DEMALAP project, which is part of the Rota 2030 Program, to demonstrate the feasibility of using aluminum alloys as a base material for the manufacture of high-productivity injection molds in order to improve global competitiveness throughout the thermoplastic injected part's life cycle.

Keywords: Requirement Management, Aluminum Mold, Design Process

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de um molde é uma atividade complexa, pois envolve distintas atividades, a consideração de informações de diferentes áreas de conhecimentos, além de englobar partes interessadas (*stakeholders*) de diversas áreas.

De forma simplificada, as atividades podem ser estruturadas nas etapas de desenvolvimento, análise e fabricação do molde. Na etapa de desenvolvimento ocorre o alinhamento das informações entre solicitante da construção do molde e o comprador, entender a necessidade do cliente, para conceber uma ferramenta funcional e útil. Nesta etapa são definidos os requisitos de projetos e as especificações meta a serem atingidas no projeto. Na etapa de análise do molde, as informações levantadas na etapa anterior, são analisadas e trabalhadas na implementação do conceito do molde e de seus subsistemas. Nesta etapa, são conduzidas análises de CAE (*Computer Aided Engineering*), a fim de verificar o atingimento dos requisitos de projeto do molde, pelos diversos sistemas que o compõe. Na etapa de execução do molde, com a conclusão do projeto, inicia-se a fabricação, montagem e ajustes do molde. Com isto, ao final, tem-se o molde fabricado, com todos os seus sistemas implementados e as especificações de projeto verificadas.

E, neste contexto, no qual a partir das necessidades dos clientes, são identificados os requisitos de projeto e obtidas as especificações de projeto que a disciplina de gerenciamento de requisitos de projeto torna-se importante, a fim de atender as expectativas dos diversos *stakeholders*.

O requisito de projeto pode ser considerado uma das principais formas de comunicação entre os clientes, as empresas, entre as equipes de projeto dentro de uma organização e fornecedores. Por isto, os requisitos devem ser gerenciados ao longo do ciclo de vida do produto. Por sua vez, o gerenciamento dos requisitos envolve a identificação, a organização, a documentação, o controle de mudanças, a rastreabilidade e a atualização dos requisitos.

Neste cenário, considerando as peculiaridades do desenvolvimento de moldes, é apresentada uma proposta de modelo de gerenciamento de requisitos de projetos. Este modelo está sendo aplicado no desenvolvimento de um molde de alumínio para injeção de peças plásticas, desenvolvido no âmbito do Programa Rota 2030 do Governo Federal.

Para desenvolver este trabalho, inicialmente foi realizada um filtro dos documentos por área de interesse na base Scopus (Elsevier), na base Web of Science, Google Acadêmico e pesquisa livre no Google, restringindo-se assim a busca pretendida nas bases de pesquisa. Também foram analisados programas de gerenciamento de requisitos de projeto, com o objetivo de identificar os recursos, abordagens e lacunas. Na sequência, foi proposto um modelo de gerenciamento de requisitos para moldes de injeção. E, ao final, o modelo foi avaliado por especialistas.

Assim, inicialmente é apresentado uma breve descrição do processo de desenvolvimento de ferramental. A seguir, são mostrados os conceitos relacionados ao processo de gerenciamento de requisitos de projetos. E, por fim, a proposta do modelo de gerenciamento de requisitos de projeto de moldes.

2. PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTAL

De uma forma geral, o processo de desenvolvimento de moldes de injeção de peças plásticas envolve um conjunto de etapas, as quais são comumente empregadas pelas empresas.

Ao longo tempo, diversos autores propuseram modelos de apoio ao processo de desenvolvimento de moldes. Na Tabela 1, Salvador et al. (2007) apresenta uma compilação das etapas e atividades envolvidas no desenvolvimento de projeto de moldes de injeção. O autor concluiu em seu trabalho que as empresas não seguem uma metodologia para desenvolvimento de um molde, porém as fases identificadas são comuns podendo serem associadas com as fases de metodologias de PDP encontradas na literatura.

Tabela 1. Atividades propostas para as fases do projeto do molde de injeção segundo diferentes autores.

	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5	Fase 6
Fuh et al. (2004)	Definir o número e o leiaute das cavidades	Localizar a(s) linha(s) de partição	Definir o sistema de alimentação e analisar as saídas de ar	Projetar o sistema de extração	Projetar o sistema de refrigeração	Projetar as demais partes
Tonolli (2003)	Definir o número e o leiaute das cavidades	Localizar a(s) linha(s) de partição	Realizar o balanceamento do molde	Projetar o sistema de refrigeração	Projetar o sistema de extração	Projetar as demais partes
Daré (2001)	Definir o número e o leiaute das cavidades	Localizar a(s) linha(s) de partição	Projetar o sistema de alimentação	Projetar o sistema de refrigeração	Projetar o sistema mecânico	Projetar sistema de extração
Lee, Cheng e Lee (1997)	Definir o número e o leiaute das cavidades	Definir o sistema de alimentação	Determinar as dimensões gerais do molde	Localizar a(s) linha(s) de partição	Projetar o sistema de refrigeração	Projetar o sistema de extração e as demais partes
Rees (1995)	Desenhar a seção transversal mais significativa do componente e esboçar todos os sistemas	Localizar a(s) linha(s) de partição	Realizar o balanceamento do molde	Projetar o sistema de alimentação e os possíveis inserts	Analisar as saídas de ar e projetar o sistema de extração	Projetar o sistema de refrigeração e as demais partes
Menges e Mohren (1993)	Especificar a máquina, o material e o produto	Localizar a(s) linha(s) de partição	Definir o número e o leiaute das cavidades	Projetar o sistema de alimentação	Projetar o sistema de refrigeração	Projetar o sistema de extração e as demais partes
Glastrow (1993)	Definir o número e o leiaute das cavidades	Projetar o sistema de alimentação	Projetar o sistema de refrigeração	Projetar o sistema de extração	Projetar a saída de gases	

Fonte: Salvador et al (2007).

Considerando o escopo deste trabalho, as diversas abordagens apresentadas na literatura (FERREIRA, C.V., SACCELLI, C.M., OGLIARI, A.), o modelo de desenvolvimento de ferramental considerado neste trabalho, envolve as fases de:

- **Projeto informacional do molde** - definição da geometria da peça, do material a ser injetado e informações relevantes do molde (número de cavidades, tipo de material do molde, sistemas de injeção, entre outros). Nesta etapa são definidas as necessidades dos clientes, requisitos de projeto e especificações meta do projeto;
- **Projeto do molde de injeção** – definição do conceito do molde, definição de linhas de partição, análise de CAE estrutural do molde e da peça, análise reológica do processo de injeção, detalhamento dos sistemas de injeção,

refrigeração, extração do molde, das placas suporte e cavidades do molde. As decisões tomadas impactam os requisitos de projeto, os quais devem ser gerenciados;

- **Fabricação do molde de injeção** – contempla a manufatura de todos os componentes e sistemas definidos na etapa anterior do projeto. Da mesma forma, as decisões tomadas impactam os requisitos de projeto, os quais devem ser gerenciados;
- **Montagem e ajuste do molde de injeção** – envolve a montagem dos componentes do molde e realização dos ajustes, a fim de se ter um correto funcionamento do ferramental. Assim como nas etapas anteriores, os requisitos de projeto devem ser gerenciados.
- **Try-out do molde de injeção** – são injetadas peças no molde fabricado. As peças são verificadas a fim de analisar o atendimento as suas especificações. Caso necessário, os moldes são ajustados e os requisitos de projeto do molde são verificados.

3. GERENCIAMENTO DE REQUISITOS DE PROJETO

O estudo gerenciamento dos requisitos de projetos envolve o entendimento dos conceitos associados aos requisitos e ao processo de gerenciamento. Estes temas serão tratados a seguir, com o objetivo de subsidiar a apresentação do modelo de gerenciamento de requisitos de projeto de moldes de alumínio para injeção de peças plásticas.

3.1. Requisitos de Projeto

Um requisito consiste em uma definição documentada de uma propriedade ou comportamento que um produto deve atender. Assim, o requisito é a principal forma de comunicação entre os clientes, as empresas, entre as equipes dentro de uma organização e fornecedores.

Segundo Noleto (2021), os requisitos, têm muitas definições na literatura. A principal delas, é que eles podem ser definidos como uma característica apresentada dentro de um sistema ou a descrição de aspecto funcional que aquele determinado sistema é capaz de cumprir para alcançar objetivos.

A literatura apresenta inúmeras características de requisitos quando são considerados individualmente. Os principais são sumarizados na Tabela 2 (WIEGERS; BEATY, 2013, p. 203-206), (YOUNG, 2004, p. 8); (HULL et al., 2011, p.89).

Tabela 2 - Características individuais de requisitos.

Característica	Descrição
Atômico	Cada declaração do requisito deve ser indivisível.
Claro	Deve ser claramente entendido, escrito em linguagem simples.
Completo	Deve carregar todas as informações necessárias para definição do requisito.
Correto	Deve expressar de forma acurada uma necessidade.
Conciso	Deve ter o texto estritamente necessário para o entendimento.
Factível	Deve ser possível implementação.
Legal	Deve estar em conformidade com normas, políticas e regulamentações aplicáveis.
Necessário	Deve estar presente para atender uma necessidade identificada, isso é, não é opcional.
Priorizável	Deve ser possível identificar a importância para o atendimento da necessidade.
Não ambíguo	Deve existir uma única forma de interpretação da sentença.
Verificável	Deve ser possível de verificar por algum método.
Alocável	Deve poder ser atribuído a um componente do objetivo.
Independente de implementação	Deve expressar uma necessidade sem sugerir impor solução.
Escrita padronizada	Os requisitos devem ser descritos por meio de um padrão.
Único	Cada requisito deve ter um identificador próprio.
Isento de cláusulas de escape	Não devem ser usados expressões como: exceto, a menos que no caso de, se necessário.

Fonte: Adaptada de Hull et al. (2011) e Wieggers e Beaty (2013, p.203-206).

Outras características, no entanto, só podem ser analisadas de forma combinada sobre conjuntos de requisitos. A Tabela 3, a seguir, sumariza as principais:

Tabela 3 - Características do conjunto de requisitos.

Características	Descrição
Consistente	Os requisitos não devem ser conflitantes entre si.
Não redundante	Cada requisito deve ser exposto uma única vez.
Estruturado	O documento de requisitos deve apresentar uma clara estruturação, agrupando requisitos de forma a facilitar o gerenciamento.
Rastreável	O relacionamento de um requisito, tal como um requisito fonte ou derivado devem poder ser percorridos de forma a permitir o controle de consistência, devido as alterações de um determinado requisito.

Fonte: Adaptada de Hull et al. (2011) e Wieggers e Beaty (2013, p.203-206).

De acordo com o PMI (2017) - *Project Management Institute* - e considerando que o desenvolvimento de um molde de injeção é um projeto, o mesmo deve ser gerenciado ou seja, deve haver um plano de gerenciamento dos requisitos é um componente do plano de gerenciamento do projeto que descreve como os requisitos serão analisados, documentados e gerenciados. E, a forma na qual o projeto está estruturado (fases de projeto), influencia fortemente como os requisitos são gerenciados. Os componentes do plano de gerenciamento dos requisitos podem incluir, mas não estão limitados, a

- Como as atividades dos requisitos serão planejadas, rastreadas e relatadas;
- Atividades de gerenciamento da configuração tais como: a maneira como as mudanças do produto serão iniciadas, como os impactos serão analisados, rastreados, monitorados e relatados, assim como os níveis de autorização necessários para aprovar tais mudanças;
- Processo de priorização dos requisitos;
- Métricas do produto que serão usadas e os argumentos que justificam o seu uso; e
- Estrutura de rastreabilidade que reflita que atributos dos requisitos serão capturados na matriz de rastreabilidade.

3.1. Processo de Gerenciamento de Requisitos

A atividade de administrar os requisitos ao longo do tempo é denominada de gerenciamento de requisitos. A alteração de requisitos durante o ciclo de vida de um produto é um ato concreto com o qual a engenharia de requisitos ou a engenharia responsável pelo projeto deverá lidar.

As alterações de requisitos ocorrem devido a diversos fatores, tais como: a evolução de tecnologia; o redirecionamento de objetivos do negócio em função, por exemplo, de concorrência, modificações na legislação e/ou, mesmo, um entendimento mais refinado do problema durante o curso do projeto, o que propicia, também, o aparecimento de novos requisitos; e, várias partes interessadas, o que significa que os requisitos precisam ser gerenciados por grupos de pessoas de diferentes funções.

É importante ressaltar que as mudanças de requisitos tornam-se complexa para o projeto, pois a mudança em um requisito poderá gerar grandes impactos em outros requisitos já implementados ou não no projeto. Quando não há um controle de alterações bem definido, mudanças de baixa prioridade podem ser implementadas antes daquelas de alta prioridade, e em muitos casos não se sabe os reais impactos que essas mudanças podem gerar em relação ao custo e tempo do projeto. Em muitos casos as mudanças são inevitáveis.

Segundo Pandey, Ramani e Suman (2010), o principal objetivo da engenharia de requisitos é descobrir os requisitos que podem ser implementados no desenvolvimento de produto. Os requisitos identificados devem ser claros, consistentes, modificáveis e rastreáveis para produzir um produto de qualidade. A Figura 1 mostra um modelo de processo de gerenciamento de requisitos, que consiste principalmente de quatro fases. São elas: elicitação e desenvolvimento de requisitos, documentação de requisitos, validação e verificação dos requisitos, e gerenciamento e planejamento das necessidades.

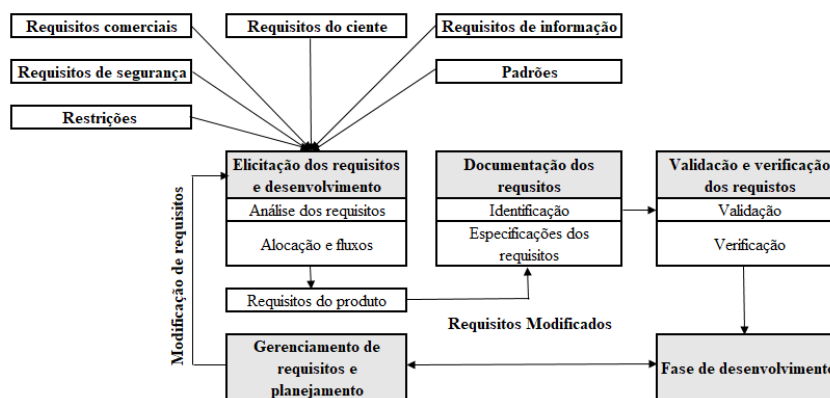


Figura 1 - Modelo de processo de engenharia de requisitos (PANDEY, D; RAMANI; A. K.; SUMAN, U (2010))

Na visão da NASA (*National Aeronautics and Space Administration*), o processo de gerenciamento de requisitos de projeto (Nasa, 2007) deve envolver uma fase de preparação para o gerenciamento dos requisitos, condução do gerenciamento dos requisitos, rastreabilidade e gerenciamento das expectativas e mudanças de requisitos.

Segundo o manual da NASA (2007), o processo de gerenciamento de requisitos é utilizado para: i) gerenciar os requisitos do produto identificados, inseridos na *baseline* e utilizados na definição do modelo WBS durante o desenvolvimento do sistema; b) permitir a rastreabilidade bidirecional para os requisitos do modelo WBS; e, c) gerenciar as mudanças realizadas sobre as *baseline* de requisitos estabelecidas ao longo do ciclo de vida dos produtos do sistema. As mudanças devem ser submetidas a ciclos de revisão e de aprovação para permitir a rastreabilidade e garantir que os impactos sejam completamente avaliados considerando-se todas as partes do sistema.

Após a certificação e validação, as mudanças solicitadas deverão compor o processo formal de controle e qualquer alteração, nos requisitos, deve ser aprovada por um “Conselho de Controle”, ressaltando que o pessoal técnico deve comunicar para todos os interessados, e de forma imediata, os requisitos aprovados.

Quanto às solicitações de mudanças nos requisitos, afirma-se que o efetivo gerenciamento de alterações dos requisitos requer um processo que avalie o impacto da alteração proposta antes da sua aprovação e implementação. Isto, normalmente, é efetuado através da execução de um processo de gerenciamento de configuração. Ainda, é preciso apresentar um plano para o gerenciamento de requisitos, recomendando-se abordar o seguinte:

- Identificação dos *stakeholders* relevantes;
- Definição de cronograma para execução das atividades e dos procedimentos do gerenciamento de requisitos;
- Definição de atribuição de responsabilidades, hierarquia e recursos adequados para cumprir as atividades de gerenciamento de requisitos;
- Definição do nível de controle do gerenciamento de dados; e identificação de treinamento necessário para o pessoal que irá executar as atividades de gerenciamento de requisitos.

Para a NASA, há que se considerar, ainda, o uso de ferramentas de software para gerenciamento de requisitos. Ressalta que na seleção da ferramenta é importante definir os procedimentos do projeto, especificar como os requisitos serão organizados no banco de dados, bem como a forma e o contexto em que a ferramenta será utilizada.

No mercado existem distintas ferramentas de Gerenciamento de Requisitos. Por outro lado, estas ferramentas foram desenvolvidas considerando as características de produto em geral, sem levar em conta as peculiaridades do desenvolvimento de moldes de injeção. Assim, a partir das características do desenvolvimento de moldes e do processo de gerenciamento de requisitos, desenvolveu-se um modelo de gerenciamento de requisitos de projeto de molde de injeção, o qual é apresentado a seguir.

4. PROPOSTA DE MODELO DE GERENCIAMENTO DE REQUISITOS DE DESENVOLVIMENTO DE MOLDES DE ALUMÍNIO PARA INJEÇÃO DE PEÇAS PLÁSTICAS

Com base a revisão da literatura foi desenvolvida uma proposta de modelo de gerenciamento de requisitos de projeto para molde de injeção de polímeros desde a definição dos requisitos pelo cliente até a entrega do ferramental. A Figura 2 mostra um mapa conceitual da ferramenta proposta. O modelo proposto permite o acompanhamento do andamento do projeto do ponto de vista do cliente, registrando os requisitos do molde identificados, status do requisito e das possíveis alterações, solicitante, iteração prevista para desenvolvimento e outras informações relevantes.

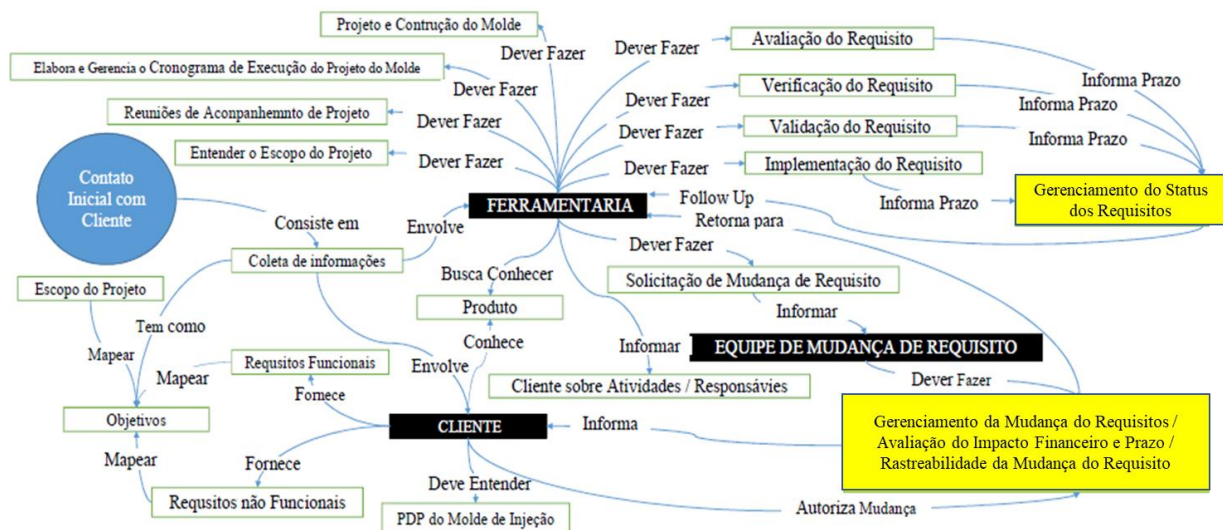


Figura 2. Lógica de funcionamento do modelo de gerenciamento de requisitos.

No mapa presente, tem-se representado os papéis dos clientes, ferramentaria e equipe envolvida na mudança do requisito. Em suma, o modelo proposto considera os *stakeholders* envolvidos no desenvolvimento do ferramental, os quais estão relacionados a engenharia da peça a ser injetada, ao projeto do molde, ao material a ser injetado, a manufatura do ferramental, montagem e *try-out* (processo de injeção). E, ao longo do processo de gerenciamento do ferramental, estes atores podem definir requisitos, estabelecer metas para os requisitos e solicitar mudanças para os requisitos. É importante ressaltar que, de acordo com a estrutura organizacional e porte da ferramentaria, estes atores podem assumir diferentes papéis no modelo proposto.

O modelo proposto, baseado na abordagem de PANDEY et al (2010), engloba os seguintes processos de gerenciamento de requisitos:

- **Declaração e documentação dos requisitos** – contempla o registro das informações sobre as necessidades dos clientes, requisitos de projeto e especificações meta dos requisitos de projeto. Também é definido o responsável pelo requisito e data da sua criação;
- **Acompanhamento e controle dos requisitos de projeto** – envolve o acompanhamento do requisito no projeto;
- **Gerenciamento das mudanças dos requisitos de projetos** – refere-se as questões de solicitação de mudança do requisito, impacto da mudança e status da solicitação de mudança, ou seja, se aguardando análise, aguardando análise do impacto sobre o tempo e custo do projeto, se aguardando aprovação, aprovado ou recusado.

Na Figura 3 está representada a relação entre estes processos.

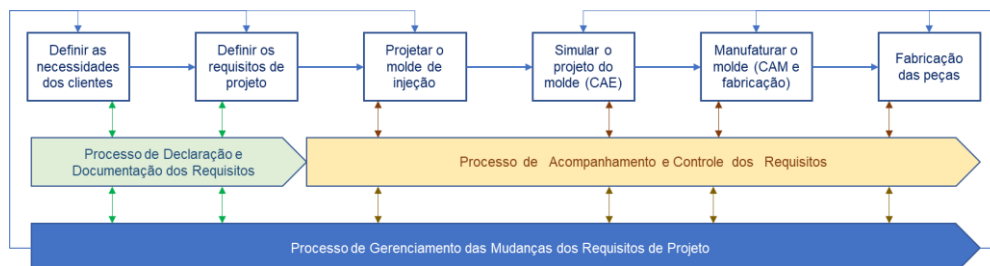


Figura 3. Relação entre os processos de gerenciamento de mudança de requisitos de projeto.

A implementação destes processos ocorreu em duas etapas, as quais visam a operacionalização dos processos. Na primeira etapa, foram desenvolvidas planilhas utilizando a ferramenta Microsoft Excel para análise e validação das informações. E, numa segunda etapa, está sendo desenvolvida uma ferramenta computacional em linguagem Java.

A seguir são apresentados resultados da implementação em ferramenta Microsoft Excel.

No que se refere ao processo de **declaração e documentação dos requisitos**, nas tabelas 4 e 5 estão representadas as informações necessárias para realizar a declaração e requisito de projeto do molde. Na tabela 4 tem-se as informações do projeto/molde, será inserido informações a equipe de projeto, projeto, peça e do molde a ser desenvolvido. Segue identificação dos campos e suas respectivas descrições:

- Campo 1 Nome: Preenchimento com os nomes das pessoas que compõem o projeto;
- Campo 2 Cargo: Preenchimento com os nomes dos cargos de cada pessoa que compõem o projeto;
- Campo 3 Função: Preenchimento da função de cada pessoa que compõem o projeto;
- Campo 4 Cliente: Preenchimento do nome do cliente dono do projeto;
- Campo 5 Projeto: Preenchimento com o nome do projeto do cliente;
- Campo 6 Denominação da peça: Preenchimento com o nome de identificação da peça;
- Campo 7 Referência da peça: Preenchimento com a codificação de identificação da peça;
- Campos 8 / 9 / 10 / 11 - Informação referentes ao molde de injeção quanto a largura, comprimento; altura e tipo ou modelo de injetora que será utilizada.

Tabela 4. Informações de registro do molde.

Gerenciamento de Requisitos de Moldes de Injeção				Divisão Engenharia
Informações do Projeto / Molde				
Equipe de projeto				
Nome		Cargo		Função
4	1	2	5	3
	6			7
Cliente:		Projeto:		
Denominação da Peça:			Referência da Peça:	
Dimensões do Molde:		Largura	Comprimento	Altura
				Máquina (s) Injetora (s)
		8	9	10
				11

A Tabela 5 mostra os campos para o registro e documentação dos requisitos de projeto, com os seus respectivos campos de identificação.

- Campo 1 ID: Identificação de controle sequencial do requisito;
- Campo 2 Requisito: Código de requisito do molde a ser gerenciado. Nesta célula é inserido o requisito a ser gerenciado. Pode ser utilizado um conjunto previamente listado de requisitos, organizados por natureza (funcional ou não-funcional), tipo (desenho, máquina injetora, processo de injeção, mecânica do molde, manuseio, manutenção, sistema de injeção, sistema de extração, sistema de refrigeração, entre outros);
- Campo 3 Status do requisito: Nesta célula é feita a seleção do status da etapa de gerenciamento de requisitos;
- Campo 4 Iteração / Alvo: Preenchimento da iteração / alvo ou objetivo do seguimento do status do requisito;
- Campo 5 Observação: Preenchimento de observações em relação a etapa de gerenciamento do requisito.

Tabela 5. Declaração dos requisitos de projeto.

[illegible]

O **Acompanhamento e controle dos requisitos de projeto** envolve o acompanhamento e a atribuição do status do requisito ao longo do projeto. Estas informações são inseridas no Campo 3 da Tabela 5. E, este controle é realizado ao longo do processo de desenvolvimento do ferramental. No caso, o requisito pode ter atribuído os seguintes status:

- Aguardando Refinamento - Requisito identificado aguardando refinamento
- Aguardando Implementação - Requisito refinado e aprovado pelo cliente, aguardando implementação.
- Implementado - Requisito foi implementado.
- Aguardando Verificação - Aguarda verificação se o que foi definido foi realizado.
- Verificado - Requisito foi verificado.
- Aguardando Validação - Aguardando validação do cliente se o que foi entregue atende a expectativa
- Validado - Requisito foi validado - atendeu a expectativa do cliente
- Substituído - Requisito foi substituído por outro. Informar a identificação (ID) do requisito substituto.
- Recusado - Requisito foi recusado pelo cliente. Inserir como observação quando e por quem foi recusado, assim como justificativas para a recusa.

O **gerenciamento das mudanças dos requisitos de projetos** contempla uma série de informações. Para isto, foi estruturada uma planilha de gerenciamento de mudanças de requisitos, na qual é realizado o lançamento dos dados referente a mudança do requisito, caso o mesmo venha a ter uma mudança ao longo do ciclo de desenvolvimento. Esta planilha contém uma série de campos de preenchimento, organizados em colunas, os quais estão sintetizados a seguir:

- Campo 1 ID: Identificação de controle sequencial do requisito;
- Campo 2 Status do Requisito: Conforme planilha de legendas e descrições;
- Campo 3 Grau de Importância: Alta, média ou baixa, conforme planilha de legendas e descrições;
- Campo 4 Solicitante: Nome do solicitante da mudança do requisito;
- Campo 5 Natureza: Funcional ou não funcional, conforme planilha de legendas e descrições;
- Campo 6 Data da Solicitação: Data que foi solicitada a mudança do requisito;
- Campo 7 Data da Análise: Data em que foi feita a análise do requisito;
- Campo 8 Data de Análise de T(h) / R\$: Data da análise do prazo e custo da mudança do requisito;
- Campo 9 Impacto T(h): Impacto da mudança em relação ao tempo em horas para mudança do requisito;
- Campo 10 Impacto T(h) Acumulado: Acumulado ou soma das horas destinadas a mudança do requisito;
- Campo 11 Impacto R\$: Impacto da mudança em relação ao custo para mudança do requisito;
- Campo 12 Impacto R\$ Acumulado: Acumulado ou soma dos custos destinados a mudança do requisito;
- Campo 13 Observação: Observações em relação a mudança do requisito.

Um aspecto importante do gerenciamento de requisitos de projeto é o impacto das mudanças sobre o tempo e o custo do projeto. Na ferramenta do Microsoft Excel desenvolvida, foi desenvolvido um Indicador de Gerenciamento de Mudança de Requisitos. Como mostrado na Figura 4, tem-se a possibilidade da contabilização e visualização de forma gráfica o *status* da mudança dos requisitos dos moldes de injeção e auxiliar a equipe de projeto a fazer gestão das mudanças dos requisitos e impacto em tempo e custo destas mudanças. Os dados destes gráficos têm com base, os dados lançados na planilha de Gerenciamento de Mudanças de Requisitos.

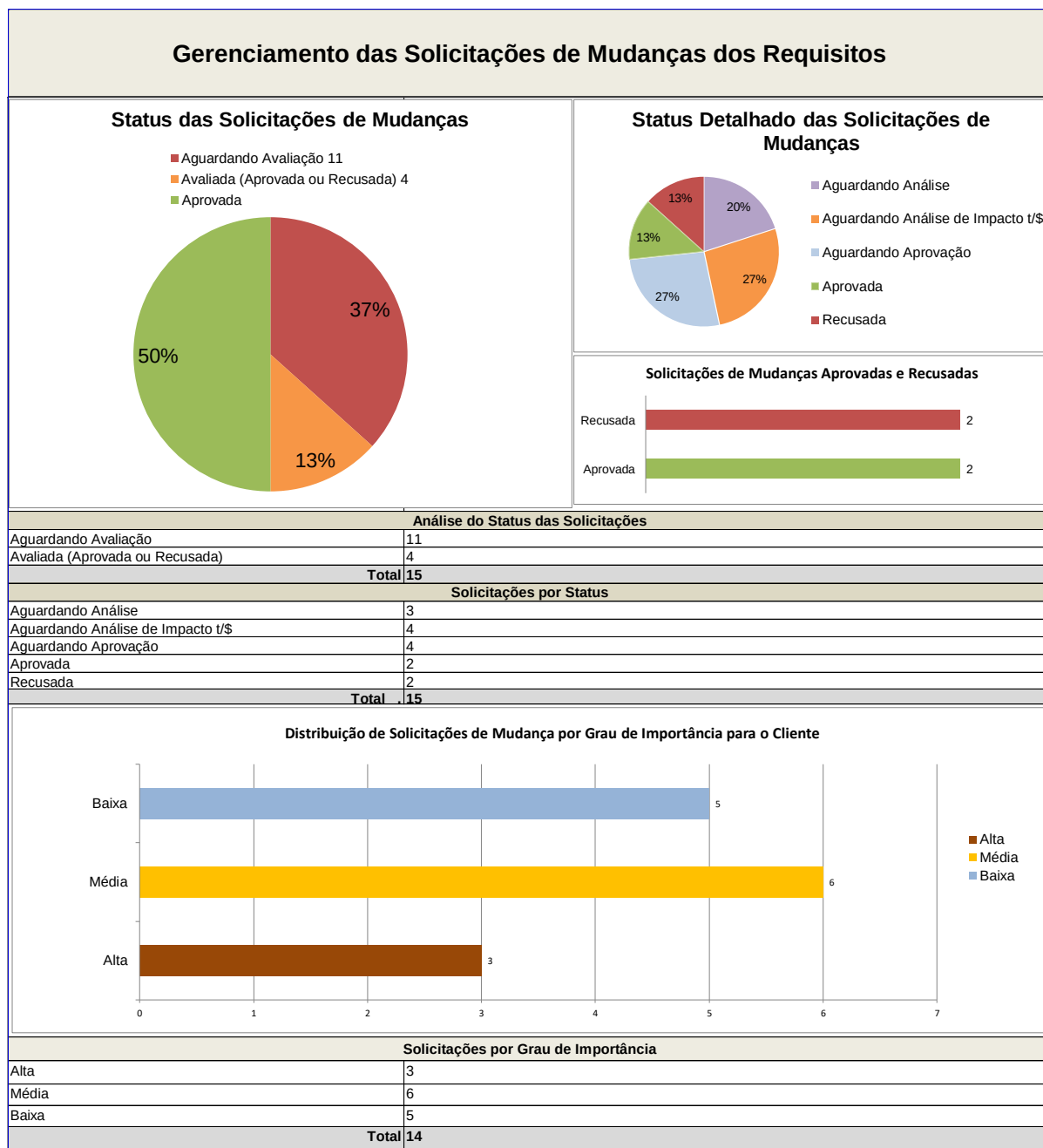


Figura 4. Indicadores de gerenciamento de mudanças de requisitos.

Um outro recurso proposto é o indicador de mudanças de custos de requisitos. Como exposto na Tabela 7, tem-se a possibilidade da contabilização e visualização de forma gráfica o acompanhamento do custo e do tempo da mudança dos requisitos dos moldes de injeção. Este recurso permite que a equipe de projeto faça a gestão das mudanças dos requisitos. Os dados destes gráficos têm com base, os dados lançados na planilha de Gerenciamento de Mudanças de Requisitos.

Tabela 7. Planilha de gerenciamento de mudanças de requisitos.

Req	Status do Requisito	Grau de Importância	Natureza	Data da Solicitação	Data da Análise	Data da Análise de T / R\$	Impacto T(hs)	Impacto T Acumulad o (hs)	Impacto R\$	Impacto R\$ Acumulado
D1	Aguardando Análise	Alta	Funcional	01/07/2022	02/07/2022			00:00:00		R\$ 0,00
D2	Aguardando Análise de Impacto T(h)/R\$	Média	Não funcional	02/07/2022	03/07/2022	04/07/2022		00:00:00		R\$ 0,00
D3	Aguardando Aprovação	Baixa	Funcional	03/07/2022	04/07/2023	05/07/2022	1:00:00	01:00:00	R\$ 500,00	R\$ 500,00
D4	Aguardando Análise	Média	Funcional	04/07/2022	05/07/2022			01:00:00		R\$ 500,00
D5	Aguardando Análise de Impacto T(h)/R\$	baixa	Funcional	05/07/2022	06/07/2022	05/07/2022		01:00:00		R\$ 500,00
D6	Aguardando Aprovação	Alta	Não funcional	06/07/2022	07/07/2022	08/07/2022	00:30:00	01:30:00	R\$ 300,00	R\$ 800,00
D7	Aprovada	Média	Não funcional	07/07/2022	08/07/2022			01:30:00		R\$ 800,00
D8	Recusada	Baixa	Não funcional	08/07/2022	09/07/2022			01:30:00		R\$ 800,00

5. CONCLUSÕES

O processo proposto e as ferramentas implementada no Excel foram avaliadas no desenvolvimento do projeto DEMALAP – Desenvolvimento de Moldes de Alumínio para Injeção de Peças Plásticas – e algumas adaptações foram realizadas. Atualmente, as planilhas desenvolvidas serviram de base para a implementação de um programa em Java para fornecer suporte ao gerenciamento de requisitos de projeto de moldes de injeção.

A avaliação da ferramenta proposta para gerenciamento de requisitos de moldes de injeção foi realizada por meio de aplicação de um questionário com 15 especialistas, tem como objetivo identificar a aplicabilidade em ambientes de projeto e desenvolvimento de moldes de injeção, bem como propiciar a análise dos resultados e identificar oportunidades de melhoria. A avaliação buscou medir o grau atendimento das necessidades dos profissionais das áreas de projeto e desenvolvimentos de moldes de injeção em relação a ferramenta proposta, bem como aspectos como forma, clareza, completude, entre outros.

A avaliação mostrou que a ferramenta pode de ajudar a equipe e os principais interessados no que exigir do seu projeto, além de oferecer colaboração, rastreamento de histórico, priorização, relatórios de status, resumos de relatórios, rastreabilidade de requisitos e atributos definidos pelo usuário. Cada uma dessas ferramentas pode ser uma adição valiosa ao plano de gerenciamento de requisitos de um projeto.

Por outro lado, os avaliadores sugeriram um pouco mais de objetividade na apresentação dos requisitos, e permitir que a ferramenta tenha uma adaptabilidade em função das estruturas que as ferramentarias possuem para utilização da ferramenta de gerenciamento de requisitos.

Um aspecto importante é que a implementação do processo de gerenciamento de requisitos de moldes de injeção depende da adequação das empresas e da definição dos papéis dos envolvidos, principalmente, atribuindo a uma pessoa a responsabilidade pelo gerenciamento das mudanças.

No caso, tanto da planilha em Excel com as ferramentas desenvolvidas, assim como, o aplicativo em Java será disponibilizado para a comunidade.

6. AGRADECIMENTOS

Este trabalho é um resultado parcial do Projeto DEMALAP - Demonstrador de Molde em Alumínio para Alta Produção patrocinado pelo Programa Rota 2030 do Governo Federal descrito na lei No. 13.755/2018 e é coordenado pela FUNDEP. Os executores do projeto são as universidades SENAI CIMATEC, UFBA e UFSC. Nós agradecemos aos outros parceiros do projeto pelo suporte prestado: ESSS Engineering Simulation and Scientific Software Ltda.; Ford Motor Company Brasil Ltda., Moldit Brasil Ltda.; Open Mind Tecnologia Brasil Ltda.; Renault do Brasil S.A.; SMRC Fabricação e Comércio de Produtos Automotivos do Brasil Ltda. e Union Indústria de Moldes e Comércio Atacadista de Máquinas Eireli.

6. REFERÊNCIAS

- Ferreira, C. V. Metodologia para as Fases de Projeto Informacional e Conceitual de Componentes de Plástico Injetado Integrando os Processos de Projeto e Estimativa de Custos. 2002. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- Hull, E. et al. Requirements engineering. London: Springer-Verlag, 2011.
- Project Management Institute. (2017). A guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK guide) (6th ed.). Project Management Institute.
- Noleto, C. Engenharia de requisitos: quais as etapas e como funciona? 29 de novembro de 2021. Disponível em: <https://blog.betrybe.com/tecnologia/engenharia-de-requisitos-tudo-sobre/>. Acesso em: 12 mai. 2022.
- Ogliari, A. Sistematização da Concepção de Produtos Auxiliado por Computador com Aplicações no Domínio de Componentes de Plástico Injetado. Florianópolis, Tese de Doutorado, UFSC, 1999.
- NASA. NASA/SP-2007-6105 rev1-systems engineering handbook. Washington:National Aeronautics and Space Administration, 2007.
- Pandey, D.; Ramani, A. K.; Suman, U. An Effective Requirement Engineering Process Model for Software Development and Requirements Management. International Conference on Advances in Recent Technologies in Communication and Computing, 2010.
- Sacchelli, C. M. Sistematização do processo de desenvolvimento integrado de moldes de injeção de termoplásticos. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.
- Salvador, V. L.; Costa, C. A. Quais são as Etapas mais Importantes no Desenvolvimento de Ferramentas de Injeção. Plástico Industrial, ano IX p.82-94, Fev. 2007.
- Wieggers, K.; Beaty, J. Software requirements. 3. ed. Redmond, WA: Microsoft Press, 2013.
- Young, R. R. The requirements engineering handbook. Norwood, MA: Artech House, Inc, 2004.

5. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.

REQUIREMENTS MANAGEMENT: APPLICATION TO ALUMINUM MOLD DEMONSTRATOR DESIGN FOR PRODUCTION

Cristiano Vasconcellos Ferreira

Xisto Lucas Travasso Junior

Cirlei Carlos Costa

Higor Luiz Coelho Olenka

Filipe de Jesus Oliveira

Universidade Federal de Santa Catarina – Rua Dona Francisca – 8300 – Joinville - SC

e-mail: cristiano.v.ferreira@ufsc.br, lucas.travassos@ufsc.br, cirleicc1705@gmail.com, higor14luiz@gmail.com, filipejesol@gmail.com

Valter Estevão Beal

Centro Universitário SENAI CIMATEC – Avenida Orlando Gomes, 1845 – Piatã – Salvador - BA

e-mail: valtereb@fieb.org.br

Armando Sá Ribeiro Junior

Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica. Rua Prof. Aristides Novis, 02 – Federação – Salvador – BA

e-mail: asrj@ufba.br

Abstract: Plastic injected parts have become the most common material in industrial products, particularly in the automotive industry. The main challenges faced by the industry in the use of injection molding in terms of productivity are related to manufacturing and injection cycle time associated with the mold. Steel has traditionally been used to make molds. To overcome this problem, aluminum alloys can replace steel since they have a four times higher thermal conductivity. Injection mold development, on the other hand, is a complicated activity due to the large number of design requirements throughout the stages of planning, budgeting, design, manufacturing, assembly, and try-out. The requirement is the primary means of communication between customers, businesses, organizational teams, and suppliers. Within the product or service development cycle, requirements serve several purposes. Requirements management refers to the activity of managing requirements throughout the product development cycle. Change control, traceability, and quality management are all aspects of requirements management. Requirements elicitation, documentation, validation and verification, and change control are all part of the requirements management process. On the other hand, implementing a requirements management system is a complex activity because it involves multiple actors from various knowledge areas who participate at various points throughout the project. This paper presents a project requirements management model for injection mold development. This model is a segment of DEMALAP project, which is part of the Rota 2030 Program, to demonstrate the feasibility of using aluminum alloys as a base material for the manufacture of high-productivity injection molds in order to improve global competitiveness throughout the thermoplastic injected part's life cycle.

Keywords: Requirement Management, Alluminium Mold, Design Process

RESPONSIBILITY NOTICE

The authors are the only responsible for the printed material included in this paper.