



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO DE JOINVILLE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E CIÊNCIAS MECÂNICAS

Cirlei Carlos Costa

Proposta de uma Ferramenta de Gerenciamento de Requisitos para
Desenvolvimento de Molde de Injeção de Termoplásticos

Joinville
2023

Cirlei Carlos Costa

Proposta de uma Ferramenta de Gerenciamento de Requisitos para
Desenvolvimento de Molde de Injeção de Termoplásticos.

Dissertação/Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências Mecânicas da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia e Ciências Mecânicas.

Orientador: Prof. Dr. Cristiano Vasconcellos Ferreira.

Joinville

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Costa, Cirlei Carlos
Proposta de Uma Ferramenta de Gerenciamento de
Requisitos para Desenvolvimento de Moldes de Injeção de
Termoplásticos / Cirlei Carlos Costa ; orientador,
Cristiano Vasconcellos Ferreira, 2023.
104 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Joinville, Programa de Pós-Graduação em
Engenharia e Ciências Mecânicas, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Engenharia e Ciências Mecânicas. 2. Gerenciamento de
Requisitos . 3. Engenharia de Requisitos. 4. Processos de
Gerenciamento de Requisitos . 5. Moldes de Injeção de
Termoplásticos. I. Ferreira, Cristiano Vasconcellos . II.
Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós
Graduação em Engenharia e Ciências Mecânicas. III. Título.

Cirlei Carlos Costa

PROPOSTA DE UMA FERRAMENTA DE GERENCIAMENTO DE REQUISITOS
PARA DESENVOLVIMENTO DE MOLDE DE INJEÇÃO DE TERMOPLÁSTICOS

O presente Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de Mestre em Engenharia e Ciências Mecânicas avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Cristiano Vasconcellos Ferreira, Dr. Eng.
Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

Prof. Carlos Mauricio Sacchelli, Dr. Eng.
Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

Prof. Regis Kovacs Scalice, Dr. Eng.
Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

Prof. Thiago Barros Murari, Dr.
Instituição Centro Universitário SENAI CIMATEC – BA.

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de mestre em Engenharia e Ciências Mecânicas.

Prof. Wagner Maurício Pachekoski, Dr. Eng.
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências Mecânicas

Prof. Cristiano Vasconcellos Ferreira, Dr. Eng.
Orientador

Joinville, 2023.

Este trabalho é dedicado à minha filha Bianca Ribeiro Costa, minha esposa Anelise Ribeiro Costa e meus queridos pais Valter Donato da Costa e Aa Maria da Costa (*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

Nesses anos de mestrado, de muito estudo, esforço e empenho, gostaria de agradecer a algumas pessoas que me acompanharam e foram fundamentais para a realização de mais este sonho. Por isso, expresso aqui, através de palavras sinceras, um pouquinho da importância que elas tiveram, e ainda têm, nesta conquista e a minha sincera gratidão a todas elas.

Primeiramente, agradeço a minha esposa Anelise Ribeiro Costa e minha filha Bianca Ribeiro Costa pela compreensão, ao serem privados em muitos momentos da minha companhia e atenção, e pelo profundo apoio, me estimulando nos momentos mais difíceis.

Obrigado por desejarem sempre o melhor para mim, pelo esforço que fizeram para que eu pudesse superar cada obstáculo em meu caminho e chegar aqui e, principalmente, pelo amor imenso que vocês têm por mim. A vocês, minha família, sou eternamente grata por tudo que sou, por tudo que consegui conquistar e pela felicidade que tenho. Minha gratidão especial ao Prof. Dr. Cristiano Vasconcelos Ferreira, meu orientador e, sobretudo, um profissional.

Obrigado por sua dedicação, para me ajudar e me orientar. E, principalmente, obrigado por ter acreditado e depositado sua confiança em mim ao longo do período de trabalho percorrido até aqui, nada disso seria possível.

Por fim, o agradecimento mais importante: agradeço a Deus e a Nossa Senhora, na certeza e na fé de estarem estado sempre comigo, me guiando, iluminando e abençoando cada passo. Obrigado por me dar a fé e a força necessária para lutar e enfrentar as dificuldades, sem nunca desistir.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

“Se podemos sonhar, também podemos tornar nossos sonhos realidade.”
(DISNEY,1901-1966)

RESUMO

As peças plásticas injetadas tornaram-se um dos materiais mais comuns empregados em produtos industriais, principalmente na indústria automotiva. Os principais desafios enfrentados pela indústria na utilização da moldagem por injeção em termos de produtividade estão relacionados ao tempo de fabricação do molde e ao ciclo de injeção da peça. O desenvolvimento de moldes de injeção de termoplásticos é uma atividade complicada devido ao grande número de requisitos de projeto ao longo das etapas de planejamento, orçamento, projeto, fabricação, montagem e teste. O requisito é o principal meio de comunicação entre clientes, empresas, equipes organizacionais e fornecedores. Dentro do ciclo de desenvolvimento de produtos ou serviços, os requisitos servem a vários propósitos e são o guia para o desenvolvimento de produtos. O gerenciamento de requisitos refere-se à atividade de controle dos requisitos ao longo do ciclo de desenvolvimento do produto envolvendo: controle de mudanças, rastreabilidade, gerenciamento de qualidade, elicitação de requisitos, documentação, validação e verificação e controle de mudanças. Por outro lado, implementar um sistema de gerenciamento de requisitos é uma atividade complexa, pois envolve múltiplos atores de diversas áreas do conhecimento que participam em vários pontos ao longo do projeto. Este trabalho, apresenta uma ferramenta de gerenciamento de requisitos de projeto para desenvolvimento moldes de injeção de termoplásticos. Esta ferramenta está representada considerando o contexto de desenvolvimento de ferramental. Uma avaliação da ferramenta desenvolvida com os principais autores envolvidos na área, mostrou que a mesma apresenta uma importante contribuição para a área. Os resultados obtidos com a demonstração de aplicação do modelo proposto, mostraram que o modelo permite a documentação de todo o processo de mudança de requisitos e revelou perfeitamente o fornecimento das principais informações para o controle do processo de gerenciamento e das modificações ao longo o ciclo de vida do requisito. A ferramenta ainda, realiza registro, análise de impacto, rastreamento e testes de verificação e validação de requisitos e, sem dúvidas, garante o preenchimento dos documentos do processo de mudanças.

Palavras-chave: Requisitos. Gerenciamento de requisitos. Engenharia de requisitos.

ABSTRACT

Plastic injection molded parts have become one of the most common materials used in industrial products, especially in the automotive industry. The main challenges faced by the industry in using injection molding in terms of productivity are related to the mold manufacturing time and the part injection cycle. The development of thermoplastic injection molds is a complicated activity due to the substantial number of design requirements throughout the planning, budgeting, design, manufacturing, assembly, and testing stages. The requirement is the primary means of communication between customers, companies, organizational teams, and suppliers. Within the product or service development cycle, requirements serve various purposes and are the guide to product development. Requirements management refers to the activity of controlling requirements throughout the product development cycle involving change control, traceability, quality management, requirements elicitation, documentation, validation, and verification, and change control. On the other hand, implementing a requirements management system is a complex activity, as it involves multiple actors from several knowledge areas participating at various points throughout the project. This thesis presents a project requirements management tool for developing thermoplastic injection molds. This tool is represented considering the context of tooling development. An evaluation of the tool developed with the main authors involved in the area, showed that it presents an important contribution for the area. The results obtained with the demonstration of application of the proposed model, showed that the model allows the documentation of the entire process of change of requirements and revealed perfectly the supply of the main information for the control of the management process and of the modifications throughout the cycle of requirement life. The tool also performs registration, impact analysis, tracking and verification and validation tests of requirements and, without a doubt, guarantees the completion of the change process documents.

Keywords: Requirements. Requirements management. Requirements engineering.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Peça de caixa de direção em poliamida.....	15
Figura 2 – Fluxograma de pesquisa.....	23
Figura 3 – Característica do PDP de produtos plásticos injetados.....	33
Figura 4 – PDP de produtos plásticos injetados.....	34
Figura 5 – Sequência de fases para o projeto do molde de injeção.....	36
Figura 6 – Fases e atividades do processo de projeto de moldes para injeção	37
Figura 7 – Modelo de referência de projeto de moldes.....	38
Figura 8 – Matriz QFD (<i>Quality Function Deployment</i>).....	39
Figura 9 – Modelo de processo de engenharia de requisitos	44
Figura 10 – Limites entre desenvolvimento e o gerenciamento de requisitos	45
Figura 11 – Controle de mudanças	46
Figura 12 – Possíveis elos de rastreabilidade.....	47
Figura 13 – Gestão da qualidade e melhoria do processo.....	48
Figura 14 – Engenharia de Requisitos.....	49
Figura 15 - Abordagem de processo de gerenciamento de requisitos.....	55
Figura 16 – Lógica de funcionamento do modelo de gerenciamento de requisitos.....	64
Figura 17 – Fases de gerenciamento dos requisitos do molde de injeção	65
Figura 18 - Lógica de funcionamento da ferramenta de gerenciamento de requisitos de moldes de injeção em uma visão macro.....	66
Figura 19 - Lógica de funcionamento da ferramenta de gerenciamento de requisitos de moldes de injeção com detalhes de suas entradas e saídas das informações.....	67
Figura 20 - Exemplo de equipe central do projeto.....	68
Figura 21 – Sequência das abas da ferramenta de gerenciamento de requisitos.....	71
Figura 22 – Aba de informação do projeto.....	72
Figura 23 - Aba Legendas de descrições.....	75
Figura 24 – Indicadores de gerenciamento de requisitos.....	76
Figura 25 - Gerenciamento das mudanças dos requisitos do molde de injeção.....	78
Figura 26 – Indicadores de gerenciamento de mudanças de requisitos.....	79
Figura 27 - Indicador de impacto de custo de mudanças de requisitos.....	80
Figura 28 – Indicador de Impacto do tempo (h) para mudança de requisitos.....	81
Figura 29 – Fluxograma da ferramenta de gerenciamento de requisitos.....	82
Figura 30 – Sequência do procedimento de avaliação.....	85

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Primeira busca - Quantidade de documentos por área na base <i>Scopus</i>	25
Gráfico 2 – Primeira busca - Quantidade por tipo de documento <i>Scopus</i>	25
Gráfico 3 – Primeira busca - Quantidade por tipo área na base <i>Web of Science</i>	26
Gráfico 4 – Segunda busca - Quantidade de documentos por área na base <i>Scopus</i> ...	27
Gráfico 5 – Segunda busca - Quantidade por tipo de documento na base <i>Scopus</i>	27
Gráfico 6 – Segunda busca - Quantidade por tipo área base <i>Web of Science</i>	28
Gráfico 7 - Questão 1 - A ferramenta de gerenciamento de requisitos propõe um fluxo para sistematizar o projeto e desenvolvimentos de moldes de injeção?.....	86
Gráfico 8 – Questão 2 - A ferramenta de gerenciamento de requisitos possibilita os registros de informações necessárias e facilita a tomada de decisão durante o projeto e desenvolvimento do molde de injeção?.....	87
Gráfico 9 – Questão 3 - A ferramenta de gerenciamento de requisitos se apresenta de forma objetiva e as fases e atividades de forma a não haver redundâncias?.....	87
Gráfico 10 – Questão 4 - As representações gráficas da ferramenta de gerenciamento de requisitos se apresentam de forma clara e amigável?.....	87
Gráfico 11 – Questão 5 - A ferramenta de gerenciamento de requisitos contém todas as informações necessárias para realizar a integração das áreas envolvidas no projeto e desenvolvimento de moldes de injeção?.....	88
Gráfico 12 – Questão 6 - A ferramenta de gerenciamento de requisitos pode ser usada para variados tipos de tecnologias de moldes de injeção?.....	88
Gráfico 13 - Questão 7 - A ferramenta de gerenciamento de requisitos é enxuta em termos de recurso e tempo para viabilidade entre uma relação custo versus benefício?.....	88
Gráfico 14 - Questão 8 - A ferramenta de gerenciamento de requisitos pode ser aplicada a uma ferramentaria para projeto e desenvolvimento de moldes de injeção?.....	89

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Atividades e responsabilidades do gerente do projeto.....	69
Quadro 2 – Entradas e saídas da ferramenta de gerenciamento de requisitos de molde de injeção.....	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Recursos e métodos utilizados.....	22
Tabela 2 - Resumo das buscas das buscas de documentos nas bases de pesquisa.....	28
Tabela 3 - Resumo das buscas de documentos eliminando documentos repetidos....	29
Tabela 4 – Relação de documentos e respectivo tema utilizados como base teórica da dissertação.....	30
Tabela 5 - Resumo de tipos de documentos utilizados como base teórica da dissertação.....	31
Tabela 6 - Classificação dos periódicos com base indicador SJR.....	31
Tabela 7 - Atividades propostas para as fases do projeto do molde de injeção segundo diferentes autores.....	35
Tabela 8 - Características individuais de requisitos.....	40
Tabela 9 – Características do conjunto de requisitos.....	41
Tabela 10 – Tabela de rastreabilidade entre requisitos.....	48
Tabela 11 – Síntese dos resultados da análise entre a Engenharia de Requisitos e os Sistema de organização do conhecimento.....	57
Tabela 12 – Critérios de avaliação da ferramenta de gerenciamento de requisitos.....	83
Tabela 13 – Funções das pessoas que avaliaram a ferramenta e respectiva quantidade de avaliações.....	84
Tabela 14 - Sugestões de melhoria para a ferramenta de gerenciamento de requisitos.....	91
Tabela 15 - Ferramentas de gerenciamento de requisitos mais avaliadas.....	100
Tabela 16 – Comparativo das cinco ferramentas de gerenciamento de requisitos mais avaliadas.....	101
Tabela 17 – Comparativo das cinco ferramentas de acordo com a classificação geral.....	102
Tabela 18 – Comparativo de acordo com as condições de aquisição.....	103

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABIPLAST	Associação Brasileira da Indústria do Plástico
CAD	Computer Aided Design.
CAE	Computer Aided Engineering
CAM	Computer Aided Manufacturing.
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil
CIN	Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco.
CNC	Computer Numerical Control
QFD	<i>Quality Function Deployment</i>
DEMALAP	Desenvolvimento de Molde de Alumínio para Injeção de Peças Plásticas
h	Hora
ID	Identificação
JCR	Journal Citation Reports
NASA	National Aeronautics and Space Administration
SJR	Scientific Journal Rankings
SNIP	Source Normalized Impact per Paper
PD	Processo Desenvolvimento
PDP	Processo Desenvolvimento de Produtos
t	Tempo
2D	Bidimensional
3D	Tridimensional

LISTA DE SÍMBOLOS

% Percentual

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	OBJETIVOS.....	18
1.2	JUSTIFICATIVA.....	19
1.3	DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	20
1.4	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	21
1.5	RECURSOS E MÉTODOS DE PESQUISA	22
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	23
2.1	REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA.....	24
2.1.1	Resumo das buscas de documentos.....	28
2.1.2	Resumo das buscas de periódicos.....	31
2.2	DESENVOLVIMENTO DE MOLDES DE INJEÇÃO DE TERMOPLÁSTICOS.....	32
2.3	ENGENHARIA DE REQUISITOS.....	38
2.4	PROCESSO DE GERENCIAMENTO DE REQUISITOS DE PROJETO..	44
2.4.1	Gerenciamento de mudanças de requisitos de projeto.....	52
2.5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	61
3	PROPOSTA DE FERRAMENTA DE GERENCIAMENTO DE REQUISITOS PARA MOLDES DE INJEÇÃO DE TERMOPLÁSTICOS.....	63
3.1	FASES DO PROJETO DO MOLDE DE INJEÇÃO DE TERMOPLÁSTICOS E OS REQUISITOS A SEREM GERENCIADOS	64
3.2	FERRAMENTA DE GERENCIAMENTO DE REQUISITOS.....	66
3.2.1	Objetivos da ferramenta de gerenciamento de requisitos.....	66
3.2.2	Funções e relacionamentos.....	67
3.2.2.1	<i>Funções e responsabilidades do gerente de projeto.....</i>	68
3.2.2.2	<i>Funções e responsabilidades da equipe de mudança de requisito.....</i>	69
3.2.3	Entradas e saídas da ferramenta de gerenciamento de requisitos.....	68
3.2.4	Informação de projeto.....	72
3.2.5	Legendas e descrições.....	73
3.2.6	Indicadores de gerenciamento de requisitos.....	76

3.2.7	Gerenciamento de mudanças de requisitos.....	76
3.2.8	Indicadores de gerenciamento de mudanças de requisitos.....	79
3.2.9	Indicador de mudanças de custos de requisitos.....	80
3.2.10	Indicador de tempo (h) para mudanças de requisitos.....	80
4	AVALIAÇÃO DA FERRAMENTA PROPOSTA PARA GERENCIAMENTO DE REQUISITOS DE MOLDES DE INJEÇÃO.....	83
4.1	ANÁLISE DOS RESULTADOS DA PESQUISA.....	86
4.1.1	Avaliação do atendimento da ferramenta proposta para o gerenciamento de requisitos de moldes de injeção.....	86
5	Conclusão.....	92
	REFERÊNCIAS.....	94
	APÊNDICE A – Levantamento e análise de diferenciação qualitativa de ferramentas de gerenciamento.....	100
	APÊNDICE B – Questionário de avaliação da ferramenta de gerenciamento de requisitos.....	104

1 INTRODUÇÃO

À medida que preços mais competitivos refletem como uma exigência do mercado, a substituição de metal por plástico tem se tornado a prática mais viável para as indústrias sem renunciar à qualidade de seus produtos. Podemos afirmar sem exagero que estamos vivendo a “Era dos Plásticos”, pois quase tudo que nos rodeia atualmente é de plástico” (Belinato, 2018).

Segundo Hemais (2003), devido a razões econômicas e tecnológicas, nos últimos 30 anos, os plásticos passaram a ocupar um lugar de destaque como um dos materiais mais utilizados pela indústria automobilística, por exemplo.

Conforme publicado pela Neuplast (2020), com a utilização do plástico o automóvel pode chegar a ser até 30% mais leve. Mesmo ficando mais leves, os carros passaram a ser mais seguros, confortáveis e resistentes. Se pararmos por um momento para analisar um automóvel, perceberemos sem qualquer dificuldade a presença do plástico em sua composição.

Para a aplicação do plástico em um automóvel, todos os testes realizados até o momento produziram resultados positivos e, em discussões iniciais, representantes da indústria automotiva indicaram interesse significativo pela caixa de direção de plástico (GOUVEIA, 2015). A Figura 1 mostra a peça de caixa de direção em poliamida.

Figura 1 – Peça de caixa de direção em poliamida.



Fonte: Gouveia (2015).

Para que a transformação do polímero em produto venha a suprir a demanda das indústrias, é necessário o seu processamento e emprego de tecnologias que possibilitem sua transformação. Um dos processos de transformação mais utilizados

na produção de plásticos e o processo de injeção com 30% do mercado (Afinko Polímeros, 2018).

O processo de injeção, tem por objetivo moldar uma peça plástica em vários formatos com alta tolerância dimensional, injetando o material sob pressão dentro de uma cavidade que compõe o molde. O material é colocado em um funil e é direcionado para o interior da máquina injetora que possui uma rosca sem fim. A rosca tem a função de transportar, plastificar, misturar, homogeneizar o material. Ao longo deste caminho, o material passa pelo bico de injeção até preencher as cavidades do molde até que se solidifique. Depois desta etapa o molde é aberto e a peça é extraída. O molde se fecha, e o ciclo é repetido.

De acordo com Ferreira (2002), o processo de desenvolvimento de produto, é fragmentado, ou seja, uma empresa desenvolve o produto a ser injetado, outra empresa projeta o ferramental para produção desse item e uma terceira empresa constrói o molde e definem os requisitos de um molde, os quais são um guia para o desenvolvimento do ferramental.

Segundo Garcia (2009), um molde de injeção pode ser entendido como um conjunto de sistemas funcionais, que permitem que o espaço em que a peça vai ser moldada, definido pela cavidade, seja preenchido com o plástico fundido em condições controladas por seus sistemas, que garantem a qualidade dimensional e estrutural das peças produzidas. Estes sistemas funcionais são:

- a) A estrutura que assegura a rigidez do molde de injeção;
- b) Sistema de guias que mantém o alinhamento da cavidade com o macho;
- c) A alimentação, que permite o percurso do polímero fundido, desde o bico da injetora até à cavidade;
- d) O controle de temperatura nas superfícies moldantes, que a temperatura seja uniforme e que resfriamento seja rápido e eficiente;
- e) Extração da peça do molde;
- f) Sistemas especiais de controle de movimentos, temperatura, pressão e extração controlada.

Ainda segundo Garcia (2009), o molde é o sistema funcional da injetora diretamente associado a um produto. Dependendo das peças a produzir, podem ser mais ou menos complexos.

Segundo a Usitec Ferramentaria (2022), o desenvolvimento de um molde é uma atividade complexa, pois envolve as seguintes etapas:

- a) Etapa do desenvolvimento de um molde: é 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;
- b) Etapa de análise do molde: inicia-se a fase de análise do projeto, pela equipe de desenvolvimento, que analisa as cavidades e os sistemas que serão utilizados no molde e se estão de acordo com as normas de segurança e qualidade;
- c) Etapa de execução do molde: Após finalizar o projeto, chega o momento de fabricação do molde, trabalho realizado pelos profissionais da ferramentaria que executarão o planejamento dos projetistas em um produto real e concreto.

O processo de desenvolvimento de moldes para injeção tem como processos críticos, em relação ao tempo para desenvolvimento os sub processos de projeto, documentação e fabricação do molde (DIAS, 2008). De acordo com Reck Neto (2001), por meio da sistematização, o processo de desenvolvimento de moldes e de peças injetadas pode ser acelerado, reduzindo-se a ocorrência de problemas. Esta sistematização, pode ser implementada a partir da abordagem do desenvolvimento de produtos, especificando e desenvolvendo métodos de projetos e aplicando a engenharia simultânea como metodologia de integração das atividades e das tarefas para que os requisitos necessários do molde e conseqüentemente do produto sejam atendidos.

Assim, em grande parte, esses problemas aparecem pela falta da aplicação de uma sistemática de trabalho, de métodos e ferramentas de gerenciamento dos requisitos no desenvolvimento de um molde de injeção, que garantam ao cumprimento destes requisitos. Por esse motivo, no projeto do molde e o seu gerenciamento de requisitos, baseado em Sachelli (2007) , ficam sem apoio e trabalha-se nesse

processo sob os conhecimentos e a experiência de alguns poucos profissionais da equipe executora, e não de forma sistemática impactando no não cumprimento dos requisitos para aprovação do molde e do produto.

Conforme Barros (2018), o gerenciamento de requisitos de projetos é uma tarefa difícil. No caso do desenvolvimento de moldes nas ferramentarias, quanto a vários aspectos no desenvolvimento de moldes, pois possui vários *stakeholders*, prazos e investimentos. É preciso manter na linha de base para controlar os projetos em andamento e os futuros e para conhecer o caminho e a disponibilidade de cada recurso.

Outro aspecto importante do gerenciamento de requisitos de projetos de moldes, é que o projeto é único, e as atividades são definidas conforme o pedido. Isto faz com que os riscos sejam exclusivamente da ferramentaria fornecedora do serviço e a falta de planejamento pode resultar no atraso de entrega do molde ao cliente e um aumento do custo de fabricação.

Assim, considerando este cenário reativo a problemática do gerenciamento de requisitos de moldes de injeção, ocorre o desenvolvimento desta pesquisa. E, conseqüentemente, pode-se estabelecer a seguinte pergunta de pesquisa: “É possível estruturar uma ferramenta de apoio ao processo de gerenciamento de requisitos com o objetivo de coletar, armazenar e manter os requisitos acordados durante todo o ciclo de vida do processo de desenvolvimento de um ferramental?”

1.1 OBJETIVOS

O objetivo desta pesquisa é propor uma ferramenta para gerenciamento de requisitos no processo de desenvolvimento dos moldes de injeção de termoplásticos, abrangendo o gerenciamento das modificações ocorridas ao longo do desenvolvimento.

Como objetivos específicos que constituem este trabalho, têm-se:

- a) Analisar os modelos de gerenciamento de requisitos de projeto;
- b) Analisar ferramentas de gerenciamento de requisitos;
- c) Desenvolver a ferramenta de gerenciamento de requisitos de projeto de molde de injeção;

- d) Avaliar a ferramenta de gerenciamento de requisitos proposta.
- e) Aplicar a ferramenta de gerenciamento de requisitos no projeto ao desenvolvimento de um molde de injeção;

1.2 JUSTIFICATIVA

A motivação para o tema deste trabalho foi em função de um contexto de gerenciamento de requisitos com aplicação em organizações que tem um processo de projeto e desenvolvimento de moldes de injeção de termoplásticos. Até o momento de realização de trabalho não observamos qualquer processo que tratasse diretamente deste tema. Este desafio em desenvolver uma ferramenta de gerenciamento de requisitos de moldes de injeção de termoplásticos de tal forma, que possibilite proporcionar um produto com menos retrabalhos, mesmos custos e com mais agilidade.

O desenvolvimento de moldes de injeção tem influência de vários fatores, atividades tratadas de forma fragmentada, fazendo com que se potencialize vários problemas por falha de comunicação entre os *stakeholders*. Estes problemas quando descobertos são resolvidos, mas de forma tardia, tendo como consequências atrasos no desenvolvimento, aumento de custos, não cumprimento dos requisitos do molde e comprometimento de sua qualidade e do produto.

Conforme Reck Neto (2001), o processo de projeto de moldes pode ser acelerado por intermédio da sistematização, reduzindo-se a possibilidade de se tomar decisões erradas e adotar soluções de projeto inadequadas.

Alguns trabalhos de pesquisa com propostas de modelos de sistemáticas de desenvolvimento de moldes e produtos injetados termoplásticos contribuíram de alguma forma para o desenvolvimento do setor de transformação de termoplásticos pelo processo de injeção. Segue referências sobre o tema: Bedito (2010), Catapan (2006), Daré (2001), Dias (2008), Ferreira (2002), Mascarenhas (2002), Ogliari (1999), Reck Neto (2001), Sabino Netto (2003), Sacchelli (2007), Santana (2001), Silva (2009) e Santos (2015). Contudo, as pesquisas citadas convergem para o mesmo tema, mas não entram no detalhe das atividades relacionadas ao gerenciamento de requisitos de moldes para injeção de termoplásticos, desde a concepção até a entrega do molde para o cliente.

De acordo com Martini, Da Cruz e Trabasso (2003), a alternativa para procurar uma diferenciação do produto através da satisfação das necessidades dos clientes, é buscar melhor entendimento requisitos e do que os clientes realmente precisam e só então, uma solução específica pode ser customizada. Na grande maioria, na área de Tecnologia da Informação, se tem várias ferramentas que tem como objetivo encurtar a distância entre as empresas e seus clientes, visando facilitar a busca, implantação e auxílio na classificação dos requisitos para de fato compreender seus impactos e gerenciá-los dentro do Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP), desde o projeto até a fase de produção.

Ainda conforme Martini, Da Cruz e Trabasso (2003), o requisito de um produto é a principal fonte de comunicação entre os *stakeholders* envolvidos e tem uma série características e objetivos dentro de um ciclo de desenvolvimento de produtos ou serviços, que mostrarão claramente o resultado do produto que o cliente espera.

De acordo com Bate Byte (2022), para estruturação do processo de gerenciamento de requisito envolve um conjunto de atividades para extrair, validar e manter um documento de requisitos, podendo ser incluído atividades que são realizadas, a estruturação ou particionamento destas atividades, quem é responsável pela atividade e as ferramentas usadas para suportar a engenharia de requisitos. Então, o processo de gerenciamento de requisitos pode ser entendido como uma série de atividades consistindo em: articulação do conceito inicial, a escolha de opções, análise e modelagem e documentação de requisitos. Cada atividade requererá o uso de técnicas potencialmente diferentes. Estas técnicas têm o papel pode ser resumizado quando necessário para suportar as diferentes fases do processo de engenharia de ferramentas aplicáveis às atividades para extrair, validar e manter um documento de requisitos.

1.3 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A proposta deste trabalho tem uma análise inicial, para a propor no desenvolvimento de moldes de injeção por meio de uma sistemática, melhorando o gerenciamento dos requisitos necessários desde a aquisição do projeto até entrega do projeto do molde para vida série, tornando as empresas envolvidas neste processo mais competitivas no mercado local ou até de forma global.

Como consequência, esta ferramenta também auxiliará na construção de um banco de informações e características do produto, processo, máquina e ferramenta que servirão como pré-requisitos a serem atendidos pelo fabricante do molde. Isto evitará que os moldes não atendam requisitos de projeto e do cliente, evitando também conceber processos instáveis e moldes incompatíveis com os equipamentos.

Portanto, esta pesquisa foi limitada às atividades de gerenciamento de requisitos de moldes de injeção sejam atendidos durante o desenvolvimento, não fazendo parte do escopo o gerenciamento de projeto e fabricação do molde de injeção de termoplásticos.

1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

No primeiro capítulo se faz a introdução desta pesquisa, trazendo-se a motivação da pesquisa e o contexto do problema, objetivos da pesquisa e sua justificativa e estrutura de trabalho.

No segundo capítulo, apresenta-se uma revisão bibliométrica para o tema proposto e na sequência do capítulo foi apresentada a base teórica utilizada para fundamentar a pesquisa, dividida em desenvolvimento de moldes de injeção de termoplásticos, engenharia, processos de gerenciamento de requisitos de projeto e ferramentas de gerenciamento de requisitos de projeto de requisitos

Já no terceiro capítulo, demonstra-se a proposta de uma ferramenta de gerenciamento de requisitos de um molde de injeção de termoplásticos, com base a revisão da literatura, é apresentada uma proposta de uma ferramenta de gerenciamento de requisitos de um molde de injeção de termoplásticos, que engloba as principais etapas de gerenciamento de requisitos com as respectivas funcionalidades e responsabilidades.

No capítulo 4, foi elaborado um questionário com critérios de avaliação para verificar a aplicabilidade da ferramenta e possíveis melhorias. No capítulo 5, a conclusão deste trabalho.

1.5 RECURSOS E MÉTODOS DE PESQUISA

Em relação aos procedimentos técnicos para o atingimento dos objetivos propostos, a Tabela 1. apresenta os recursos e métodos utilizados.

Tabela 1 - Recursos e métodos utilizados.

Objetivo Específico	Recurso(s)	Método(s)
a) Analisar os modelos de gerenciamento de requisitos de projeto	Livros; Artigos de periódicos; Dissertações; Teses; Materiais disponibilizados na Internet.	Pesquisa exploratória Pesquisa bibliográfica Pesquisa Documental
b) Analisar ferramentas de gerenciamento de requisitos;	Livros; Artigos de periódicos; Dissertações; Teses; Materiais disponibilizados na Internet	Pesquisa exploratória Pesquisa bibliográfica Pesquisa Documental
c) Identificar ferramentas de gerenciamento de requisitos para projetos de um molde de injeção;	Livros; Artigos de periódicos; Dissertações; Teses; Materiais disponibilizados na Internet.	Pesquisa exploratória Pesquisa bibliográfica Pesquisa Documental
d) Desenvolver uma ferramenta de gerenciamento de requisitos de projeto de molde de injeção;	Planilha de Excel, plataformas de bases de dados	Desenvolve planilhas ou outras plataformas de base de dados para gerenciamento de requisitos.
e) Aplicar a ferramenta de gerenciamento no desenvolvimento de um molde de injeção.	Planilha de Excel, plataformas de bases de dados, ferramentarias.	No processo de desenvolvimento de moldes de injeção

Fonte: O autor (2022).

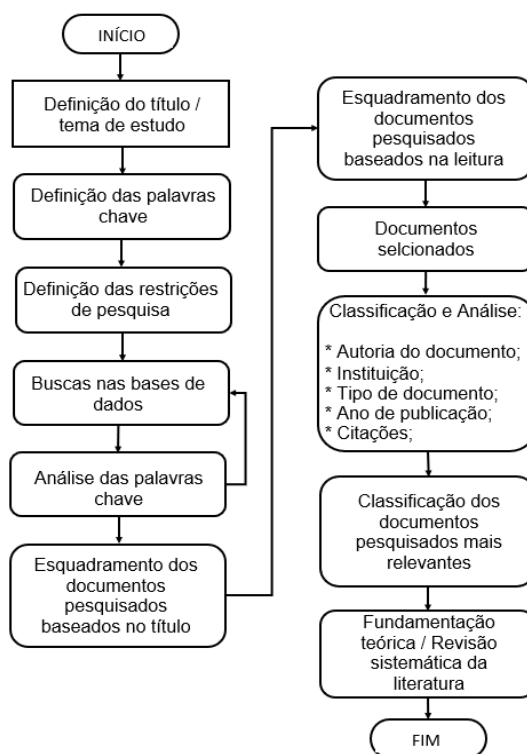
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo apresenta-se a revisão da literatura dos aspectos teóricos que envolvem um processo de injeção, assim como, análise de conceitos para aplicação no desenvolvimento de moldes para injeção de termoplásticos, com o objetivo de elaboração de uma ferramenta de referência para gerenciamento dos requisitos dos moldes para injeção de termoplásticos.

O entendimento do tema de Gerenciamento de Requisitos de Moldes de Injeção, consiste na formação de uma base teórica, construída a partir de uma revisão sistemática da literatura, que suporta de forma estruturada o conjunto de informações necessárias para uma pesquisa bibliográfica referente ao tratamento de dados, possibilitando assim uma escolha mais científica e reproduzível para artigos de periódicos.

Para o entendimento da pesquisa segue representação gráfica na forma de um fluxograma, onde etapas são organizadas de forma sequencial e definem o fluxo de estudo, conforme Figura 2.

Figura 2 – Fluxograma de pesquisa.



Fonte: O autor (2023).

2.1 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

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.

Dado o interesse pelo tema de “*Engineering Requirement Management*”, foi realizada busca na base *Scopus (Elsevier)* nas seguintes áreas de conhecimento que contemplarão o tema desta pesquisa, *Engineering* e *Computer Science*.

Na primeira busca, foram encontrados 187 resultados, cujos documentos foram ordenados, conforme a *query* utilizada para busca:

Enter the query string

187 documents results

TITLE (engineering AND requirements AND management)

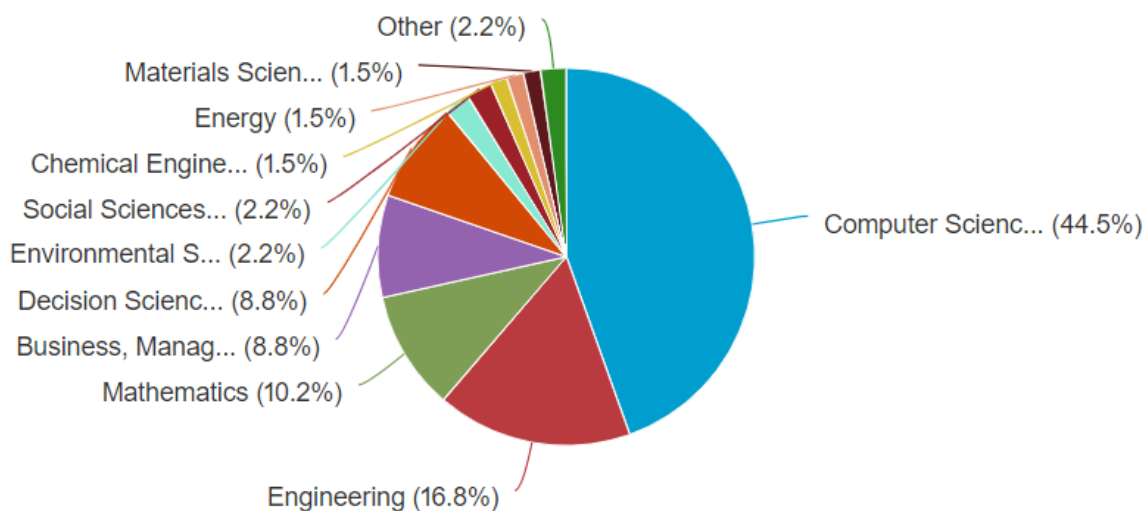
Depois de uma pré-análise na mencionada pesquisa os filtros de pesquisa foram restringidos e foram encontrados 74 resultados, cujos documentos foram ordenados, conforme a *query* utilizada para busca e exemplificado no Gráfico 1 e 2 respectivamente.

Enter query string:

TITLE (engineering AND requirements AND management) AND (LIMIT-TO (PUBYEAR , 2022) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2021) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2020) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2019) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2018) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2017) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2016) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2015) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2014) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2013)) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA , "COMP") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "ENGI")) AND (LIMIT-

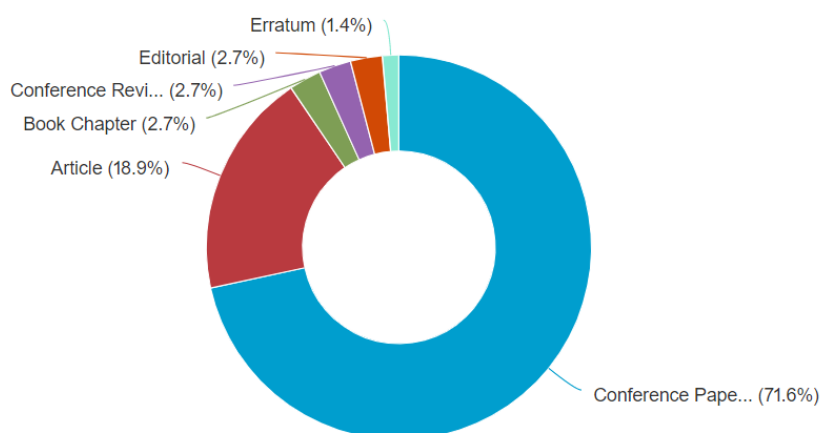
TO (LANGUAGE , "English") OR LIMIT-
TO (LANGUAGE , "Portuguese"))

Gráfico 1 – Primeira busca - Quantidade de documentos por área na base *Scopus*.



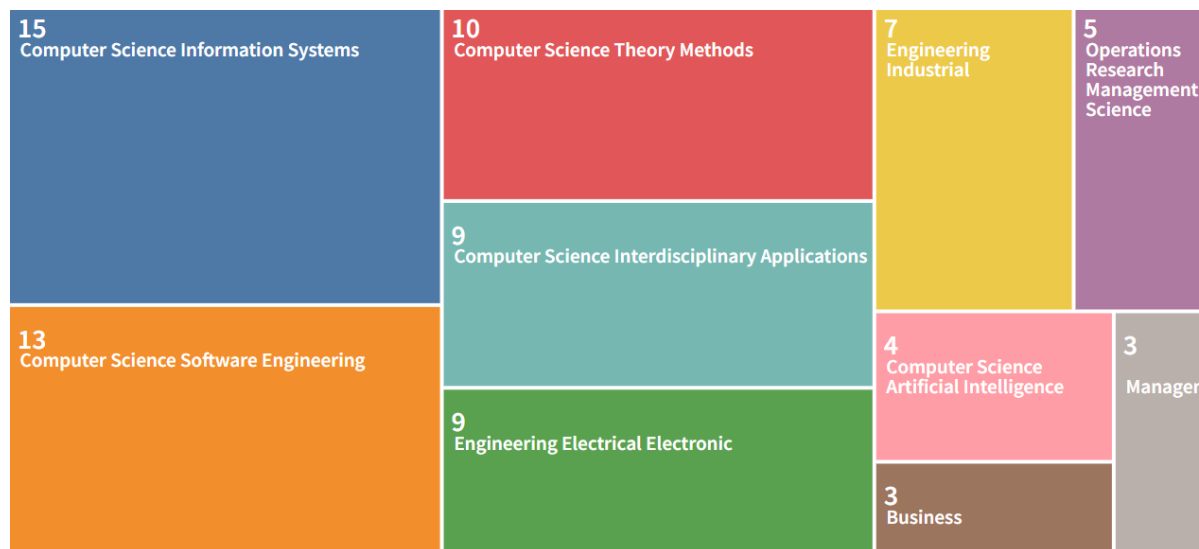
Fonte: Scopus (Elsevier) (2022).

Gráfico 2 – Primeira busca - Quantidade por tipo de documento na base *Scopus*.



Fonte: Scopus (Elsevier) (2022).

Da mesma forma foi realizada busca na base *Web of Science*. Na primeira busca, foram encontrados 119 resultados, cujos documentos foram ordenados, conforme o título "*Engineering Requirement Management*". Depois de uma pré análise na mencionada pesquisa os filtros de pesquisa foram restringidos conforme feito na base Scopus (Elsevier) e foram encontrados 40 resultados, de acordo com o gráfico 3.

Gráfico 3 – Primeira busca - Quantidade por tipo área na base *Web of Science*.

Fonte: *Web of Science* (2022).

Paralelamente também foi realizada uma busca na base Scopus (Elsevier), nas mesmas áreas de conhecimento já selecionadas acima, o tema “*Requirements Management Tools*” para que o item 2.5 desta dissertação, seja suportado pelos documentos pesquisados.

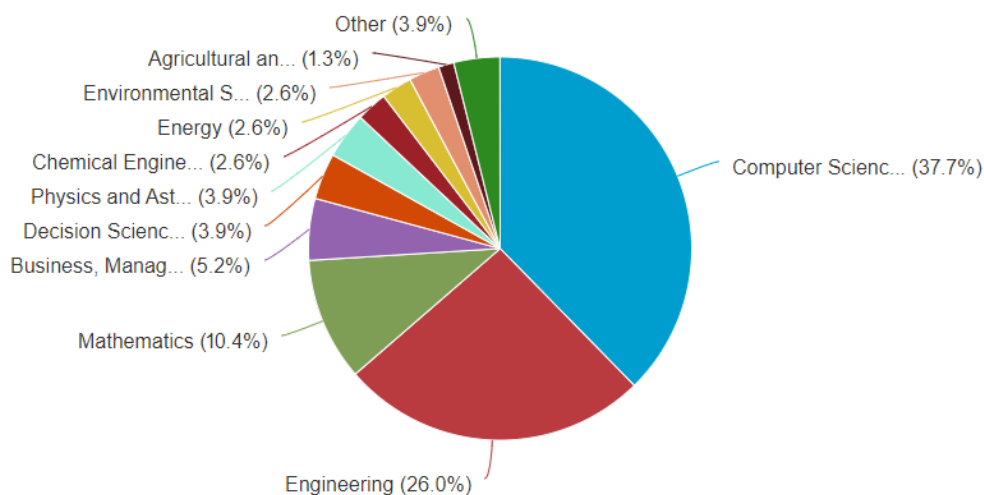
Na busca, foram encontrados 36 resultados, conforme Gráficos 4 e 5 respectivamente, cujos documentos foram ordenados, conforme a *query* utilizada para busca:

Enter query string:

```
TITLE ( tools AND for AND requirements AND management ) AND ( LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2022 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2021 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2020 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2019 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2018 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2017 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2016 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2015 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2014 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2013 ) ) AND ( LIMIT-TO ( SUBJAREA , "COMP" ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA , "ENGI" ) ) AND ( LIMIT-
```

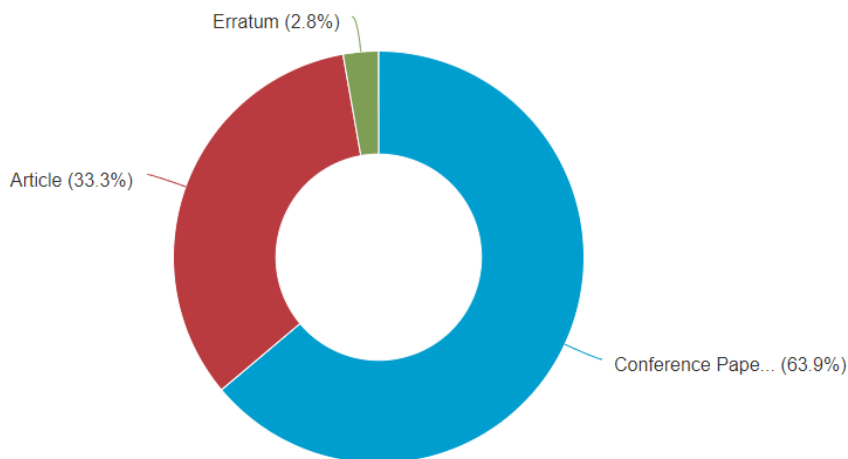
TO (LANGUAGE , "English") OR LIMIT-
TO (LANGUAGE , "Portuguese"))

Gráfico 4 – Segunda busca - Quantidade de documentos por área na base *Scopus*.



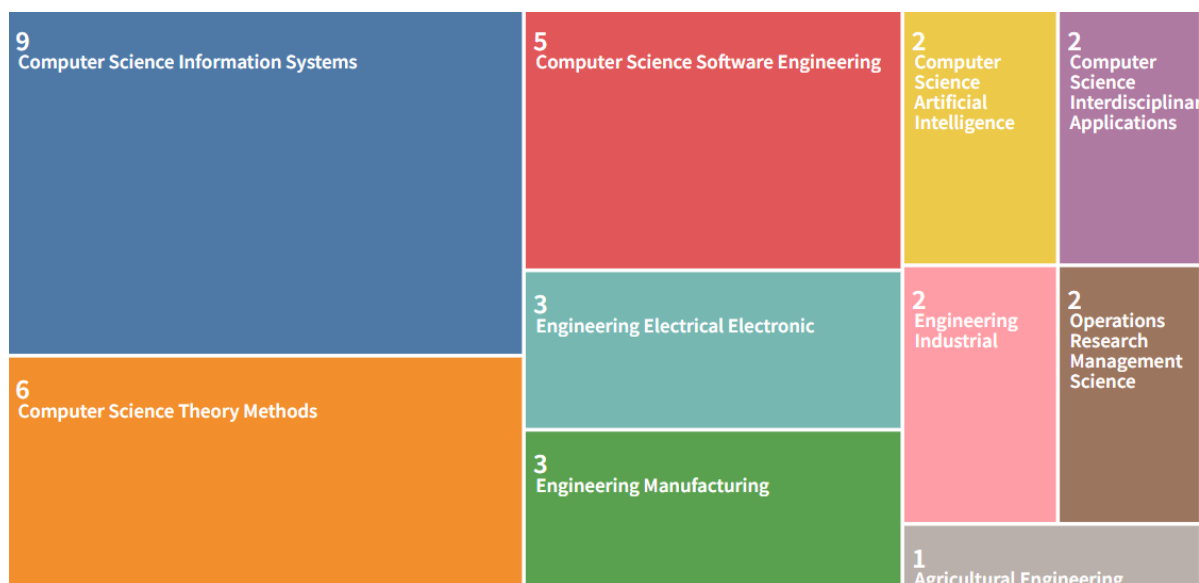
Fonte: *Scopus (Elsevier)* (2022).

Gráfico 5 – Segunda busca - Quantidade por tipo de documento na base *Scopus*.



Fonte: *Scopus (Elsevier)* (2022).

A mesma busca na base *Scopus (Elsevier)*, também foi realizada na base *Web of Science*. Foram encontrados 24 resultados, cujos documentos foram ordenados, conforme com a mesma *query*, conforme gráfico 6.

Gráfico 6 – Segunda busca - Quantidade por tipo área na base *Web of Science*.

Fonte: *Web of Science* (2022).

2.1.1 Resumo das buscas de documentos

Segue, conforme Tabela 2, resumo das buscas de documentos efetuadas 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.

Tabela 2 - Resumo das buscas de documentos nas bases de pesquisa.

Resumo de busca de documentos					
Tipo de Documentos	Scopus (Elsevier)	Web of Science	GOOGLE	GOOGLE Acadêmico	Total
<i>Article</i>	25	48	10	10	93
<i>Handbook</i>	0	0	2	0	2
<i>Document Project</i>	0	0	1	0	1
<i>Book</i>	0	0	0	3	3
<i>thesis</i>	0	0	0	3	3
<i>Conference review</i>	2	0	0	0	2
<i>Book chapter</i>	2	0	0	0	2
<i>Conference paper</i>	75	15	0	0	90
<i>Blog</i>	0	0	2	0	2
<i>Site</i>	0	0	1	0	1
<i>Editorial</i>	2	0	0	0	2
<i>Course material</i>	0	0	1	0	1
Total	106	63	12	16	203
				Total Geral	401

Fonte: O autor (2022).

Tomando como referência a busca de documentos realizada na base Scopus (Elsevier), foi analisado os documentos que possuíam busca repetida. O resultado da análise se resume na Tabela 3.

Tabela 3 - Resumo das buscas de documentos eliminando documentos repetidos.

Resumo de busca de documentos					
Revisão e eliminação de documentos repetidos de acordo com a referência da base de busca Scopus (Elsevier)					
Tipo de Documentos	Scopus (Elsevier)	Web of Science	GOOGLE	GOOGLE Acadêmico	Total
<i>Article</i>	25	4	2	4	35
<i>Handbook</i>	0	0	0	0	0
<i>Document Project</i>	0	0	1	0	1
<i>Book</i>	0	0	0	1	1
<i>thesis</i>	0	0	0	1	1
<i>Conference review</i>	2	0	0	0	2
<i>Book chapter</i>	2	0	0	0	2
<i>Conference paper</i>	75	15	0	0	90
<i>Site</i>	0	0	1	0	1
<i>Blog</i>	0	0	2	0	2
<i>Editorial</i>	2	0	0	0	2
<i>Course material</i>	0	0	0	0	0
Total	106	19	9	6	137
				Total Geral	277

Fonte: O autor (2022).

Após excluídos os documentos repetidos, reteve-se 61 documentos que farão parte da base bibliométrica desta pesquisa em relação ao tema proposto. Dentro do contexto desta pesquisa, o processo possibilitou a geração, a ordenação e a priorização da leitura de documentos que serviram de base teórica relevante disponível para o conteúdo deste trabalho.

Os detalhes dos documentos do portfólio bibliométrico desta pesquisa estão mostradas conforme Tabelas 4 e 5 respectivamente.

Tabela 4 – Relação de documentos e respectivo tema utilizados como base teórica da dissertação.

N.	Documentos / Assuntos	Total
1	Apostila sobre polímeros	1
2	Artigo em gerenciamentos de requisitos	2
3		3
4	Artigo sobre gestão de ferramentarias	1
5	Artigo sobre escolha de ferramenta para ferramenta de gerenciamento	1
6	Artigo sobre ontologias para codificação de requisitos	1
7	Artigo sobre polímeros na indústria automotiva	1
8	Artigo sobre processamento de polímeros	1
9	Artigo sobre projetos e fabricação de moldes de injeção	5
10	Artigo sobre requisitos de métodos de garantia da qualidade no desenvolvimento	2
11	Artigos conceitos e relações semânticas das informações	1
12	Artigos em engenharia de requisitos	6
13	Tese de doutorado em projetos e estimativa de custos	1
14	Tese de doutorado em plástico injetado	1
15	Tese de doutorado em moldes de injeção de termoplásticos	1
16	Tese de doutorado em desenvolvimento de máquinas agrícolas	1
17	Dissertação de mestrado em gerenciamento	7
18	Dissertação de mestrado em desenvolvimento produtos termoplásticos	2
19	Dissertação de mestrado em gerenciamento de requisitos	1
20	Dissertação de mestrado em processos de produtos termoplásticos	1
21	Dissertação de mestrado em processos de desenvolvimento	3
22	Dissertação de mestrado em produtos termoplásticos	1
23	Livro de engenharia de requisitos	1
24	Livro em gerenciamento de projeto	1
25	Livro em projeto de moldes de injeção de termoplásticos	1
26	Livro sobre requisitos de software	1
27	<i>Office of Government Commerce, UK, Requirements Management</i>	1
28	Revista especializada em molde de injeção	1
29	Material de apoio de curso de gestão de custos nas ferramentarias	1
30	Projeto de pesquisa	1

Fonte: O autor (2022).

Tabela 5 – Resumo de tipos de documentos utilizados como base teórica da dissertação.

Tipos de Documentos	Quantidade
Apostilas	3
Artigos	23
Dissertações de mestrado	16
Livros	4
Revistas	3
Sites	4
Tese de doutorado	4
Handbook	2
Documento governamental	1
Projeto de Pesquisa	1
Total	61

Fonte: O autor (2022).

2.1.2 Resumo das buscas de periódicos

Segue, conforme Tabela 6, resumo das buscas de periódicos efetuadas 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. A classificação dos periódicos foi tomada base o indicador *SJR*, já que para o indicador *JCR* alguns periódicos não possuíam esta avaliação.

Tabela 6 – Classificação dos periódicos com base indicador *SJR*.

N.	Software	Relação Qualidade / Preço	Recursos	Praticidade	Suporte ao cliente	Classificação Geral	Quantidade de avaliações
1	Visure Requirements	5,0	4,9	4,8	5,0	4,925	12
2	Dragonboat	4,8	4,4	4,7	5,0	4,725	9
3	Aha!	4,6	4,7	4,4	4,9	4,650	454
4	Process Street	4,7	4,5	4,6	4,7	4,625	556
5	awork	4,8	4,2	4,6	4,8	4,600	32
6	aqua ALM	4,6	4,6	4,3	4,9	4,600	17
7	ReqSuite	4,8	4,1	4,5	5,0	4,600	11
8	DRAKON Editor Web	4,8	4,5	4,5	4,5	4,575	13
9	Clickup	4,7	4,6	4,3	4,6	4,550	2.813
10	iRise	4,6	4,3	4,7	4,6	4,550	9
11	Cerberus	4,9	4,6	4,1	4,5	4,525	29
12	ReQtest	4,6	4,3	4,7	4,5	4,525	23
13	ReqView	4,7	4,1	4,3	4,9	4,500	24
14	Valispace	5,0	4,0	4,0	5,0	4,500	1

Fonte: Autor (2022).

Tabela 6 – Classificação dos periódicos com base indicador SJR (Continuação).

N.	Software	Relação Qualidade / Preço	Recursos	Praticidade	Suporte ao cliente	Classificação Geral	Quantidade de avaliações
15	Orcanos	4,6	4,4	4,4	4,4	4,450	23
16	Monday.com	4,3	4,4	4,5	4,5	4,425	2.456
17	Test Modeller	4,5	4,5	4,2	4,5	4,425	23
18	Alithya GoTest	4,2	4,5	4,4	4,6	4,425	13
19	Cradle	4,4	4,5	3,8	4,9	4,400	29
20	Craft.io	4,4	4,5	3,8	4,6	4,325	26
21	Innoslate	4,2	4,2	4,4	4,4	4,300	18
22	Quip	4,3	4,1	4,4	4,4	4,300	180
23	qTest	4,3	4,3	4,2	4,3	4,275	17
24	Emburse Abacus	3,9	4,2	4,5	4,4	4,250	57
25	Space	5,0	4,0	3,0	5,0	4,250	1
26	TraceCloud	4,5	3,9	3,8	4,7	4,225	58
27	Jama Connect	4,5	4,2	3,9	4,2	4,200	11
28	Jira	4,2	4,4	4,0	4,1	4,175	11.922
29	Confluence	4,2	4,3	4,1	4,2	4,167	2.156
	Wrike	4,0	4,2	4,0	4,3	4,125	1.744
31	30	4,4	3,8	3,9	4,4	4,125	103
32	codebeamer	4,0	4,4	3,8	4,3	4,125	29
33	Requirements Hub	0,0	5,0	4,4	4,7	3,525	8
34	IBM Rational	3,3	3,9	3,1	3,5	3,450	30
35	Tricentis Tosca	4,1	0,5	4,1	4,2	3,225	11

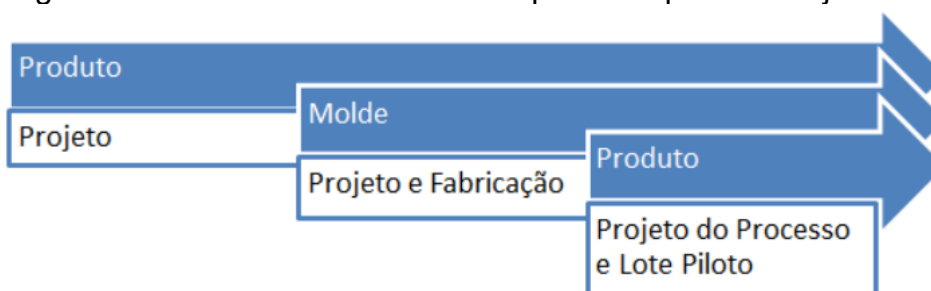
Fonte: O autor (2022).

É importante salientar que, com base na revisão da literatura, são apresentadas as informações dos itens a seguir.

2.2 DESENVOLVIMENTO DE MOLDES DE INJEÇÃO DE TERMOPLÁSTICOS

Segundo Sacchelli (2007), o desenvolvimento de um molde de injeção inicia com a definição do conceito do produto, gerando a necessidade do *design* deste produto, com intuito de definir a forma física e a integração com o projeto. Depois, a atividade denominada de engenharia de produto define a integração do projeto do componente de plástico injetado com o projeto. Concluindo, tem-se a aprovação do projeto do componente de plástico; posteriormente o projeto do molde de injeção e sua fabricação. Conforme Figura 3, exemplifica a característica do PDP de produtos plásticos injetados;

Figura 3 – Característica do PDP de produtos plásticos injetados.



Fonte: Santos (2015).

Segundo Santos (2015), para gerar uma proposta de modelo de integração dos processos de projeto, documentação do projeto e fabricação do molde, é necessário conhecer e compreender algumas especificidades sobre o processo de desenvolvimento de produtos

No PDP é comum que a peça plástica injetada seja projetada em uma empresa, outra fábrica construa o molde e uma empresa terceira faça o processo de injeção. Nas duas últimas situações, a falta de integração dos processos causa vários problemas técnicos e gerenciais que, resultam em atrasos no lançamento do produto e um aumento nos custos.

No desenvolvimento de produtos injetados, a engenharia simultânea permite a antecipação de decisões e problemas, PDP possibilita que equipes multifuncionais atuando de forma integrada, compartilhem informações e conhecimento no desenvolvimento do produto (Gomes, 2003). O modelo proposto por Ferreira (2006) envolve o conhecimento de vários especialistas contribuindo com informações essenciais para o aperfeiçoamento do projeto desde as fases iniciais do desenvolvimento, conforme ilustrado na Figura 4.

Figura 4 – PDP de produtos plásticos injetados.



Fonte: Ferreira (2006).

Segundo Dias (2008), podemos simplificar a descrição dos processos de desenvolvimento de um molde de injeção conforme segue:

- Planejamento: é feito pela ferramentaria para antecipar dificuldades ou oportunidades para tomar decisões adequadas no tempo certo;
- Orçamento: o cliente que está desenvolvendo um novo produto procura uma ferramentaria para projetar e Processos de desenvolvimento de moldes de injeção
- Fabricar o molde;
- Pedido de compras: ocorre com a aprovação do orçamento;
- Planejamento do Processo de Desenvolvimento do molde: é o planejamento das atividades como: escopo, cronograma, riscos, plano de aquisições, plano de comunicação, fabricação etc.
- Projeto e documentação: Concepção de um sistema completo que atenda a todas as especificações do produto necessários para fabricação do molde;
- Planejamento da fabricação: definem-se os processos de fabricação mais adequados aos componentes do molde (planos de fabricação), elaboram-se os programas para usinagens em máquinas CNC, programam-se as equipes etc.;
- Fabricação: ocorrem as usinagens dos componentes, os tratamentos térmicos, os processos de acabamentos, os ajustes e a montagem do molde;

- i) *Tryout*: é o teste do molde na máquina de injeção, com o acompanhamento dos responsáveis do desenvolvimento do molde.

Em um estudo que compara as etapas e atividades envolvidas no desenvolvimento de projeto de moldes de injeção, feito por Salvador et al. (2007), chegou-se à conclusão 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, conforme tabela 7.

Tabela 7 – Atividades propostas para as fases do projeto do molde de injeção segundo diferentes autores.

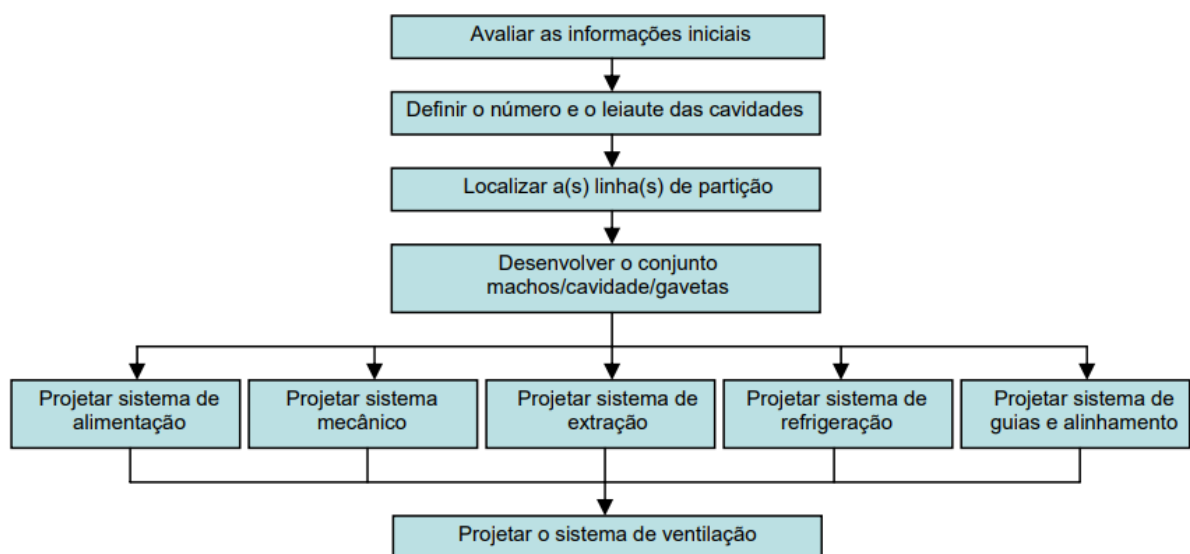
Autor	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5	Fase 6
Fuh et al. (2004)	Definir número e layout de cavidades	Localizar linhas de partição	Definir sistema de alimentação e saídas de ar	Projetar sistema de extração	Projetar sistema de refrigeração	Projetar demais partes
Tonolli (2003)	Definir número e layout de cavidades	Localizar linhas de partição	Realizar balanceamento do molde	Projetar sistema de refrigeração	Projetar sistema de extração	Projetar demais partes
Daré (2001)	Definir número e layout de cavidades	Localizar linhas de partição	Projetar sistema de alimentação	Projetar sistema de refrigeração	Projetar sistema mecânico	Projetar sistema de extração
Rees (1995)	Desenhar a seção transversal mais significativa do component e e esboçar todos os sistemas	Localizar linhas de partição	Realizar balanceamento do molde	Projetar sistema de alimentação e possíveis insertos	Analisar saídas de ar e projetar sistemas de extração	Projetar sistema de refrigeração e as demais partes
Menges e Mohren (1993)	Especificar a máquina, material e o produto	Localizar linhas de partição	Definir número e layout de cavidades	Projetar sistema de alimentação	Projetar sistema de refrigeração	Projetar sistema de extração e as demais partes
Glastrow (1993)	Definir número e layout de cavidades	Projetar sistema de alimentação	Projetar sistema de refrigeração	Projetar sistema de extração	Projetar sistema de saída de gases	-

Fonte: Adaptado Sacchelli (2007).

Dias (2008), com base na literatura e em pesquisa realizada com representantes de empresas do setor de moldes para injeção, um fluxo, conforme a Figura 5, com uma sequência de fases para o projeto do molde de injeção.

As fases de projeto dos sistemas do molde de injeção: alimentação, mecânico, extração, refrigeração e de guias e alinhamento são realizadas de maneira interativa e simultânea, pois é difícil estabelecer uma ordem para o projeto do molde de injeção.

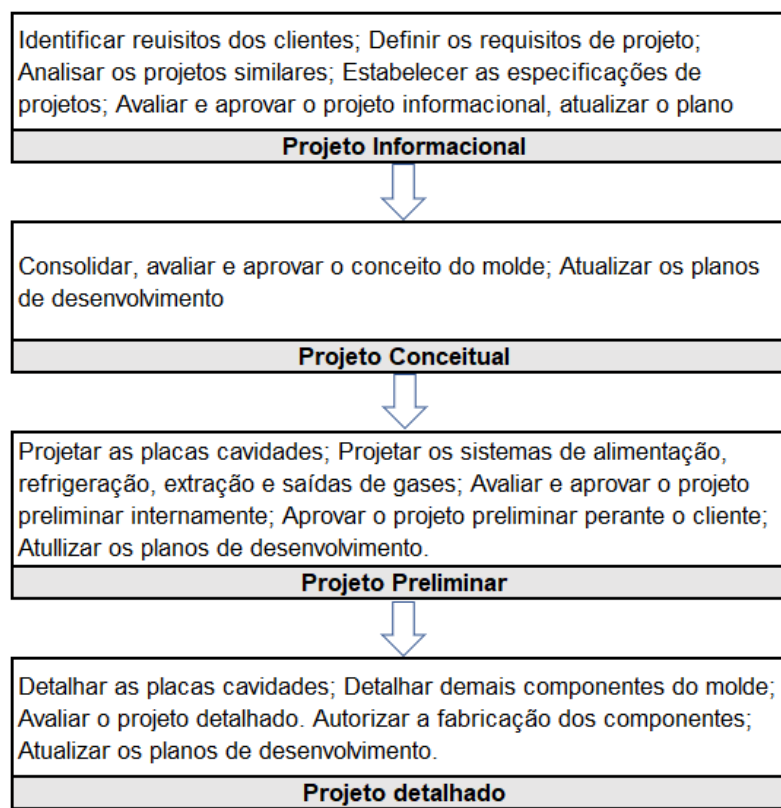
Figura 5 – Sequência de fases para o projeto do molde de injeção.



Fonte: Dias (2008).

Na pesquisa de Sacchelli (2007), propõe-se um modelo para estruturar os processos, suas entradas, atividades, saídas, métodos e ferramentas, visando a sistematização do PD integrado de moldes para injeção de termoplásticos, usando modelos encontrados na literatura, tendo como base o de Romano (2003), onde divide o processo de projeto nas fases dos projetos: informacional, conceitual, preliminar e detalhado. Ver Figura 6.

Figura 6 – Fases e atividades do processo de projeto de moldes para injeção (Adaptado de SACCHELLI, 2007).

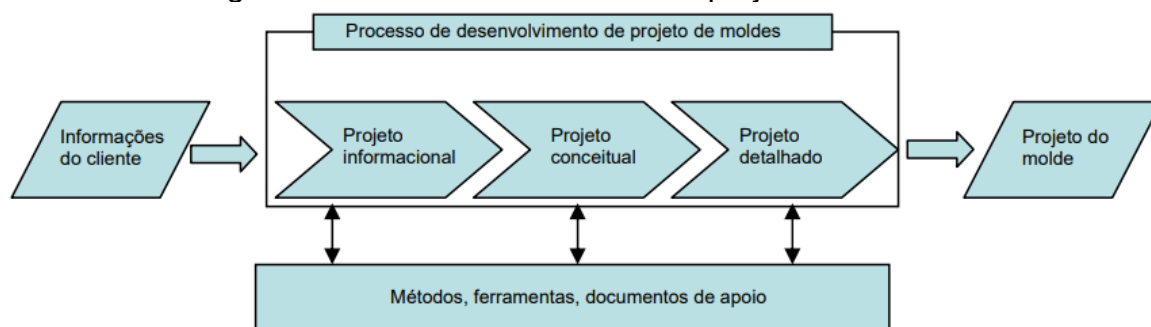


Fonte: Adaptado de Santos (2015).

Dias (2008), propõe um modelo de referência, conforme representado na Figura 7, o qual está baseado no modelo de Rozenfeld et al. (2006). No caso, o projeto do molde se subdivide nas: informacional, conceitual e detalhado.

- a) O projeto Informacional: tem como obter as especificações do molde;
- b) O projeto Conceitual: trata da busca, seleção e representação de soluções para especificações do molde para encaminhamento à manufatura.

Figura 7 – Modelo de referência de projeto de moldes.



Fonte: Dias (2008).

2.3 ENGENHARIA DE REQUISITOS

As empresas estão buscando entender melhor as necessidades dos clientes visando o desenvolvimento de produtos que permitam uma melhor experiência do usuário.

Existem vários métodos e técnicas comprovadas na literatura, que visam encurtar a distância entre as empresas e seus clientes. Estas técnicas facilitam a captura e implantação, auxiliando na classificação dos requisitos para realmente compreender seus impactos sobre o processo de desenvolvimento de produto (PDP), desde o projeto até a fase de produção.

Segundo a Nomus (2022), uma das técnicas que podem ser utilizadas é a Matriz QFD (*Quality Function Deployment*), que significa Desdobramento da Função Qualidade, é um método que busca garantir a qualidade durante o processo de desenvolvimento de produtos e serviços. Esse método consiste em ouvir a voz do cliente para desenvolver produtos ou serviços por meio de diversos fatores como funções do produto, qualidade, processos, entre outros.

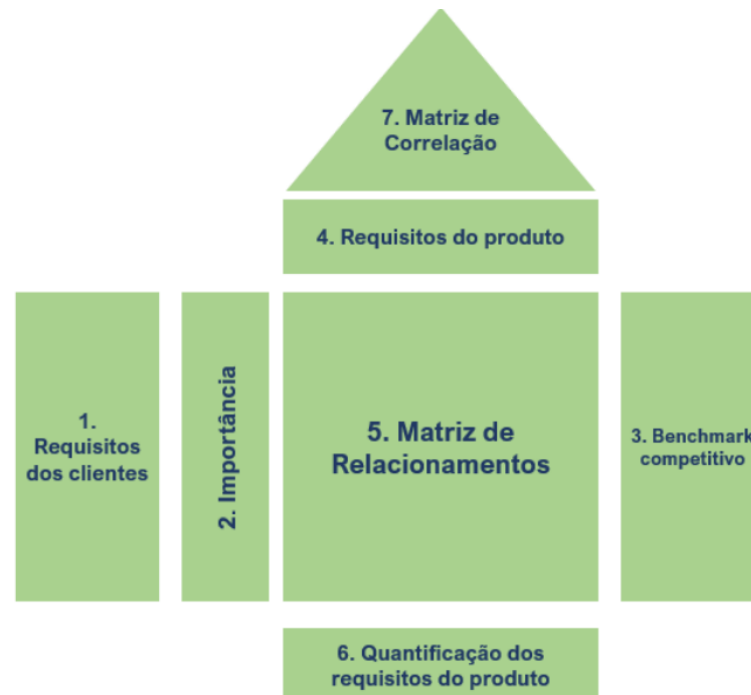
O principal objetivo da matriz QFD é assegurar que o projeto final de um produto ou serviço atenda às exigências ou requisitos do cliente por meio de características mensuráveis, trazendo grandes benefícios para a organização.

Segue os principais benefícios do método QFD:

- a) Melhoria do relacionamento entre as áreas;
- b) Diminuição no número de modificações de projetos;
- c) Redução do tempo de desenvolvimento;
- d) Redução de reclamações, custos e perdas;

- e) Identificação dos gargalos de engenharia;
- f) Aumento da satisfação dos clientes;
- g) Criação de base de dados com a documentação gerada pelo QFD;
- h) Fortalecimento da prática da engenharia simultânea.

Figura 8 – Matriz QFD (*Quality Function Deployment*).



Fonte: Nomus (2022).

O requisito é a principal forma de comunicação entre os clientes, as empresas, entre as equipes dentro de uma organização e fornecedores. Os requisitos têm uma série de objetivos dentro de um ciclo de desenvolvimento de produtos ou serviços.

Algumas delas são:

- a) Para mostrar claramente os resultados que os clientes esperam do produto ou serviço;
- b) Para descrever qual a finalidade do produto ou serviço, ou seja, para descrever suas funcionalidades.
- c) Para rastrear a origem e a história das eventuais modificações;
- d) Servir de guia para todas as fases de desenvolvimento do produto;
- e) Definir responsabilidades, inclusive de terceiros e fornecedores.
- f) Para permitir um procedimento sistemático de mudança.

- g) Para comunicar o as informações como características e funcionalidades do produto para os stakeholders.

Partindo da premissa de que os requisitos são a matéria prima básica, a partir da qual um produto será construído, é fundamental, que tais requisitos possuam características que garantam que o resultado, ao serem considerados no desenvolvimento do projeto, seja sempre o mesmo, independente dos métodos, e/ou ferramentas, aplicadas e/ou da atuação do grupo de projeto, afirma Azevedo (2017).

A literatura apresenta inúmeras características de requisitos quando eles são considerados individualmente. Os principais são sumarizados através da Tabela 8, a seguir (WIEGERS; BEATY, 2013), (YOUNG, 2004); (HULL *et al.*, 2011).

Tabela 8 – 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 entendido.
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 ao 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.
Consistente	Os requisitos não devem ser conflitantes entre si.

Fonte: Adaptada de Hull et al. (2011) e Wiegers e Beaty (2013).

Outras características, no entanto, só podem ser analisadas de forma combinada sobre conjuntos de requisitos. A Tabela 9, a seguir, sumariza as principais:

Tabela 9 - Características do conjunto de requisitos.

Característica	Descrição
Não redundante	Cada requisito deve ser expresso uma única vez.
Estruturado	O documento de requisito 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 percorridas de forma a permitir o controle de consistência devido as alterações de um determinado requisito.

Fonte: Adaptada de Hull et al. (2011) e Wiegers e Beaty (2013,)

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

- a) Descrições de funções e restrições que se tornam requisitos do projeto;
- b) O requisito pode ser considerado uma propriedade de um determinado produto ou serviço com o intuito de exibir a resolução de algum problema;
- c) Condição ou capacidade que precisa ser alcançada ou deve estar presente em um determinado sistema para satisfazer um contrato, especificação, padrão ou documento formalmente imposto.

Todas as definições acabam chegando ao mesmo lugar, principalmente porque a engenharia de requisitos é bastante ampla. De uma maneira geral, os requisitos são um conjunto de necessidades que foram previamente explicitadas por um cliente e, em algum momento, precisarão ser cumpridas no projeto. Se os requisitos não estiverem cumpridos, é muito provável que o cliente não aceite de forma positiva o produto. A satisfação irá diminuir pouco a pouco, levando em consideração se algum requisito esteja faltando dentro de suas solicitações no projeto. Sommerville (2011) amplia esse significado, definindo os requisitos sendo:

[...] as descrições do que o sistema deve fazer, os serviços que oferecem e as restrições ao seu funcionamento. Esses requisitos refletem as necessidades dos clientes para um sistema que serve a uma finalidade determinada, como controlar um dispositivo, realizar um pedido ou encontrar informações [...].

Ainda de acordo com Noleto (2021) a engenharia de requisitos, faz referência a um processo de definição, documentação e manutenção dos requisitos presentes em um determinado projeto de engenharia. É por meio da engenharia de requisitos que há a possibilidade de acessar um mecanismo que seja adequado para compreender a solicitação dos clientes.

Os requisitos podem ser classificados em tipos, segundo Noleto (2021). São eles:

- a) Requisitos funcionais: São requisitos ligados a funcionalidade do produto, descrevem as funções que devem executar.
- b) Requisitos não funcionais: São requisitos que expressam condições que o produto deve atender ou qualidades específicas que o mesmo deve ter. Em vez de informar o que o produto fará, os requisitos não-funcionais colocam restrições do produto.

Segundo a DevMedia – Plataforma para programadores (2008), afirma que estas definições podem ser melhoradas, porém referem-se apenas às atividades relacionadas à produção de requisitos. Entretanto, ainda não é dito a respeito da gerência destas atividades, também conhecida como gerência de requisitos. É possível evoluir a definição de engenharia de requisitos para utilizar o termo usado para descrever as atividades relacionadas à produção de requisitos, como:

A longo de processo de desenvolvimento de produtos, um requisito passa por um processo, o qual envolve as etapas descritas a seguir. Estas etapas são importantes, pois o gerenciamento dos requisitos deve contemplar estes aspectos, (DevMedia – Plataforma para programadores, 2008.)

- a) Levantamento: Esta atividade relaciona-se à obtenção dos requisitos do produto, onde os engenheiros trabalham com clientes e usuários finais para descobrir o problema a ser resolvido, o desempenho necessário, restrições e outras informações;

- b) Registro: Uma vez identificados e negociados, os requisitos devem ser documentados para que possam servir de base para o restante do processo de desenvolvimento;
- c) Verificação: Esta atividade examina a especificação do produto, de forma a assegurar que todos os requisitos foram definidos sem ambiguidades, inconsistências ou omissões, detectando e corrigindo possíveis problemas ainda durante a fase de definição dos requisitos;
- d) Validação: Representa a atividade em que obtemos o aceite do cliente. No cenário de engenharia de requisitos, esta atividade significa aprovação junto ao cliente os requisitos que foram especificados. Embora aparentemente simples, esta atividade pode ser bastante dificultada pelo cliente ou mesmo por um processo de validação inadequado utilizado pela empresa.

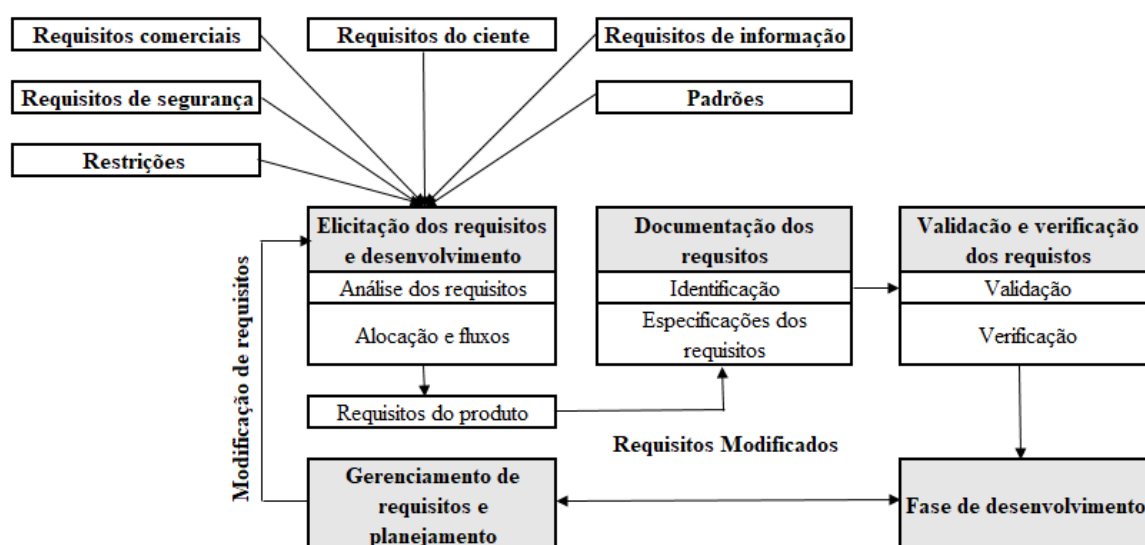
Os requisitos por natureza são voláteis. Diversos fatores contribuem para sua instabilidade ao longo do tempo. Mudanças externas no ambiente, como mudanças de legislação, mudanças no mercado, mudança no posicionamento estratégico da empresa e erros no processo de requisitos, entre outros. Todos esses fatores fazem com que seja necessário mudar os requisitos. Estas mudanças precisam ser conduzidas de forma ordenada para que não se perca controle sobre o prazo e o custo do desenvolvimento.

Segundo Pandey, Ramani e Suman (2010), o principal objetivo da engenharia de requisitos é descobrir os requisitos de qualidade que podem ser implementados no desenvolvimento de produto. Os requisitos identificados devem ser claros, consistentes, modificáveis e rastreáveis para produzir um produto de qualidade. Um modelo de um método eficaz de processo de engenharia de requisitos, é mostrado na Figura 9. O modelo consiste principalmente em quatro fases:

- a) Fase de elicitación e desenvolvimento de requisitos: Está incluso as atividades de análise, alocação e fluxo dos requisitos. Concentra-se em examinar e reunir os requisitos desejados e objetivos de diferentes pontos de vista dos stakeholders envolvidos e se estão dentro do contexto do negócio;

- b) Fase documentação de requisitos: Inclui a identificação e especificações dos requisitos.;
- c) Fase de validação e verificação de requisitos: Verifica a conformidade dos documentos dos requisitos;
- d) Fase de gerenciamento e planejamento de requisitos: Controla as mudanças de requisitos;

Figura 9 - Modelo de processo de engenharia de requisitos.



Fonte: Adaptado de PANDEY, D.; RAMANI, A. K.; SUMAN, U (2010)

2.4 PROCESSO DE GERENCIAMENTO DE REQUISITOS DE PROJETO

A atividade de administrar os requisitos ao longo do tempo é denominada de gerenciamento de requisitos. Os benefícios desta atividade são percebidos no médio prazo, sendo que são necessários investimentos no curto prazo. Porém, se sua não implementação faz com que as economias de curto prazo sejam logo suplantadas pelas despesas no longo prazo, verificadas com superação de custo e prazo nos projetos conduzidos.

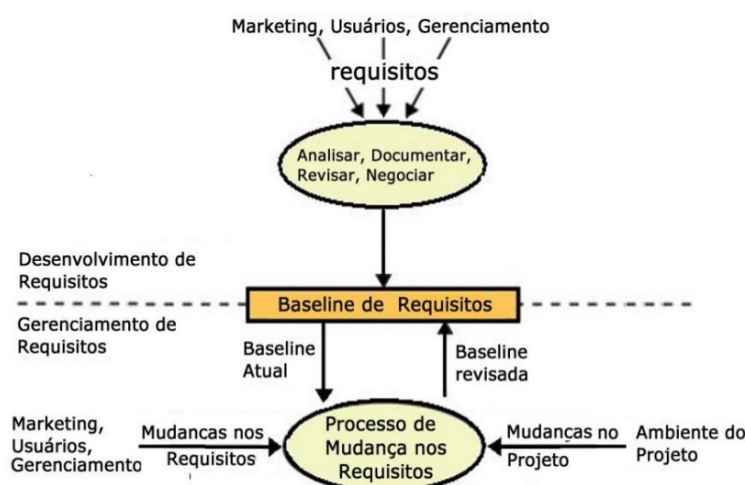
A alteração de requisitos durante o ciclo de vida de um produto é um ato concreto com o qual a Engenharia de Requisitos deve lidar. Esta alteração ocorre devido a diversos fatores, tais como: a evolução de tecnologia, o redirecionamento de objetivos do negócio em função, por exemplo, de concorrência, 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.

Para o gerenciamento de requisitos, podemos relacionar a atividade de controle de mudanças dos requisitos. Os requisitos sofrem mudanças ao longo do tempo e para conduzir estas mudanças é necessário preparo e planejamento. Uma das formas utilizadas para organizar estas mudanças é estabelecer uma *baseline* de requisitos, que fornece uma visão entre os limites entre os processos de elicitação e desenvolvimento dos requisitos para o gerenciamento dos requisitos, onde ocorrem as mudanças dos requisitos.

Na sequência, conforme na Figura 10, os limites entre o desenvolvimento e o gerenciamento de requisitos. Inicialmente, os requisitos são elicitados junto ao cliente e seus *stakeholders* e posteriormente analisados, documentados, revisados e negociados. Finalizando esta fase de desenvolvimento, estabelece-se uma *Baseline* de requisitos que servirão de base para o gerenciamento dos requisitos. Na etapa de gerenciamento de requisitos, será verificado o cumprimento de cada requisito ao longo de seu ciclo de vida. Em caso de não cumprimento ou necessário fazer alguma mudança em algum requisito durante seu ciclo de vida, inicia-se um processo de mudança juntamente com os stakeholders para correção ou definição de novas especificações do requisito. Assim que os requisitos são corrigidos ou modificados para atender alguma especificação, a *Baseline* de requisitos é necessária ser revisada.

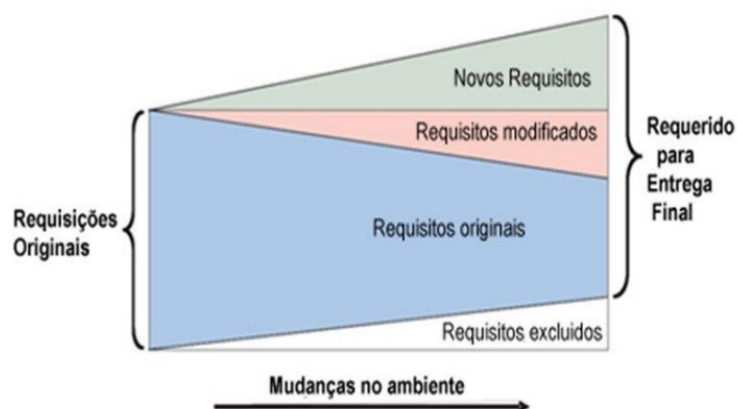
Figura 10 – Limites entre o desenvolvimento e o gerenciamento de requisitos.



Fonte: Adaptado de Wieggers e Beaty (2013).

Permite também, diferenciar o que era o requisito inicialmente, o que foi introduzido e o que foi descartado, conforme mostra a Figura 11. Além disso, é interessante estabelecer um único canal para controle de mudanças, bem como utilizar um sistema para este controle.

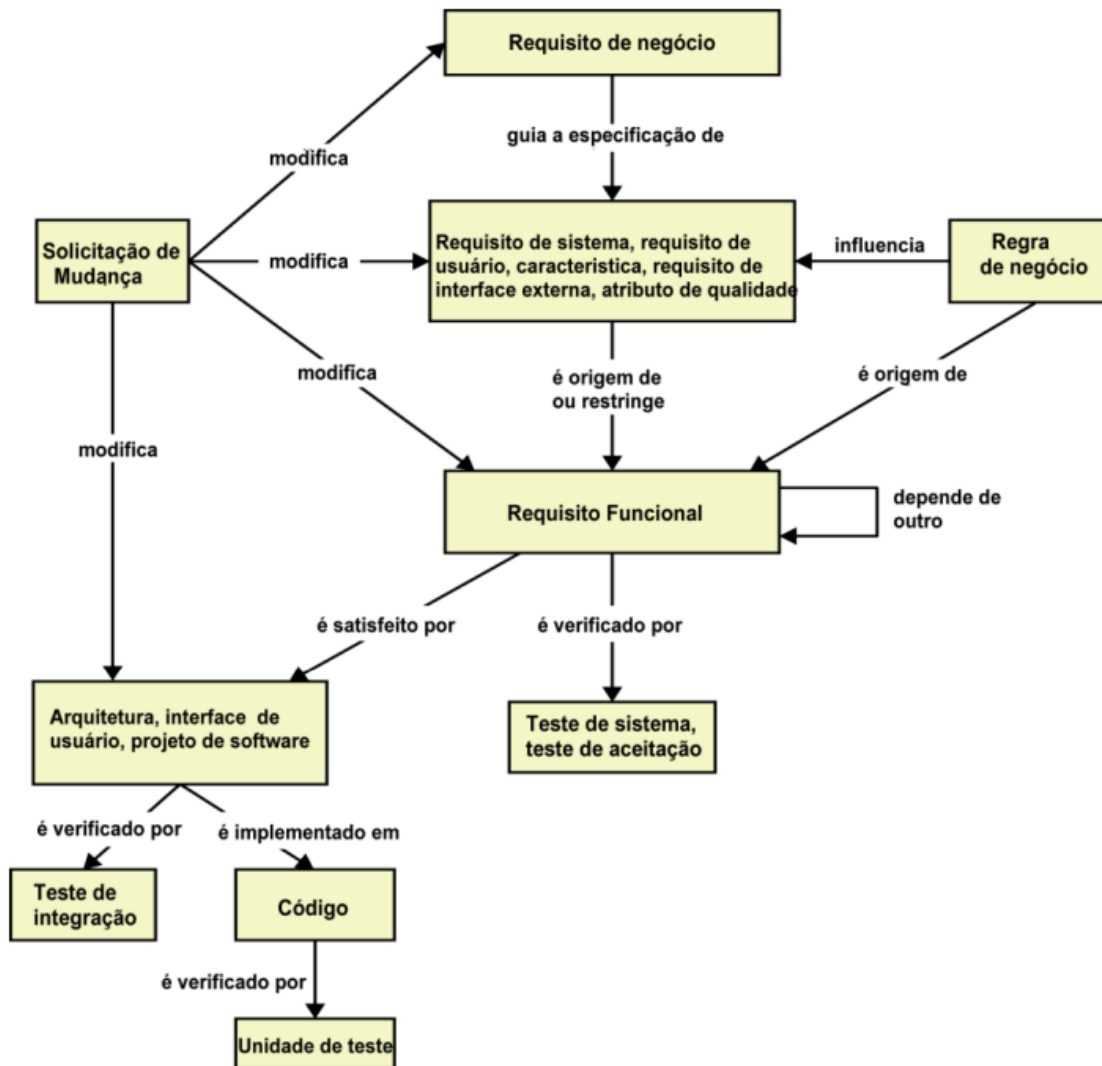
Figura 11 – Controle de mudanças.



Fonte: Azevedo (2017).

Para acompanhar os “rastros” de um requisito, no cumprimento ou não de suas especificações, durante todo o seu ciclo de vida, é necessário à sua rastreabilidade. Em caso de modificação, a rastreabilidade vai suportar na identificação das solicitações e seus solicitantes, análise dos impactos da modificação e meios e técnicas utilizadas para modificação do requisito. As informações do processo de requisitos devem ser catalogadas e associadas aos outros elementos de forma que possam ser referenciadas por meio dos diversos itens de informação registrados. Uma associação discernível entre duas ou mais entidades lógicas como requisitos, elementos de sistema, verificações ou tarefas (NASA, 2007). Na Figura 12, mostra os possíveis elos de rastreabilidade do requisito já definido durante seu ciclo de vida.

Figura 12 – Possíveis elos de rastreabilidade.



Fonte: Azevedo (2017).

Kotonya e Sommerville (1998) sugerem o uso de tabelas de rastreabilidade para mapear os relacionamentos entre requisitos, ou entre requisitos e componentes de projetos. As tabelas, em geral, possuem dupla entrada, sendo que os requisitos são listados ao longo dos eixos horizontais e verticais, permitindo que sejam marcados nas células da tabela se existe relacionamento entre eles. Desta forma as tabelas de rastreamento que mostram as dependências devem ser definidas como uma matriz quadrada, rotulando-se linhas e colunas com as denominações dos requisitos sob análise, conforme modelo apresentado na Tabela 10, a seguir.

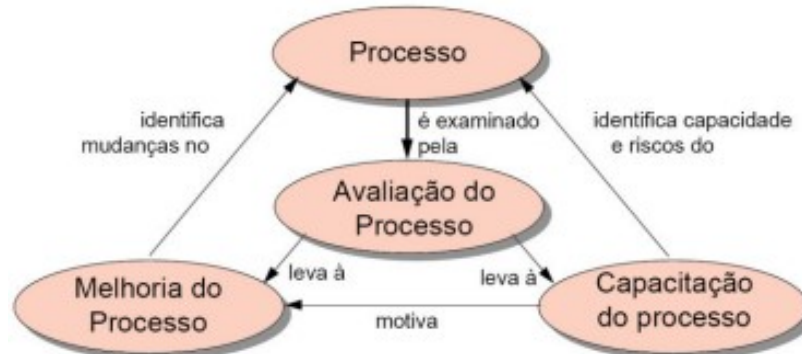
Tabela 10 - Tabela de rastreabilidade entre requisitos.

	Requisito 01	Requisito 02	...	Requisito n
Requisito 01		X	X	
Requisito 02	X		X	X
...				
Requisito n	X		X	X

Fonte: Adaptada pelo autor a partir de Kotonya e Sommerville (1998).

A gestão de qualidade dos requisitos, é onde os requisitos representam algo que deve estar presente no produto que está sendo desenvolvido, ou seja, os requisitos reais do usuário devem coincidir com os requisitos identificados. Na Figura 13, mostra o processo de gestão da qualidade e melhoria do processo.

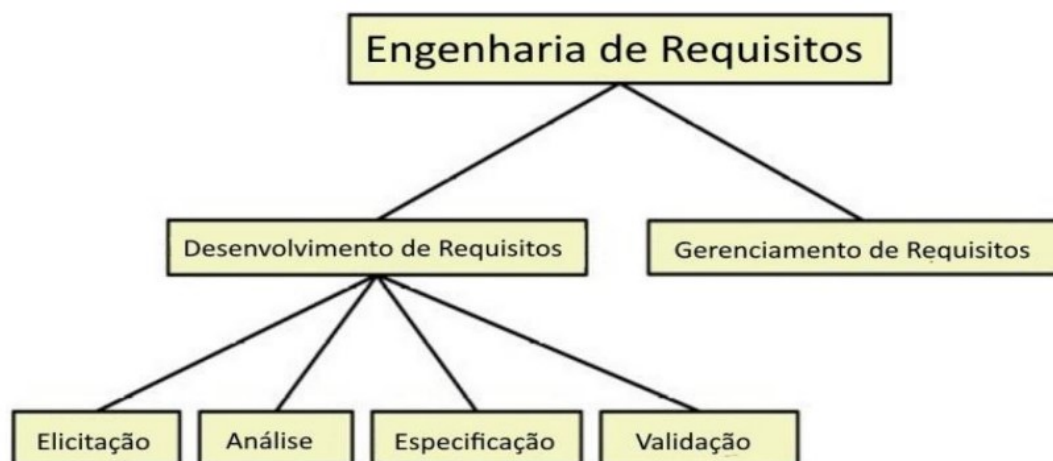
Figura 13 – Gestão da qualidade e melhoria do processo.



Fonte: <https://homepages.dcc.ufmg.br/~rodolfo/dcc823-2-07/Entrega4/Damazio4.pdf>.

A Engenharia de Requisitos, conforme figura 14, também tem a função de validar todas as especificações presentes no projeto, o que faz com que haja uma gerência competente dos requisitos, levando em consideração as suas transformações dentro do sistema de trabalho. Assim, todos os processos funcionam de maneira ágil e prática.

Figura 14 – Engenharia de Requisitos.



Fonte: Adaptado <https://www.devmedia.com.br/introducao-a-engenharia-de-requisitos/8034>.

Esse tipo de engenharia se dá por meio de uma aplicação disciplinada de alguns princípios, ferramentas, métodos e notações que são previamente comprovados. Dessa forma, eles utilizam esses mesmos métodos para conseguir descrever o comportamento que se pretende em um sistema, bem como as restrições que se associaram a ele.

Para Cerri (2018), o conceito de qualidade vem sofrendo evoluções e a Engenharia de Requisitos se torna fundamental para garantir a qualidade. No caso, de projetos espaciais se limitavam a satélites e lançadores, os objetivos da qualidade se identificavam com o “sucesso da missão” e muitas vezes com a “confiabilidade de seus sistemas”. Com o surgimento dos sistemas tripuláveis e reutilizáveis, surgiram preocupações com a segurança da tripulação e a manutenção dos veículos espaciais. Estas preocupações colocadas em forma de requisitos seriam equivalentes estabelecer que os projetos espaciais deveriam atender:

- a) Confiabilidade: Garantir os desempenhos pelo tempo especificado;
- b) Segurança: Ser utilizados em condições seguras;
- c) Manutenibilidade: Ser reparados facilmente em caso de defeitos;
- d) Disponibilidade: Estar disponíveis quando solicitado;
- e) Gerenciamento de Riscos: Ser realizado levando-se em consideração as restrições de custo e cronograma.

Portanto, a qualidade não se limita apenas ao cumprimento dos requisitos de desempenho de um projeto ou de uma especificação. Pode-se dizer que a função qualidade é uma combinação de características e de desempenhos que resulta na excelência de resultados, ou seja, a otimização de todas as características referidas anteriormente, empregando a melhor solução de projeto. A qualidade, também, está relacionada ao custo e ao cronograma do projeto.

A Engenharia de Sistemas é uma abordagem interdisciplinar que torna possível a concretização de sistemas de elevada complexidade. O seu foco encontra-se em definir, de maneira precoce no ciclo de desenvolvimento de um sistema, as necessidades do usuário, bem como as funcionalidades requeridas, realizando a documentação sistemática dos requisitos, e abordando a síntese de projeto e sua validação de forma a considerar o problema completo: operação, desempenho, teste, fabricação, custo, cronograma, suporte, instalação etc. (Cerri, 2018).

De acordo com Greene e Stellman (2005), o objetivo do gerenciamento de requisito do projeto é assegurar que uma organização documente, verifique e atenda às necessidades e expectativas de seus clientes e partes interessadas internas e externas. O gerenciamento de requisitos começa com a análise e levantamento dos objetivos e restrições da organização. Ele inclui ainda o planejamento de apoio para os requisitos, requisitos e integração e a organização para trabalhar com eles, bem com os relacionamentos com outras entregas de informações sobre em relação aos requisitos, e mudanças para estas.

A rastreabilidade assim estabelecida é usada no gerenciamento de requisitos para informar o cumprimento e os interesses dos *stakeholders* em termos de conformidade, integralidade, cobertura e consistência. A rastreabilidades também suportam o gerenciamento de mudanças como parte do gerenciamento de requisitos na compreensão dos impactos das mudanças através de requisitos ou outros elementos relacionados (por exemplo, os impactos funcionais por meio de relações com a arquitetura funcional), e facilitação da introdução destas alterações, afirma o *United King Office of Government Commerce*.

Conforme publicação da *Aero Space Export* (2022), o gerenciamento adequado de requisitos é a chave para o sucesso dos projetos. Também, ajuda a identificar possíveis questões, problemas e erros no início do ciclo de desenvolvimento, economizando muito esforço e dinheiro.

É importante mencionar que não existe um processo estabelecido para gerenciar os requisitos em um processo de desenvolvimento de moldes de injeção.

As fontes das análises, discutem em detalhar a forma como os requisitos estão sendo utilizados durante o projeto, para encontrar forma ideal de trabalho. Conforme Dehghani (2019), há muitos tipos diferentes de requisitos que precisam ser considerados para um projeto.

Os diferentes *stakeholders*, veem os requisitos de diferentes perspectivas e níveis de abstração. Os requisitos variam dependendo da solução, por exemplo, plataforma ou componente. Os requisitos também são definidos, avaliados e validados em diferentes estágios do projeto.

Os requisitos do negócio representam necessidades do ponto de vista comercial ou operacional são essenciais e geralmente priorizadas juntamente com a área comercial. Isto inclui clientes, usuários e outros *stakeholders*.

Códigos, normas ou padrões, são requisitos reguladores que podem ser especificados a partir de diferentes áreas de mercado. Basicamente, códigos, normas padrões são os requisitos obrigatórios e, às vezes abrem novas oportunidades do ponto de vista comercial e de venda, mas pode criar em ao mesmo tempo, desafios de engenharia para os engenheiros de projeto.

Os requisitos dos *stakeholders*, são definidos em nível de plataforma ou componente identificando os requisitos obrigatórios, tipicamente não funcional, requisitos a serem implementados durante o desenvolvimento da solução. Estes requisitos estão relacionados a muitas categorias diferentes, como por exemplo, o regulamento interno relativo à manutenção, instalação, segurança e uma regulamentação mais profunda, como um produto de transição suave, amigável ao ambiente.

Os requisitos técnicos, são definidos e agrupados em uma estrutura lógica ou física, podendo restringir a solução definindo qual a solução existente ou recursos de projeto devem ser utilizados no desenvolvimento de soluções. Este tipo de restrição é muito usual, já que a maior parte do desenvolvimento do produto se baseia na tecnologia existente.

As especificações técnicas definem como a solução será implementada e levam em conta todos os requisitos aprovados e formar uma especificação de projeto para a equipe de desenvolvimento. As especificações técnicas são uma combinação de diferentes requisitos e itens de especificação que são criados durante o trabalho de desenvolvimento.

2.4.1 Gerenciamento de mudanças de requisitos de projeto

Segundo o CIN - Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco, não importa o quão cuidadoso seja sobre a definição dos seus requisitos, sempre haverá mudanças. O que torna complexo o processo de gerenciamento dos requisitos variáveis é que 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 pode 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. E quase sempre alguns requisitos acabam mudando enquanto o projeto ainda está sendo desenvolvido. As razões para estas constantes mudanças podem ser originadas de vários fatores tais como:

- a) Nem sempre os requisitos são óbvios e podem vir de várias fontes;
- b) Nem sempre é fácil expressar os requisitos claramente em palavras;
- c) Existem diversos tipos de requisitos em diferentes níveis de detalhe;
- d) O número de requisitos poderá impossibilitar a gerência se não for controlado;
- e) Os requisitos estão relacionados uns com os outros, e com o produto liberado do processo de engenharia;
- f) Os requisitos têm propriedades exclusivas ou valores de propriedade. Por exemplo, eles não são igualmente importantes nem igualmente fáceis de cumprir;
- g) Há várias partes interessadas, o que significa que os requisitos precisam ser gerenciados por grupos de pessoas de diferentes funções;
- h) Os requisitos são alterados.

Os requisitos não podem ser gerenciados de forma efetiva sem rastreabilidade. Um requisito é rastreável se for possível identificar quem solicitou, porque existe, que e como os requisitos se relacionam às outras informações como desenvolvimento do produto, implementações e documentos do usuário. Estas

informações são utilizadas para identificar todos os requisitos afetados por mudanças propostas.

Boas práticas do processo de gerenciamento de requisitos, como uma manutenção de dependências entre requisitos, têm benefícios em longo prazo, como maior satisfação do cliente e custos de desenvolvimento mais baixos. Uma vez que os retornos não são imediatos, o gerenciamento de requisitos pode parecer uma despesa desnecessária. Porém, sem a gerência, a economia de curto prazo será devastada pelos custos em longo prazo.

Portanto, todo produto deve ser desenvolvido de modo que as alterações sofridas ao longo do seu desenvolvimento sejam menos impactantes possível. O processo de mudança dos requisitos precisa ser controlado de modo a garantir a qualidade do projeto. O impacto destas mudanças precisa ser avaliado e compreendido de modo que a sua implementação seja feita de maneira eficiente e a baixo custo.

Então, é de fundamental importância que as alterações dos requisitos sejam:

- a) Identificadas e avaliadas;
- b) Avaliadas sob o ponto de vista de risco;
- c) Documentadas;
- d) Planejadas;
- e) Comunicadas aos grupos e indivíduos envolvidos; e
- f) Acompanhadas até a finalização.

Para se ter uma gerência de requisitos eficaz é necessário possuir um conjunto de políticas. É necessário definir um conjunto de objetivos para o processo de gerência. Estes objetivos devem ser claros e transmitidos para todos os integrantes da equipe.

Todos os documentos produzidos durante o desenvolvimento do produto devem tornar a gerência dos requisitos visível e transparente. Estes documentos devem ser gerados levando-se em conta padrões externos e corporativos, de modo a assegurar consistência e uniformidade das informações. Políticas bem definidas para a gerência de desenvolvimento, controle de mudanças, rastreabilidade e garantia da qualidade precisam ser colocadas em prática de modo a viabilizar um processo dinâmico e eficaz de gerência de requisitos.

Conforme Azevedo (2017), o desenvolvimento de um processo de gerenciamento de requisitos voltado para indústrias aeroespaciais, por exemplo, requer tratamento particular devido à complexidade das características próprias desta área de conhecimento. Portanto, podemos afirmar o que difere este processo neste domínio de outros existentes em outros domínios, como por exemplo, aqueles que são mais apropriados para gerenciar os requisitos de um produto a ser desenvolvido para a indústria de eletrodomésticos.

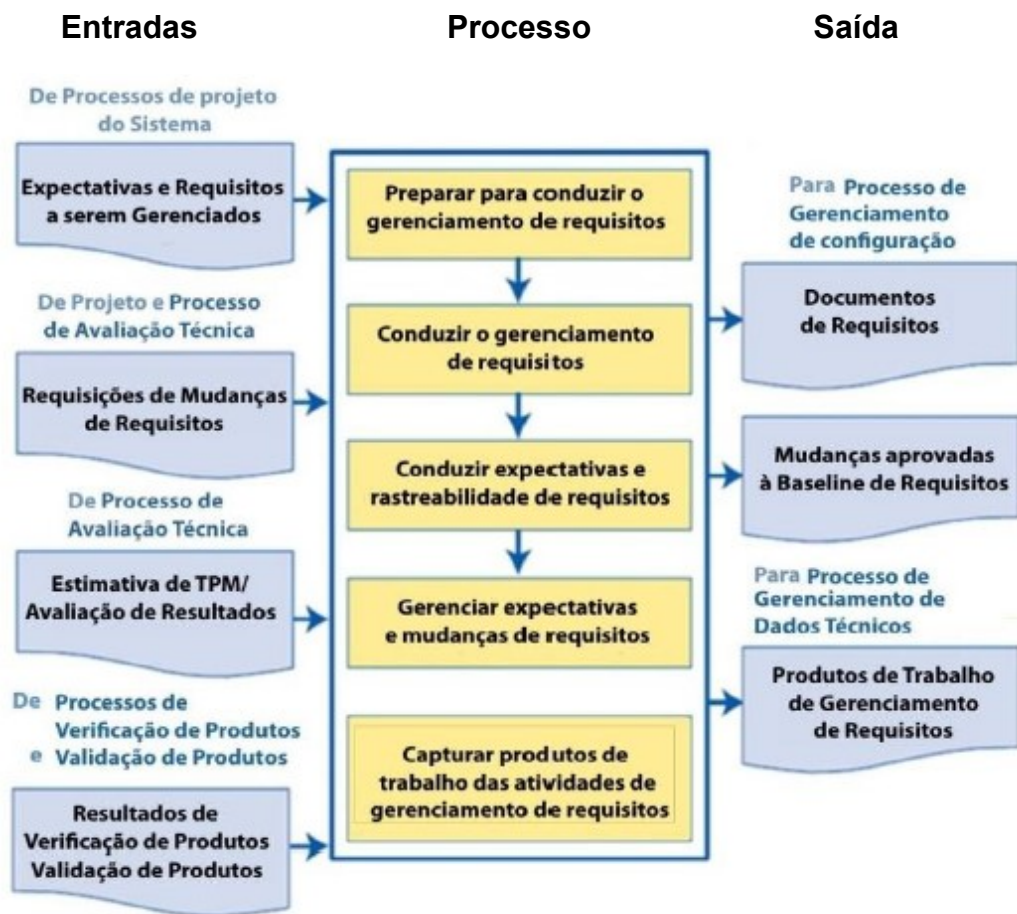
O processo de gerenciamentos de requisitos é baseado na execução de três conjuntos de processos principais: Processo de projeto do produto, Processos de gerenciamento técnico, e Processos de realização do produto, em que a atividade de gerenciamento de requisitos é tratada como um processo, dentro do gerenciamento técnico.

A NASA (*National Aeronautics and Space Administration*), conforme na Figura 15, aborda o processo de gerenciamento de requisitos, apresentando detalhadamente, dentro das várias etapas a serem seguidas pelos métodos. As etapas são definidas como:

- a) Entradas: processos de projeto do produto e dos requisitos;
- b) Atividades dentro do processo: processos de gerenciamento técnico a serem executadas para o gerenciamento dos requisitos;
- c) Saídas: processos de realização do produto e as saídas das atividades de gerenciamento de requisitos.

Posteriormente, cada processo é decomposto em subprocessos, mantendo o nível de detalhamento.

Figura 15: Abordagem de processo de gerenciamento de requisitos.



Fonte: Adaptado de NASA (2007).

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 pelo Conselho de Controle, ressaltando que o pessoal técnico deve comunicar para todos os interessados, e de forma imediata, os requisitos aprovados.

Em um item denominado “aspectos-chave para o gerenciamento de requisitos”, elenca os seguintes aspectos:

- A mudança nos requisitos;
- A retroalimentação da baseline de requisitos;
- O crescimento súbito do volume de requisitos.

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. Para que se possa cumprir esta função, a configuração da *baseline* deve ser documentada e ferramentas devem ser utilizadas para avaliar o impacto na *baseline*, citando como ferramentas para esta avaliação:

- a) Desempenho: Avaliar os impactos da mudança sobre o desempenho do sistema;
- b) Avaliadores de tópicos de Gerenciamento de configuração: Listar o pessoal adequado está avaliando as mudanças e fornecendo o real impacto das mudanças;
- c) Listar ameaças e riscos do sistema: os riscos do sistema devem ser listados e utilizados para identificar riscos ao projeto e os custos, atrasos e aspectos técnicos associados, lembrando que alterações na *baseline* afeta os efeitos e probabilidades de riscos já identificados, além de introduzir novos riscos no projeto.
- d) Ainda, é preciso apresentar um plano para o gerenciamento de requisitos, recomendando-se abordar o seguinte:
- e) Identificação dos *stakeholders* relevantes;
- f) Definição de cronograma para execução das atividades e dos procedimentos do gerenciamento de requisitos;
- g) Definição de atribuição de responsabilidades, hierarquia e recursos adequados para cumprir as atividades de gerenciamento de requisitos;
- h) 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.

Em uma análise realizada por Fagundes *et al.* (2020), a qual permitiu identificar em qual etapa do processo da Engenharia de Requisitos, cada um dos diferentes sistemas de organização do conhecimento pode ser implementado por meio de uma matriz de relacionamentos, conforme apresentado na Tabela 11, a síntese dos resultados, sendo que, posteriormente, são apresentadas as análises para cada umas das associações identificadas.

Tabela 11 - Síntese dos resultados da análise entre a Engenharia de Requisitos e os Sistema de organização do conhecimento.

Atividades da Engenharia de Requisitos Sistemas de Organização do Conhecimento	Concepção	Levantamento	Elaboração	Negociação	Especificação	Validação	Gestão
Taxonomias		●	●	●	●	●	●
Tesouros	●	●					
Ontologias	●	●	●		●	●	●

Fonte: Fagundes et al. (2020).

Segundo Fagundes *et al.* (2020), as taxonomias podem auxiliar à Engenharia de Requisitos nas etapas de:

- a) Levantamento dos requisitos: Faz com que haja um melhor entendimento sobre os requisitos do projeto;
- b) Elaboração e especificação: Gera modelos e estruturas para representar a classificação que está sendo realizada, podendo ser incorporados à documentação do projeto;
- c) Negociação: A equipe de desenvolvimento utiliza os agrupamentos gerados pelas classificações para modularizar o projeto e, assim, priorizar os requisitos com base nos módulos desse agrupamento;
- d) Validação: Os modelos e documentos gerados poderão servir de instrumento para validação dos requisitos com usuários;

- e) **Gestão:** Uma vez que a criação de taxonomias apoia o acesso à informação, permitindo a sua classificação, recuperação, comunicação e organização, auxiliando, desse modo, na gestão destas informações.

Como os tesauros são um conjunto de termos sobre uma determinada área do conhecimento e seus respectivos significados, podem ser utilizados pela equipe de desenvolvimento, durante as etapas de:

- a) **Concepção e levantamento:** Serve de Instrumento para auxiliar na compreensão dos termos técnicos específicos do domínio do sistema que está sendo desenvolvido;
- b) **Especificação:** pode ser incorporado à documentação de requisitos. Sendo que, no caso da inexistência de um, e havendo a necessidade e a viabilidade, a equipe poderia desenvolver o seu próprio tesouro, podendo ser utilizados em projetos futuros pertencentes a esse mesmo domínio.

No caso das ontologias, fornecem um entendimento comum e compartilhado do domínio, podendo ser comunicado por meio de pessoas e/ou de sistemas automatizados. A criação de uma ontologia do domínio do projeto auxilia na definição e nas relações entre artefatos de requisitos gerados, ajudando no trabalho colaborativo entre os envolvidos no projeto, pois criam uma estrutura unificada do conhecimento que o representa, e podem ser utilizadas nas Atividades de:

- a) **Concepção e levantamento:** Possibilita, pelas relações estabelecidas, a compreensão dos conceitos, tanto em um nível mais abrangente, auxiliando no entendimento dos aspectos gerais, como em um nível mais específico, permitindo a identificação dos dados que precisam ser armazenados e manipulados pelo sistema;
- b) **Elaboração:** Representa as ontologias, utilizados como modelo técnico, contendo informações acerca dos requisitos, suas características e seus relacionamentos;
- c) **Especificação:** Podem ser incorporados à documentação do projeto;

- d) Validação: Para validar se os requisitos identificados estão de acordo com as informações fornecidas pelos usuários ou especialistas do domínio, bem como para verificar se atende às suas expectativas em relação ao produto;
- e) Gestão: Serão úteis para auxiliar na definição da estrutura de armazenamento e compartilhamento dessas informações e das dependências entre os requisitos, auxiliando no processo de manutenção destes, bem como facilitando a sua rastreabilidade e recuperação quando necessário.

Ainda de acordo com Fagundes *et al.* (2020), conforme descrito acima, foram identificadas possibilidades de utilização dos tipos de sistemas de organização do conhecimento durante as etapas do processo da Engenharia de Requisitos. Com base na análise apresentada é possível afirmar que a utilização dos Sistema de Organização do Conhecimento pode contribuir com a identificação, documentação, validação, classificação e estruturação das informações que dão origem aos requisitos do software, auxiliando o processo como um todo.

Considerando que os Sistema de Organização do Conhecimento analisados têm objetivos e estruturas específicas, foi observado como cada um deles pode ser utilizado nas diferentes atividades da Engenharia de Requisitos. Para a escolha de qual Sistema de Organização do Conhecimento a ser implementado e em qual atividade, ficará sobre responsabilidade da equipe de desenvolvimento do projeto.

Segundo Ulbrich (2012), a indústria de moldes, ou ferramentarias, vem se adaptando com a evolução tecnológica, sofrendo mudanças e atualizando seus modelos produtivos. O gerenciamento de um projeto tem influência no desempenho competitivo, diminuindo os erros, minimizando atrasos nos prazos de entrega, criando a possibilidade de aplicar novos produtos e atingindo a necessidade dos consumidores.

O gerenciamento de requisitos é uma tarefa difícil nas ferramentarias, pois envolve pessoas, fornecedores, prazos e investimentos. É preciso manter na linha de base os projetos em andamento, assim como fazer a acomodação dos novos projetos. Ou seja, conhecer o caminho crítico e a disponibilidade de cada recurso. Os

problemas mais comuns encontrados no gerenciamento de requisitos de projetos de moldes em ferramentarias são:

- a) Dificuldade em controlar o trabalho já realizado;
- b) Dificuldade em controlar a carga de trabalho de cada recurso;
- c) Dificuldade em encontrar o recurso correto para realizar determinada tarefa;
- d) No caso de cancelamento de uma tarefa era necessário ajustar manualmente tudo o que já estava planejado;
- e) Informações e comunicação das várias tarefas muito dispersas (e-mails, anexos etc.),

Outra dificuldade no gerenciamento de requisitos de projetos de moldes, é que cada projeto encomendado é único, e as atividades sequenciais montadas são definidas de acordo com o pedido, fazendo com que os riscos sejam da ferramentaria fornecedora do serviço. O atraso do produto e custo de fabricação devido à falta de planejamento é sempre alta nesse mercado, pois etapas são incluídas conforme as necessidades que surgem ao longo do andamento de projeto, por isso, o gerente do projeto deve elaborar um gerenciamento de requisitos de alta performance.

Em empresas maior porte existe a figura do gestor de projetos, mas nas pequenas empresas este papel é absorvido na maioria das vezes pelo proprietário, que é, ao mesmo tempo, especialista e o representante comercial da organização.

As ferramentas de gerenciamento de requisitos podem ajudar a equipe a capturar, priorizar, rastrear e relatar com exatidão o que os principais interessados exigem do seu projeto.

As principais ferramentas de gerenciamento de requisitos disponíveis hoje oferecem 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.

Para uma organização poder adquirir uma ferramenta de gerenciamento de requisitos, é importante fazer um estudo levantando e comparando as ferramentas para que, se possa obter mais conhecimentos baseado na estrutura, facilitando o uso e os possíveis benefícios e melhorias que a ferramenta trará para organização.

Em termos gerais, o uso correto da ferramenta de gerenciamento de requisitos resulta de forma positiva no controle, na mudança, na rastreabilidade e na priorização dos requisitos de um projeto, oferecendo segurança e reduzindo custos no decorrer do projeto, caso uma mudança de requisito venha a ocorrer.

Para efetuar o estudo comparativo proposto neste trabalho, foram levantados e organizados os dados e as informações sobre a Gestão de Requisitos de projetos. Também, por meio de uma pesquisa, reunindo os conceitos e as principais características a respeito das ferramentas escolhidas

Em busca de ferramentas de gerenciamento de requisitos, então, foi realizado um levantamento das ferramentas disponíveis com o mesmo propósito de gerenciamento de requisitos, a fim de se levantar vantagens e desvantagens, baseado em uma análise de diferenciação qualitativa, que podem ser vistas no Apêndice A.

De acordo com o site GetApp (2022), foram levantadas 55 ferramentas de gerenciamento de requisitos disponíveis no mercado, porém 35 ferramentas tiveram alguma avaliação.

Após o levantamento de ferramentas, tomamos como referências as cinco primeiras ferramentas com maior número de avaliações, entendendo que são ferramentas que são mais procuradas pelos os usuários. As avaliações, de uma escala de 1 a 5, levaram em consideração os seguintes critérios:

- a) Relação qualidade / preço;
- b) Recursos;
- c) Praticidade;
- d) Suporte ao cliente.

2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com que foi citado na seção anterior, existem inúmeras ferramentas disponíveis que suportam o gerenciamento de requisitos. As análises apontaram as ferramentas mais utilizadas e mais bem avaliadas pelos usuários.

Porém, também de acordo com o estudo, foi observado que as ferramentas de gerenciamento de requisitos disponíveis no mercado são mais utilizadas na área de tecnologia da informação para desenvolvimento de softwares. Sendo assim, é necessário um estudo para adaptação destas ferramentas para a área mecânica, no

caso do objeto de estudo, o gerenciamento de requisitos para moldes de injeção de materiais termoplásticos.

O projeto cuidadoso de um ferramental é o principal ponto para garantir alto nível de produção e baixa manutenção. Portanto, devem ser observados diversos fatores técnicos durante o seu desenvolvimento, a fim de que as possibilidades de falhas possam ser minimizadas, por meio do gerenciamento de seus requisitos.

O desenvolvimento tecnológico na construção de ferramentas para injeção de materiais termoplásticos tem sido impelido pelo aumento da produção de peças complexas, nas quais surge a exigência de alta qualidade. A forte pressão para redução dos custos de produção exige também quedas significativas no custo de fabricação das ferramentas, sem comprometimento da qualidade destas. Esses fatores implicam em grandes exigências no gerenciamento dos requisitos de projeto do molde de injeção. O bom desempenho de uma ferramenta de injeção está diretamente associado ao cuidado na definição dos requisitos e como o projeto foi desenvolvido, tanto na concepção funcional quanto na definição dos materiais e processos empregados. Algumas diretrizes básicas devem ser levadas em conta na elaboração de projetos para moldes de injeção de materiais termoplásticos. São detalhes que, se bem observados, facilitam e fundamentam as diversas fases desses projetos.

Sabemos que a tarefa de implementar o gerenciamento de requisitos em uma ferramentaria para desenvolver um molde é difícil, pois envolve adaptação de estrutura, quebra de paradigmas, pessoas, fornecedores, prazos e investimentos. Este estudo, sugere uma ferramenta de gerenciamento de requisitos para moldes de injeção, que possibilita a facilidade de uso e com certeza problemas relacionados ao gerenciamento do cumprimento dos requisitos de moldes, serão possíveis de serem minimizados e obtidos benefícios e melhorias para organização no desenvolvimento e execução de um projeto de um molde de injeção.

3 PROPOSTA DE FERRAMENTA DE GERENCIAMENTO DE REQUISITOS PARA MOLDES DE INJEÇÃO DE TERMOPLÁSTICOS

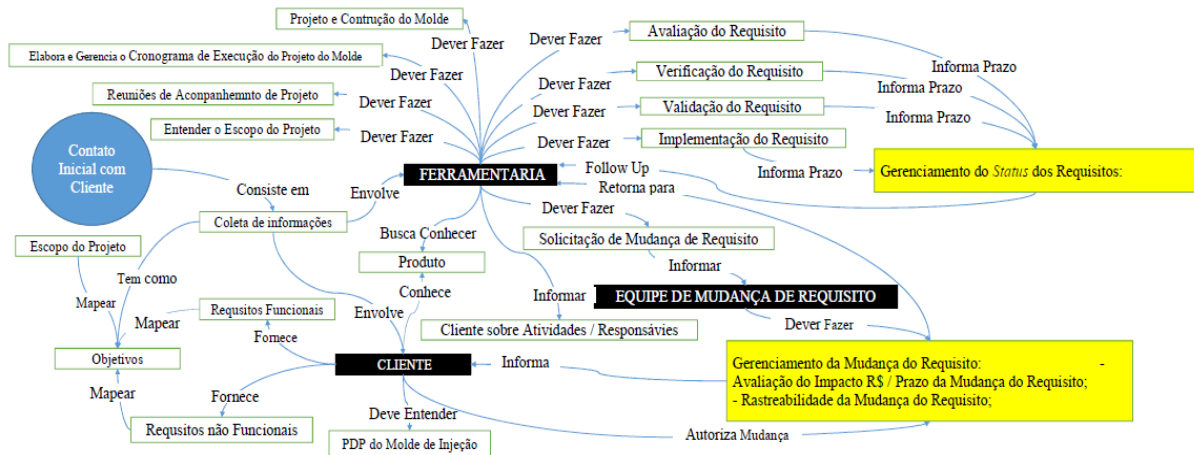
Com base a revisão da literatura, é apresentada uma proposta de uma ferramenta de gerenciamento de requisitos de um molde de injeção de termoplásticos, desde a contratação do serviço, onde é feita a definição dos requisitos pelo cliente até a sua entrega, por meio de uma planilha que engloba as principais etapas de gerenciamento de requisitos com as respectivas funcionalidades e responsabilidades.

Para cada etapa apresentada, as funcionalidades disponíveis e detalhes para utilização são descritas e explicadas. Esta ferramenta permite também, 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.

Segue, conforme a Figura 16, a lógica de funcionamento da ferramenta de gerenciamento de requisitos baseada no estudo de processos e ferramentas disponíveis de gerenciamento de requisitos, onde tem início com o contato inicial com o cliente e depois com as interações e relacionamentos entre os *stakeholders* do projeto. Estas interações e relacionamentos entre os *stakeholders* contribuirão com a geração de informações para o gerenciamento e tomadas de decisão para o cumprimento, eliminação ou modificação do requisito ao longo do ciclo de vida do requisito.

No caso de uma modificação ou eliminação do requisito durante o desenvolvimento do molde de injeção, a equipe de modificação de projeto, formada por representantes da organização e do cliente, fará a avaliação para aprovar ou reprovar, ou até eliminar o requisito.

Figura 16 – Lógica de funcionamento da ferramenta de gerenciamento de requisitos.



Fonte: O autor (2022).

3.1 FASES DO PROJETO DO MOLDE DE INJEÇÃO DE TERMOPLÁSTICOS E OS REQUISITOS A SEREM GERENCIADOS

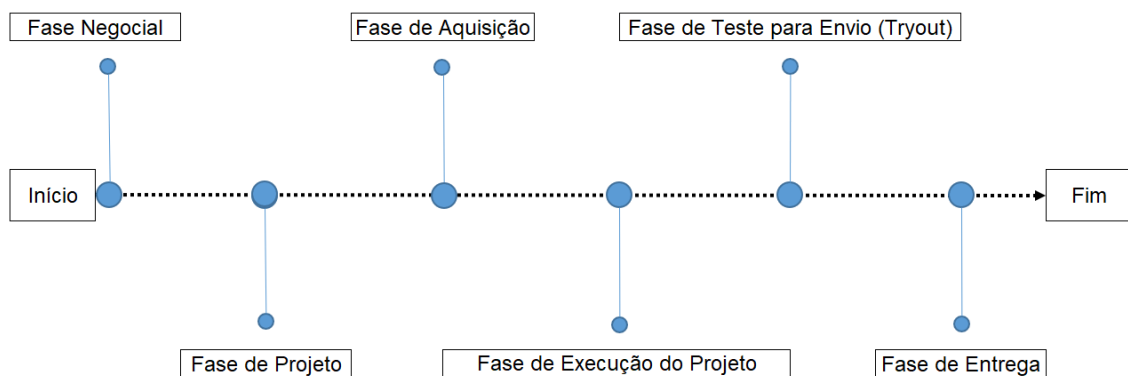
Para implementação da ferramenta de gerenciamento de requisitos, foram definidas as seguintes fases do processo de desenvolvimentos de moldes de acordo com Dihlmann (2019):

- Fase negocial: estão inclusos os custos comerciais (visitas, elaboração de propostas em função dos requisitos elicitados, viagens, negociação, contratação e pagamento da parcela inicial como garantia da celebração do negócio);
- Fase de projeto: engloba a coleta de todas as informações de requisitos técnicos pertinentes ao desenvolvimento do molde, sendo elaborado o pré-projeto, o projeto definitivo, as análises computacionais (estrutural, reológica e outras) e, finalmente, o planejamento detalhado da produção (detalhamento de todas as fases da construção);
- Fase de aquisição: na qual caracterizada pela compra dos insumos e materiais de acordo com os requisitos definidos no projeto, que comporão a estrutura e acessórios do molde. Nesta fase, também são adquiridos os sistemas de aquecimento/resfriamento, automação e outros mecanismos extras conforme os requisitos definidos no projeto;

- d) Fase de Execução do projeto:
- Desbaste: atendimento dos requisitos por meio de operações (manuais e por máquinas – torno, fresadora, retificadora, furadeira, eletroerosão a fio e de penetração, outras) que envolvem a remoção bruta de material, aproximando as superfícies do molde às formas finais do produto a ser produzido. Aqui também devem ser considerados os tratamentos térmicos necessários;
 - Acabamento: atendimento de requisitos do projeto por meio de operações (manuais e por máquinas – torno, fresadora, retificadora, furadeira, eletroerosão a fio e de penetração, outras) de obtenção da superfície final do molde. Também envolve os tratamentos superficiais;
 - Montagem: atendimento dos requisitos que contemplam a união e ajuste dos componentes individuais, com eventuais trabalhos manuais de polimento e/ou texturização do molde.
- e) Fase de envio para teste: atividades cujos atendimento dos requisitos em relação ao transporte de ferramental, viagens quando realizado fora da região de operação da ferramentaria, contratação de avaliação dimensional por entidade certificada, e outros custos.

A fases do processo de desenvolvimentos de moldes, estão dispostas em uma sequência conforme a Figura 17

Figura 17 – Fases para gerenciamento dos requisitos do desenvolvimento do molde de injeção.



Fonte: O autor (2023).

3.2 FERRAMENTA DE GERENCIAMENTO DE REQUISITOS

3.2.1 Objetivos da ferramenta de gerenciamento de requisitos

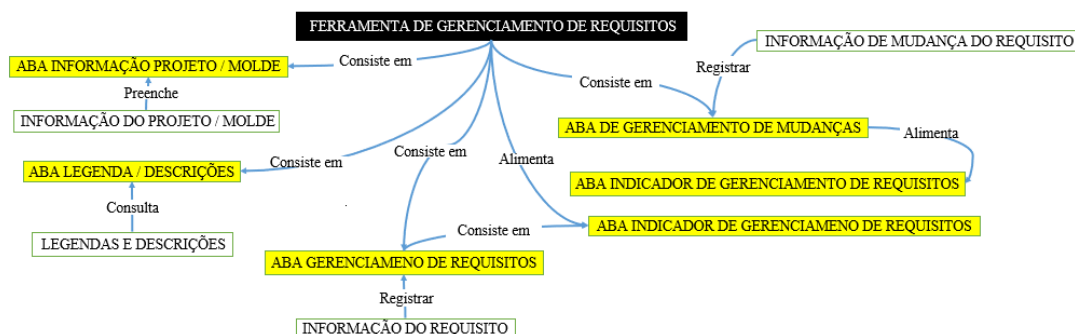
Os objetivos da ferramenta de gerenciamento de requisitos são:

- Registrar e controlar os requisitos do projeto do molde de injeção;
- Registrar e controlar as solicitações de modificações dos requisitos ao decorrer do projeto do molde de injeção.

A apresentação da ferramenta está estruturada em funções e relacionamentos, ou seja, estruturada com as atividades e seus respectivos responsáveis e suas relações no gerenciamento dos requisitos, que possibilita o controle do escopo do projeto do molde de injeção, contendo o que precisa ser realizado e entregue ao cliente, no que diz respeito a funcionalidades ou requisitos funcionais especificados.

Quando uma solicitação de mudança é aprovada, a atividade de incluir a mudança ao escopo do projeto do molde de injeção, é preciso criar um novo item na lista da aba de requisitos relativo a mudança do requisito. Após a mudança aprovada, passa a ser tratada como qualquer outro requisito do projeto, respeitando o ciclo de vida destes itens. Conforme a Figura 18, segue a forma de um mapa conceitual, que mostra a lógica de funcionamento da ferramenta de gerenciamento de requisitos de moldes de injeção em visão macro, com as entradas das informações do requisito e das informações das possíveis mudanças do requisito para o gerenciamento.

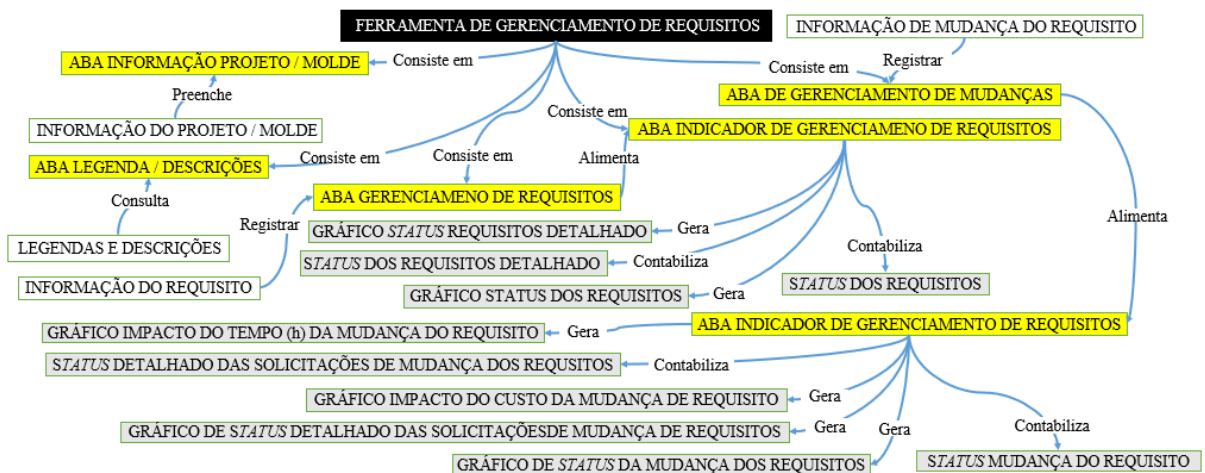
Figura 18 - Lógica de funcionamento da ferramenta de gerenciamento de requisitos de moldes de injeção em uma visão macro.



Fonte: O autor (2022).

Conforme Figura 19, mostra na forma de um mapa conceitual a lógica de funcionamento da ferramenta de gerenciamento de requisitos de moldes de injeção mais detalhada, com os tipos de saídas que gerarão informações para o gerenciamento dos requisitos.

Figura 19 - Lógica de funcionamento da ferramenta de gerenciamento de requisitos de moldes de injeção com detalhes de suas entradas e saídas das informações.



Fonte: O autor (2022).

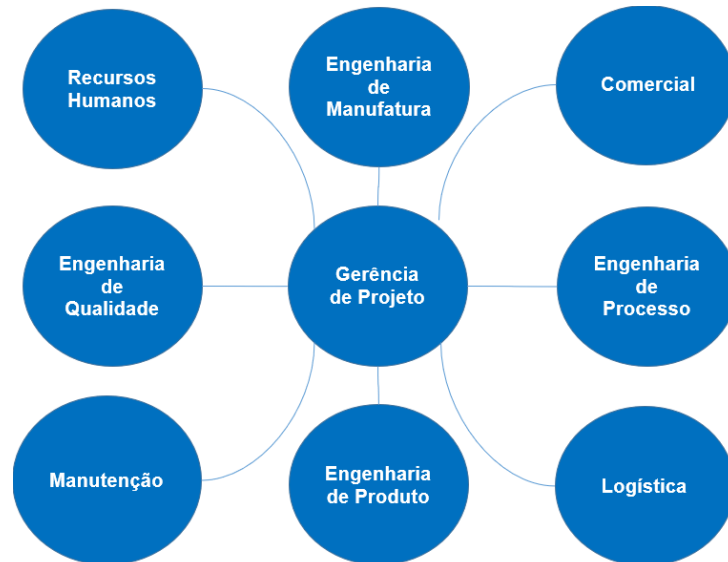
3.2.2 Funções e relacionamentos

Cada projeto tem uma equipe central, é um grupo funcional multidisciplinar responsável para implementar o projeto para os objetivos planejados em custo, prazo, qualidade, mercado e valor de negócio. A composição e tamanho da equipe de projeto pode variar de acordo com estrutura da de ferramentaria ou da organização que projeta, desenvolve e a executa o projeto do molde de injeção. A Figura 20, mostra um exemplo de equipe central do projeto. Cada membro do núcleo da equipe desempenha um papel em relação à gestão das exigências no projeto.

O objetivo, independentemente do porte da ferramentaria ou organização, é envolver os profissionais de diversas áreas e acelerar as trocas de informações bem como agilizar o processo de desenvolvimento, fabricação e entrega do molde ao cliente. O projeto tem um gerente de projeto e tem a característica de ser horizontalizado, ou seja, todos os integrantes têm participação e voz ativa, sabem do

seu papel no projeto e seguem em paralelo às atividades habituais destes profissionais.

Figura 20 - Exemplo de equipe central do projeto.



Fonte: O autor (2022).

3.2.2.1 *Funções e responsabilidades do gerente de projeto*

O responsável pelo gerenciamento de projeto é o responsável direto pelo sucesso do projeto. Conduz o planejamento do projeto, coordena as interações com os *stakeholders*, coordena e mantém a equipe de projeto para em alcançar os objetivos estabelecidos, monitora e controla o andamento do projeto. Segue no Quadro 1 as atividades e responsabilidades da gerência de projeto.

Quadro 1 – Atividades e responsabilidades da gerência de projeto.

Atividades	Análise de viabilidade	Apresenta impactos financeiros	Apresenta resultado final	Determina impactos financeiros	Finaliza fase do projeto com a equipe	Fechamento da fase do projeto
	Fechamento de projeto	Planeja as fases do projeto	Prepara ambiente do projeto	Apresenta iteração das fases do projeto	Apresentação final do projeto	Verifica inconsistência dos requisitos
	Registro de solicitação de mudanças	Reuniões de acompanhamento semanal	Revisa, valida o plano da fase do projeto com a equipe de projeto	Revisa, valida o plano da fase do projeto com o cliente	Revisa, valida o plano do projeto com a equipe	Revisa, valida o plano do projeto com o cliente
Responsabilidades	Gestão do projeto	Análise de viabilidade	Apresentação das fases do projeto	Registros / Atas de reunião	Baseline	Plano do projeto
	Registro diário	Avaliação final do projeto	Análise de riscos	Estimativa de prazos e custos	Plano de interação das fases do projeto	
	Relatório de revisão das fases do projeto	Relatório final do projeto	Relatório de andamento das fases do projeto	Termo de encerramento do projeto	Cronograma do projeto	

Fonte: O autor (2022).

3.2.2.2 Funções e responsabilidades da equipe de mudança de requisito

A equipe de mudanças de requisito é responsável por analisar e calcular o impacto em termos de prazo de execução e custo resultantes das mudanças solicitadas durante o projeto facilitando o processo de mudança de requisito. Os membros são selecionados e registrados no plano do projeto pelo gerente projeto.

A equipe é formada, vai depender da estrutura da organização, mas basicamente é composta por:

- a) Analista de processo: É responsável pelas principais atividades do processo. Identificar, definir, implementar e conduzir os *tryouts* necessários do processo, bem como registrar os resultados de analisar os resultados dos mesmos
- b) Analista de negócios: Coordena a identificação de requisitos definindo sua funcionalidade. É o representante do cliente na equipe do projeto, suportando quanto ao conhecimento do negócio e as necessidades para o desenvolvimento do molde de injeção;
- c) Engenheiro de desenvolvimento: Responsável por desenvolver o projeto de molde de injeção, incluindo seu design, de forma que ele

- atenda aos requisitos e as especificações definidas pelo cliente. Além de acompanhar os *tyouts* do molde de injeção;
- d) Equipe do Projeto: lidera reuniões de acompanhamentos diários e semanais e encerra o projeto ou propõe mudanças conforme concordância com o cliente,
 - e) Fornecedor dos Requisitos: Faz parte da equipe do cliente que está autorizado a fornecer e solicitar as mudanças de requisitos durante do projeto do molde de injeção;
 - f) Gerente Comercial: Apresenta a empresa e proposta de trabalho para definir a concepção do projeto do molde de injeção e apresentar Impactos financeiros e no cronograma de execução do projeto em virtude das solicitações de mudanças dos requisitos;
 - g) Líder de Projetos / desenvolvimento: Responsável pela elaboração do termo de abertura do projeto e estima prazo e o custo para execução das mudanças dos requisitos;
 - h) Líder de Mudanças: Faz parte da equipe do cliente que é responsável por receber as propostas de mudanças e formalizar as solicitações de mudanças dos requisitos durante o projeto do molde de injeção.

3.2.3 Entradas e saídas da ferramenta de gerenciamento de requisitos

No Quadro 2, mostra-se as entradas e saídas para o gerenciamento de requisitos de moldes de injeção de materiais termoplásticos.

Quadro 2 – Entradas e saídas de gerenciamento de requisitos de molde de injeção.

Entrada:	Saída:
Custo e prazo para a mudança do requisito de molde de injeção.	Cálculo do impacto do custo e do prazo para executar a mudança do requisito.
Verificação de inconsistência entre os requisitos de moldes de injeção e os resultados das atividades.	Impacto do custo e prazo para realização da mudança do requisito de molde de injeção.
	Inclusão da mudança de requisito do molde de injeção no escopo do projeto.
	Preparar ambiente do projeto antes do início das atividades da equipe de mudanças.
	Registro da mudança do requisito do molde de injeção.

Fonte: O autor (2022).


3.2.4 Informação de projeto

Na aba de gerenciamento de requisitos de moldes de injeção referente a informação 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;

Na figura 22, são identificados os campos a serem preenchidos na aba de informação de projeto.

Figura 22 – Aba de informação do projeto.

		Gerenciamento de Requisitos de Moldes de Injeção		Divisão Engenharia
Informações do Projeto / Molde				
Equipe de projeto				
Nome		Cargo		Função
1		2		3
4		5		7
6				
Cliente:		Projeto:		
Denominação da Peça:		Reerência da Peça:		

Fonte: O auto (2022).


3.2.5 Legendas e descrições

Na aba da ferramenta de gerenciamento de requisitos, possui informações referente a status dos requisitos quanto a sua avaliação, status da (s) mudança (s) do (s) requisito (s), grau de importância da mudança, natureza e codificação dos requisitos e suas respectivas descrições:

- a) Campo 1/2 – Status de requisito: Informa o tipo de status do requisito desde o refinamento até a sua aprovação ou não com suas respectivas descrições;
- b) Campo 3/4 - Status da solicitação da mudança: Informa o tipo de status da solicitação de mudança desde a avaliação até a sua aprovação ou não com suas respectivas descrições;
- c) Campo 5/6 - Grau de importância: Informa o tipo de grau de importância, seja alta, média ou baixa, com suas respectivas descrições;
- d) Campo 7/8 - Natureza: Informa o tipo de natureza da mudança, seja funcional ou não, com suas respectivas descrições;
- e) Campo 9/10 - Tipos de requisitos dos moldes de injeção e suas respectivas descrições.


Segue na Figura 23, identificação dos campos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 e suas respectivas descrições

Figura 23 – Aba Legendas de descrições.

 1 Gerenciamento de Requisitos de Moldes de Injeção 2	
Legendas e Descrições	
Status Requisitos	Descrição
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.
Aguardando Validação	Aguardado 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 substituído.
Recusado	Requisito foi recusado pelo cliente. Inserir informações e justificativas para a recusa.
Status Solicitação de Mudança	Descrição
Aguardando Análise	Solicitação foi entregue, mas ainda não foi analisada pela equipe técnica para identificar
Aguardando Análise de Impacto	Esforço calculado pela equipe técnica. Aguardando cálculo do impacto em termos de preço e
Aguardando Aprovação	Impacto calculado. Aguardando aprovação do cliente.
Aprovada	Solicitação de modificação já foi aprovada pelo cliente e tornou-se um requisito
Recusada	Solicitação foi recusada pelo cliente. Justificativas para a recusa devem ser informadas
Grau de Importância	Descrição
Alta	Se o requisito não for satisfeito, o projeto falhou.
Média	O usuário saberá viver por um tempo sem funcionalidades que satisfaçam este requisito
Baixa	Requisitos que não contribuem praticamente em nada para a satisfação de um objetivo ou meta de negócio.
Natureza	Descrição
Funcional	Faz parte do escopo do projeto, relacionados com a funcionalidade, composto de funções e particularidades.
Não-Funcional	Faz parte do entorno do escopo do projeto. Relacionados com as restrições desejadas ou impostas pelo projeto ou seu ambiente. Perpassam as funcionalidades do projeto, podem ser específicos de certas transações ou válidos para o ambiente sistêmico como um todo.

Fonte: O autor (2022).

Figura 23 – Aba Legendas de descrições (Continuação)



Requisitos	Descrição	
Desenho	D1	As dimensões funcionais estão cotadas e definição de escala.
	D2	A legenda dos desenhos estão contento a informação necessárias, como material, escala, etc?
	D3	Representação do sistema de refrigeração. Existe marcação dos furos de refrigeração (IN/OUT).
	D4	Indicação dos materiais e os seus tratamentos térmicos no desenho para a estrutura e elementos de gravação.
	D5	Localização das peças no molde.
	D6	As Identificação das peças no molde.
	D7	Número de cavidades.
	D8	Placa de isolamento (ex. distribuidor, temperatura do molde). Lado Fixo X Lado Móvel
	D9	Deslocamento da guia.
Máquina Injetora	I1	Posicionamento das colunas, do vão e/ou barramento (máquinas sem colunas).
	I2	Indicação do topo do molde, para trabalhar com as garras do robô ?
	I3	Conformidade das dimensões das anilhas de centragem estão com as especificações da máquina de injeção.
	I4	O curso da máquina suficiente para abertura, extração e robo.
	I5	Definição do sistema de fixação do molde à máquina.
Processo de Injeção	P1	Estudo de Mold flow estão e conclusões para a concepção do molde.
	P2	O bico e o sistema de injeção adequados.
	P3	Os canais e pontos de injeção de acordo com as indicações do cliente.
	P4	Diametro do anel de centragem / raio de injetor.
	P5	Facilidade de retirada do produto e galho de injeção,
	P6	Tempo de set-up (mangueiras, fixação, etc.).
	P7	Ausência de alteração do desenho 3D para a injeção.
Mecânica do molde	M1	As guias do molde apontam primeiro do que as guias dos movimentos mecânicos.?
	M2	O curso dos movimentos não colidem com outros elementos.
	M3	O Tratamento suficiente e com ângulo inferior aos ajustamento da peça.
	M4	O curso de extração suficiente para liberar a peça, e posição final está definida.
	M5	A extração do sistema de alimentação (zona fria)é eficaz para trabalho com as garras do robô ?
	M6	Estão previstas Molas nos Movimentos Mecânicos e pinos extratores ?
	M7	Ausência de interferência com movimentos, pinos extratores e cilindros de extração.
	M8	Os KO's da máquina estão corretamente dimensionados e localizados no molde ?
	M9	A extração está localizada do lado correto (sem Textura) ?
	M10	Estão previstos posições e levantadores em zonas críticas de desmoldagem e enchimento ?
	M11	Os apoios protegem/suportam a zona crítica da pressão de injeção ?
	M12	Os conectores da câmara quente estão compatíveis com a máquina?
	M13	Os posições de versão são desmontáveis em máquina de forma simples ?
Manuseio	MA1	Facilidades para o SET-UP.
	MA2	Olhais de transporte.
	MA3	Mangueiras de refrigeração do lado oposto ao operador.
	MA4	Instalação de manifold – sistema com entrada e saída única.
	MA5	Abas do molde na vertical.
	MA6	Tamanho do molde compatível com a injetora.
	MA7	Facilidade de extração.
	MA8	Concepções que evitem partes cortantes ou perfurantes no molde.
Manutenção	MT1	Fácil acesso a posições, gavetas e extratores.
	MT2	Possibilitar trocas sem necessidade de desmontar todo molde.
	MT3	Utilização de peças padronizadas
Elétrica	E1	Rasgos para os fios estão definidos por forma a que o sistema seja fácil de desmontar
	E2	Ficha eléctrica está de acordo com as especificações do cliente
	E3	Existe esquema eléctrico

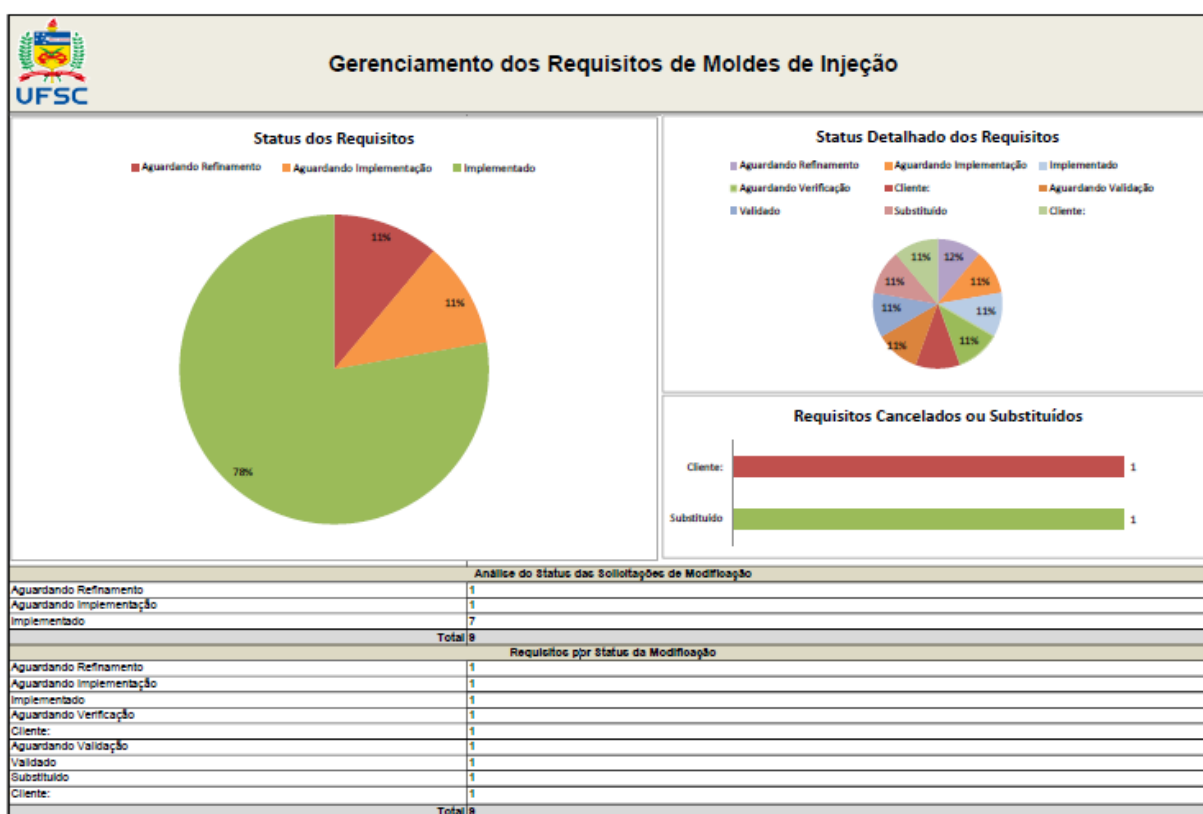
Fonte: O autor (2022).

3.2.6 Indicadores de gerenciamento de requisitos

Na ferramenta de gerenciamento de requisitos temos a aba de Indicador de Gerenciamento de Requisitos.

Nesta aba de indicadores de gerenciamento de requisitos, conforme Figura 24, temos a possibilidade da contabilização e visualização de forma gráfica o *status* dos requisitos dos moldes de injeção para auxiliar a equipe de projeto a fazer gestão dos requisitos. Os dados destes gráficos têm com base, os dados lançados na planilha de Gerenciamento de Requisitos.

Figura 24 – Indicadores de gerenciamento de requisitos.



Fonte: O autor (2022).

3.2.7 Gerenciamento de mudanças de requisitos

Nesta aba, planilha de gerenciamento de mudanças de requisitos, é feito o lançamento dos dados referente a mudança do requisito o molde, caso o requisito venha a ter uma mudança ao longo do ciclo de desenvolvimento do molde de injeção.

Segue na sequência a descrição dos campos da planilha de gerenciamento de mudança de requisitos:

- a) Campo 1 ID: Identificação de controle sequencial do requisito;
- b) Campo 2 ID: Identificação do requisito a ser gerenciado;
- c) Campo 3 *Status* do Requisito: Conforme planilha de legendas e descrições;
- d) Campo 4 Grau de Importância: Alta, média ou baixa, conforme planilha de legendas e descrições;
- e) Campo 5 Solicitante: Nome do solicitante da mudança do requisito;
- f) Campo 6 Função do Solicitando: Função do solicitante no projeto.
- g) Campo 7 Natureza: Funcional ou não funcional, conforme planilha de legendas e descrições;
- h) Campo 8 Data da Solicitação: Data que foi solicitada a mudança do requisito;
- i) Campo 9 Data da Análise: Data em que foi feita a análise do requisito;
- j) Campo 10 Data de Análise de T(h) / R\$: Data da análise do prazo e custo da mudança do requisito;
- k) Campo 11 Impacto T(h): Impacto da mudança em relação ao tempo em horas para mudança do requisito;
- l) Campo 12 Impacto T(h) Acumulado: Acumulado ou soma das horas destinadas a mudança do requisito;
- m) Campo 13 Impacto R\$: Impacto da mudança em relação ao custo para mudança do requisito;
- n) Campo 14 Impacto R\$ Acumulado: Acumulado ou soma dos custos destinados a mudança do requisito;
- o) Campo 15 Observação: Observações em relação a mudança dos requisitos.

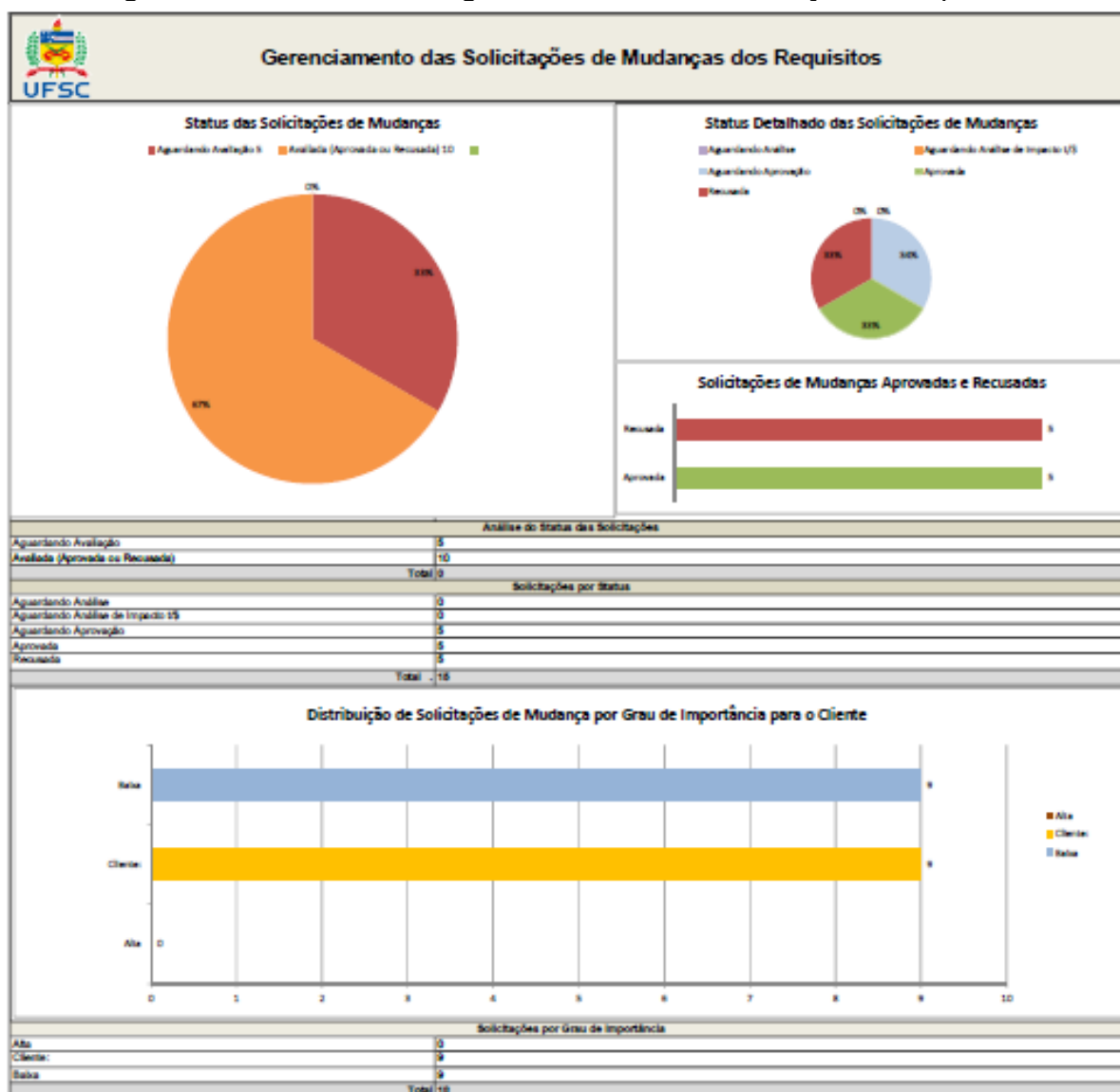
Segue, na Figura 25, identificação dos campos para preenchimento e gerenciamento das mudanças dos requisitos do molde de injeção.

3.2.8 Indicadores de gerenciamento de mudanças de requisitos

Na planilha de gerenciamento de requisitos temos a aba de Indicador de Gerenciamento de Mudança de Requisitos.

Nesta planilha, conforme Figura 26, temos 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 o gerenciamento 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 26 - Indicadores de gerenciamento de mudanças de requisitos.



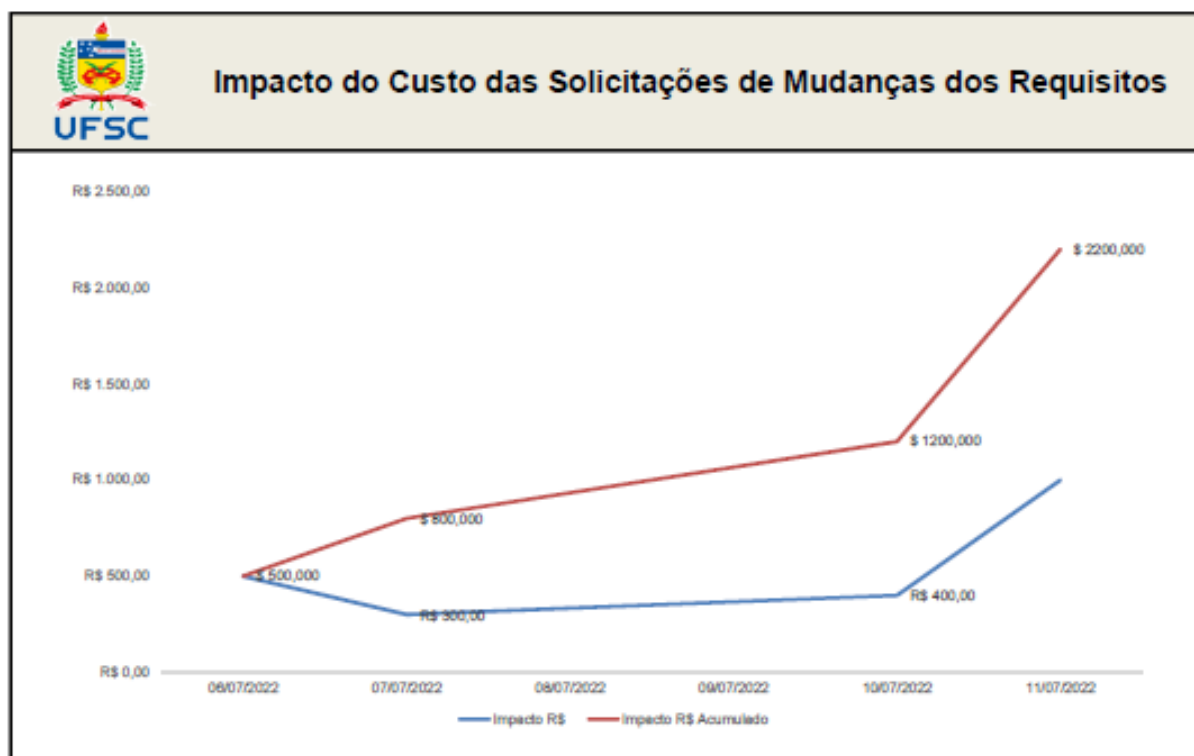
Fonte: O autor (2022).

3.2.9 Indicador de mudanças de custos de requisitos

Na planilha de gerenciamento de requisitos temos a aba de Indicador de Custos de Mudança de Requisitos.

Nesta planilha, conforme Figura 27, temos a possibilidade da contabilização e visualização de forma gráfica o acompanhamento do custo da mudança dos requisitos dos moldes de injeção e auxiliar a equipe de projeto a fazer o gerenciamento das mudanças dos requisitos em relação ao custo da mudança. Os dados destes gráficos têm com base, os dados lançados na planilha de Gerenciamento de Mudanças de Requisitos.

Figura 27 - Indicador de impacto de custo da mudança de requisitos.



Fonte: O autor (2022).

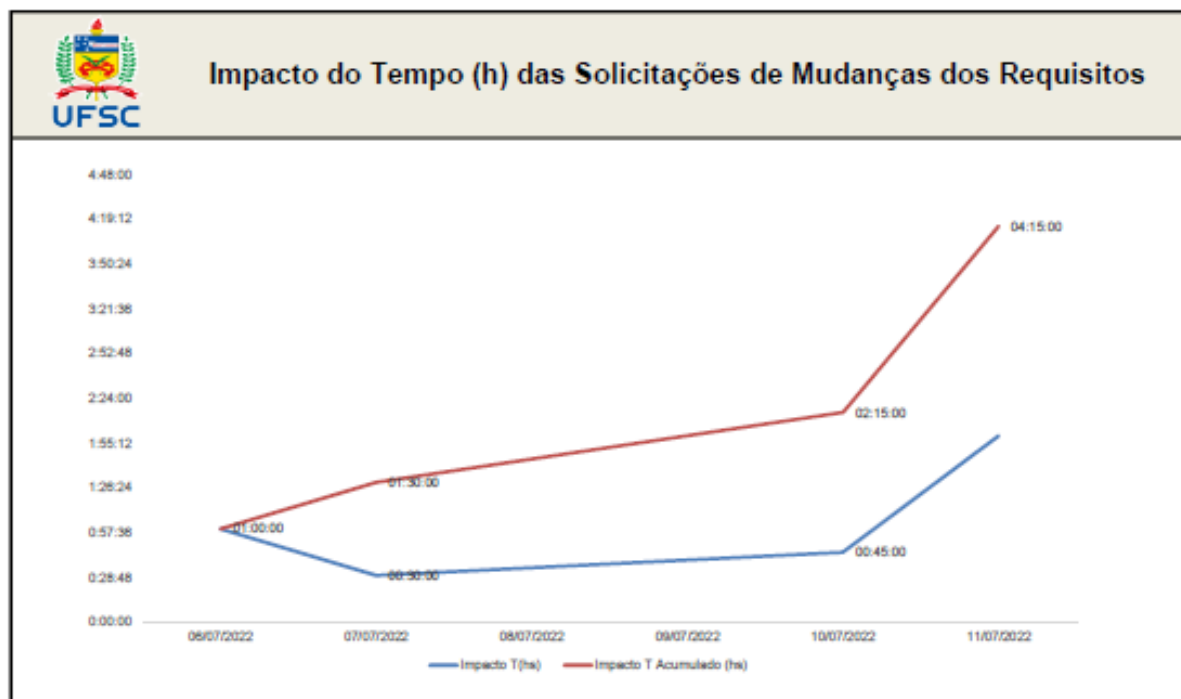
3.2.10 Indicador de tempo (h) para mudanças de requisitos

Na planilha de gerenciamento de requisitos temos a aba de Indicador de Tempo (h) de Mudança de Requisitos.

Nesta aba, conforme Figura 28, temos a possibilidade da contabilização e visualização de forma gráfica o acompanhamento do tempo em horas para realizar a mudança dos requisitos dos moldes de injeção e auxiliar a equipe de projeto a fazer o

gerenciamento das mudanças dos requisitos em relação ao tempo gasto em horas para a mudança. Os dados destes gráficos têm com base, os dados lançados na planilha de Gerenciamento de Mudanças de Requisitos.

Figura 28 - Indicador de Impacto do tempo (h) para mudança de requisitos.

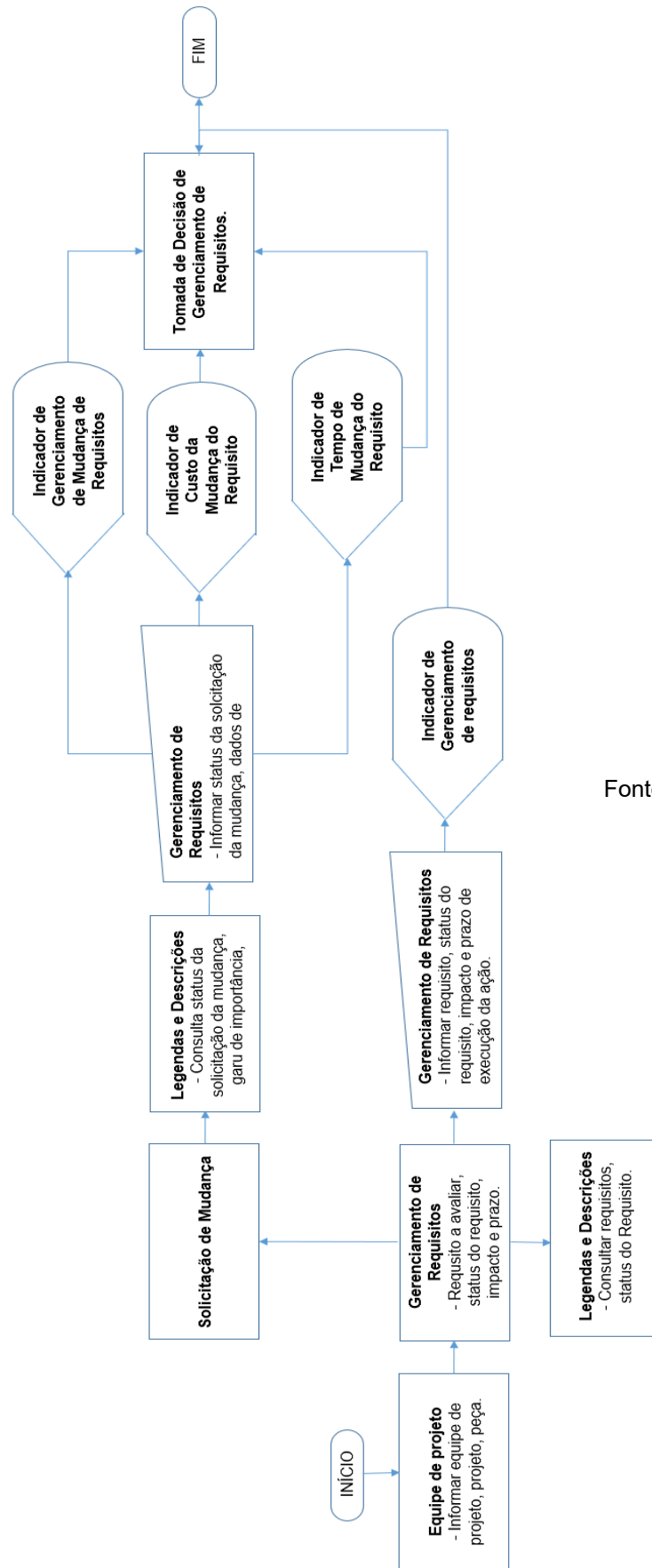


Fonte: O autor (2022).

3.2.11 Fluxograma de funcionamento da ferramenta de gerenciamento de requisitos

Segue, conforme Figura 29, o fluxograma de funcionamento da ferramenta de gerenciamento de requisitos demonstrando o caminho para utilização em uma ordem lógica e padronizada.

Figura 29 – Fluxograma da ferramenta de gerenciamento de requisitos



Fonte: O autor (2022).

4 AVALIAÇÃO DA FERRAMENTA PROPOSTA PARA GERENCIAMENTO DE REQUISITOS DE MOLDES DE INJEÇÃO

A avaliação da ferramenta proposta para gerenciamento de requisitos de moldes de injeção foi realizada, por meio de um questionário 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, completeza entre outros.

Para avaliar a ferramenta proposta foram considerados alguns critérios disponíveis na literatura. A Tabela 16, mostra os critérios e as respectivas questões para a avaliação, resultado de um estudo das pesquisas de Inthamoussu (2015 apud Vernadat 1996, Fox 1998, Romano 2003, Aalst 2000, Bi 2004 e Ibarra 2007).

Tabela 12 – Critérios de avaliação da ferramenta de gerenciamento de requisitos.

Critérios de Avaliação da Ferramenta	
Aplicabilidade da ferramenta	A ferramenta se aplica às necessidades da realidade de projetos e desenvolvimento de moldes de injeção?
Clareza	A representação gráfica da ferramenta se apresenta de forma clara as fases e atividades?
Rigor da representação	A representação da ferramenta apresenta de forma objetiva fases e atividades de forma a não haver redundância?
Completa	A ferramenta contém toda a informação necessária para realizar o gerenciamento dos requisitos?
Robustez	A ferramenta pode ser usada para o desenvolvimento de variados tipos de produtos e tecnologias?
Custo-benefício	A utilização da ferramenta, mantendo a qualidade de execução adequada, é enxuta em termos de recursos e tempo, de modo a manter uma relação custo versus benefício viável?

Fonte: Adaptado de Inthamoussu (2015).

Com base nos critérios foi elaborado um questionário de avaliação com as seguintes informações:

- a) Caracterização do entrevistado;
- b) Avaliação do atendimento da ferramenta proposta de gerenciamento de requisitos por meio de um questionário
- c) Avaliação da ferramenta de gerenciamento de requisitos como modelo de referência por intermédio de um questionário;
- d) Avaliação da contribuição da ferramenta de gerenciamento proposta para integração das áreas de projeto e desenvolvimento de moldes;
- e) Comentários e sugestões.

O questionário elaborado está apresentado no Apêndice B.

Para a avaliação da ferramenta de gerenciamento de requisitos de moldes de injeção proposta, foi elaborado um questionário respondido por pessoas que trabalham diretamente com projetos e desenvolvimentos de moldes de injeção. Ao todo responderam 15 pessoas em um período de 30 dias. Segue na Tabela 13, as funções das pessoas que avaliaram a ferramenta com a respectiva quantidade de avaliações.

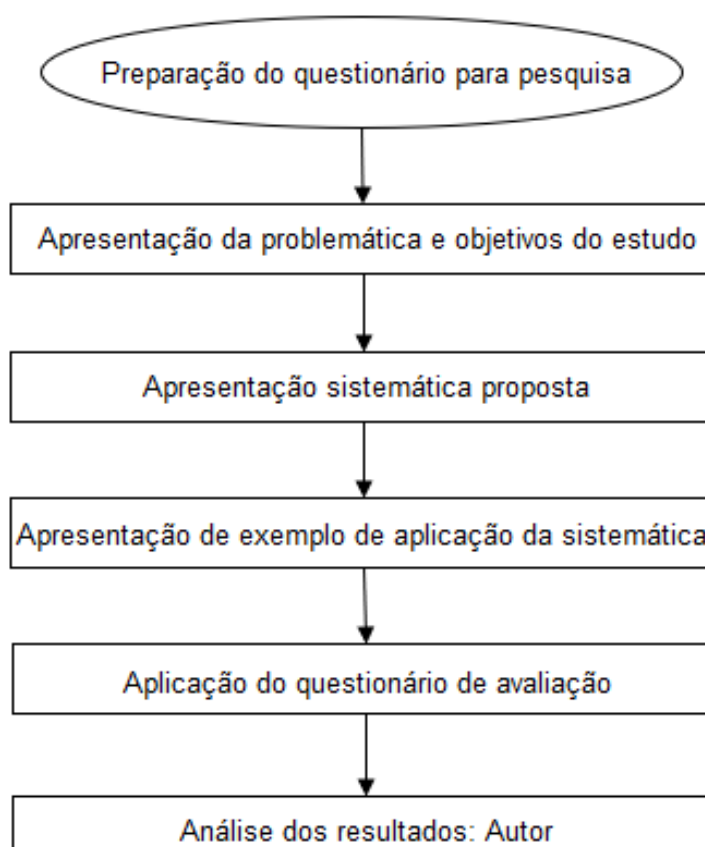
Tabela 13 – Funções das pessoas que avaliaram a ferramenta e respectiva quantidade de avaliações.

Função	Respostas
Tooling Analyst	4
Supplier Quality Development	2
Quality Manager	1
Quality Analyst	1
Injection Process Technician	2
Tooling Maker	2
Quality Coordinator	1
Tooling Specialist	1
Program Manager	1

Fonte: O autor (2023).

Na Figura 30, mostra como a sequência do procedimento de avaliação da ferramenta foi organizada.

Figura 30 – Sequência do procedimento de avaliação.



Fonte: Adaptado de Inthamoussu (2015).

A primeira etapa foi o início da implementação de um questionário, e enviado a apresentação da problemática em estudo por meio de um exemplo de aplicação bem como o objetivo do trabalho de pesquisa a ser realizada.

A segunda etapa apresenta a sistemática e suas relações com a referência teórica a fim de trazer o embasamento científico do estudo.

A terceira etapa foi, por sua vez a apresentação de um exemplo de aplicação da sistemática da proposta da ferramenta. Teve duração de 30 dias e aconteceu com auxílio da ferramenta do google *forms* para auxiliar na elaboração, aplicação e resposta do questionário por parte dos avaliadores.

Ao final aplicou-se o questionário de avaliação, recebido pelos colaboradores da pesquisa.

4.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS DA PESQUISA

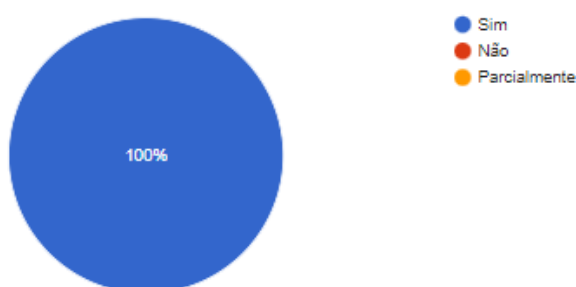
Os resultados serão analisados seguindo os seguintes critérios:

- a) Avaliação do atendimento da ferramenta proposta para o gerenciamento de requisitos de projetos de moldes de injeção;
- b) Avaliação da contribuição da ferramenta proposta.

4.1.1 Avaliação do atendimento da ferramenta proposta para o gerenciamento de requisitos de moldes de injeção

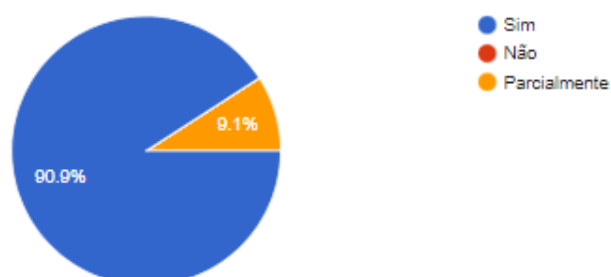
Para avaliar ferramenta proposta de gerenciamento de requisito de moldes de injeção os participantes responderam questões de 1 a 8 referentes a avaliação dos critérios já propostos anteriormente. As opções de respostas foram “Sim” (atende), “Parcialmente” (atende parcialmente) ou “Não” (não atende), e as respostas segue conforme gráficos de 1 a 9.

Gráfico 7 - Questão 1 - A ferramenta de gerenciamento de requisitos propõe um fluxo para sistematizar o projeto e desenvolvimentos de moldes de injeção?



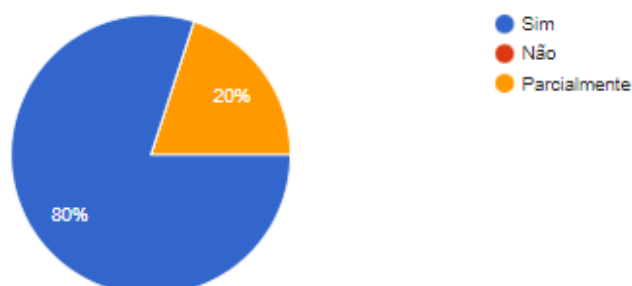
Fonte: O autor (2022).

Gráfico 8 – Questão 2 - A ferramenta de gerenciamento de requisitos possibilita obter os registros de informações necessárias e facilita a tomada de decisão durante o projeto e desenvolvimento do molde de injeção?



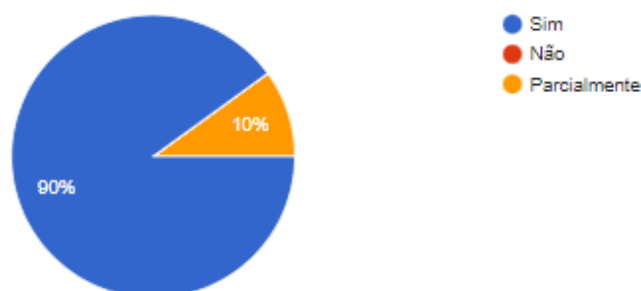
Fonte: O autor (2022).

Gráfico 9 – Questão 3 - A ferramenta de gerenciamento de requisitos se apresenta de forma objetiva e as fases e atividades de forma a não haver redundâncias?



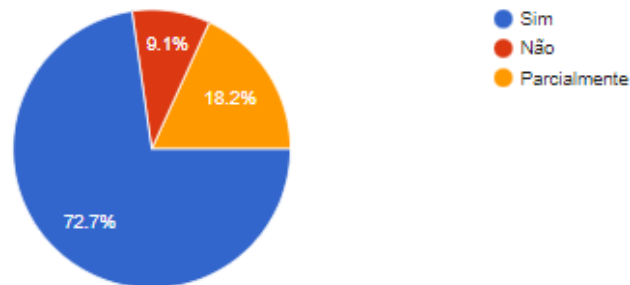
Fonte: O autor (2022).

Gráfico 10 – Questão 4 - As representações gráficas da ferramenta de gerenciamento de requisitos se apresentam de forma clara e amigável?



Fonte: O autor (2022).

Gráfico 11 – Questão 5 - A ferramenta de gerenciamento de requisitos contém todas as informações necessárias para realizar a integração das áreas envolvidas no projeto e desenvolvimento de moldes de injeção?



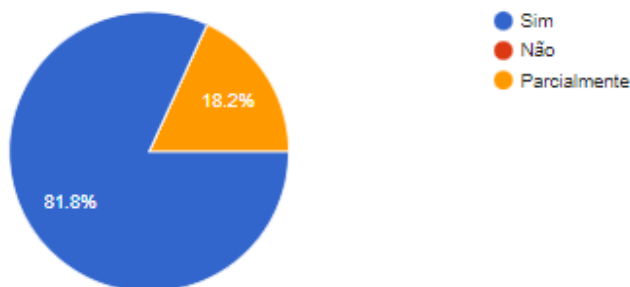
Fonte: O autor (2022).

Gráfico 12 – Questão 6 - A ferramenta de gerenciamento de requisitos pode ser usada para variados tipos de tecnologias de moldes de injeção?



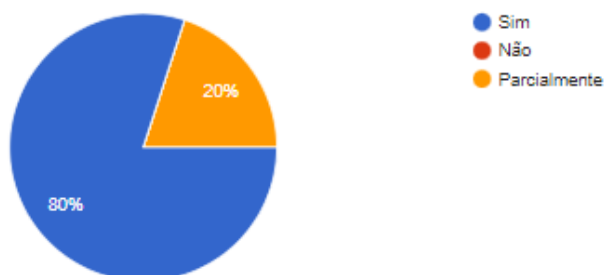
Fonte: O autor (2022).

Gráfico 13 - Questão 7 - A ferramenta de gerenciamento de requisitos é enxuta em termos de recurso e tempo para viabilidade entre uma relação custo versus benefício?



Fonte: O autor (2022).

Gráfico 14 - Questão 8 - A ferramenta de gerenciamento de requisitos pode ser aplicada a uma ferramentaria para projeto e desenvolvimento de moldes de injeção?



Fonte: O autor (2022).

Com base nos resultados acima, as respostas para estes critérios em sua maioria foram para as opções “Sim” (Atende). Sobre a pergunta 1, que está relacionada a ferramenta de gerenciamento de requisitos que propõe um fluxo para sistematizar o desenvolvimento de moldes de injeção, 100% dos participantes responderam como atende

Para os critérios de representação, que estão representados pelas perguntas 3 e 4 que abordam objetividade, evitar redundâncias, clareza e amigabilidade 80% e 90% dos participantes entendem que atende aos critérios de clareza e amigabilidade.

Os 20% dos participantes que responderam que atende parcialmente a questão de objetividade e redundâncias, sugeriram um pouco mais de objetividade na apresentação dos requisitos, sendo considerado uma oportunidade de melhoria.

Para o critério de integração das áreas envolvidas, que está representado pela pergunta 5, é preciso integrar e consolidar as atividades e os processos das demais áreas de conhecimento. Por exemplo, o processo desenvolver o plano de gerenciamento do projeto precisa consolidar todos os processos de planejar as demais áreas de conhecimento:

- a) Planejar o gerenciamento do escopo;
- b) Planejar o gerenciamento do cronograma;
- c) Planejar o gerenciamento dos custos;
- d) Planejar o gerenciamento da qualidade;
- e) Planejar o gerenciamento dos recursos;
- f) Planejar o gerenciamento das comunicações;

- g) Planejar o gerenciamento dos riscos;
- h) Planejar o gerenciamento das aquisições;
- i) Planejar o engajamento das partes interessadas.

Por fim, a avaliação direciona perguntas para avaliar o critério de conteúdo, estes critérios falam sobre completeza, robustez e custo-benefício da ferramenta proposta de gerenciamento de requisitos. Sobre a completeza, que avaliou se a ferramenta proposta contém toda a informação necessária para realizar a integração das áreas envolvidas com projetos e desenvolvimentos de moldes de injeção, apresentou que atende 72,7% das respostas. Evidenciando que a ferramenta precisa ser melhorada nesta questão.

Para entender se a ferramenta proposta é robusta para atender desenvolvimento dos mais variados tipos de tecnologia de moldes de injeção, 100% dos participantes responderam que atende. Sobre a sistemática ser enxuta e manter custo-benefício 81,8% das respostas foram positivas no sentido de que atende, podendo ter uma oportunidade de melhoria nesta questão.

Na questão que avalia se a ferramenta proposta de gerenciamento de requisitos pode ser aplicada a uma ferramentaria para projeto e desenvolvimento de moldes de injeção, 80% dos participantes responderam que atende, porém também possui uma oportunidade melhoria. Neste caso a sugestão, é buscar que a ferramenta tenha uma adaptabilidade em função das estruturas que as ferramentarias possuem para utilização da ferramenta de gerenciamento de requisitos.

Com base nos resultados das avaliações acima, sugerimos melhorias na ferramenta proposta de gerenciamento requisitos para uma melhor performance em sua aplicação. Segue sugestões de melhoria na Tabela 14

Tabela 14 - Sugestões de melhoria para a ferramenta de gerenciamento de requisitos.

Questão	Melhoria
Questão 2 - A ferramenta de gerenciamento de requisitos possibilita obter os registros de informações necessárias e facilita a tomada de decisão durante o projeto e desenvolvimento do molde de injeção ?	Incluir indicadores durante a fase do projeto de desenvolvimento do molde de injeção para auxiliar na tomada de decisão gerencial.
Questão 3 - A ferramenta de gerenciamento de requisitos se apresenta de forma objetiva e as fases e atividades de forma a não haver redundâncias?	Incluir instrução passo a passo para orientar a utilização da ferramenta de gerenciamento de requisitos.
Questão 4 - As representações gráficas da ferramenta de gerenciamento de requisitos se apresentam de forma clara e amigável?	Melhorar o layout quanto a disposição das representações gráficas para melhor apresentação e entendimento das informações.
Questão 5 - A ferramenta de gerenciamento de requisitos contém todas as informações necessárias para realizar a integração das áreas envolvidas no projeto e desenvolvimento de moldes de injeção?	Incluir integração das áreas envolvidas e as atividades necessárias para identificar, definir, combinar, unificar e coordenar os diversos processos e atividades de gerenciamento de projetos dos grupos de processos de gerenciamento de requisitos.
Questão 7 - A ferramenta de gerenciamento de requisitos é enxuta em termos de recurso e tempo para viabilidade entre uma relação custo versus benefício?	Fazer com que a ferramenta tenha maior praticidade e rapidez em sua operação para melhorar a viabilidade em uma relação custo x benefício.
Questão 8 - A ferramenta de gerenciamento de requisitos pode ser aplicada a uma ferramentaria para projeto e desenvolvimento de moldes de injeção?	Buscar que a ferramenta tenha uma adaptabilidade em função das estruturas que as ferramentarias possuem para utilização da ferramenta de gerenciamento de requisitos.

Fonte: O autor (2023).

5 CONCLUSÃO

O objetivo desta pesquisa é propor uma ferramenta para gerenciamento de requisitos no processo de desenvolvimento dos moldes de injeção de termoplásticos, abrangendo o gerenciamento das modificações ocorridas dos requisitos ao longo do ciclo de vida de desenvolvimento.

Baseado nos documentos abordados publicados sobre o tema e considerados para fundamentação teórica para a pesquisa, buscou-se criar uma proposta de ferramenta de gerenciamento de requisitos que permitisse reduzir as lacunas observadas nas abordagens estudadas, unificando as atividades de gerenciamento de requisitos voltados para projetos e desenvolvimentos de moldes de injeção de termoplásticos

A ferramenta proposta de gerenciamento de requisitos tem valiosa contribuição para as organizações que projetam e desenvolvem moldes de injeção, onde estabelece um fluxo de processos de gerenciamento de requisitos, faz a equipe e os principais *stakeholders* saberem o que exigir do seu projeto, além de oferecer também a colaboração na criação de histórico, priorização de ações, relatórios de status, rastreabilidade de requisitos e outros atributos definidos pelo usuário, que irão auxiliar na tomada de decisões gerenciais.

Em se tratando do primeiro objetivo específico do projeto, o qual envolve a análise dos modelos de gerenciamento de requisitos existentes, podemos observar que existem várias ferramentas disponíveis no mercado, que podemos ter como referência para propor uma ferramenta específica para gerenciamento de requisitos para moldes de injeção.

Após levantar os modelos de gerenciamento de requisitos existentes, o segundo objetivo específico, envolveu a análise destes modelos. Podemos observar que as características e funções destes modelos, são adaptáveis e possível de criar uma ferramenta específica para gerenciamento de requisitos de moldes de injeção.

O quinto objetivo contemplou a aplicação da ferramenta de gerenciamento de requisitos no projeto e desenvolvimento de um molde de injeção. Por meio da aplicação do modelo proposto, foi possível fazer uma simulação de uma situação de gerenciamento e solicitação de modificação de um requisito em uma base parcial de requisitos utilizada para estudos de aprendizagem criada a partir de dados empíricos.

Os resultados obtidos com a demonstração da aplicação do modelo proposto, mostraram que o modelo permite a documentação de todo o processo de gerenciamento de requisitos e revelou que presta perfeitamente para fornecer as principais informações necessárias para o pleno controle do processo das modificações, que venham a acontecer ao longo o ciclo de vida do requisito.

Finalmente, ocorreu a avaliação da proposta de ferramenta de gerenciamento requisitos com questões respondidas baseadas em critérios definidos para avaliação sugeridos pela literatura, que comprovaram sua aplicabilidade até ao seu custo-benefício e contribuição para o gerenciamento de requisitos para moldes de injeção. A ferramenta proposta foi avaliada por usuários diretamente ligados ao processo de projeto e desenvolvimento de moldes de injeção e o resultado desta avaliação por parte delas foi positiva, dando mostras que a ferramenta pode sim ser utilizada.

Por outro lado, para a ferramenta ser ainda mais robusta é necessária uma aplicação em maior número organizações de diferentes portes e estrutura para contribuir ainda mais com o desenvolvimento da ferramenta. Outro detalhe, as mudanças de rotinas demandam quebras de paradigma, maior esforço e cooperação dos *stakeholders*, já que tarefas adicionais como registro das informações de gerenciamento dos requisitos também devem ser realizadas. Em termos de conhecimento, foram adicionadas ferramentas para auxiliar o processo de gerenciamento de requisitos, baseado em indicadores representados graficamente para a análise de impacto de custo e tempo de uma mudança do requisito e para tomadas de decisão.

Para trabalhos futuros, a automação da ferramenta proposta pode ser desenvolvida com outros tipos de plataformas, podendo ser implementados workflows, gerenciamento eletrônico de documentos, criar elos de rastreabilidade, identificar gargalos, possibilitar definir ações corretivas e preventivas e auxiliar nas tomadas de decisões.

Pode-se também, trabalhar na adaptação e utilização da ferramenta de gerenciamento de requisitos em outras áreas da engenharia, como na aplicação em qualquer tipo de desenvolvimento de ferramenta, máquinas ou equipamentos que venham contribuir no cumprimento dos requisitos elicitados e acordados entre os *stakeholders*.

REFERÊNCIAS

ALVES, M. B.; ARRUDA, S. M. **Como fazer referências**: bibliográficas, eletrônicas e demais formas de documento. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, Biblioteca Universitária, c2001. Disponível em: <http://www.bu.ufsc.br/design/framerefer.php>. Acesso em: 11 abr. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520**: informação e documentação: citações em documentos: apresentação. Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6024**: informação e documentação: numeração progressiva das seções de um documento escrito: apresentação. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14724**: informação e documentação: trabalhos acadêmicos: apresentação. Rio de Janeiro, 2011.

AZEVEDO, F. L. F. de. **Gerenciamento de Sistemas Espaciais**. Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologia Espaciais/Engenharia e Gerenciamento de Sistemas Espaciais, INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2017

BACK, N. **Metodologia de Desenvolvimento Rápido de Produtos de Injeção**. Departamento de Engenharia Mecânica NEDIP UFSC, 1998.

BARROS, R. C. **A Importância da Gestão de Requisitos para Projetos de Desenvolvimento de Software**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Campus São Paulo - IFSP Departamento de Informática e Turismo Especialização em Gestão de Tecnologia da Informação, São Paulo, 2018.

BELINATO, G. **Projeto de Pesquisa: Plástico Zero**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Campus Pouso Alegre, 2018

BENEDITO, S. R. **Avaliação do uso de programas CAD no projeto de molde para termoplásticos na região nordeste do estado de Santa Catarina**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) Sociedade Educacional de Santa Catarina: Instituto Superior Tupy, Joinville, 2010.

CATAPAN, M. F. **Sistematização do Projeto Preliminar em Componentes de Plásticos Injetados: Uma Definição da Forma Usando o DFMA**. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

CERRI, F. **Engenharia de Requisitos: Qualidade na Indústria Espacial**. Disponível em: <https://opencadd.com.br/engenharia-de-requisitos-qualidade-na-industria-espacial/>. Acesso em: 12 mai. 2022.

DARÉ, G. **Proposta de um modelo de referência para o desenvolvimento integrado de componentes de plásticos**. 2001, 219 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) -Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

DEGHANI, N. O. **Defining Requirements Management Process for Product Development Projects**. Helsinki Metropolia University of Applied Sciences, *Industrial Management, Master's Thesis*, Helsinki, Junho, 2019.

DIAS, K. P. **Proposta de modelo para a gestão do conhecimento no projeto de moldes de injeção**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

DIHLMANN, C. **Fluxo de caixa na construção de moldes**. In Gestão de custos nas ferramentarias modernas. 2019, Santo André, Consórcio Municipal do Grande ABC, Revista Ferramental, Universidade Ferramental, 2019.

FAGUNDES, P, B. *et al.* **Taxonomias, ontologias e tesouros: possibilidades de contribuição para o processo de Engenharia de Requisitos**. Em Questão, Porto Alegre, v. 26, n. 1, p. 237-254, Jan/Abr. 2020

FERREIRA, C. V. **Metodologia de projeto para produtos de peças plásticas**. Revista Ferramental, Joinville, n.7, p.15-24, 2006.

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.

GARCIA, Prof. M. C. R. **Fundamentos de Projeto de Ferramentas, Moldes de Injeção para Termoplásticos**. IFSUL - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul Rio Grandense, Campus Sapucaia do Sul, 2009.

GOMES, J. O.; FERREIRA, C. V.; RESENDE, M. F. C. **Uma avaliação tecnológica e organizacional das ferramentarias nacionais**. Plástico Industrial, v.5, n.55, p.278-287, 2003.

GOUVEIA, C. **Construção leve no setor automotivo: caixa de direção produzida em plástico**. *Revista Máquinas e Metais*, n. 588, jan. 2015. Traduzido do original, de autoria de Kai Vohwinkel, publicado na primeira edição de 2014 da revista Thyssenkrupp Techform.

GRANDE, J. I. De; MARTINS, Luiz Eduardo G. **SIGERAR: Uma Ferramenta para Gerenciamento de Requisitos**, Programa de Mestrado em Ciência da Computação Faculdade de Ciências Exatas e da Natureza UNIMEP - Universidade Metodista de Piracicaba, 2006.

GREENE, J.; STELLMAN, A. **Applied Software Project Management**. *O'Reilly Media, November*. 2005.

HARADA, J. **Moldes para injeção de termoplásticos: projetos e princípios básicos**. São Paulo, Artliber, 2004.

Hemais, C. A. **Polímeros e a indústria automobilística**. **Scielo Brasil**, 01 ago. 2003. Disponível em <https://www.scielo.br/j/po/a/M7SMYkKWh9kmqPGd4D8mhLg/?lang=pt>. Acesso em: 22 abr. 2022.

HODGE, G. **Systems of knowledge organization for digital libraries: beyond traditional authorities files**. *Washington: The Council on Library and Information Resources*, 2000.

<http://moldesinjecaoplasticos.com.br/a-importancia-do-projeto-de-moldes-para-injecao-de-termoplasticos>. Acesso em: 21 abr. 2022.

<http://moldesinjecaoplasticos.com.br/classificacao-do-molde-de-injecao/>. Acesso em: 09 mai. 2022.

http://www.crq4.org.br/sms/files/file/apostila_pol%C3%ADmeros_0910082013_site.pdf. Acesso em 21 abr. 2022.

<https://aerospaceexport.com/pt/melhores-ferramentas-de-gerenciamento-de-requisitos-para-aeroespacial-e-defesa/>. Acesso em: 14 mai. 2022.

<https://afinkopolimeros.com.br/processamento-de-polimeros/>. Acesso 22/04/2022.

[https://www.cin.ufe.br/~gta/rupvvc/core.base.rup/guidances/concepts/requirements management 8067CA83.html](https://www.cin.ufe.br/~gta/rupvvc/core.base.rup/guidances/concepts/requirements%20management%208067CA83.html). Acesso 22/04/2022

<https://homepages.dcc.ufmg.br/~rodolfo/dcc823-2-07/Entrega4/Damazio4.pdf>. Acesso em: 15 mai. 2022. Acesso em: 22 abr. 2022.

<https://www.batebyte.pr.gov.br/Pagina/Engenharia-de-requisitos-processos-e-tecnicas-no-contexto-organizacional>. Acesso em: 13 mai. 2022.

<https://www.devmedia.com.br/introducao-a-engenharia-de-requisitos/8034#9>. Acesso em: 14 mai. 2022.

<https://www.neuplast.com.br/blog/veja-como-esta-ocorrendo-a-substituicao-de-metal-por-plastico-na-industria/> Acesso: 02 mai. 2022.

<https://www.nomus.com.br/blog-industrial/matriz-qfd/>. Acesso: 03 mai. 2023.

<https://www.plastico.com.br/transformacao-moldes-de-injecao-para-termoplasticos/>. Acesso: 02 mai. 2022.

<https://www.usitecferramentaria.com.br/desenvolvimento-de-molde-plastico.php>. Acesso em: 22 abr. 2022.

<https://visuresolutions.com/pt/requirements-management-rm-tools>. Acesso em: 03 jun. 2022.

<https://www.getapp.pt/directory/967/requirements-management/software>. Acesso em: 03 jun. 2022.

HULL, E. et al. **Requirements engineering**. London: Springer-Verlag, 2011.

INTHAMOUSSU, E.M.R. **Sistemática para a integração do planejamento do produto com o planejamento do projeto**: Enfoque no desenvolvimento de tecnologias para eletrodomésticos. 2015. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

KOIKE, T. **Integração do projeto e da fabricação de moldes para injeção de plásticos com auxílio de tecnologias CAD/CAE/CAM**. Florianópolis: UFSC, 1995. Dissertação (Mestrado em Eng. Mecânica) Programa de Pós-Graduação.

MARTINI, L.S.G; DA CRUZ, J.L.; TRABASSO, L.G. **Formalisation of the Requirements Management Process in the Aerospace Industry**, *Management & Development*, Vol.2 nº 1 October 2003

MASCARENHAS, W. N. **Sistematização do Processo de Obtenção do Leiaute Dimensional de Componentes de Plástico Moldados por Injeção**. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002

MOLDFLOW (2006). In: **Moldflow Plastics Made Perfect**; *Moldflow Corporation*.

NASA. NASA/SP-2007-6105 rev1-**systems engineering handbook**. Washington: **National Aeronautics and Space Administration**, 2007

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.

NORÕES, E. C. P.; GADELHA, J. F., GADELHA, M. W. B. de C. **Abordagem Comparativa Entre as Tecnologias de Processo CIM e a Tecnologia Convencional de Uma Empresa Fabricante de Moldes para Injeção Plástica**. XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. A integração de cadeias produtivas com a abordagem da manufatura sustentável. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 13 a 16 de outubro de 2008.

Office of Government Commerce, UK. **Requirements Management**. 27 Jan. 2009, Disponível em: http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20100609111548/http://www.ogc.gov.uk/delivery_lifecycle_requirements_management.asp . Acesso em: 14 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.

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.

PANIS, M. **Reflections on Choosing a New Requirements Management Tool**. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org.ez46.periodicos.capes.gov.br/stamp.jsp?tp=&arnumber=9662359>. Acesso em 01 Jun.2022.

PANIS, M. **Reflections on Choosing a New Requirements Management Tool**. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org.ez46.periodicos.capes.gov.br/stamp.jsp?tp=&arnumber=9662359>. Acesso em 01 jun.2022.

RECK NETO, A. **Proposta de Procedimento para o Dimensionamento Mecânico de Moldes de Injeção**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

ROMANO, L. N. **Modelo de Referência para o Processo de Desenvolvimento de Máquinas Agrícolas**. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI F. A.; AMARAL D. C.; TOLEDO J. C.; SILVA S. L.; ALLIPRANDINI D. H.; SCALICE R. K. **Gestão de desenvolvimento de produtos: Uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva, 2006.

SABINO NETTO, A. C. **Proposta de sistemática para avaliação de soluções de projeto de componentes moldados por injeção auxiliada por protótipos físicos**. 2003. 153 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

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.

SANTANA, R. R. **Sistema computacional de apoio ao projeto de componentes de plástico injetados**, via internet. 2001. 81 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

SANTOS, L. U. dos. **Modelo e processo de desenvolvimento integrado de moldes para injeção de termoplásticos**. 2015. 167f. Dissertação de Mestrado Profissional em Produção – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

SILVA, S. L. **Sistemática para o projeto do sistema de refrigeração de moldes para injeção de polímeros**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**. 9o ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

SOERGEL, D. **The rise of ontologies or the reinvention of classification**. *Journal of the American Society for Information Science*, [s.l.], v. 50, n. 12, p. 1119-1120, 1999.

STOCK, W. **Concepts, and semantic relations in information science**. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, [s.l.], v. 61, n. 10, p. 1951–1969, 2010.

TONOLLI, E. J. Jr. **Ambiente Colaborativo para o Apoio ao Desenvolvimento de Moldes para Injeção de Plásticos**. Florianópolis, Dissertação de Mestrado. UFSC, 2003.

ULBRICH, C. B. L; ULBRICH F. **Gestão de ferramentarias: Planejamento Estratégico para Profissionalização da Empresa**. Contribuição técnica ao Congresso Plastshow 2012, 10 a 12 de abril de 2012, São Paulo, SP. Disponível em: <http://moldesinjecaoplasticos.com.br/gestao-de-ferramentarias-planejamento-estrategico-para-profissionalizacao-da-empresa>. Acesso em: 05 Jun. 2022.

WIEGERS, K.; B., J. **Software requirements**. 3. ed. Redmond, WA: *Microsoft Press*, 2013.

YOUNG, R. R. **The requirements engineering handbook**. Norwood, MA: *Artech House, Inc*, 2004.

APÊNDICE A – Levantamento e análise de diferenciação qualitativa de ferramentas de gerenciamento.

Segue na Tabela 15, a avaliação das ferramentas de gerenciamento de requisitos mais utilizadas, classificadas na ordem de ferramentas que tiveram maior número de avaliações.

Tabela 15 – Ferramentas de gerenciamento de requisitos mais avaliadas.

N.	Software	Relação Qualidade / Preço	Recursos	Praticidade	Suporte ao cliente	Classificação Geral	Quantidade de avaliações
1	Visure Requirements	5,0	4,9	4,8	5,0	4,925	12
2	Dragonboat	4,8	4,4	4,7	5,0	4,725	9
3	Aha!	4,6	4,7	4,4	4,9	4,650	454
4	Process Street	4,7	4,5	4,6	4,7	4,625	556
5	awork	4,8	4,2	4,6	4,8	4,600	32
6	aqua ALM	4,6	4,6	4,3	4,9	4,600	17
7	ReqSuite	4,8	4,1	4,5	5,0	4,600	11
8	DRAKON Editor Web	4,8	4,5	4,5	4,5	4,575	13
9	Clickup	4,7	4,6	4,3	4,6	4,550	2.813
10	iRise	4,6	4,3	4,7	4,6	4,550	9
11	Cerberus	4,9	4,6	4,1	4,5	4,525	29
12	ReQtest	4,6	4,3	4,7	4,5	4,525	23
13	ReqView	4,7	4,1	4,3	4,9	4,500	24
14	Valispace	5,0	4,0	4,0	5,0	4,500	1
15	Orcanos	4,6	4,4	4,4	4,4	4,450	23
16	Monday.com	4,3	4,4	4,5	4,5	4,425	2.456
17	Test Modeller	4,5	4,5	4,2	4,5	4,425	23
18	Alithya GoTest	4,2	4,5	4,4	4,6	4,425	13
19	Cradle	4,4	4,5	3,8	4,9	4,400	29
20	Craft.io	4,4	4,5	3,8	4,6	4,325	26
21	Innoslate	4,2	4,2	4,4	4,4	4,300	18
22	Quip	4,3	4,1	4,4	4,4	4,300	180
23	qTest	4,3	4,3	4,2	4,3	4,275	17
24	Emburse Abacus	3,9	4,2	4,5	4,4	4,250	57
25	Space	5,0	4,0	3,0	5,0	4,250	1
26	TraceCloud	4,5	3,9	3,8	4,7	4,225	58
27	Jama Connect	4,5	4,2	3,9	4,2	4,200	11
28	Jira	4,2	4,4	4,0	4,1	4,175	11.922
29	Confluence	4,2	4,3	4,1	4,2	4,167	2.156
30	Wrike	4,0	4,2	4,0	4,3	4,125	1.744

Fonte: Adaptado de <https://www.getapp.pt/directory/967/requirements-management/software> (2022).

Tabela 15 – Ferramentas de gerenciamento de requisitos mais avaliadas
(Continuação).

N.	Software	Relação Qualidade / Preço	Recursos	Praticidade	Suporte ao cliente	Classificação Geral	Quantidade de avaliações
31	Spira Test	4,4	3,8	3,9	4,4	4,125	103
32	Codebeamer	4,0	4,4	3,8	4,3	4,125	29
33	RequirementsHub	0,0	5,0	4,4	4,7	3,525	8
34	IBM Rational	3,3	3,9	3,1	3,5	3,450	30
35	Tricentis Tosca	4,1	0,5	4,1	4,2	3,225	11

Fonte: Adaptado de <https://www.getapp.pt/directory/967/requirements-management/software> (2022).

Após o levantamento de ferramentas, tomamos como referências as cinco primeiras ferramentas com maior número de avaliações, entendendo que são ferramentas que são mais procuradas pelos os usuários, conforme Tabela 16.

Tabela 16 – Comparativo das cinco ferramentas de gerenciamento de requisitos
mais avaliadas.

N.	Software	Total de Recursos	Segurança	Comunicação / Colaboração	Integração / Usabilidade (Apps e softwares)	Adaptado a Metodologia ágil	Rastreabilidade	Planejamento	Organização	Coleta de requisitos	Delega atividades	Acompanha atividades	Flexibilidade (Configuração)	Personalização	Interface com o usuário
1	Visure Requirements	22	-	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓
2	Dragonboat	88	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	✓	✓	✓	✓
3	Aha !	115	-	✓	-	✓	✓	✓	✓	-	-	✓	✓	✓	-
4	Process Street	128	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5	awork	117	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	-	✓

Fonte: O autor (2022).

Segue na Tabela 17, a avaliação das ferramentas de gerenciamento de requisitos, classificadas na ordem de ferramentas que tiveram entre as cinco mais altas avaliações na classificação geral.

Tabela 17 – Comparativo das cinco ferramentas de acordo com a classificação geral.

N	Software	Total de Recursos	Segurança	Comunicação / Colaboração	Integração/ Usabilidade (Apps e softwares)	Adaptado a Metodologia ágil	Rastreabilidade	Planejamento	Organização	Coleta de requisitos	Delega atividades	Acompanha atividades	Flexibilidade (Configuração)	Personalização	Interface com o usuário
1	Visure Requirements	22	-	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓
2	Dragonboat	88	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	-	-	✓	✓	✓	✓
3	Aha !	115	-	✓	-	✓	-	✓	✓	-	-	✓	✓	✓	-
4	Process Street	128	✓	✓	✓	-	-	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓
5	awork	117	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	✓	✓	-	✓

Fonte: O autor (2022).

Na tabela 18, foram reunidas as 10 ferramentas que tiveram maior número de avaliações e que tiveram as maiores avaliações na classificação geral. Estas informações são serviram de base para comparar as condições para aquisição de uma ferramenta de gerenciamento de requisitos.

Tabela 18 – Comparativo de acordo com as condições de aquisição.

N	Software	Fornecedor	Preço inicial	Frequência	Por usuário	Por Feature	Versão gratuita	Teste gratuito
1	JIRA	Atlassian	\$7.00	Mensal	✓	-	✓	✓
2	monday	monday	\$10.00	Mensal	✓	-	✓	✓
3	Confluence	Atlassian	\$5.50	Mensal	✓	-	✓	-
4	ClickUp	ClickUp	\$5.00	Mensal	-	✓	✓	✓
5	Process Street	Process Street	\$25.00	Mensal	✓	-	✓	✓
6	AHA!	Aha! Labs	\$59.00	Mensal	-	✓	-	✓
7	Wrike	Wrike	\$9.80	Mensal	✓	-	✓	✓
8	awork	awork	€8.99	Mensal	✓	-	-	✓

Fonte: O autor (2022).

Tabela 18 – Comparativo de acordo com as condições de aquisição (Continuação).

N	Software	Fornecedor	Preço inicial	Frequência	Por usuário	Por Feature	Versão gratuita	Teste gratuito
9	Visure Requirements	Veriforce	N/A	Mensal	-	✓	✓	✓
10	Dragonboat	Dragonboat	\$49.00	Mensal	✓	-	✓	✓

Fonte: O autor (2022).

APÊNDICE B – Questionário de avaliação da ferramenta de gerenciamento de requisitos.

1 - A ferramenta de gerenciamento de requisitos propõe um fluxo para sistematizar o projeto e desenvolvimentos de moldes de injeção?	Sim	Parcialmente	Não
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 - A ferramenta de gerenciamento de requisitos possibilita os registros de informações necessárias e facilita a tomada de decisão durante o projeto e desenvolvimento do molde de injeção?	Sim	Parcialmente	Não
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 - A ferramenta de gerenciamento de requisitos possibilita os registros de informações necessárias e facilita a tomada de decisão durante o projeto e desenvolvimento do molde de injeção ?	Sim	Parcialmente	Não
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 - A ferramenta de gerenciamento de requisitos se apresenta de forma objetiva e as fases e atividades de forma a não haver redundâncias ?	Sim	Parcialmente	Não
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 - As representações gráficas da ferramenta de gerenciamento de requisitos se apresentam de forma clara e amigável?	Sim	Parcialmente	Não
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6 - A ferramenta de gerenciamento de requisitos contém todas as informações necessárias para realizar a integração das áreas envolvidas no projeto e desenvolvimento de moldes de injeção?	Sim	Parcialmente	Não
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7 - A ferramenta de gerenciamento de requisitos pode ser usada para variados tipos de tecnologias de moldes de injeção ?	Sim	Parcialmente	Não
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8 - A ferramenta de gerenciamento de requisitos é enxuta em termos de recurso e tempo para viabilidade entre uma relação custo versus benefício ?	Sim	Parcialmente	Não
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9 - A ferramenta de gerenciamento de requisitos pode ser aplicada a uma ferramentaria para projeto e desenvolvimento de moldes de injeção?	Sim	Parcialmente	Não
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Comentários / Sugestões:			
<hr/>			
<hr/>			