

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Escola de Engenharia
Departamento de Engenharia de Materiais e Construção

Andréia Fernandes dos Reis

**A APLICAÇÃO DA ENGENHARIA DE REQUISITOS NA GESTÃO DE OBRAS
CIVIS**

Belo Horizonte
2025

Andréia Fernandes dos Reis

**A APLICAÇÃO DA ENGENHARIA DE REQUISITOS NA GESTÃO DE OBRAS
CIVIS**

Versão Final

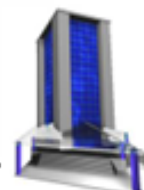
Monografia de especialização apresentada à Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Construção Civil.

Área: Gestão de Obras

Orientador: White José dos Santos

Belo Horizonte
2025

R375a	<p>Reis, Andréia Fernandes dos. A aplicação da engenharia de requisitos na gestão de obras civis [recurso eletrônico] / Andréia Fernandes dos Reis. - 2025. 1 recurso online (68 f. : il., color.) : pdf.</p> <p>Orientador: White José dos Santos.</p> <p>Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG.</p> <p>Bibliografia: f. 64-67. Exigências do sistema: Adobe Acrobat Reader.</p> <p>1. Construção civil. 2 Planejamento. I. Santos, White José dos. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU:69</p>
-------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



ATA DE DEFESA DE MONOGRAFIA

ALUNO: ANDRÉIA FERNANDES DOS REIS

MATRÍCULA: 2023704523

RESULTADO

Aos 03 dias do mês de setembro de 2025 realizou-se a defesa da MONOGRAFIA de autoria do aluno acima mencionado sob o título:

“A APLICAÇÃO DA ENGENHARIA DE REQUISITOS NA GESTÃO DE OBRAS CIVIS”

Após análise, concluiu-se pela alternativa assinalada abaixo:

APROVADO

APROVADO COM CORREÇÕES

REPROVADO

NOTA: 80

CONCEITO: B

BANCA EXAMINADORA:

Nome

Assinatura

Prof. Dr. White José dos Santos

Documento assinado digitalmente
gov.br WHITE JOSÉ DOS SANTOS
Data: 25/09/2025 19:25:52 -0300
Verifique em <https://validar.br.gov.br>

Nome

Assinatura

Prof. Dr. Fernando do Couto Rosa Almeida

Documento assinado digitalmente
gov.br FERNANDO DO COUTO ROSA ALMEIDA
Data: 24/09/2025 14:03:44 -0300
Verifique em <https://validar.br.gov.br>

O candidato faz jus ao grau de "ESPECIALISTA NA ÁREA DE "SUSTENTABILIDADE E GESTÃO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO"

Belo Horizonte, 03 de setembro de 2025

Antônio Neves
de Carvalho
Júnior
Assinado de forma digital
por Antônio Neves de
Carvalho Júnior
Dados: 2025.10.05 13:27:58
-03'00'

Coordenador do Curso

RESUMO

Este trabalho teve como propósito analisar a aplicação da Engenharia de Requisitos na gestão de obras civis, buscando adaptar uma metodologia tradicionalmente voltada ao desenvolvimento de *software* para a realidade do setor da construção. A proposta surgiu da necessidade de reduzir falhas de comunicação, escopos mal definidos, retrabalhos e atrasos que ainda são recorrentes em empreendimentos da área. A pesquisa, de caráter exploratório e qualitativo, foi desenvolvida a partir de revisão bibliográfica e do confronto entre conceitos da Engenharia de Requisitos e ferramentas de gestão já consolidadas, como o *PMBOK* e o *BIM*. O estudo demonstrou que os processos de elicitación, validación e gerenciamento de requisitos podem ser transpostos para a construção civil, oferecendo maior previsibilidade, rastreabilidade e alinhamento entre os *stakeholders*. Foram elaboradas tabelas e fichas de controle adaptadas para o contexto das obras, possibilitando documentar e acompanhar requisitos funcionais, não funcionais e técnicos ao longo do ciclo de vida do projeto. Essa sistematização mostrou-se capaz de apoiar desde o planejamento até a execução e entrega, contribuindo para a redução de custos, a melhoria da qualidade e o fortalecimento da segurança jurídica dos contratos. Os resultados apontam que a Engenharia de Requisitos, quando integrada a metodologias como *PMBOK* e *BIM*, não deve ser entendida como substituta, mas como uma ferramenta complementar que amplia a capacidade de gestão. Sua aplicação na construção civil ainda é incipiente, carecendo de maior difusão prática e normatização, mas apresenta potencial significativo para transformar a maneira como empreendimentos são conduzidos. Conclui-se que a adoção gradual da Engenharia de Requisitos pode representar um avanço estratégico para o setor, oferecendo maior clareza na definição de objetivos, mais eficiência no acompanhamento das etapas e melhores condições para mitigar riscos e retrabalhos. Assim, este estudo contribui como um passo inicial para fomentar novas pesquisas e práticas que consolidem a disciplina como parte integrante da gestão de obras civis.

Palavras-chave: engenharia de requisitos; gestão de obras Civis; rastreabilidade de requisitos; planejamento e controle.

ABSTRACT

This study aimed to analyze the application of Requirements Engineering in civil construction management, seeking to adapt a methodology traditionally used in *software* development to the reality of the construction sector. The proposal emerged from the need to reduce communication failures, poorly defined scopes, rework, and delays, which are still frequent in building projects. The research, of an exploratory and qualitative nature, was developed through a literature review and by comparing Requirements Engineering concepts with established management tools, such as *PMBOK* and *BIM*. The study showed that the processes of elicitation, validation, and requirements management can be transposed to civil construction, offering greater predictability, traceability, and alignment among *stakeholders*. Tables and control forms were adapted to the construction context, allowing the documentation and monitoring of functional, non-functional, and technical requirements throughout the project's life cycle. This systematization proved to support planning, execution, and delivery, contributing to cost reduction, quality improvement, and strengthening of the legal security of contracts. The results indicate that Requirements Engineering, when integrated with methodologies such as *PMBOK* and *BIM*, should not be seen as a replacement but as a complementary tool that enhances management capacity. Its application in civil construction is still incipient, lacking practical dissemination and standardization, but it shows significant potential to transform the way projects are conducted. It is concluded that the gradual adoption of Requirements Engineering can represent a strategic advance for the sector, offering clearer definition of objectives, more efficient monitoring of stages, and better conditions to mitigate risks and rework. Thus, this study contributes as an initial step to encourage new research and practices that consolidate the discipline as an integral part of civil construction management.

Keywords: requirements engineering; civil construction management; requirements traceability; planning and control.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Gerenciamento de Requisitos – Stiehl (2011) adaptada pela Autora.....	39
Tabela 2: Identificação de Requisitos – Stiehl (2011) adaptada pela Autora.....	40
Tabela 3: Fornecedores de Requisitos – Stiehl (2011) adaptada pela Autora.....	41
Tabela 4: Gerenciamento de Requisitos para Obras Civis – Autora (2025)	42
Tabela 5: Ficha de Controle de Mudanças dos Requisitos para Obras Civis– Autora (2025).....	45
Tabela 6: Estudo de Visão – Stiehl (2011) adaptada pela Autora.....	47
Tabela 7: Estudo de Viabilidade dos Requisitos – Autora (2025)	48
Tabela 8: Matriz de Requisitos para Obras Civis – Autora (2025).....	48
Tabela 9: Formalização Técnica de Requisitos – Autora (2025).....	51
Tabela 10: Formalização Técnica Final para Requisitos – Stiehl (2011) adaptada pela Autora.....	52

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Definições de Vocabulários – Stiehl (2011).....	50
-----------------------------------------------------------	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Processo de Engenharia de Requisitos, adaptado de (SOMMERVILLE, 2011).....	15
Figura 2: Modelo Espiral - Processos de Engenharia de Requisitos, segundo a proposta de Sommerville, 2011.	16
Figura 3: Tipos de Requisitos - SOMERVILLE, Ian. Engenharia de <i>Software</i> . 9° edição.....	17
Figura 4: Anagrama de Requisitos não funcionais - SOMERVILLE, Ian. Engenharia de <i>Software</i> . 9° edição.....	18
Figura 5: Os 4 pilares da Gestão de Obras – Disponível em: https://engenhariaeperformance.com/gestaodeobras-br	29
Figura 6: As Dimensões <i>BIM</i> - Disponível em: http://spbim.com.br/a-historia-do-bim	32

Sumário

1	Introdução	9
2	Objetivos	11
2.1	Objetivo geral	11
2.2	Objetivos específicos	11
3	Metodologia	12
4	Engenharia de requisitos	13
4.1	Considerações iniciais.	13
4.2	Tipos de requisitos definição do processo de engenharia de requisitos	16
4.3	Identificação de <i>stakeholders</i>	19
4.4	Estudo de viabilidade.....	20
4.5	Elicitação de requisitos	22
4.6	Validação dos requisitos	23
4.7	Gerenciamento de requisitos	24
5	Planejamento e gestão de obras civis	27
5.1	Planejamento.....	27
5.2	Gestão de obras	27
6	Engenharia de requisitos x ferramentas de gerenciamento de obras civis 30	
6.1	Sistema <i>project management body of knowledge – pmbok</i>	30
6.2	Sistema <i>building information modeling - BIM</i>	32
7	Aplicação da engenharia de requisitos no setor de obras civis.	34
8	Proposições para implantação da engenharia de requisitos na construção civil	36
8.1	Análises geral das tabelas	53
9	Conclusão	55
10	Referências bibliográficas.	56

1 INTRODUÇÃO

A gestão de obras civis abrange múltiplos campos e fatores como; os técnicos, os econômicos e os humanos. Ela também possui diversas etapas complexas que exigem desde planejamento detalhado, organização eficiente até a comunicação clara entre os diversos agentes envolvidos. Silva *et al.* (2024) ressaltam que é comum que obras e projetos com grande número de profissionais e colaboradores de diferentes áreas envolvidas enfrentem problemas como falhas de comunicação, escopos mal definidos, mudanças frequentes nas especificações, percalços não previstos durante a execução da obra, atrasos e retrabalhos, comprometendo a qualidade os prazos e os custos previstos para o projeto proposto impactando negativamente todo o desempenho.

De acordo com a ISO 19208 (2016) sobre desempenho, define-se como: “A habilidade de atingir funções requeridas sob condições definidas comportamento ou impacto nas condições econômicas, no ambiente, sociedade ou qualidade de vida.” Diante desse cenário, torna-se necessário buscar metodologias que contribuam para uma maior previsibilidade e controle nos processos construtivos.

Stiehl (2011) destaca que a engenharia de requisitos é uma disciplina amplamente utilizada no desenvolvimento de sistemas *software* e produtos, e que oferece ferramenta e práticas voltadas para a identificação, documentação, validação e acompanhamento das necessidades de um projeto ou produto da sua concepção até a sua finalização. Ao aplicar essa abordagem na construção civil há possibilidade de que requisitos técnicos funcionais e operacionais sejam corretamente compreendidos e gerenciados, permitindo uma execução mais alinhada com os objetivos propostos, para o resultado esperado na finalização da obra.

Pressman (2011) destaca que as tarefas mais complexas dos engenheiros de *software* é a etapa inicial, de reconhecimento e entendimento dos requisitos necessários para desenvolvimento dos produtos com os quais irão estes trabalhar. Isto porque, inicialmente, parece uma tarefa fácil, pois teoricamente, um cliente ou outra pessoa interessada em um sistema deveria ter um bom entendimento de suas características, mas na prática isso não ocorre. Ramos (2016) enfatiza que, escrever formalmente um requisito, corresponde o principal segmento da especificação, permitindo um entendimento claro e objetivo dele, apresentando as possíveis ligações entre os requisitos. O uso de padrões para especificar requisitos mostra objetividade e assertividade, traços estes fundamentais que definem a disciplina de Engenharia de Requisitos.

A escolha pelo tema da aplicação da Engenharia de Requisitos na gestão de obras civis se fundamenta na crescente complexidade dos empreendimentos de construção, que envolvem múltiplos agentes, etapas interdependentes e a necessidade de maior previsibilidade nos resultados. A literatura evidencia que falhas no levantamento inicial de requisitos resultam em retrabalhos, atrasos e custos elevados, comprometendo a qualidade e a eficiência dos projetos (Sommerville, 2011 e Pressman, 2011).

No contexto brasileiro, em que o setor da construção civil representa parcela significativa da economia e emprega milhões de trabalhadores, torna-se urgente a adoção de metodologias que promovam clareza, rastreabilidade e padronização dos processos. A Engenharia de Requisitos, amplamente consolidada na área de software, mostra-se como um caminho inovador e promissor para estruturar, documentar e validar necessidades técnicas, funcionais e normativas no ambiente da construção civil, contribuindo para a redução de riscos e o fortalecimento da comunicação entre stakeholders.

Além disso, este estudo se justifica pelo caráter ainda incipiente da aplicação dessa disciplina no setor de obras civis, havendo carência de estudos que proponham diretrizes práticas para sua adoção. A pesquisa busca, portanto, oferecer contribuições teóricas e aplicadas, ampliando a compreensão sobre como os conceitos da Engenharia de Requisitos podem ser adaptados para obras de edificações, fortalecendo a integração com ferramentas já utilizadas, como o *PMBOK* e o *BIM*.

Assim, o trabalho se apresenta como uma oportunidade de inovação metodológica, com potencial para impactar positivamente a gestão de empreendimentos de construção, garantindo maior alinhamento entre as necessidades identificadas e as soluções entregues, bem como ampliando a eficiência, a qualidade e a segurança no setor.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é estudar como a Engenharia de Requisitos pode ser adaptada de forma a ser aplicada a Gestão de Obras Civas, criando um modelo de etapas que favoreçam maior alinhamento clareza e previsibilidade para os *Stakeholders* envolvidos nos projetos.

2.2 Objetivos Específicos

Para alcançar o objetivo geral tem-se os seguintes objetivos específicos:

- Levantar os principais desafios da gestão de obras que possam ser minimizados e norteados, do ponto de vista da Engenharia de Requisitos.
- Avaliar a compatibilidade das fases da Engenharia de Requisitos com os processos, planejamentos e execução de Obras Civas.
- Criar propostas de aplicações práticas que unam parâmetros de Engenharia de Requisitos com ferramentas de gerenciamento com foco em gestão integrada e eficiente.

3 METODOLOGIA

Este estudo é de caráter exploratório e qualitativo. Foi realizado por meio de levantamento teórico, com base em diferentes fontes acadêmicas e técnicas. A pesquisa utilizou artigos científicos, periódicos da Capes e estudos disponíveis em plataformas como Scielo. Também foram consultados trabalhos desenvolvidos na UFMG, UFSC e outras instituições de referência. O foco foi direcionado à Engenharia de Requisitos e à Gestão de Obras Civis. As informações coletadas foram cruzadas e comparadas para validar a proposta metodológica.

A monografia apoiou-se em conceitos sobre requisitos, gestão e processos. Também buscou analisar como a Engenharia de Requisitos pode dialogar com ferramentas de gestão já consolidadas. O estudo avaliou a viabilidade dessa integração e os impactos na melhoria das estratégias de levantamento inicial de dados e documentação. Observou ainda as possibilidades de aumento na qualidade dos serviços entregues.

Outro ponto analisado foi a comunicação entre os *stakeholders*. A hipótese é que uma abordagem baseada em requisitos pode favorecer maior integração entre as partes envolvidas.

O desenvolvimento foi dividido em fases que correspondem ao ciclo da Engenharia de Requisitos. Foram trabalhados o levantamento das necessidades, a análise, a documentação, a validação e a rastreabilidade das mudanças. Para ilustrar a proposta, foi realizado um estudo de caso hipotético para demonstrar a aplicação prática da Engenharia de Requisitos nas obras civis, com elaboração de tabelas com base em estudos anteriores de Engenharia de Requisitos. Essas tabelas foram adaptadas ao contexto de Obras Civis, demonstrando como a disciplina pode ser aplicada em diferentes áreas.

4 ENGENHARIA DE REQUISITOS.

4.1 Considerações iniciais.

Alguns aspectos sobre o desenvolvimento do *software* são diferentes quando comparado ao desenvolvimento da indústria da construção civil por exemplo. Segundo Sommerville (2011) o *software* é desenvolvido por um processo de engenharia, mas por pessoas, e requer fases com tarefas interdependentes que, a frente, se conectam de alguma forma, enquanto o conjunto das etapas com as tarefas e as conexões que existem entre as fases como Processo de Desenvolvimento do *Software* (PDS), possui várias modalidades.

Comparando esse processo no campo das obras civis percebe-se uma grande semelhança tanto nos projetos e nos processos, que são feitos com contribuição de diversos colaboradores de distintas áreas, quanto as suas fases que também são interdependentes e estruturadas, bem como sequências ou cíclicas. Andery (2024) destaca que do estudo preliminar ao projeto executivo, passando pela compatibilização de disciplinas e pela execução da obra, há um fluxo que exige análise prévia, definição de requisitos técnicos e operacionais além da necessidade de constantes atualizações conforme surgem interferências de campo ou revisão de projetos e seus processos.

Assim como na engenharia de *software*, onde os requisitos mal definidos geram retrabalhos e custos, Andery (2024) pauta que, na área da engenharia civil, a ausência de critérios claros na fase inicial pode comprometer o cronograma, o orçamento e a qualidade da entrega final de uma obra. Segundo ele, investir em um bom projeto é uma forma de garantir uma boa obra e aumentar os lucros.

Segundo Pressman (2011) os processos não eram feitos de modos iniciais. A execução era realizada de forma ordenada, tipo cascata, onde as fases eram sequências e não se retornavam às fases anteriores. Com o passar do tempo percebeu-se que era importante retornar às fases já passadas. À frente, notaram ainda que era importante dividir o sistema em partes. Entretanto, perceberam que os processos começaram a gerar grandes volumes de materiais. Então, surgiram os modelos interativos e incrementais; surgindo na sequência os modelos espirais evolutivos, que passaram para as metodologias ágeis, que preconizam maior desenvolvimento, mais códigos e menos documentação. Ele ainda destaca que a evolução ao longo do tempo se mostrou mutável e vários processos foram sendo criados. Independentemente do tipo de processo, o que se destaca como parte mais

importante dentro dele é a comunicação clara entre todos os agentes, e que todo o processo de desenvolvimento de um *software* é muito abstrato. Por ser executado e gerenciado por várias pessoas, ele possui aspectos subjetivos onde cada um pensa, age e discute de uma forma, fazendo com que a qualidade do produto dependa desse requisito.

Para que um projeto possa ter qualidade esperada e suprir suas necessidades, surge então a engenharia de requisitos. Pressman (2011) afirma que não é absoluto dizer que as técnicas de engenharia de *software* vêm a ser a solução definitiva para os desafios de comunicação e alinhamento entre os agentes, mas elas, efetivamente, fornecem uma abordagem consistente para lidar com os estes.

Engenharia é uma palavra que está diretamente relacionado aos avanços da ciência e da tecnologia, segundo Macedo e Sapunaru (2016). De acordo com o CONFEA, a Engenharia Civil inclui o planejamento, projeto, construção e gestão de obras e infraestruturas, sendo de competência do Engenheiro Civil, de Fortificação e Construção, o exercício das atividades dispostas na Resolução 218/1973. Para isso, ela constantemente precisa adotar o ato de averiguar.

Somerville (2009) ressalta que quando a temática se trata de requisitos, está se falando de um processo documental, comumente usados na Engenharia de *Software*, que define atividades de produção e manutenção adequada com propósito de dar suporte aos *stakeholders*, que são todas as partes envolvidas, suprimindo as necessidades de termos técnicos e com áreas comuns, com a função de direcioná-los para atingir um objetivo proposto do início ao fim do processo.

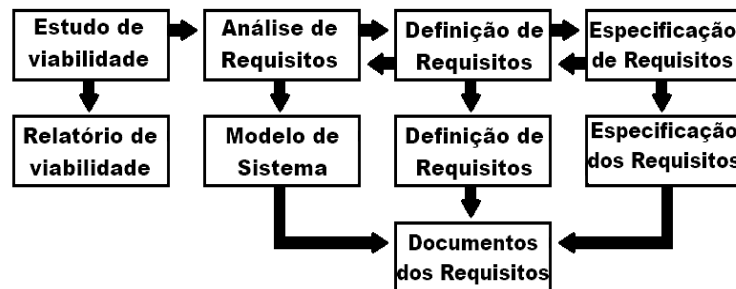
O ato de averiguar da Engenharia Civil, somado ao ato de documentar da Engenharia de *Software* pode descrever a Engenharia de Requisitos, que é uma área que pode agir como uma bússola norteadora, devido sua composição de sistemas de passo a passo, que geram um manual de processos para a construção de *software* ou produto. Pressman (2011) enfatiza que a premissa da engenharia de requisitos é se empenhar e focar nas metas, nas funções e nas restrições de um sistema, de acordo com o mundo real, e verificar como *software* se comporta diante de novos fatores, e como acontece sua evolução com o passar do tempo.

Hull et al. (2011) destaca que um fator importante é que, a engenharia de requisitos atua concentrando-se em definir o que é feito; ou seja, é um trabalho de interpretação de necessidades e objetivos, exigindo constantes análises. Não é foco dessa disciplina definir o como fazer, pois, no decorrer da construção do produto almejado a interferências não previstas que geram necessidades de adaptações nos procedimentos, ajustes e decisões técnicas, como ocorrem em situações diversas, em diferentes áreas profissionais.

O quadro abaixo estabelece o processo de engenharia de requisitos:

Figura 1: Processo de Engenharia de Requisitos

Definição de Processos de Engenharia de Requisitos



Fonte: (Sommerville (2011)).

De maneira generalizada, as definições mostram o fluxo das etapas para se ter um processo mais assertivo, e por si só já se torna compreensível como funciona a sistematização do processo, conforme:

- O *Estudo de Viabilidade* indica se o projeto possui perspectiva para alcançar o objetivo, de acordo com a proposta disponível, gerando na sequência o *Relatório de Viabilidade* o qual indicará as conclusões e as justificativas. Nesse ponto, define-se se o trabalho segue adiante ou se deve ser descartado, devido sua inviabilidade.
- Na *Análise de Requisitos*, identificam-se as partes envolvidas, os *Stakeholders*, suas funcionalidades ideais e fundamentais, para seguir com o projeto; no caso o *Modelo de Sistema*. Nesse passo, observa-se que pode haver retorno entre as atividades principais quando houver identificação de erro na fase anterior àquela executada no atual momento. Esses retornos podem ser classificados como retornos bidirecionais, ou seja; pode vir de diferentes etapas do processo.
- Na *Definição de Requisitos*, recebem-se todas as informações referentes a Análise de Requisitos, buscando especificar como será a *Definição de Requisitos* para o sistema.
- Na última etapa de *Especificação de Requisitos*, o processo é consolidado com os detalhes e especificidades necessárias.
- Por fim, após fechamento de todas as etapas, gera-se um memorial com todos os *Documentos dos Requisitos*.

Em suas literaturas, Pressman (2011) e Sommerville (2007) concordam que as etapas acima fazem parte do ciclo de requisitos e são fundamentais para redução de erros e retrabalhos durante o desenvolvimento de *software*.

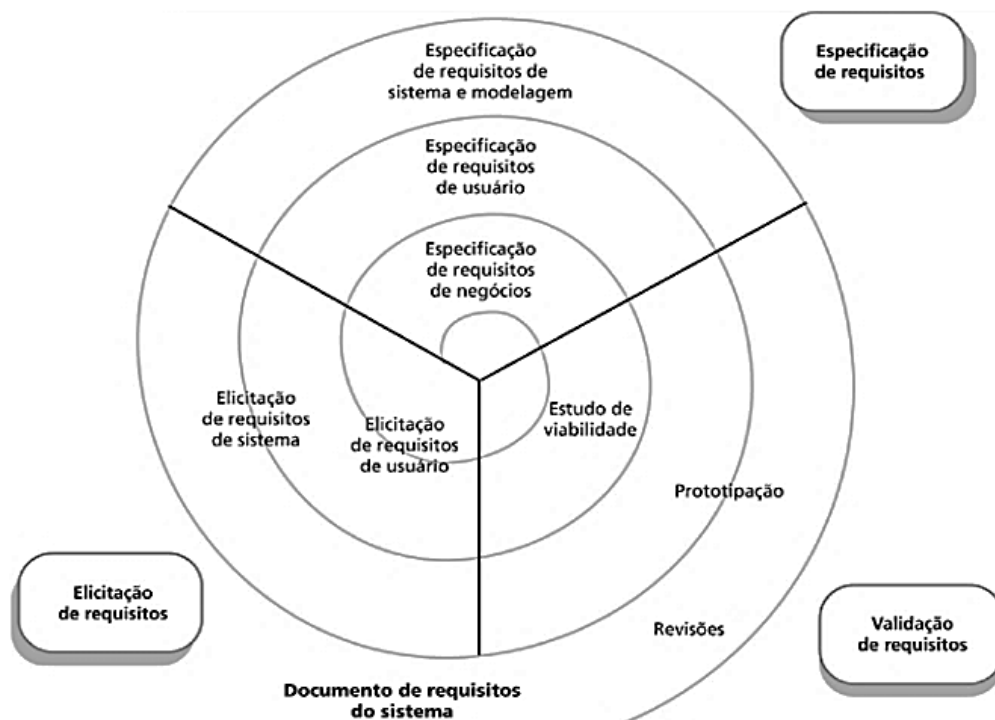
4.2 Tipos de requisitos definição do processo de Engenharia de Requisitos

A Engenharia de Requisitos, é definida por Sommerville (2011) como um processo que define funcionalidades, serviços e restrições de um sistema, sendo uma etapa essencial para o desenvolvimento de *software*:

Com objetivo de traçar metas e eliminar erros na fase de levantamento dos dados, que podem causar problemas posteriores, a Engenharia de Requisitos trata da identificação, documentação, análise, validação e gerenciamento das necessidades e as expectativas dos agentes envolvidos, em relação a um produto ou serviço.

Na Engenharia de Requisitos, o modelo espiral (Figura 2) de Sommerville (2011) demonstra as etapas a serem percorridas, para que se possa atingir os objetivos propostos por esse método.

Figura 2: Modelo Espiral - Processos de Engenharia de Requisitos

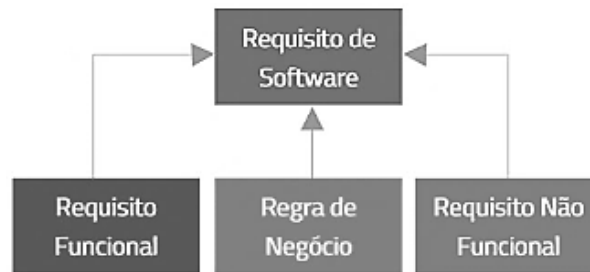


Fonte: Sommerville (2011).

Sommerville (2011) definiu que, para a aplicação dos requisitos, é necessária sua classificação dentre os três tipos (Figura 3) encontrados em seus estudos: *Requisitos Funcionais*, onde se define o que o sistema deve fazer; *Requisitos Não Funcionais*, que diz respeito as restrições e qualidades, como por exemplo a usabilidade, a segurança e o desempenho; e por fim, *Requisitos Técnicos ou de Interface*, o qual envolve os aspectos de compatibilidade entre sistemas, materiais ou as tecnologias aplicadas.:

- **Requisitos Funcionais:** estabelecem e descrevem as funcionalidades de um sistema desejadas pelos solicitantes ou clientes. Retrata o que se espera que o produto faça ou realize, dentre elas suas funções ou funcionalidades.
- **Requisitos Não Funcionais:** envolvem os fatores para que se chegue ao produto esperado. Está ligado a satisfação dos clientes. No caso de *Software*, seria a satisfação dos usuários diretos e indiretos, em relação a operação do sistema.

Figura 3: Tipos de Requisitos



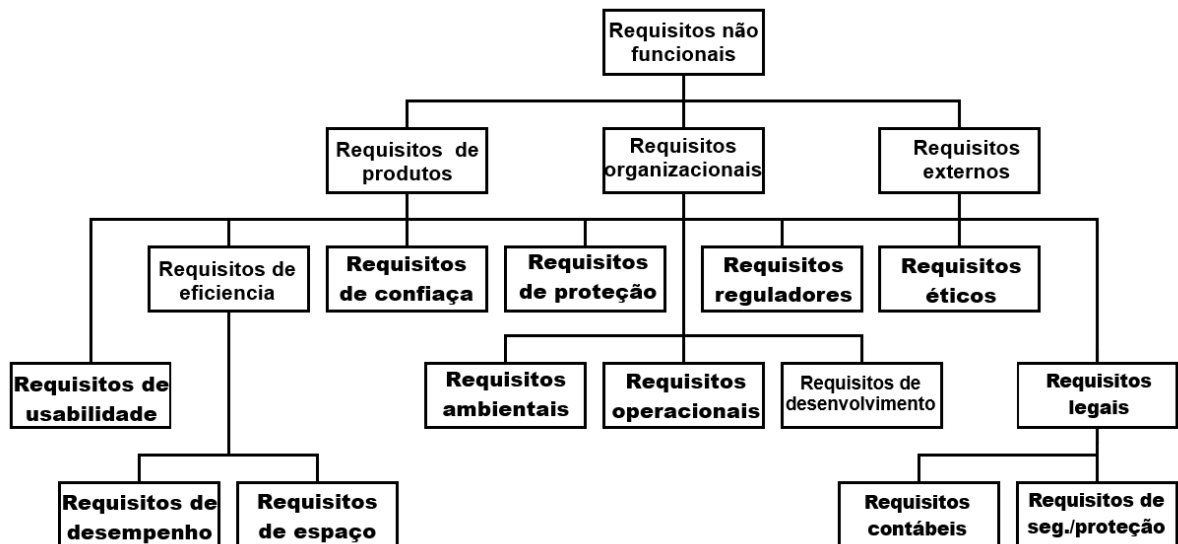
Fonte: Sommerville (2011).

Entretanto, dentro dos requisitos não funcionais há surgimento de características que devem ser avaliadas, como:

- **Funcionalidade:** finalidade do produto com base nas características solicitadas pelo cliente solicitante.
- **Usabilidade:** desempenho para utilização do sistema; aprendizagem do produto; acessibilidade de diferentes grupos.
- **Confiabilidade:** relacionado a frequência de falhas; tempo estimado para correção ou recuperação, quando ocorre.
- **Eficiência:** desempenho do sistema em relação a demanda gerada em sua atividade.
- **Manutenibilidade:** esforço necessário para modificar o sistema diante de cenário adversos, como portabilidade.
- **Portabilidade:** é a capacidade de mudar ou mover algo de um local para outros ambientes, mantendo suas características e essência.

Há diversos tipos de requisitos não funcionais; um exemplo, seria “para que deve ter operação de *softwares* para deficientes visuais”, até “a quem pode ter acesso ao banco de dados”. Dessa forma, existe um anagrama, denominado *Métricas* para especificar esses Requisitos não funcionais, Ele é composto por descrições e características dos requisitos, conforme mostrado na Figura 4.

Figura 4: Anagrama de Requisitos não funcionais



Fonte: Sommerville (2011).

A diferença entre requisitos Funcionais e Não funcionais são de que o primeiro possui características tangíveis, ou seja, fácil de observar, enquanto o outro trata as questões intangíveis, com diversas possibilidades a serem avaliadas.

Os Requisitos Técnicos ou de Interface estão diretamente relacionados o quanto o sistema atende as necessidades dos usuários. São as descrições dos serviços que o sistema oferece; as restrições operacionais; se há inclusão dos requisitos de produto, organizacionais e externos. Está diretamente ligado a inclusão dos requisitos funcionais, físicos e de desempenho, especificando ainda os requisitos para interface externas, como o acesso remoto, por exemplo.

Observa-se que é passível a aplicação da lógica da Engenharia de Requisitos em outros contextos, como na Gestão de Obras Civis, como foca este estudo, o que pode ajudar a organizar de forma clara e consistente etapas como: o que deve ser feito, por que deve ser feito e quando deve ser feito, tudo antes do início de uma obra.

4.3 Identificação de *Stakeholders*

Dentro da Engenharia de Requisitos, para desenvolvimento de um *software*, busca-se um entendimento mais amplo em relação aos envolvidos. Essa premissa permite compreender a função e responsabilidade dos diversos agentes para a conclusão do produto buscado. Os agentes podem ser definidos como diretos ou indiretos; passivos ou ativos; e suas relações de interesses e participações dentro de todo o processo. Esses agentes são denominados *stakeholders*.

Stakeholders são todas as pessoas, grupos ou organização que tem interesse direto ou indireto nos resultados de um projeto, podendo influenciá-lo ou ser influenciados por ele. Incluem desde clientes, usuários finais, fornecedores e membros da equipe e a comunidade afetada pelo projeto. (PMI, 2017).

Sommerville (2011) define que: “Um stakeholder em uma arquitetura de *software* é uma pessoa, grupo ou entidade, com interesse ou preocupações sobre a realização da arquitetura.” Para desenvolvimento de um projeto de *software*, relaciona-se os seguintes *stakeholders* e suas atribuições:

- **Gerente de projeto** – Responsável por organizar e conduzir as equipes em suas responsabilidades. Como gestor, precisa manter a harmonia do trabalho de equipe, supervisionando a execução das tarefas, verificando processos e mantendo o equilíbrio dos envolvidos.
- **Analista de Sistema** – Responsável por analisar as especificidades, composições e características que deverão compor o produto para atingir o objetivo proposto e esperado pelo cliente.
- **Programador** – Responsável por desenvolver o *software*, com implementação de linhas e códigos que darão a identidade lógica do produto.
- **Patrocinador** – Responsável pelo fornecimento de recursos e custos gerais para desenvolvimento do projeto. É definido como o provedor financeiro.
- **Cliente / usuário** – É o agente que solicitou o desenvolvimento do produto ou ainda aquele que fará uso do produto. É o consumidor final.

Existem outros *stakeholders* envolvidos, além dos principais citados, como; Poder público, comunidade, concorrentes, fornecedores, acionistas etc. Esses possuem algum interesse, porém não são elementares.

4.4 Estudo de Viabilidade

O estudo de viabilidade é uma etapa essencial na proposta de um projeto, pois é ele que responde à pergunta fundamental: **o projeto é viável?** Para que a equipe consiga avaliar esse ponto de vista, é necessário que sejam analisadas as principais viabilidades: organizacional, operacional, econômica, técnica e de cronograma.

Segundo Pressman (2011) essas análises são indispensáveis para verificar se a solução proposta está em consonância com os objetivos da organização, se possui viabilidade técnica de implementação, se os custos envolvidos justificam os benefícios esperados, se há tempo adequado para sua execução e se os usuários conseguirão adotá-la de forma efetiva.

As principais viabilidades são, segundo Pressman (2011):

- **Viabilidade organizacional** – Verifica-se os benefícios da solução para a organização e a utilização dessa solução pelos usuários. Analisa o quanto o produto estará alinhado com os objetivos traçados pelo cliente final e se houve entendimento e suporte de seu funcionamento. Verifica-se ainda se haverá aderência a sua usabilidade por parte dos usuários e se com esse uso obteve a solução de um problema dentro da cultura organizacional.
- **Viabilidade operacional** – Relaciona-se com o que o cliente espera que o sistema faça e quais os requisitos da solução. Dentro da organização, verifica-se o quanto essa solução se adequa.
- **Viabilidade econômica** – Analisa o custo de desenvolvimento e se a viabilidade está voltada para os benefícios da implementação do sistema. A principal função é a avaliação quanto ao custo-benefício.
- **Viabilidade técnica** – Trata-se do suporte técnico oferecido para desenvolvimento do projeto.
- **Viabilidade de cronograma** - É o tempo necessário entre o levantamento dos dados, as atividades realizadas, as definições do projeto e adição de possíveis contratempos que geram atrasos.

Há outros pontos relativos a outras viabilidades, porém estão voltadas a práticas de *marketing*, legalidades etc., que em si não impactam o estudo de forma significativa, pois podem ser realizados de forma paralela. O estudo de viabilidade deve ser composto por elementos essenciais as suas análises, como seguem:

- **Introdução:** Nesta seção cita-se o propósito do objeto de estudo, focando em quem irá utilizar e para quê será utilizado. Dentre os agentes envolvidos estão desde clientes, gestores, engenheiros e analistas de testes, por exemplo. Objetiva-se aqui avaliar dos aspectos técnicos, econômicos e organizacional, se o projeto possui viabilidade ou não. Caso seja viável, o próximo passo será a elicitação de usuários.
- **Objetivo:** Nesta seção, trabalha-se com os objetivos do projeto, quais os principais propósitos para chegar ao que se busca.
- **Escopo:** O escopo trabalha os aspectos que farão e não farão parte do documento; descreve e delimita as atuações. Para os aspectos que não farão parte, justifica-se o porquê.
- **Diagnóstico atual:** Essa seção descreve se já existe um produto próximo a solicitação do cliente. Se seria uma atualização do produto, se será substituído; a versão, o fornecedor. Anexa também a parte contratual, os recibos, as planilhas, relatórios descritivos e fotográficos, se possível.
- **Requisitos:** Engholm Júnior (2010) destaca que requisitos é qualquer condição ou capacidade que deve ser implementada por determinado *software* ou componente deste para alcançar determinado fim. O requisito passa a ser adequado, quando endereça uma necessidade direta ou indireta dos usuários e é aprovado pelos *stakeholders*, estabelecendo as boas práticas como, documentar, organizar e disponibilizar requisitos que são partes do processo, garantindo entendimento por todos. Ele ainda destaca que existe uma grande variedade de tipos de requisitos, havendo desde requisitos referentes a características e funcionalidades esperadas do sistema pelos usuários até requisitos relacionados com o desempenho, a segurança e confiabilidade do *software* e das informações por ele manipuladas.
- **Alternativas Propostas:** Nesta seção, são listadas as propostas para resolução do objeto em questão, bem como o que está sendo proposto. Deve ser considerado aqui o tempo de análise do objeto proposto, a implantação e, caso haja necessidade, tempo para treinamento. As informações aqui dispostas devem conter perguntas como: O que é? O que faz? Vantagens e desvantagens? Custos? Benefícios? Programação de implantação? Programação de treinamento? Etc.
- **Alternativas Recomendadas:** Com base nas informações obtidas no quesito anterior, deve-se citar as recomendações e os motivos destacados pelos *stakeholders* do projeto, detalhando os benefícios, os custos, a viabilidade econômica, custos operacionais e os riscos.

- **Cronograma:** Nesta seção, devem ficar claras as etapas de desenvolvimento e apresentações de todas as atividades. As apresentações podem contemplar lista de atividades; diagramas; gráficos etc.
- **Conclusão:** Identificar a viabilidade do projeto ser exequível ou não, descrevendo as justificativas com base em todos os tópicos anteriores do documento.

4.5 Elicitação de Requisitos

Para Sommerville (2011) elicitação de requisitos consiste no processo de descobertas das necessidades dos usuários e demais partes interessadas envolvidas no desenvolvimento de um sistema ou produto. Para isso utilizam-se diversas técnicas como; entrevistas, questionários, observações, análises de documento, prototipagem, workshops e dinâmicas de *brainstroming*. Tem como vantagens o objetivo de identificar, esclarecer e compreender de forma colaborativa as funcionalidades esperadas e os objetivos do sistema. Nesse contexto, é fundamental que haja uma comunicação clara e contínua entre os *stakeholders*, a fim de garantir que os requisitos sejam compreendidos e bem definidos desde o início do projeto. Ele ainda destaca que “não há uma necessidade uniforme na área de *software*, e que praticamente, em todos os sistemas, os requisitos são distintos”. Viabiliza-se então uma padronização de procedimentos, para se obter um melhor desempenho do produto a ser desenvolvido. É preciso conhecer bem a área da Engenharia de Requisitos, e compreender o real problema e necessidade do cliente. Com isso, se obtém resultados mais assertivos. Nesse tocante, as tarefas como, preparação, condução, documentação e confirmação dos resultados da elicitação são intrínsecas ao processo.

De acordo com Pressman (2011) *stakeholders* buscam identificar os seguintes pontos:

- a. Meta a ser alcançada.
- b. Aspectos a serem assistidos.
- c. O contexto de necessidade do negócio.
- d. Comportamento e operacionalização da solução do negócio.

Ele ainda destaca que o processo se apresenta complexo em a três pontos questionáveis:

- Problemas de escopo, com excesso ou falta de detalhamentos.
- Problemas de compreensão, onde informações importantes deixam de ser repassadas.
- Problemas de volatilidade, que é a mudança constante nos requisitos.

A partir disso, algumas ações são indicadas para superar estes problemas, segundo Sommerville (2011):

- Considerar a viabilidade técnica e de negócio para o sistema proposto.
- Identificar os agentes que auxiliaram na especificação dos requisitos e incluir seus preconceitos organizacionais.
- Definir o ambiente técnico no qual o sistema será instalado.
- Incentivar a participação dos *Stakeholders* possibilitando maior contribuição com diferentes pontos de vista.
- Envolver um ou mais métodos de elicitação de requisitos.
- Dominar conhecimento do que é sistema e o que ele realmente representa.

4.6 Validação dos Requisitos

O processo de Validação dos Requisitos é uma etapa fundamental na elaboração de um documento. Ele demonstra a compreensão, definição e caracterização a ser incorporada no produto. Neste processo, a consistência, precisão e contextualização são identificados, abordando a validação, que garante que os requisitos estejam corretos e completos, evitando ambiguidades.

Sommerville (2011) destaca que “durante o processo de validação dos requisitos, diferentes tipos de verificações devem ser efetuados com os requisitos”, dentre elas estão:

- **Validade:** a validação dos requisitos pode ser alterada diante de uma visão anterior, agora equivocada, incorreta ou mal interpretada pelos *stakeholders* técnicos, após a finalização do processo de engenharia de requisitos. Esta deve ser invalida, passando por revisão técnica.

- **Consistência:** os requisitos não podem ser ambíguos, não deve conter erros ou conflitar informações com descrições distintas para um único requisito e deve ter conformidade com os padrões.
- **Completeness:** As funções devem ser especificadas e limitadas pelos agentes envolvidos.
- **Realismo:** o requisito deve possuir aspectos com capacidade para implementação, sendo palpável, com centralizações orçamentárias do objeto proposto.
- **Verificabilidade:** deve possuir capacidade de ser verificável/testável, incluindo testes conjuntos, como: Revisões de requisitos; Prototipação e Geração de casos de teste.

Levantamento em estudos mostram que os custos para consertar um problema de requisitos por questões de mudanças no sistema é muito maior do que o custo para consertar erros de projetos ou codificações. Isso se dá em razão de que a ocorrência na mudança dos requisitos geralmente indica que o projeto e a implementação dos sistemas precisam de mudanças e alterações. Stiehl (2011) e Silva (2016) demonstram em seus estudos que falhas no levantamento inicial de requisitos geram mudanças posteriores que impactam diretamente o custo e o cronograma dos projetos. Marriel (2023) destaca que ajustes de requisitos durante a execução da obra elevam custos e geram desperdícios.

Esses apontamentos evidenciam a importância da aplicação adequada da Engenharia de Requisitos, seus processos de validação como entrada do arcabouço oriundo dos processos de análise e elicitação; o correto emprego das normas de qualidade da organização e o conhecimento empírico obtido a partir de outros projetos e *stakeholders* experientes no assunto.

4.7 Gerenciamento de Requisitos

Os sistemas de Requisitos são distintos, devido a particularidade do produto em questão. Neste contexto, estes sistemas estão sempre em estado de mutação, como já frisado por Pressman (2011). Segundo ele, isso deve-se ao fato de que, por mais atenção que se tenha em relação a definição dos requisitos, sempre haverá mudanças ou alterações. A razão por esse acontecimento se deve pelo fato de que o sistema é justamente desenvolvido para lidar com os problemas ruins ou difíceis.

Exatamente pelo fato dos problemas não serem previsíveis ou definidos, os requisitos sempre serão, por partes, incompletos. Neste contexto, ele ainda enfatiza que os *stakeholders* técnicos entendem que, na verdade, o problema está em constante mutação e que, como consequência, os requisitos de sistemas devem evoluir para acompanhar essa tendência. Toda alteração em um processo em que os recursos e esforços utilizados também sofrerão alterações, precisam de análises gerais dos impactos gerados. E é nessa parte do escopo que se encontram os maiores desafios.

Para Sommerville (2011) a complexidade do Gerenciamento de Requisitos está concentrada nos requisitos variáveis, não somente porque este provocará mudança do requisito inicial, utilizando mais ou menos tempo, mas sim pelo impacto que causará em outros requisitos, gerando um efeito em cadeia, afetando todo o processo. Ainda de acordo com seus estudos, é comum que, quando após a implantação do sistema, esse propicie levantamento de novos requisitos, pois, é humanamente é impossível que os *stakeholders* consigam antecipar todos os efeitos do sistema sobre os processos ou a forma que o trabalho se dará pós-implantação. E posteriormente, após se adaptarem a ele, descobrirão novas necessidades, como mudanças necessárias, introdução de novos requisitos, interoperabilidade, prioridades no sistema, questões técnicas, novas legislações ou mudanças nos regulamentos etc., necessitando assim, da composição de uma estrutura de requisitos que tenha adaptabilidade as mudanças, além de ter vínculos de rastreabilidade para facilitar o entendimento de dependências entre eles e outros artefatos do ciclo de vida durante o desenvolvimento.

Pressman (2011) destaca que, dentro do gerenciamento de requisitos, pontos importantes devem ser seguidos como:

- Estabelecer a linha de base (*baseline*), onde seja registrado com imagens, códigos, palavras-chave, símbolos etc., àquele estado atual dos requisitos, principalmente se os mesmos sofreram mudanças.
- Apontar quais os principais pontos a serem monitorados, entendendo os requisitos mais relevantes e suas dependências e conexões.
- Estabelecer rastreabilidade entre itens correlatos permitindo saber as ligações entre eles.
- Controle das mudanças, mantendo a informação do requisito original; o que foi mudado; as alterações estabelecidas e os requisitos alterados.

Gerenciamento de Requisitos é o processo de controle e compreensão das alterações do requisito de sistema. Requer manter as conexões entre as suas demandas dependentes, para obter êxito na avaliação dos impactos em uma mudança nos requisitos.

Sommerville (2011) estabelece que o planejamento para gerenciamento de mudanças de requisitos deve iniciar-se durante o processo de elicitação de requisitos. São exemplos de atributos que devem ser avaliados no Gerenciamento de Requisitos:

- Identificação de requisitos.
- Processo de gerenciamento de mudanças
- Políticas de rastreabilidade
- Ferramentas de apoio.

Sommerville (2011) ainda enfatiza que o gerenciamento de requisitos precisa de apoio automatizado e as ferramentas de *software* para esse gerenciamento devem ser escolhidas durante a fase de planejamento. Para essa afirmação, ele se apoia em três bases necessárias:

- Armazenamento de Requisitos em repositório de dados gerenciado, seguro e disponível a todos *stakeholders* envolvidos no processo da Engenharia de Requisitos.
- Gerenciamento de rastreabilidade que permita descobrir requisitos relacionados.
- Gerenciamento de Mudanças pode ser simples quando os meios e dispositivos de apoio estão acessíveis.

Para Pressman (2011) há três estágios principais em um processo de mudanças no Gerenciamento de Requisitos:

- Análise do problema de especificação da mudança
- Análise de mudança de requisitos
- Implementação de mudanças.

Enfatiza ainda que, aprovada toda a documentação, o gerenciamento das mudanças nos requisitos deve ser aplicado a todas as mudanças propostas ao requisito de um sistema. A importância no gerenciamento dessas mudanças é fundamental para decidir se os benefícios da implantação de novos requisitos justificam os custos de implementação. Ocorridas todas as etapas acima, após alterações e correções dos itens, gera-se uma documentação geral, em uma espécie de manual, que será o documento norteador de todo o processo.

5 PLANEJAMENTO E GESTÃO DE OBRAS CIVIS

A competitividade do mercado força cada vez mais as empresas buscarem métodos diferenciados e inovadores para atrair clientes, e com isso se destacar no cenário. De acordo com Marriel (2023) a necessidade de reestruturação de processos e métodos para um empreendimento, buscando equipar e implantar novos instrumentos, métodos e técnicas, para sobreviverem as ameaças dessa nova ordem. Um planejamento e gerenciamento diferenciado e eficiente, podem ser a chave para que o desenvolvimento de um projeto ou produto possa ser executado de forma assertiva, reduzindo custos, minimizando riscos, visando alcance do objetivo proposto.

5.1 Planejamento

Para Silva et al. (2024) planejar consiste em uma visão ampla de todo desenvolvimento de um projeto ou produto, detalhando as necessidades e prioridades de cada etapa, designando as funções que cabe a cada agente dentro do processo. Para isso, o gestor do projeto deve ter um conhecimento mais profundo sobre a empresa, sobre sua equipe, além de um vasto conhecimento em áreas distintas. Paz (2018), destaca que “Planejamento é a metodologia administrativa que permite estabelecer a direção a ser seguida por uma empresa, e visa ao maior grau de interação com o ambiente, onde estão os fatores não controláveis por ela.”

Oliveira (2023) enfatiza que planejar exige estratégias táticas e operacionais. Destaca que, enquanto a estratégia tática está focada em determinar as tarefas e atividades específicas, a estratégia operacional está voltada para a visão de coletar dados e detalhar os mesmos. Ainda, para ele, a delimitação de um caminho dentro de qualquer processo prioriza o objetivo proposto, custo consciente, comprometimento dos prazos estabelecidos e garantia dos parâmetros de qualidade.

5.2 Gestão de Obras

De acordo com Nakamura (2014) *apud* Sabino (2016) gerenciar uma obra significa administrar, simultaneamente, o cumprimento do cronograma e a previsão

financeira, gerindo profissionais que têm formações e práticas diversas. Quem assume essa função é o gestor que deve dominar custos, contratos, prazos, ser organizado e um bom líder de pessoas.

Para Andery (2024) a gestão de obras, em suas etapas, envolve desde o estudo de impacto de vizinhança, passando pelo planejamento orçamentário, a cotação e compra de materiais, a contratação de mão de obra, cronograma do início, finalização e entrega da construção. O objetivo do processo é assegurar uma execução com menos erros, e desperdícios para evitar retrabalhos e maior previsibilidade das fases, com qualidade, custo consciente e cumprimento de prazos. Saber gerenciar é de suma importância. Devido a essa necessidade, organizações buscam adaptação de metodologias gerenciais já existentes, focando em facilitar o processo de planejamento, e que esse seja adaptável a realidade de qualquer outro produto ou projeto que venha a ser desenvolvido posteriormente. Uma boa gestão implica em benefício tanto para o contratado, quanto para o contratante.

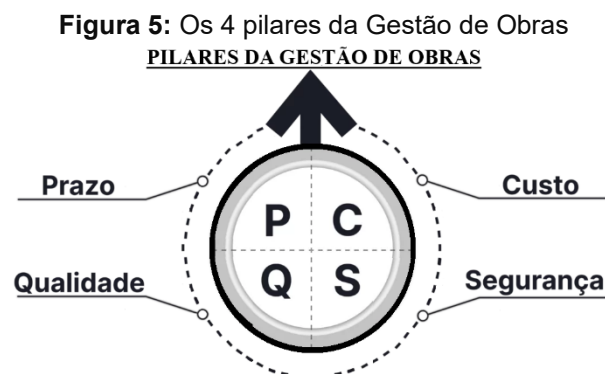
A Resolução Nº 1073/2016 do CONFEA – Conselho Federal de Engenharia e Agronomia, no anexo I, Glossário, traz como definição do termo gestão como:

“Conjunto de atividades que englobam o gerenciamento da concepção, da elaboração, do projeto, da execução, da avaliação, da implementação, do aperfeiçoamento e da manutenção de bens e serviços e de seus processos de obtenção”.

De acordo com Gestão de Obras de Alta Performance (2024) com o intuito de agregar valores ao produto/obra, a gestão de obras se apoia em quatro pilares (Figura 5) que podem ser descritos:

- **Prazo:** a garantia de entrega de um projeto dentro do prazo estabelecido mostra credibilidade da contratada, bem como de sua equipe diante do contratante. Nessa etapa é necessário muito planejamento, inclusive com a construção de um cronograma físico que permita a toda equipe identificar os próximos passos, organizando melhor o mapeamento das atividades, para que a entrega seja feita de acordo com o estipulado em contrato.
- **Custos:** o gerenciamento de custos em obras civis é uma das etapas mais importantes, pois, caso seja mal planejado, todo projeto pode ser comprometido, inclusive com inviabilidade. Nesta fase, dimensiona-se os custos diretos e indiretos, como: materiais; mão de obra; equipamentos; encargos sociais; benefícios para funcionários etc.

- **Qualidade:** os parâmetros e garantias em uma obra é a chave para fidelização de clientes. A utilização de materiais de acordo com a NBR 15775 (ABNT, 2023) aplicação das diretrizes para a vida útil do imóvel; mão de obra qualificada; manutenções de equipamentos; condições de trabalho favorável para todos *stakeholders*, dentre outros processos de qualidade necessários para bom andamento de um projeto, contribuem de forma direta para a entrega de um produto de qualidade.
- **Segurança:** o anuário estatístico da Previdência Social (2023) divulgado por meio da Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho, constata através de seus índices que, no Brasil, ocorrem 83,65 acidentes por hora, sendo a construção civil o setor com maior ocorrência. Diante disso, as organizações têm se empenhado mais para fornecer melhores condições de trabalho para seus colaboradores, percebendo que a qualidade de uma obra também é medida através deste ato e do respeito a aplicação das legislações e normas de segurança, agregando valor e visibilidade para a empresa.



Fonte: Disponível em: <https://engenhariaepformance.com/gestaodeobras-br>.

Dessa forma, é possível compreender que a integração equilibrada entre prazo, custo, qualidade e segurança é essencial para garantir o sucesso do empreendimento. Esses pilares não devem ser vistos como aspectos isolados, e sim como elementos interdependentes, que se influenciam mutuamente durante o ciclo do projeto. Uma falha em qualquer um deles pode comprometer as demais, gerando impacto significativo tanto no desempenho da equipe quanto na percepção do cliente. Cabe o gestor de obras adotar postura estratégica, antecipando riscos, otimizando recursos e provendo um ambiente de trabalho seguro e eficiente, com o objetivo de entregar resultados que estejam alinhados com as perspectivas contratuais e os padrões exigidos pelo mercado.

6 ENGENHARIA DE REQUISITOS X FERRAMENTAS DE GERENCIAMENTO DE OBRAS CIVIS

Pressman (2011) enfatiza que o aproveitamento na aplicação da engenharia de requisitos sobre qualquer sistema, se dá por técnicas e uso de ferramentas que permitam ações como a extração, o detalhamento, a documentação, o rastreamento e leitura. A engenharia de requisitos possui várias tarefas de modelagem que levam a especificação dos requisitos e representação do projeto do sistema a ser construído.

Na construção civil, diversas metodologias são utilizadas para apoiar a gestão de projetos. Entre elas, destacam-se o PMBOK (Project Management Body of Knowledge), reconhecido como um guia internacional de boas práticas em gerenciamento (PMI, 2017), e o BIM (Building Information Modeling), consolidado como uma ferramenta tecnológica e colaborativa de planejamento e execução de obras (EASTMAN et al., 2011). Ambas figuram entre as metodologias mais aplicadas no setor, devido à sua capacidade de integrar processos, otimizar recursos e favorecer maior previsibilidade nos empreendimentos.

6.1 Sistema *Project Management Body of Knowledge* – *PMBOK*

Uma das principais referências para a área da construção civil em termos de gestão, foi desenvolvido pela PMI – *Project Management Institut: O Project Management Body of Knowledge* ou *PMBOK* (PMI, 2017).

De acordo com PMI (2017) o *PMBOK* é um guia que reúne técnicas aplicáveis na gestão de projetos, com um conjunto de boas práticas, ferramentas, e conhecimentos de obras. Com foco em eficiência, organização, redução de riscos e entrega de resultados, o principal objetivo desse guia é conduzir projetos, de forma padronizada, ajudando aos *stakeholders* obter êxito em suas metas, sendo uma ferramenta fundamental na área de gestão de projetos, que proporciona uma visão mais ampla, organizada e estratégica do trabalho, ajudando a transformar ideias em resultados concretos e bem-sucedidos.

Suas estruturas são feitas por distintas 10 áreas de conhecimento, 49 grupos de processos e especificidades desses processos, abordando os principais pontos que um gestor precisa dominar, sendo eles: Escopo, qualidade, tempo, custos,

recursos, riscos, comunicações, aquisições, partes interessadas (*stakeholders*) e integração. Essas áreas possuem práticas diversas, que são essenciais para garantir que o objeto executado seja finalizado com qualidade, atendendo as expectativas do contratante, contratado e suas equipes, dentro do prazo estabelecido (PMI, 2017).

Outra função do *PMBOK* é estabelecer o ciclo de vida do projeto, em processos específicos que são: Iniciação, planejamento, execução, monitoramento e controle. Após essas etapas, ele faz o encerramento desses processos. Eles representam os períodos de qualquer projeto, do seu início até sua finalização e, dependendo da natureza e complexidade, podem ser realizados simultaneamente e de forma interativa, proporcionando vários benefícios, como: planejamento, definição clara de propósitos, prazos de entrega, custos etc., evitando situações não previstas na execução, facilitando o controle de desencontro de informações e de possíveis mudanças no escopo. Além disso, ele identifica melhor os riscos, ajudando em sua gestão, no compartilhamento de ideias dos *stakeholders* e melhoria na comunicação deles. Embora não seja obrigatório segui-lo à risca, entender seus princípios e aplicar suas boas práticas faz toda a diferença no sucesso de qualquer projeto (PMI, 2017).

A Engenharia de Requisitos se destaca por seu foco na identificação, documentação, extraindo as análises, as especificações, as validações e a parte geral do gerenciamento desses requisitos e validação sistemática das necessidades dos *stakeholders* desde o início do projeto, enquanto o *PMBOK* estrutura o gerenciamento em áreas de conhecimento como escopo, tempo, custos e riscos.

A integração entre a disciplina Engenharia de Requisitos e a ferramenta *Project Management Body of Knowledge*, pode proporcionar um sistema que cumpre escopo e eleva a maturidade em gestão, uma vez que os requisitos são dados estratégicos e a ferramenta direciona, como uma “bussola”, para transformar o que é um dado em realidade, com precisão, conformidade e eficiência. Essas combinações são citadas em algumas análises sobre gestão de projetos como parte fundamental para um projeto ou produto de valor.

Sommerville (2011) destaca que a precisão está associada à clareza dos requisitos. Pressman (2016) relaciona a conformidade com rastreabilidade e controle das mudanças dos requisitos e para PMI (2017), a eficiência está voltada para a execução de cronogramas, cumprimento de prazos e uso consciente dos recursos. Esses fatores, potencializam o êxito em projetos complexos, como os de obras civis.

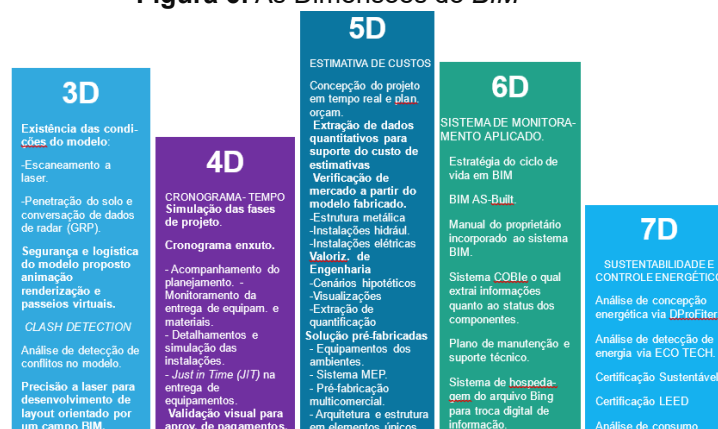
6.2 Sistema *Building Information Modeling* - *BIM*

Para Estman et al. (2014), a necessidade de projetos mais eficientes e sustentáveis, trouxe para a construção civil a implementação de métodos mais inovadores, com funções de integração de processo, pessoas, gestão e tecnologia. Neste contexto, surgiu o sistema de *software BIM – Building Information Modeling*, ferramenta digital e tridimensional, que é estruturada por informações sobre o objeto a ser executado e reproduzido por representações digitais inteligentes, descrevendo objetos geométricos e seus dados, detalhando as informações, possibilitando uma visão ampliada do objeto em diferentes dimensões, favorecendo o planejamento, a execução e manutenção de edificações.

De acordo com Costa (2016), são 7 as dimensões do *BIM* (Figura 7), que podem ser classificadas em:

- 2D gráficos: Dimensão do plano e representação gráfica de plantas dos projetos.
- 3D: Modelagem: Representação espacial, com visualização dinâmica e com perspectiva do objeto ou projeto com atributos parametrizados.
- 4D: Planejamento: Dimensão temporal com a geração de um cronograma da obra. Facilita organização e disposição das etapas dentro do canteiro de obras.
- 5D: Orçamento: Adiciona a dimensão custo, e valor de cada parte.
- 6D: Sustentabilidade: Quantifica e qualifica a energia utilizada na construção; a energia utilizada no ciclo de vida.
- 7D: Gestão de instalações: Dimensiona a operabilidade do produto, com informações disponibilizadas ao cliente final sobre o funcionamento, particularidades, e procedimentos de manutenções.

Figura 6: As Dimensões do *BIM*



Fonte: Costa (2016).

Eastman et al. (2014) enfatizam que o sistema *BIM*, é um banco de dados integrado, capaz de reunir engenheiros, arquitetos, gestores, projetistas, em um ambiente colaborativo e simultâneo

Segundo Besen (2017), a utilização de *BIM* nas obras civis contribuem para a gestão eficaz ao possibilitar compartilhamentos de informações atualizadas e precisas entre os envolvidos, otimizando a tomada de decisão. Dentre as funcionalidades do *BIM*, Besen (2017) destaca a constatação de interferências (*clash detection*), que permite identificar incompatibilidades entre os diversos elementos do projeto, antes da execução. O sistema ainda permite a simulação das etapas construtivas, análise de logística e controle de custos mais precisos, por meios de geração dos dados quantitativos, tornando o planejamento mais assertivo. Com maior eficiência e previsibilidade em todo processo.

Em Silva (2020) é descrito que, quando o *BIM* é alimentado por requisitos bem definidos, torna-se possível simular cenários com maior precisão, antecipar riscos e reduzir trabalhos. Essa combinação fortalece o planejamento conceitual e possibilita um ciclo mais eficiente rastreável, com validações claras desde o início do projeto até suas modificações respeitando o prazo e auditabilidade.

7 APLICAÇÃO DA ENGENHARIA DE REQUISITOS NO SETOR DE OBRAS CIVIS.

Santos e Santos (2022) ressaltam que os mecanismos dos sistemas de controle gerencial facilitam mudanças estratégicas quando utilizados de forma interativa. Para Pires (2014), ter um plano de gerenciamento de obras possibilita ao engenheiro conhecer de forma antecipada do local de execução de uma obra, possibilitando a ele assim verificar pontos críticos, e dando-o oportunidade de ter maior agilidade na tomada de decisão antes do início da fase de execução.

Stiehl (2011) frisa que os adeptos de métodos ágeis pregam a não utilização de documentos de requisitos, sob alegação de que os requisitos mudam tão rapidamente que ao final de sua escrita, já está ultrapassado, sendo todo o esforço desperdiçado. Ele considera, que, de fato, há mudanças constantes, mas ressalta a importância dos documentos de requisitos, sendo esses essenciais para o processo.

De acordo com Sommerville (2011), ainda é recomendável o uso de documentos de requisitos, uma vez que ele confere ao projeto uma visão ampla do sistema, e se opõe a abordagens de apenas acompanhar o que é feito em tempo real, como defendem alguns adeptos. Em sua justificativa, ele menciona que somente com documentos de requisitos consegue-se ter uma visão geral dos requisitos do sistema como um todo.

A Engenharia de Requisitos contribui de forma direta para a padronização dos processos construtivos, controle da qualidade e definição clara dos objetivos de cada fase do processo. Com isso, sua aplicação poderia ir além do desenvolvimento de *software* ou à indústria de produtos, contribuindo, após estudos aplicados, para nortear gerenciamento de todo processo e tomadas de decisão na construção civil, onde há diversas interfaces técnicas.

Durante as etapas iniciais de um empreendimento, por exemplo, como a fase de planejamento e projeto, a Engenharia de Requisitos pode mapear necessidades técnicas e normativas, como os requisitos associados à segurança estrutural, acessibilidade (NBR 9050), desempenho (NBR 15575) e conforto ambiental. Ao se definir, por exemplo, a espessura mínima de uma laje, a inclinação de uma rampa ou o tipo de vedação exigido, cada um desses parâmetros pode ser tratado como um requisito mensurável e rastreável, possibilitando melhor controle durante a execução.

Na fase de execução, a Engenharia de Requisitos pode auxiliar na antecipação de problemas com fornecedores, logística e compatibilização de projetos. Por meio de

documentos de requisitos e fichas de verificação, o engenheiro de campo consegue acompanhar o atendimento aos requisitos definidos, evitando falhas que poderiam resultar em atrasos, aumento de custos ou não conformidades técnicas.

Outro exemplo para aplicação seria na fase de acabamento e entrega da obra, quando requisitos de desempenho e estética. A rastreabilidade dos requisitos possibilitaria comprovar que as decisões tomadas durante o processo atenderam aos critérios estabelecidos previamente, garantindo maior transparência e segurança jurídica para todos os envolvidos.

Além disso, a documentação de requisitos também favoreceria o atendimento às exigências legais e contratuais, o que é especialmente relevante em obras públicas, por exemplo, onde a fiscalização é mais rígida, atuando como alicerces técnicos, administrativos e legais, contribuindo para a confiabilidade do empreendimento e a minimização de litígios contratuais.

A aplicação prática da Engenharia de Requisitos no setor de obras civis poderia ser um caminho para fortalecer todo processo de gestão.

8 PROPOSIÇÕES PARA IMPLANTAÇÃO DA ENGENHARIA DE REQUISITOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL.

A gestão de obras civis envolve diversas disciplinas, agentes e variáveis simultâneas. A adoção isolada de ferramentas tradicionais de gerenciamento, embora essencial, nem sempre é suficiente para garantir que os objetivos dos projetos sejam alcançados em sua plenitude. A Engenharia de Requisitos, pode ser a metodologia complementar e estratégica, capaz de ampliar a previsibilidade e a rastreabilidade de requisitos ao longo de todo o ciclo de vida de uma obra.

Diversas ferramentas de gestão como o *PMBOK*, o *BIM* podem ser utilizadas em sinergia com a Engenharia de Requisitos para potencializar a eficácia da Gestão em Obras Civis. O *PMBOK*, por exemplo, organiza o gerenciamento de projetos em áreas de conhecimento como o escopo, o custo, o tempo e os riscos, que estão diretamente ligados a abordagem orientada por requisitos, uma vez que atua na fase inicial, identificando o que precisa ser entregue e validando continuamente essas entregas junto aos *stakeholders*. A etapa inicial, frequentemente negligenciada, é apontada por Pressman (2011) como uma das mais críticas para evitar retrabalhos, atrasos ou mesmo que um projeto venha a ser abortado.

No campo tecnológico, a adoção do *BIM* permite a parametrização total de uma obra. Entretanto, o sucesso do *BIM* depende diretamente da qualidade das informações alimentadas no sistema. É nesse ponto que a Engenharia de Requisitos pode atuar como mecanismo de estruturação inicial das informações. Para Sommerville (2011) a definição de requisitos funcionais, não funcionais e técnicos, fornece a base para que a modelagem no *BIM* seja precisa, colaborativa e útil ao longo de todas as etapas do projeto. Como resultado, observa-se uma gestão mais integrada, transparente e ajustada à realidade do projeto.

O uso conjunto dessas ferramentas não apenas fortalece os pilares tradicionais da gestão de obras, como custo, prazo, qualidade e segurança, mas também cria o parâmetro o da rastreabilidade documental. Sommerville (2011) enfatiza que a Engenharia de Requisitos, ao gerar artefatos como a Matriz de Requisitos e a Ficha de Controle de Mudanças, permite que todas as decisões, alterações e justificativas fiquem registradas e auditáveis. Isso reduz não apenas o risco técnico, mas também os riscos legais e contratuais.

Apesar das evidências apresentadas e da fundamentação teórica já disponível, a aplicação da Engenharia de Requisitos na construção civil ainda se encontra em estágio inicial. O estudo realizado demonstrou que há escassez de diretrizes práticas amplamente

disseminadas, que orientem a adoção dessa disciplina no cotidiano dos canteiros de obra. O uso ainda depende da iniciativa individual de profissionais com formação multidisciplinar, e carece de normatizações ou protocolos técnicos que orientem sua utilização de maneira padronizada.

Sendo assim, é necessário aprofundar a investigação sobre os impactos reais da aplicação da Engenharia de Requisitos no desempenho dos projetos, especialmente quanto à redução de custos, aumento da conformidade técnica, diminuição de retrabalhos e melhoria na comunicação entre os agentes. A avaliação de casos reais, o desenvolvimento de metodologias híbridas testadas em campo e a capacitação técnica das equipes multidisciplinares são etapas imprescindíveis para consolidar essa abordagem como prática recorrente.

Em suma, a Engenharia de Requisitos não deve ser encarada como uma disciplina concorrente às ferramentas tradicionais de gestão de obras civis, mas sim como um elemento integrador, que estrutura o projeto desde suas bases e permite maior alinhamento entre as necessidades identificadas e as soluções entregues. Sua aplicação conjunta com ferramentas, pode sinalizar um novo horizonte para o setor, pautado em planejamento estruturado, rastreabilidade e eficiência.

A implantação da Engenharia de Requisitos na construção civil pode ser realizada de forma gradual e estruturada, respeitando a cultura organizacional e a maturidade em gestão dos empreendimentos. Caso seja considerada, pode ser proposto um plano de ação dividido em etapas:

- Capacitação técnica com treinamentos direcionados às equipes de engenharia, arquitetura e gestão de projetos sobre os conceitos e ferramentas da Engenharia de Requisitos.
- Mapeamento de *stakeholders* com a identificação detalhada dos agentes envolvidos em cada projeto e suas necessidades específicas.
- Elicitação estruturada com a aplicação de técnicas como entrevistas, reuniões de *brainstorming*, análise de documentos e prototipagem para levantamento de requisitos de maneira colaborativa.
- Documentação padronizada com a utilização de modelos e *templates* baseados nas normas, para garantir a rastreabilidade e controle de versões dos requisitos.
- Validação contínua com a realização de revisões periódicas com os *stakeholders* para validação e refinamento dos requisitos ao longo do projeto.

- Integração com ferramentas existentes com adaptação do processo de requisitos aos sistemas de gestão já utilizados (como *BIM*, *MS Project* entre outros) para garantir sinergia.

Engenharia de Requisitos pode fortalecer o gerenciamento de projetos. É um investimento que trará retorno a longo prazo, mas a qualidade e alta performance de projetos possibilita que o empreendedor, construtor, dentre outros, se diferenciem, despontando naturalmente no mercado, ganhando maior visibilidade.

Para validação do presente estudo, será apresentado um estudo de caso hipotético, com uma proposta adaptada, construída a partir de uma análise comparativa entre os processos clássicos da Engenharia de Requisitos e as práticas de gestão de obras civis no Brasil, focadas no Programa Habitacional do Governo Federal, o Minha Casa Minha Vida.

Para isso, utilizou-se como referência os modelos de planilhas apresentados por Sommerville (2011), Pressman (2011) e Stiehl (2011) identificando atividades equivalentes como: elicitación, validación e rastreabilidade de requisitos, e reinterpretando-as no contexto de empreendimentos habitacionais. Essa transposição foi fundamentada em parâmetros técnicos e normativos nacionais, como a NBR 15575: 2013, que define requisitos de desempenho, e a NBR 9050:2020, voltada para acessibilidade, além das diretrizes do programa Minha Casa Minha Vida.

Dessa forma, a adaptação não se limita a transpor etapas da engenharia de software, mas traduz sua lógica de padronização e rastreabilidade para os desafios específicos da construção civil, incorporando fatores como custo, prazo, qualidade e participação dos stakeholders.

Stiehl (2011) em seu Estudo Experimental, propôs a identificação dos Requisitos necessários a um sistema de controle em um Evento. Para isso, ele reuniu conhecimentos de diversas fontes bibliográficas, artigos científicos, dentre outros, baseando-se em métodos de coleta de dados, utilizando entrevistas; observação da utilização de sistemas legados com propósitos equivalentes à proposta de *software* a ser criado; análise de sistemas legados com propósitos equivalentes à proposta de *software* a ser criado e análise de documentos relacionados com a área de aplicação do *software*, dentre outros, e elaborou o Material de Documentos.

Na estrutura do material, Stiehl (2011) se baseia em conjunto de apêndices organizados de forma lógica e funcional, com o objetivo de guiar o leitor na construção do plano completo de requisito para o projeto. No Apêndice A, Stiehl (2011) reúne estratégias voltadas à coleta organização e monitoramento dos requisitos durante todo o ciclo de vida do projeto.

Ele detalha não apenas os tipos de atividade a serem executadas como também atribui responsabilidades entre os membros da equipe, os *stakeholders*. Um dos aspectos centrais deste plano é a visão integrada entre os papéis envolvidos como; analistas, desenvolvedores e usuários finais, que facilita o alinhamento de expectativa e permite que as decisões sejam rastreáveis. O documento propõe mecanismos de controle para lidar com mudanças bem como a forma de garantir a integridade dos dados ao longo do tempo. Este material, fundamentou-se em Sommerville (2011) e Pressman (2011), e foi adaptado para se aproximar ao máximo possível do ideal, para a abordagem do tema proposto.

Tabela 1: Gerenciamento de Requisitos.

Responsabilidades

Subprocesso / Atividade	Responsável	Papel Executado
Planejar gerenciamento de requisitos	Engenheiro de Requisitos	Coordenar o processo de requisitos desde o cadastro até a entrega das unidades habitacionais.
Manter integridade dos requisitos	Equipe de técnica de projeto	Garantir que normas da Caixa Econômica Federal e exigências legais do Programa Minha casa, minha vida sejam cumpridas.
Gerenciamento de configurações	Analista de Requisitos	Registrar alterações de projetos (ex: tipologia Acessibilidade infraestrutura).
Identificar fornecedores de requisitos	Interessado inicial (prefeitura, construtora, agentes financeiros).	Definir as Fontes principais de requisitos.
Analisar problema	Equipe de técnica de projeto	Avaliar impactos de mudanças em orçamentos cronogramas e normas do programa.
Identificar necessidades	Prefeitura, Secretaria de desenvolvimento econômico e Secretaria de ação social.	Levantar déficit habitacional local e perfil socioeconômica das famílias.

Levantar características do Produto	Equipe de projeto do programa.	Definir tipologia das unidades áreas comuns e Acessibilidade de acordo com a NBR 9050.
Definir o sistema	Equipe de técnica de projeto.	Escolher soluções construtivas compatíveis com o custo e desempenho com base na NBR 15575.
Validar o escopo do sistema	Caixa Econômica Federal e prefeitura.	Conferir se os projetos cumprem diretrizes da caixa e legislações urbana.
Especificar os requisitos funcionais e não funcionais	Equipe de projeto e construtora.	Unidades habitacionais vagas de garagem área de lazer e convivência.
Especificar cenários não operacionais	Equipe de engenharia de manutenção e prefeitura.	Manutenção Futura; expansão de estrutura e impacto ambiental.
Refinar requisitos	Construtora e Caixa Econômica Federal.	Ajustar soluções conforme parecer técnico da caixa e da prefeitura.
Validar requisitos	Caixa Econômica Federal e equipe de fiscalização da prefeitura.	Conferir conformidade com normas ABNT, legislações e contratos de financiamento.
Aprovar requisitos	A Caixa Econômica Federal	Formalizar escopo final do empreendimento.
Estabelecer ambiente de requisitos	Equipe de Engenharia de Requisitos e Construtora responsável	Criar documentação de referência e planilhas de rastreabilidade.

Fonte: Adaptado de Stiehl (2011) pela Autora.

Tabela 2: Identificação de Requisitos e seus Níveis.

Tipo de Requisito	Siglas
Requisito Funcional	REF
Requisito Nível de Usabilidade	RNU
Requisito Nível de Desempenho	RNS
Requisito Nível de Proteção	RNP
Requisito Nível de Confiança	RNC
Requisito Nível de Espaço	RNE
Requisito Nível Ambiental	RNA
Requisito Nível de Desenvolvimento	RND
Requisito Nível de Operacional	RNO

Fonte: Adaptado de Stiehl (2011).

Tabela 3: Fornecedores de Requisitos.**Fornecedores de Requisitos**

Categoria/Papel	Tipo	Nível de decisão/ influência	Identificação/Descrição
Caixa Econômica Federal	CP	Alto	Define parâmetros técnicos e financeiros do programa.
Construtor executora	UIF	Alto	responsável pela execução e cumprimento do cronograma.
Prefeitura municipal	AR	Médio	define diretrizes urbanísticas e aprova licenciamento.
Usuário final	UF	Médio	indica necessidades como Acessibilidade área de lazer transporte.

CPA= Cliente Primário / UIF= Usuário de Interface Funcional/ AR= Autoridade Responsável. / UF= Usuário Final

Fornecedores

Identificação do stakeholders	Exemplo: Caixa Econômica Federal prefeitura construtora beneficiário.
Função institucional ou técnica	Exemplo: engenheiro responsável analista da caixa secretário de habitação mestre de obras.
Participação do ciclo de empreendimento	Exemplo: financiador executor fiscalizador usuário final.
Responsabilidades	Exemplo: liberação de recursos executar obra aprovar licenciamento usar unidade.
Observações, limitações, expectativas ou restrições	Exemplo: orçamentos, prazos, exigências legais.
Estratégias para levantamentos de requisitos	Exemplo: reuniões técnicas, consultas públicas, análise de normas, entrevistas com beneficiários.

Fonte: Adaptado de Stiehl (2011) pela Autora.

Tabela 4: Gerenciamento de Requisitos em Obras Civis.

Gerenciamento de Requisitos em Obras Civis				
Etapa	Ferramenta Utilizada	Como Fazer	Responsável	
1	Levantamento de necessidades - (Elicitação dos Requisitos).	Entrevistas, questionários, análise documental.	<p>a) Promover reuniões com todos os agentes envolvidos, os <i>stakeholders</i>. As reuniões poderão ser presenciais ou virtuais.</p> <p>b) Aplicar entrevistas estruturadas e questionários para identificar expectativas quanto a segurança, áreas comuns, tipos de apartamentos e diferenciais desejados.</p> <p>c) Analisar as documentações legais, NBRs e diretrizes urbanísticas (plano diretor), para alinhar exigências técnicas com as necessidades dos usuários.</p>	Eng. de Requisitos e <i>stakeholders</i>
2	Identificação e classificação	<p>Checklists e qualificação.</p> <p>Classificar requisitos em:</p> <p>a) Funcionais: número de unidades, tipos de apartamento, garagem, elevadores, áreas comuns (salão de festas, academia).</p> <p>b) Não funcionais: segurança estrutural, acústica, térmica, estética, acessibilidade, durabilidade e sustentabilidade.</p> <p>c) Requisitos de interface: compatibilidade entre projetos arquitetônico, estrutural, hidráulico, elétrico e preventivo contra incêndio.</p> <p>Utilizar checklists padronizados para verificar abrangência dos requisitos e evitar omissões.</p>	Eng. de Requisitos	
3	Análise	<p>Matriz MosCow, reuniões técnicas.</p> <p>a) Verificar a viabilidade técnica e financeira de cada requisito com a equipe de projeto e orçamento.</p> <p>b) Utilizar matriz de priorização (ex.: método MoSCoW) para definir requisitos prioritários.</p> <p>c) Identificar conflitos entre requisitos (ex.: desejo de grandes varandas x limitações do coeficiente de aproveitamento do terreno).</p>	Eng. de Requisitos, projetistas e financeiro.	

4	Especificação	Documentos de Especificações de Requisitos.	Documentar requisitos em linguagem clara e objetiva em um Documento de Especificação de Requisitos de Engenharia, incluindo o código do requisito, a descrição detalhada, a Justificativa técnica, os <i>stakeholders</i> responsáveis, as definições de prazos e cronogramas e os critérios de aceitação para serem validados.	Eng. de Requisitos
5	Validação	Reuniões para análises de protótipos 3D.	<p>a) Realizar reuniões de revisão com <i>stakeholders</i> para validar cada requisito antes de aprovar o Documento de Engenharia de Requisitos.</p> <p>b) Utilizar protótipos ou modelos 3D (<i>BIM</i>) para facilitar entendimento dos clientes leigos e verificar se os requisitos atendem suas expectativas.</p>	Eng. de Requisitos e <i>stakeholders</i>
6	Gerenciamento de Mudanças	Formulários de solicitação de análises e revisões.	<p>Criar um processo formal de solicitação de mudanças, contendo as justificativas para o motivo da alteração, os impactos no custo e no cronograma e a aprovação pela gerência de projeto e <i>stakeholders</i> antes de implementação</p> <p>a) Utilizar tabelas tipo Excel ou <i>softwares</i> como o <i>MS Project</i>, por exemplo, para registrar o atendimento de cada requisito ao longo do ciclo de vida do projeto.</p> <p>b) Garantir que cada requisito validado tenha rastreio até sua execução na obra (ex.: inspeções de qualidade na concretagem, conferência de medidas e acabamentos).</p>	Eng. De Requisitos e Gerência
7	Rastreabilidade	Tabelas, <i>software</i> de gestão.	<p>a) Utilizar tabelas tipo Excel ou <i>softwares</i> como o <i>MS Project</i>, por exemplo, para registrar o atendimento de cada requisito ao longo do ciclo de vida do projeto.</p> <p>b) Garantir que cada requisito validado tenha rastreio até sua execução na obra (ex.: inspeções de qualidade na concretagem, conferência de medidas e acabamentos).</p>	Eng. de Requisitos
8	Verificação e validação final	Checklists de conformidades	Realizar checklists de conformidade com os requisitos especificados, obtendo o aceite formal dos <i>stakeholders</i> em relação ao atendimento dos requisitos. Após toda conferência, arquivar toda documentação como lição aprendida e registro do projeto por tempo determinado em legislação ou não.	Eng. de Requisitos e Eng. de fiscalização de obras.

Fonte: Autora (2025).

A Tabela 4, Gerenciamento de Requisitos em Obras Civil organiza as principais ferramentas e subprocessos utilizados para estruturar os ciclos de requisitos. Dentre eles estão a identificação e registro das necessidades, análise e classificação de requisitos funcionais e não funcionais, rastreabilidade das mudanças, validação do escopo, documentação e planilhas e relatórios, e controle técnico de versões e aprovações formais essas ferramentas têm o papel de reduzir as falhas de comunicação entre os stakeholders e garantir que os requisitos sejam registrados de forma clara a manter o histórico de alteração.

Já a ferramenta de análise com a matriz Moscow ela classifica os requisitos em categorias:

- O que deve ter: É indispensável ao sucesso do projeto.
- O que deveria ter: São importantes, mas não críticos.
- O que poderia ter: Desejáveis, agregam valor, mas não são essenciais.
- O que não terá: Não será serão implementados no momento.

Aplicando pela lógica a Matriz MoSCoW para obras civis adaptado para o Projeto Habitacional do Programa Minha Casa Minha Vida, demonstram que alguns subprocessos ou ferramentas são indispensáveis para o sucesso das obras financiadas como: rastreabilidade de requisitos e validação do escopo. Outras aparecem como importantes como: controle de versões.

Já os aspectos voltados à inovação ou sustentabilidade avançam e se enquadram no quesito desejável (que agregam valor) ou até no quesito de que não serão implementados no momento, devido às restrições de custo e padronização do programa.

Essa priorização ajuda a adaptar a engenharia de requisitos ao cenário da construção civil, orientando os gestores e engenheiros a focarem, em primeiro lugar, nos requisitos que asseguram a conformidade legal, o desempenho técnico e a entrega final ao beneficiário.

Para complementar essa etapa, fez-se necessária a criação de uma ficha complementar, que trata do Controle de Mudanças de Requisitos, expressa na Tabela 5.

Tabela 5: Controle de Mudanças de Requisitos.

Ficha de controle para mudanças de requisitos			
Empresa:			
Obra:			
Código de mudança:			
Requerente:			
	Requisitos afetados	Descrição das mudanças	Motivos
1			
2			
3			
4			
Impactos no Projeto			
	Custo	Prazo	Escopo
R\$			Qualidade
	Status da Mudança	Responsável pela Análise	Data da Implementação
<input type="checkbox"/>	Em análise		
<input type="checkbox"/>	Aprovada		
<input type="checkbox"/>	Reprovada		
Observações:			
Local:			
Data final:			

Fonte: Autora (2025).

Comparando as tabelas 1- Gerenciamento de Requisitos, 2- Identificação de Requisitos e 3- Fornecedores de Requisitos, e Gerenciamento de Requisitos em Obras Civis e 5- Controle de Mudanças de Requisitos, ambas abordam o controle, mudanças, rastreabilidade e critérios de monitoramento, apresentando aspectos gerenciais de formas adaptadas, com o devido cumprimento de seus propósitos estabelecidos dentro do plano de gerenciamento.

Essas tabelas assumem um papel essencial ao detalharemos o controle de mudanças, rastreabilidade e os critérios de monitoramento. Elas garantem que cada requisito seja acompanhado de forma rigorosa ao longo da execução do projeto, em todos os seus processos. Na prática, isso significa que, sempre que surge uma alteração como mudança de

especificação ou nova exigência, a tabela ajuda a documentar e validar essas mudanças de maneira clara, assegurando que nada se perca ou se desvie e dentro dos termos planejados. Além disso a rastreabilidade proporcionada por essas tabelas permite que a equipe de engenharia consiga voltar a entender todo o histórico de decisões e justificativas, o que facilita a implementação e minimiza os erros.

As tabelas propostas no Apêndice B do estudo desenvolvido por Stiehl (2011) tem como função fornecer uma visão consolidada do sistema pretendido. O documento antecipa os objetivos do projeto, os públicos que serão impactados e as funcionalidades desejadas. Possui ainda visão de caráter conceitual e estratégico, ajudando a situar o sistema em seu contexto de uso. Ele apresenta restrições iniciais, fatores de sucesso e risco despercebidos, funcionando como ponto de partida para o refinamento posterior dos requisitos. Com linguagem acessível, ele reduz ruídos entre as comunicações técnicas.

Essa comparação entre os modelos originalmente aplicados à área de sistemas e eventos e aqueles adaptados ao contexto da construção civil evidencia que a estruturação de tabelas de gerenciamento e controle pode servir como guia metodológico para a implementação da Engenharia de Requisitos no setor. De acordo com Sommerville (2011), a rastreabilidade e a clareza documental são elementos centrais para garantir consistência entre os requisitos definidos e sua execução prática. Nesse mesmo sentido, Pressman (2011) enfatiza que o gerenciamento sistemático de mudanças reduz a probabilidade de retrabalhos, já que cada alteração passa a ser acompanhada de justificativas técnicas e análise de impacto.

Ao integrar instrumentos como o Gerenciamento de Requisitos em Obras Civis e a Ficha de Controle de Mudanças, o processo de implementação pode tornar-se mais estruturado, pois estabelece mecanismos claros de monitoramento, validação e aprovação.

Em síntese, a utilização comparada dessas tabelas contribui para transformar o processo de implementação da Engenharia de Requisitos em um procedimento mais previsível, rastreável e confiável, alinhando-se às recomendações de Marriel (2023), quanto à redução de desperdícios e à melhoria do desempenho em obras. Trata-se, portanto, de uma etapa estratégica que favorece a adoção gradual e consistente da disciplina no ambiente da construção civil, apontando os riscos despercebidos e funcionando como ponto de partida para o refinamento posterior dos requisitos.

Tabela 6: Documentos de Visão.

Problemas	
Introdução	Garantir habitação de interesse social conforme o critério de políticas públicas.
Objetivos	Atender as famílias de baixa renda com moradia digna, segura e acessível.
Escopo	Construção de unidades habitacionais, área de lazer, Acessibilidade plena.
Benefícios esperados	Redução do déficit habitacional, inclusão social e melhoria da qualidade de vida.

Necessidades dos Interessados

Descrição	Os beneficiários do programa necessitam garantir uma habitação digna, segura e acessível, atendendo as normas técnicas e as diretrizes do Minha casa minha vida.
Prioridade	Crítica.
Preocupações	Possíveis falhas de projeto e execução podem comprometer a qualidade das unidades, gerar retrabalhos, atrasos na entrega e insatisfação dos moradores.
Solução proposta	Desenvolvimento de um modelo de gestão de requisitos aplicados a obras do programa Minha casa minha vida, capaz de padronizar as etapas de concepção, execução e validação, assegurando atendimento às necessidades habitacionais, as legislações regionais e as normatizações da engenharia civil.

Resumo dos Usuários

Nome	Descrição	Responsabilidades
Beneficiário	Família de baixa renda contemplada pelo programa	Utilizar a unidade opcional conformenormas, zelar pelo patrimônio, relatar necessidades de manutenção.
Construtora	Empresa responsável pela execução da obra.	Realizar a construção das unidades habitacionais, cumprir cronograma, atender requisitos técnicos e legais.
Caixa Econômica	Instituição financeira e operadora do programa	Fiscalizar o cumprimento das normas do programa minha casa minha vida, liberar recursos e validar as entregas.
Prefeitura Municipal	Órgão responsável pela aprovação planes tica e licenciamento	Conceder alvarás, aprovar projetos ganhar impactos sociais e urbanos.
Engenheiro responsável técnico	Profissional legalmente habilitado que assume ART anotação de responsabilidade técnica.	Garantir a conformidade com normas técnicas ABNT NBR 1557 5, NBR 9050 e as IT's - Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros.
Comissão Comunitária	Grupo formado por representantes locais e beneficiários.	Acompanhar a execução da obra mediar comunicação entre moradores, prefeituras e construtoras.

Fonte: Adaptado por Stiehl (2011), pela autora.

As tabelas seguintes, a 7 - Estudo de Viabilidade dos Requisitos e 8 - Matriz de Requisitos em Obras Civis, adaptadas para o âmbito de Obras Civis, contém informações iniciais de aplicação da Engenharia de Requisitos. Elas são compostas por elementos fundamentais para o entendimento geral do projeto e definição de escopo e objetivos.

Tabela 7: Estudo de Viabilidade dos Requisitos.

Viabilidade dos Requisitos na Construção Civil													
Dados obra:			Local:				Data:						
Atributos	Benefício			Estabilidade			Situação			Risco			Responsável Técnico
Descrição	Descrição			Descrição			Descrição			Descrição			
Índice	Grau de importância no projeto			Probabilidade de mudança			Estado atual do requisito			Potencial Impacto			
	Descrição			Descrição			Descrição			Descrição			
	Crítico	Importante	Desejável	Alto	Médio	Baixo	Proposto	Aprovado	Reprovado	Alto	Médio	Baixo	
Observações; comentário, propostas e sugestões.	Descrição			Descrição			Descrição			Descrição			

Fonte: Autora (2025).

Tabela 8: Matriz de Requisitos em Obras Civis.

Matriz de Requisitos em Obras civis							
Obra:	Local:			Data:			
Tipo de Requisito	Definição adaptada	Exemplo em Construção Civil	Descrição do Requisito	Prioridade	Responsável	Status	Data para Atendimento
Funcional	Especificam funções ou serviços que o sistema (obra) deve executar ou conter.	A edificação deve possuir 01 elevador. Capacidade mínima para 4 pessoas.	De acordo com a obra*.	De acordo com a obra*.	De acordo com a obra*.	De acordo com a obra*.	De acordo com a obra*.
Não Funcional	Restrições ou qualidades que o projeto deve ter, como desempenho, segurança, estética.	Os apartamentos devem ter isolamento acústico conforme NBR 15575.	De acordo com a obra*.	De acordo com a obra*.	De acordo com a obra*.	De acordo com a obra*.	De acordo com a obra*.
Requisito de Interface	Descreve como diferentes subsistemas ou projetos devem interagir.	Compatibilidade entre projeto arquitetônico e projeto estrutural.	De acordo com a obra*.	De acordo com a obra*.	De acordo com a obra*.	De acordo com a obra*.	De acordo com a obra*.
Requisito de Desempenho	Exige performance mín. de um comp. ou sistema.	A estrutura deve suportar carga total de 300 kg/m ² no salão de festas.	De acordo com a obra*.	De acordo com a obra*.	De acordo com a obra*.	De acordo com a obra*.	De acordo com a obra*.

Requisito de Usabilidade	Facilidade de uso, acesso e operação pelo usuário final.	Todos os halls devem ter rampas acessíveis conforme ABNT NBR 9050.	De acordo com a obra*.	De acordo com a obra*.	De acordo com a obra*.	De acordo com a obra*.	De acordo com a obra*.
Requisito de Confiabilidade	Define requisitos de segurança, vida útil e confiabilidade do projeto.	A estrutura deve ter vida útil mínima de 50 anos com manutenção periódica.	De acordo com a obra*.	De acordo com a obra*.	De acordo com a obra*.	De acordo com a obra*.	De acordo com a obra*.
Requisito de Manutenibilidade	Facilidade para inspeção, manutenção ou substituição de elementos.	Shaft hidráulico deve ter portas de inspeção removíveis em todos os andares.	De acordo com a obra*.	De acordo com a obra*.	De acordo com a obra*.	De acordo com a obra*.	De acordo com a obra*.
Requisito de Sustentabilidade	Exige práticas sustentáveis ou menor impacto ambiental.	Uso de sistema de placa fotovoltaica para captação de energia solar para uso nas partes externas da edificação.	De acordo com a obra*.	De acordo com a obra*.	De acordo com a obra*.	De acordo com a obra*.	De acordo com a obra*.
Requisito Legal/Normativo	Atende a leis, normas técnicas ou regulamentações vigentes.	Atendimento integral à NBR 9077 para rotas de fuga e saídas de emergência.	De acordo com a obra*.	De acordo com a obra*.	De acordo com a obra*.	De acordo com a obra*.	De acordo com a obra*.
Requisito de Implantação/Execução	Descreve restrições ou condições para execução do projeto.	Uso de grua torre durante a fase de estrutura para atender altura do prédio.	De acordo com a obra*.	De acordo com a obra*.	De acordo com a obra*.	De acordo com a obra*.	De acordo com a obra*.

Checklist para Matriz de Requisitos em Obras civis

Edifícios

Código do Requisito	Descrição do Requisito	Critérios de aceitação	Método de verificação	Responsável pela Validação	Data da validação	Status da validação	Observações
Uso de letras, números ou símbolos, para representação do código. (Ex: 003; A2; @).	Especificam funções ou serviços que o sistema (obra) deve executar ou conter.	A edificação deve possuir 01 elevador com capacidade mínima para 4 pessoas.	De acordo com a necessidade da obra*.	De acordo com a necessidade da obra*.	De acordo com a necessidade da obra*.	De acordo com a necessidade da obra*.	De acordo com a necessidade da obra*.

Nota: Os campos com (*) indicam que essas informações serão definidas de acordo com o tipo de obra, devido a variação dos possíveis dados.

Fonte: Autora (2025).

O estudo de Stiehl (2011) reúne uma visão inicial do projeto, objetivos e contexto. Neste cenário, o trabalho aqui desenvolvido busca trazer esses conceitos para a área de obras civis.

No Apêndice C, Stiehl (2011) consolida os termos técnicos, as expressões específicas e as definições operacionais que serão utilizadas ao longo do projeto. O glossário incluso favorece a uniformidade de entendimento entre os diferentes e estabelece uma base para a documentação futura, evitando ambiguidade. Ao padronizar o vocabulário do projeto, esse apêndice garante que o requisitos, quando especificados, sejam interpretados de forma inequívoca pelos *stakeholders* envolvidos.

Quadro 1: Definições de Vocabulários.

Definição de Vocabulários	
Termo	Descrição
Unidade habitacional beneficiário	Imóvel destinado à moradia de beneficiários do programa.
Beneficiário	Família selecionada de acordo com os critérios de renda enquadramento social.
Agente operador	Instituição financeira (Caixa Econômica Federal) responsável por gerir os contratos.
Construtora	Empresa contratada para a execução das obras.
Requisitos normativos	Conjunto de exigências legais, técnicas e desempenhos aplicáveis, como NBR 9050, NBR 1557 5, diretrizes da caixa econômica.

Fonte: Adaptado de Stiehl (2011), pela Autora.

Embora o presente estudo de Engenharia de Requisitos na Gestão de Obras Civis não tenha um glossário formal como no estudo desenvolvido por Stiehl (2011), nomeado como tal, há definições detalhadas de termos técnicos, como por exemplo, *stakeholders* e classificações, no decorrer de todo o trabalho. As definições técnicas são de fácil entendimento para todos os agentes envolvidos dentro de qualquer trabalho, dentro da linha da indústria de construção civil.

Por fim, o Apêndice D de Stiehl (2011) constitui a formalização técnica dos requisitos previamente identificados e validados. Ele reúne os requisitos funcionais e não funcionais de forma detalhada, muitas vezes acompanhados de identificadores únicos, descrições operacionais e critérios de aceitação. Este documento serve de base para implementação do sistema, fornecendo as diretrizes necessárias para o desenvolvimento, os testes e as validações. Além disso, é a partir deste apêndice que se torna possível estabelecer o escopo real do projeto e avaliar sua conformidade com o que foi originalmente proposto. Sua organização permite que qualquer mudança futura seja acompanhada de forma controlada e documentada.

Tabela 9: Formalização Técnica de Requisitos

Premissas de Requisitos	
Premissa	Impacto
O empreendimento deve atender as normas da Caixa Econômica Federal e as exigências legais do município.	Garante aprovação do projeto e acesso ao financiamento.
As unidades devem seguir as diretrizes de desempenho da NBR 15575.	Melhora a durabilidade, reduz falhas construtivas e assegura qualidade ao beneficiário.
O projeto deve prever Acessibilidade conforme NBR 9050.	Inclusão de pessoas com deficiência e atendimento à legislação vigente.
A obra deve ser concluída dentro do prazo contratual estabelecido.	Evita atrasos na entrega e mantém credibilidade do programa.

Restrições	
Restrição	Impacto
Orçamento limitado definido pelo programa habitacional.	Reduz flexibilidade na escolha de materiais e tecnologia.
Tipologia das unidades deve seguir parâmetros estabelecidos pela caixa econômica.	Limita inovações no projeto arquitetônico.
Prazo rígido para execução da obra.	Pressiona a gestão de cronograma e aumenta riscos de retrabalhos.
Localização definida por disponibilidade de terrenos públicos ou subsidiados.	Pode gerar desafios de infraestrutura urbana e transporte público.

Dependências	
Dependência	Descrição
Liberação de recursos pela Caixa Econômica Federal	Os repasses financeiros ocorrem por etapas vinculados ao avanço físico da obra.
Aprovação de alvarás licenciamentos da prefeitura	Sem aprovação legal não é possível iniciar ou concluir a construção
Fornecimento de insumos e materiais de construção.	Atrasos no fornecimento impactarão diretamente o cronograma.
Contratação de mão de obra qualificada.	A execução depende da disponibilidade de profissionais capacitados

Fonte: Adaptado de Stiehl (2011), pela Autora.

Para a área da Gestão de Obras Civas, Apêndice D de Stiehl (2011), gera um documento final, denominada Formalização Técnica Final para Requisitos, onde A formalização dos requisitos já identificados e validados servindo como base para implementação de testes de validação permitindo o controle das mudanças sendo ao final um artefato documentado.

Tabela 10: Formalização Técnica Final para Requisitos

Formalização Técnica de Requisitos Aplicada ao Gerenciamento de Obras						
ID	Tipo de Requisito	Descrição Técnica	Critério de Aceitação	Forma de Validação	Responsável	Status
REQ-001	Funcional	O sistema deve permitir o cadastro de fornecedores de serviços terceirizados com vínculo contratual e doc. técnica.	Cadastro realizado e salvo no banco de dados documentos anexados.	Teste funcional + verificação documental.	Eng. de requisitos.	Validado.
REQ-002	Não Funcional	A interface de gestão deve estar disponível 24 horas por dia acessível via dispositivos móveis.	Simulação de acesso em diferentes horários e dispositivos.	Teste de estresse relatório de Uptime.	Coordenador de TI.	Em validação.
REQ-003	Funcional	Gerar relatórios automáticos de conformidade semanal com base nas vistorias técnicas realizadas.	Geração automática semanal confirmada por auditoria.	Teste de geração checagem de conteúdo.	Eng.de qualidade.	Pendente.
REQ-004	Funcional	Permitir upload de plantas atualizadas e comparar com versão anteriores.	Upload realizado com rastreabilidade de versão.	Teste funcional com histórico de versões.	Eng. de obra.	Validado.
REQ-005	Não Funcional	O sistema deve suportar até 50 usuários simultâneos sem perda de desempenho.	Teste de carga com 50 usuários conectados.	Simulação de acesso simultâneo.	TI + Analista.	Em teste.
REQ-006	Funcional	Integrar informações cronograma físico com planejamento financeiro.	Relatório integrado gerado e aprovado em reunião técnica.	Validação cruzada de dados.	Coord. de planejamento.	Em desenvolvimento.
REQ-007	Funcional	Registrar e acompanhar não conformidades detectadas em campo com fotos georreferenciadas.	Registro com geolocalização funcionando.	Testes em campo.	Eng. de segurança.	Validado

Fonte: Adaptado de Stiehl (2011), pela Autora.

Neste processo contínuo de adaptação para a construção civil, as tabelas de requisito não são partes isoladas, mas sim passos integrados que permitem rastreabilidade e validação ao final. A adaptação exigiu ampliar critérios para incluir especificidades de edificações e ao mesmo tempo retirar etapas que eram irrelevantes para o tipo de obra em questão. Dessa forma, o processo se tornou alinhado as necessidades reais das obras civis.

8.1 Análises geral das Tabelas

A Tabela 4, Gerenciamento de Requisitos em Obras Civis, sistematiza o processo de elicitação, especificação, validação e rastreabilidade de requisitos no setor construtivo. Suas etapas estão em consonância com as boas práticas apontadas por Sommerville (2011), especialmente quanto à importância de manter registros claros e objetivos, e por Pressman (2011), que ressalta a necessidade de validação constante para mitigar riscos de falhas e retrabalhos. Além disso, Engholm Júnior (2010) defende que a padronização de *checklists* e instrumentos auxiliares fortalece a comunicação entre agentes, algo refletido nas etapas propostas para obras civis.

O modelo apresentado na Tabela 5, Ficha de Controle de Mudanças de Requisitos, atua como mecanismo de governança e transparência, reduzindo incertezas relativas a custos, prazos e qualidade. Marriel (2023) destaca que alterações não documentadas são a principal causa de desperdícios em canteiros de obras, e, por isso, a formalização por meio de fichas de controle é indispensável. Esse processo reforça a rastreabilidade e a auditabilidade do projeto, princípios também defendidos por Sommerville (2011) e Pressman (2011) como fundamentais para a maturidade em gestão.

A Tabela 7, Estudo de Viabilidade dos Requisitos traduz, para a realidade das obras civis, o que Pressman (2011) define como análise de viabilidade multidimensional. Ao considerar aspectos técnicos, econômicos, organizacionais e de cronograma, a ferramenta atua como guia estratégico para antecipar riscos. Estudos recentes de Silva et al. (2024) reforçam que a ausência de análises profundas nessa etapa inicial tende a comprometer cronogramas e elevar os índices de retrabalho. Assim, o instrumento aqui proposto fortalece a tomada de decisão, alinhando requisitos com condições reais de execução.

A Matriz de Requisitos apresentada na Tabela 8, Matriz de Requisitos para Obras Civis, estrutura a classificação entre requisitos funcionais, não funcionais e técnicos. Essa tipologia remete diretamente à proposta de Sommerville (2011) sendo reconhecida como essencial para evitar sobreposições e omissões. Além disso, Stiehl (2011) ressalta que a documentação

de requisitos, quando bem elaborada, reduz ruídos de comunicação e amplia a transparência no relacionamento com os agentes envolvidos. No setor da construção, esse recurso contribui para reduzir litígios contratuais e garantir maior previsibilidade no atendimento às necessidades do cliente.

As tabelas aqui analisadas: 1- Gerenciamento de Requisitos; 2- Identificação de Requisitos e seus Níveis; 3- Fornecedores de Requisitos; 4- Gerenciamento de Requisitos em Obras Civis; 5- Controle de Mudanças de Requisitos; 6- Documentos de Visão; 7- Estudo de Viabilidade dos Requisitos; 8- Matriz de Requisitos em Obras Civis e 9- Formalização Técnica de Requisitos, evidenciam que a Engenharia de Requisitos, quando adaptada à realidade das obras civis, podem ampliar a previsibilidade, a rastreabilidade e a qualidade dos projetos. A aplicação de instrumentos como a Matriz de Requisitos, a Ficha de Controle de Mudanças e o Estudo de Viabilidade mostra-se alinhada às boas práticas defendidas por Sommerville (2011), Pressman (2011) e Stiehl (2011).

Embora ainda seja uma prática emergente na engenharia civil, as proposições apresentadas demonstram que a integração entre requisitos e ferramentas de gestão tradicionais – como *PMBOK* e *BIM* – podem potencializar a eficiência dos processos. Em outras palavras, a Engenharia de Requisitos não deve ser vista como concorrente, mas como elemento integrador, capaz de estruturar os projetos desde as fases iniciais e de reduzir significativamente riscos técnicos, contratuais e financeiros.

A possibilidade da adoção gradual e estruturada da Engenharia de Requisitos poderá transformar a gestão de obras civis em uma prática mais transparente, sustentável e eficiente. Esse panorama oferece as bases para que, nas considerações finais, seja discutido o potencial dessa integração como diferencial competitivo no setor da construção civil.

9 CONCLUSÃO.

A pesquisa demonstrou que, embora oriunda da engenharia de *software*, a Engenharia de Requisitos apresenta um conjunto de técnicas que se mostram compatíveis com as necessidades da construção civil, sobretudo quando associadas a práticas de planejamento, controle e rastreabilidade de demandas. Durante o desenvolvimento do trabalho, foi possível observar que a ausência de processos bem definidos na fase inicial de obras está diretamente relacionada a falhas recorrentes de comunicação entre os agentes do projeto, a mudanças de escopo mal gerenciadas e ao aumento do retrabalho técnico. A Engenharia de Requisitos surge, nesse contexto, como alternativa viável e eficaz para antecipar essas falhas por meio da elicitación, documentação, análise e validação contínua das necessidades dos *stakeholders*.

A análise dos dados e da literatura permitiu entender que a integração entre Engenharia de Requisitos e ferramentas de gestão já consolidadas, como o *PMBOK* e o *BIM*, pode representar um avanço significativo no modelo de gestão de obras civis, uma vez que contribui para tornar os processos mais transparentes, rastreáveis e alinhados aos objetivos iniciais do projeto. Entretanto, reconhece-se que esse campo ainda é recente e demanda maiores esforços de consolidação prática. Ainda são escassos os estudos de caso aplicados à realidade do canteiro de obras brasileiro, bem como iniciativas formais de normatização ou inserção do tema em políticas educacionais e regulatórias da área de engenharia civil. Dessa forma, espera-se que este trabalho contribua para ampliar o debate sobre a aplicabilidade de abordagens interdisciplinares na engenharia civil e sirva como ponto de partida para novas pesquisas que avaliem a implementação da Engenharia de Requisitos em obras reais, sua aceitação entre profissionais do setor e os impactos concretos em indicadores como custo, prazo, qualidade e segurança.

Conclui-se, portanto, que a Engenharia de Requisitos não deve ser vista como mera adaptação de uma técnica de *software*, mas como uma abordagem que pode redefinir a forma como obras civis são planejadas e conduzidas, proporcionando uma nova cultura de gestão baseada em clareza, alinhamento e previsibilidade. O estudo pode abrir novas formas de pensar engenharia e gestão, agregando novos conhecimentos, porém sem previsibilidade de aplicação prática.

10 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Maria Aparecida Fernandes; BONALDO, Everaldo (Orgs).

Building Information Modeling (BIM): princípios e tendências. Belo

Horizonte: Editora Poisson, 2023. 154 p. Disponível em:

https://www.poisson.com.br/livros/individuais/Building_Information/Building_Information.pdf. Acesso em: 31 abr. 2025.

AMUI, Saulo França. **Requisitos de sistemas**. Rio de Janeiro: SESES, 2015.

Disponível em:

<https://repositorio2.azurewebsites.net/api/objetos/efetuaDownload>.

Acesso em: 31 abr. 2025.

ANDERY, Paulo Roberto Pereira. **Introdução à gestão da qualidade**. Belo

Horizonte: UFMG, 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9050:

Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 17575:

Edificações sustentáveis - Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro, 2021.

BESEN, Maria Carolina. **Modelagem inteligente (BIM) no processo de levantamento de quantitativos para orçamento de um projeto industrial**.

2017. 70 f. Monografia (Engenharia de Infraestrutura) - Centro Tecnológico de Joinville, Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville, 2017. Disponível em :

https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/177123/TCC_MariaCarolinaBesen_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 20 jun. 2025.

BRASIL. Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA).

Resolução nº 218 de 29 de junho de 1973. Discrimina atividades das diferentes modalidades profissionais da Engenharia, Arquitetura e Agronomia. Disponível em:

<https://normativos.confea.org.br/Ementas/Visualizar?id=289> . Acesso em: 18 jun. 2025.

CÂMERA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Fundamentos**

BIM: coletânea implementação do BIM para construtoras e incorporadoras.

Volume 1. Brasília, DF: CBIC, 2016.

CAMPOS, Maria de Souza; MELO, Daiane Aparecida de. **Indicadores de desempenho dos Sistemas de Gestão Ambiental (SGA)**: uma pesquisa teórica. Produção, v. 18, n. 3, set./dez. 2008, p. 540-555. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/prod/a/txwDqJXWPNbKxqRpXsQHW4P/?lang=pt>. Acesso em: 20 jun. 2025.

COSTA, Luciano Rodrigues. **O uso do BIM como ferramenta na gestão da construção civil**. 41 f. 2016. Monografia (Engenharia de Materiais e Construção) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/server/api/core/bitstreams/dfc703d1-d5df-4792-8f53-6084940405c9/content>. Acesso em: 18 jun. 2025.

DUTRA, Bruno Lima. **Análise estratégica da Empresa Lemos e Morais LTDA**: uma abordagem utilizando a Matriz Swot. 29 f. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Administração) - Centro de Ciências Humanas Sociais Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Bananeiras, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/31399/1/TCC%20-%20BRUNO%20DUTRA.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2025.

EASTMAN, Charles et al. **Manual de BIM**: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2014. Disponível em: <https://pdfcoffee.com/manual-bim-chuck-eastman-ed-2014-pdf-free.html> . Acesso em: 10 jun. 2025.

ENGENHARIA E PERFORMANCE. **Gestão de obras de alta performance**. Disponível em: <https://engenhariaeperformance.com/gestaodeobras-br>. Acesso em: 22 jun. 2025.

ENGHOLM JÚNIOR., Hélio. **Engenharia de software na prática**. São Paulo: Novatec, 2010. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/256975506/Engenharia-de-Software-Na-Pratica>. Acesso em: 17 jul. 2025.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2008. 200 p. Disponível em: <https://biblioteca.uniscd.edu.mz> . Acesso em: 19 jun. 2025.

HULL, Elizabeth; JACKSON, Ken; DICK, Jeremy. **Requirements engineering**. 3. ed. London: Springer-Verlag, 2011. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?> Acesso em: 19 jul. 2025.

ISO 19208. **Sistemas de gestão da qualidade** - Diretrizes para a implementação de sistemas de medição de desempenho. 2016. Genebra: International Organization for Standardization, 2016.

LARMAN, Craig. **Utilizando UML e padrões: uma introdução à análise e ao projeto orientados a objetos e ao desenvolvimento iterativo**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2007. 696 p.

Disponível em:

<https://docente.ifrn.edu.br/placidoneto/disciplinas/2014.1/apoo/apoo3-use-case>. Acesso em: 01 abr. 2025.

MACEDO, Geisla. M. ; SAPUNARU, Raquel. **A. Uma breve história da engenharia e seu ensino no Brasil e no mundo: foco Minas Gerais**. REUCP, Petrópolis, v. 10, n. 1, p. 39-52, 2016. Disponível em:

<https://seer.ucp.br/seer/index.php/REVCEC/article/view/594/549>. Acesso em: 01 abr. 2025.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003. 311 p. Disponível em: <https://docente.ifrn.edu.br/olivianeta> . Acesso em: 09 maio 2025.

MARRIEL, João Batista Fernandes. **Roteiro de planejamento e gerenciamento em obras de médio e alto padrão: um estudo de caso**. 96 f. 2023. Monografia (Especialização em Construção Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2023. Disponível em:

<https://repositorio.ufmg.br/server/api/core/bitstreams/16cf0b75-0262-4b5c-937b-82d1e8ab14bd/content>. Acesso em: 09 maio 2025.

NUNES, Sara Hellen de Almeida. **Gerenciamento de obras: estratégias e ferramentas**. 62 f. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Construção de Edifícios) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Monteiro, 2023. Disponível em:

<https://repositorio.ifpb.edu.br/jspui/handle/177683/3345> .<acessado em: 27 mai. 2025>.

OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de. **Planejamento estratégico: conceitos, metodologias e práticas**. 35. ed. São Paulo: Atlas, 2023.

PAZ, William Silva da. **Planejamento estratégico: ferramenta para sucesso na concepção de uma empresa**. 37 f. 2018. Monografia (Especialização em Gestão Estratégica) - Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018. Disponível em:

<https://repositorio.ufmg.br/server/api/core/bitstreams/a6152b4c-c2c2-48d1-ae0c-1bdd810dd541/content> . Acesso em: 16 abr.2025.

PFLEEGER, Shari Lawrence. **Engenharia de software: teoria e prática**. São Paulo: Pearson, 2004. Disponível em:

<https://plataforma.bvirtual.com.br/Leitor/Publicacao/476>. Acesso em: 01 abr.2025.

PIRES, Daniel Lage. **Aplicação de técnicas de controle e planejamento em edificações**. 44 f. 2014. Monografia (Especialização em Construção Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/VRNS-9TNNNW> . Acesso em: 17 jul. 2025.

PRESSMAN, Roger S. **Engenharia de software: uma abordagem profissional**. 7. ed. Porto Alegre: McGraw-Hill, 2011. Disponível em: https://www.academia.edu/42042370/Engenharia_de_Software_Uma_Abordagem_Profissional. Acesso em: 17 jul. 2025.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE - PMI (Editor). Guia do conhecimento em gerenciamento de projetos: Guia PMBOK. 6. ed. 2017. 726 p. Disponível em: https://eadtec.cps.sp.gov.br/midiateca/arquivos/guia_pmbok_6a_edicao.pdf. Acesso em: 17 jul. 2025.

RAMOS, Gustavo Dias. **Determinação das características da geoinformação na interação do usuário em um sistema para cálculo da contribuição de melhoria**.

96 f. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/xmlui/handle/1884/43669.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2025.

REINEHR, Sheila. **Engenharia de requisitos**. Porto Alegre: SAGAH, 2020. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/books/9786556900674> . Acesso em: 02 abr. 2025.

SABINO, Jéssica Breder. **Projetos de gestão na construção civil: análise crítica**. 52 f. 2016. Monografia (Especialização em Construção Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/server/api/core/bitstreams/7f7c8471-9ffe-4763-93b2-94785f1ad6c2/content>. Acesso em: 16 abr. 2025.

SANTOS, Marcos Igor da Costa; SANTOS, Maria Luiza da Costa. A importância dos sistemas de controle gerencial na formação de estratégias: um estudo em empresas do setor de construção civil de João Pessoa. **Revista GeSec**, São Paulo, v. 13, n. 3, p. 1218-1240, set./dez. 2022. Disponível em: <https://ojs.revistagesec.org.br/secretariado/article/view/1397>. Acesso em: 15 jul. 2025.

SILVA, Calebe Campos et al. **Gestão integrada da administração, finanças e planejamento nas etapas de projetos de construção civil**. Revista DELOS, Curitiba, v. 17, n. 61, p. 1-12, 2024. Disponível em: <https://ojs.revistadelos.com/ojs/index.php/delos/article/view/2911>. Acesso em: 18 jul. 2025.

SILVA, Daniel da. **Desenvolvimento de uma rede social na área de reparos residenciais**. 70 f. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência da Computação) - Departamento Acadêmico de Informática, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2016. Disponível em: https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/15933/2/PG_COCIC_2016_2_06.pdf . Acesso em: 24 maio 2025.

SILVA, D.A. H. **Adoção do BIM e a sua integração com processos de planejamento na construção civil**. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2020.

SILVA, Jéssica Karine da. **A importância do gerenciamento da comunicação em projetos**. 18 f. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (MBA em Gestão Estratégica de Projetos) - Centro Universitário UNA, Belo Horizonte, 2015. Disponível em: <https://pmkb.com.br/uploads/23733/a-importancia-do-gerenciamento-da-comunicacao-em-projetos.pdf> . Acesso em: 23 maio 2025.

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de software**. 8. ed. São Paulo: Ed.Pearson , 2007. 568 p. Disponível em: <https://www.bvirtual.com.br/NossoAcervo/Publicacao/276>. Acesso em: 31 abr. 2025.

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de software**. 9. ed. São Paulo: Ed.Pearson , 2011. 548 p. Disponível em: <https://www.bvirtual.com.br/NossoAcervo/Publicacao/2613>. Acesso em: 02 maio 2025.

STIEHL, Diego. **Aplicação da engenharia de requisitos no estudo experimental de um sistema de gerência de eventos**. 144 f. 2011. Monografia (Especialização em Engenharia de Software), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2011. Disponível em: https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/23524/2/MD_ENGESS_I_2012_08.pdf. Acesso em: 29 abr. 2025.