ENTAC 2024
XX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Maceió, Brasil, 9 a 11 de outubro de 2024

Gestão de requisitos em projetos rodoviários: estudo de caso

Requirements management in road projects: case study

Flavio Henrique Coelho dos Santos
Universidade Federal de Minas Gerais| Belo Horizonte | Brasil | flavioh.enriquecsantos@gmail.com
Paulo Roberto Pereira Andery
Universidade Federal de Minas Gerais| Belo Horizonte| Brasil | pandery@ufmg.br

Resumo

Os projetos de infraestrutura, especificamente os de rodovias, apresentam complexidade crescente, que seja por demandas da sociedade, quer seja por requisitos normativos ou regulatórios, exigindo soluções que levem em conta aspectos ambientais e os impactos sociais dos projetos. Torna-se importante identificar as diversas partes interessadas e suas necessidades. Nesse contexto, o presente trabalho aborda o tema da gestão de requisitos para o desenvolvimento de projetos rodoviários. O trabalho buscou, por meio de estudo de caso, compreender como é feita a gestão de requisitos em projetos rodoviários no âmbito de uma instituição pública, em especial analisando como os requisitos são identificados, classificados e priorizados. Como fontes de evidências foram realizadas entrevistas com profissionais envolvidos com o desenvolvimento de projetos, bem como considerados múltiplos documentos de projeto. A partir da análise de processos de gestão de requisitos, e tendo em vista o referencial teórico levantado em revisão sistemática da literatura, foram definidas diretrizes para a melhoria do processo de gestão de requisitos.

Palavras-chave: Gestão de requisitos. Projetos rodoviários. Gestão do processo de projeto de rodovias.

Abstract

Infrastructure projects, specifically those related to highways, exhibit increasing complexity driven by societal demands, normative or regulatory requirements, necessitating solutions that consider environmental aspects and the social impacts of the projects. It becomes important to identify the various stakeholders and their needs. In this context, this paper addresses the topic of requirements management for the development of road projects. Through a case study, the paper sought to understand how requirements are managed in road projects within the scope of a public institution, particularly analyzing how requirements are identified, classified, and prioritized. Sources of evidence included interviews with professionals involved in project development, as well as multiple project documents. Based on the analysis of requirements management processes, and considering the theoretical framework identified in a systematic literature review, guidelines for improving the requirements management process were defined.

Keywords: Requisites management. Roads projects. Design management of roads projects.

Como citar:
Santos, F.H.C.; Andery, P.R.P . Gestão de requisitos em projetos rodoviários: estudo de caso. ENTAC2024. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais**... Maceió: ANTAC, 2024.

INTRODUÇÃO

Os projetos de infraestrutura têm se tornado cada vez mais complexos devido ao número de partes envolvidas, quantidade e complexidade das informações, tornando-se necessário o desenvolvimento de tecnologia e processos que possibilitem sua concepção e execução. Os custos de projetos de infraestrutura são elevados, com grandes investimentos sendo despendidos, envolvendo riscos de diversas naturezas.

No âmbito dos projetos de infraestrutura, estão inseridos os projetos de rodovias, que possuem como característica, em sua grande maioria, o envolvimento de diversas localidades, visto que tanto para aspectos de mobilidade quanto de acessibilidade, precisam interligar as malhas viárias urbanas. Assim, diversos clientes e stakeholders possuem variados interesses que precisam ser traduzidos em informações claras para o desenvolvimento do projeto das rodovias.

Diante deste cenário de múltiplos interesses sociais, somam-se os aspectos normativos de desempenho técnico dos projetos rodoviários, como por exemplo as normas técnicas específicas para projetos geométricos, sinalização horizontal e vertical, estruturas, geotecnia, normas de desempenho brasileiras e internacionais, dentre outras que regulamentam e fundamentam a elaboração dos projetos.

Nesse contexto, o objetivo geral deste trabalho foi identificar como são obtidos, organizados e disponibilizados os requisitos de projetos de rodovias, como entrada para o processo de projeto. A partir desse diagnóstico, algumas diretrizes gerais para a gestão de requisitos foram esboçadas, e serão objeto de outro trabalho.

Segundo [1], requisitos são funcionalidades que um produto ou serviço deve incorporar para atender às demandas ou atingir os objetivos das partes envolvidas em um projeto e cuja gestão e cumprimento são essenciais para o sucesso do projeto.

Em termos de processo, a gestão de requisitos possui quatro fases. A primeira fase é a de obtenção de requisitos, onde são organizadas as informações para entender o que se espera do projeto [1], [2]. Nesse sentido, é particularmente relevante assumir procedimentos para elaboração de programas de necessidades [3], [4], [5], [6]. Já na segunda fase do processo de gestão de requisitos, eles são priorizados, envolvendo a avaliação, organização e negociação dos mesmos [6].Posteriormente, na terceira fase são feitas conversões dos requisitos em especificações de projeto. Por fim, a quarta e última fase é a de validação, onde o objetivo é testar os requisitos durante o desenvolvimento do projeto.

Para a identificação das fases do processo de projeto, pode ser uma referência o trabalho de [7], no qual as fases de desenvolvimento de um projeto rodoviário são a de planejamento, anteprojeto, projeto básico e projeto executivo. O autor também pondera que estas fases envolvem itens como o levantamento de demandas, estudos de soluções técnicas, econômicos, geológicos, geotécnicos, ambientais com suas respectivas análises. Observa-se assim, a existência de stakeholders e múltiplas disciplinas de projeto durante as fases de projeto, tornando-se importante a utilização dos conceitos de gestão de requisitos.

2 MÉTODO: DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO DE CASO

Esta pesquisa utilizou o método de estudo de caso, visando o emprego de ferramentas qualitativas para melhor entendimento do processo de definição de requisitos para projetos rodoviários, ou seja, como realizar a obtenção, organização e disponibilização dos requisitos de projetos de rodovias, face à grande complexidade e importância desta modalidade de projeto de infraestrutura, bem como a escassez de estudos realizados aplicados nesta área.

O segundo passo para a etapa foi a revisão da bibliográfica para a compreensão do tema, que consistiu na busca por conhecimento teórico sobre a gestão de requisitos e a elaboração de briefing de projetos de construção civil. A terceira fase foi a elaboração de um protocolo para a realização de estudo de caso na instituição, envolvendo a definição de fontes de evidências, a caracterização e alinhamento institucional com os objetivos da pesquisa, a preparação e análise de entrevistas e análise de documentos.

2.1 REVISÃO DA LITERATURA

Nesta fase, inicialmente realizou-se uma revisão bibliográfica sistemática com dois eixos temáticos: gestão de requisitos e briefing em projetos de construção civil.

Visando construir um referencial teórico para a compreensão dos temas relacionados à pesquisa, fez-se uma revisão bibliográfica sistemática.

Visando melhor foco nos temas pesquisados, o plano de revisão bibliográfica foi dividido em Revisão Sistemática e Revisão Básica. O plano de revisão da literatura constou os seguintes itens: i) definição do processo de revisão bibliográfica a ser seguido com suas etapas, ii) definição dos temas centrais da pesquisa a serem buscados e iii) definição de indicadores.

No item de definição do processo de revisão bibliográfica, teve-se o objetivo de desenvolver as etapas que seriam feitas na busca dos trabalhos científicos, a saber: a) Seleção de bases de pesquisa, b) Definição de palavras-chave conforme tema, c) busca e seleção de trabalhos científicos e d) bibliometria.

2.1 REVISÃO DA LITERATURA

Seleção de bases de pesquisa, b) Definição de palavras-chave conforme tema, c) busca e seleção de trabalhos científicos e d) bibliometria. A análise bibliométrica detalhada encontra-se em [8].

2.2 DEFINIÇÃO DAS FONTES DE EVIDÊNCIAS

Os critérios utilizados para a seleção da instituição objeto do estudo de caso foram: a) desenvolver projetos de rodovias em todas as suas etapas, incluindo a definição de requisitos; b) ter os processos documentados; c) disponibilidade de dados.

O protocolo de estudo de caso incluiu a definição as fontes de evidências, resumidamente apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Fontes de evidências para o estudo de caso

Conhecimento (fontes de dados)	Instrumento	Área de conhecimento
Entrevistas (E)	Entrevista 1 Entrevista 2 Entrevista 3 Entrevista 4 Entrevista 5 Entrevista 6 Entrevista 7	E1 – Vice Diretoria E2 - Assessoria de Gestão E3 - Projetos - Desapropriação E4 - Projetos - Ambiental E5 - Construção e Manutenção E6 - Concessões Rodoviárias E7 - Operação
Reuniões (R)	Reunião 1	R1 – Kick off com diretoria
Documentos (D)	Manual de estudos de Tráfego, Capacidade e NS Manual de estudos de Segurança de Trânsito Manual de estudos e levantamentos topográficos Manual de estudos Geológicos e Geotécnicos Manual de estudos e Projeto de Meio Ambiente Manual de projeto geométrico e de terraplanagem Manual de projeto de drenagem Manual de projetos de Pavimentação Manual de sinalização e segurança viária Manual de projeto de desapropriação Manual de projeto de Obras de arte especiais Site da instituição	

Fonte: os autores (2023).

Em contato com a liderança da instituição, foram definidos os profissionais a serem entrevistados, conforme questionário pré-definido. As entrevistas foram realizadas presencialmente e via online, com profissionais experientes em projetos rodoviários.

2.3 REALIZAÇÃO DAS ENTREVISTAS

As entrevistas foram realizadas utilizando roteiro pré-definido, respeitando as áreas de conhecimento do entrevistado, duração, objetivos e saídas esperadas para as entrevistas.

As perguntas foram divididas em três grupos. O primeiro grupo se referia aos stakeholders de um projeto rodoviário. O segundo grupo de perguntas buscou conhecer os requisitos gerais de um projeto rodoviário, considerando a totalidade do empreendimento. Por fim, o terceiro grupo de perguntas teve o intuito de explorar requisitos específicos da área de atuação de cada entrevistado. Sendo assim, a análise das entrevistas buscou seguir esta ordem, consolidando o conhecimento de todos os entrevistados para cada grupo de perguntas.

2.4 ANÁLISE DE DOCUMENTOS

A seleção de análise de documentos foi resultado da recomendação das entrevistas. Os documentos analisados foram os manuais de projeto da instituição, nos quais contém o processo de projeto adotado, assim como os dados e informações a serem levantadas na fase de estudos prévios à elaboração do projeto rodoviário.

3 ESTUDO DE CASO

Com relação à gestão de requisitos de entrada de projetos, algumas considerações podem ser sinteticamente apresentadas.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA INSTITUIÇÃO

Foi estudada uma instituição de Minas Gerais com experiência no desenvolvimento de projetos rodoviários, assim como na construção e operação de empreendimentos de construção civil desta natureza.

A instituição, localizada no município de Belo Horizonte, tem histórico de atuação em projetos rodoviários de grande porte. Tem 76 anos de existência, apresentando profissionais com grande experiência em projetos rodoviários. Suas atividades visam assegurar soluções adequadas de transporte rodoviário de pessoas e bens, planejamento, projeto, coordenação e execução de obras de engenharia, envolvendo áreas responsáveis pelo desenvolvimento de projetos rodoviários, como: projetos de engenharia, execução de obras rodoviárias, operação e manutenção rodoviária, constituindo também um portfólio de projetos rodoviários em todo o estado de Minas Gerais.

3.2 PROCEDIMENTO PARA ELABORAÇÃO DE ESTUDOS E PROJETOS DE ENGENHARIA RODOVIÁRIA NA INSTITUIÇÃO

Foi estudada uma instituição de Minas Gerais com experiência no desenvolvimento de projetos rodoviários, assim como na construção e operação de empreendimentos de construção civil desta natureza.

A instituição dispõe de manuais técnicos que visam à uniformização dos procedimentos na execução de estudos e projetos de engenharia rodoviária. Estes configuram-se como importante ferramenta de trabalho para acompanhamento dos serviços contratados ou elaborados pela instituição. Os manuais abrangem os procedimentos a serem observados em cada fase do estudo ou projeto.

Buscando compreender os aspectos inerentes à gestão de requisitos na instituição, especificamente a obtenção dos requisitos, fez-se a análise do procedimento de elaboração de estudos e projetos de engenharia rodoviária da instituição. Os manuais de projeto disponíveis na instituição estão indicados na tabela 2.

Tabela 2 – Fontes de evidências para o estudo de caso

Item	Nome
Volume I	Estudos de Tráfego, Capacidade e Níveis de Serviço
Volume II	Estudos de Segurança de Trânsito
Volume III	Estudos e Levantamentos Topográficos
Volume IV	Estudos Geológicos e Geotécnicos
Volume V	Estudos e Projeto de Meio-Ambiente
Volume VI	Projeto Geométrico e de Terraplenagem
Volume VII	Projeto de Drenagem
Volume VIII	Projeto de Pavimentação
Volume IX	Projeto de Sinalização e Segurança Viária
Volume X	Projeto de Desapropriação
Volume XI	Projeto de Obras de Arte Especiais

Fonte: Instituição base para a pesquisa (2022).

Conforme observado nas entrevistas e descrito nos manuais de projeto, o procedimento de elaboração de estudos e projetos de engenharia rodoviária é composto de cinco fases: definição do empreendimento, diagnóstico e concepção, minuta do projeto, projeto executivo e contato com executores.

Na fase de identificação do empreendimento rodoviário, tem-se o surgimento de demanda por transporte, podendo esta ser requisitada por diferentes partes interessadas.

Já na fase de diagnóstico e concepção, após a emissão da ordem de serviço de contratação do projeto, a instituição, por meio do seu coordenador do projeto a ser desenvolvido, convoca a empresa projetista para uma reunião inicial, na qual são disponibilizados os dados disponíveis para o trecho em estudo e informando o que se espera no desenvolvimento do objeto contratual.

Em sequência na fase de minuta do projeto, desenvolve-se a Minuta do projeto sobre as soluções escolhidas e aprovadas na fase de diagnóstico e concepção do projeto, em conformidade com os termos de referência do edital e das instruções da contratante e os produtos obtidos são um Relatório do Projeto e Documentos para Concorrência contendo textos descritivos e justificativos do projeto elaborado, Projeto de Execução, Estudos Geotécnicos, Notas de Serviço e Cálculo de Volume e Seções Transversais Gabaritadas.

Na fase de projeto executivo, com base nas soluções aprovadas na minuta do contrato, a contratada apresenta o Projeto de Execução para análise da instituição contratante contendo as soluções propostas, memória de cálculo, o quadro de quantidade e o orçamento final. Por fim, na fase de contato com executores deve ser realizada uma exposição do projeto para as empresas interessadas em realizar a obra, contando com

a participação dos coordenadores de projeto da contratada e do contratante, assim como do representante da Diretoria responsável pela contratação da obra.

3.3 ANÁLISE DA INSTITUIÇÃO FRENTE À GESTÃO DE REQUISITOS

3.3.1 FASE DE DEFINIÇÃO DO EMPREENDIMENTO: ANÁLISE FRENTE A GESTÃO DE REQUISITOS

Foram identificadas dificuldades nesta fase do projeto em relação à gestão de requisitos. Primeiramente não se observou a existência de ferramenta de gestão formal que defina claramente os clientes e registro dos requisitos.

Pondera-se que estes itens são realizados de maneira informal, não significando completa inexistência. Outra dificuldade identificada nesta fase de projeto, foi a não observância de dedicação de tempo, por parte das equipes de projeto, com a coleta, organização e verificação dos requisitos de projeto, inexistindo procedimentos para isso. Constatou-se por meio da análise de documentos que a realização da coleta de requisitos pode ser feita por meio de reuniões e contatos informais, não havendo de maneira sistemática na instituição, a organização e o uso de workshops estruturados para entender as demandas dos clientes.

3.3.2 FASE DE DIAGNÓSTICO E CONCEPÇÃO

Inicialmente não se observou estruturação clara das necessidades do projeto, que pudesse indicar possibilidade de rastreabilidade dos requisitos. Outro ponto registrado, é que não há indicativo de tempo dedicado na organização e verificação dos requisitos de maneira estruturada, visando obter o acompanhamento dos requisitos. Não se identificou ferramenta que demonstre as necessidades dos clientes, transformando-as em requisitos

3.3.3 FASE DE MINUTA DO PROJETO: ANÁLISE FRENTE À GESTÃO DE REQUISITOS

Nesta fase se desenvolve a minuta do projeto, baseada nas soluções definidas no diagnóstico. Incrementa-se nesta fase as análises dos custos dos serviços, utilizando metodologia especificada pelo cliente. Assim, o cliente consegue comparar os custos com seus requisitos econômicos. Também nesta fase tem-se o incremento de uma visita técnica com a aplicação de um check-list padrão para verificar o atendimento das necessidades de projeto pela contratada. Neste são relacionados itens a serem conferidos pela equipe contratante na elaboração dos projetos pela contratada.

3.3.4 FASE DE PROJETO DE EXECUÇÃO: ANÁLISE FRENTE À GESTÃO DE REQUISITOS

Uma vez aprovada a minuta do projeto, a contratada apresenta o projeto detalhado. O projeto de execução deve conter o conjunto de elementos necessários e suficientes à execução completa da obra, mas ainda havendo espaço para ajustes de itens desejados pelo cliente, conforme mencionado no procedimento.

Esta característica expressa a natureza contínua da construção do projeto, que passa pela verificação e revisão dos requisitos ora não atendidos, ora pretendidos de mudança pelo cliente. Observam-se algumas lacunas de gestão de requisitos, como a ausência de ferramentas para registro, categorização e rastreamento de requisitos dos clientes

Á luz do exposto no procedimento de elaboração de estudos e projetos da instituição e nas entrevistas, pôde-se verificar que o processo de projeto está bem definido na instituição, no entanto, em relação à gestão de requisitos, foram observadas dificuldades e lacunas de conhecimento, como a não existência de ferramenta formal para a definição de requisitos, falta de dedicação de tempo das equipes para reunir e organizar os requisitos, a ausência de definição clara dos requisitos por partes dos clientes e a não observância de ferramentas que estruture as necessidades dos clientes.

Diante das dificuldades encontradas, foram propostos diretrizes e ferramentas de gestão com o objetivo de promover a melhoria do processo de gestão de requisitos, contribuindo para o processo de projeto. As diretrizes propostas foram: Indicação das macro fases do empreendimento, Indicação das fases do processo de projeto, identificação dos estudos, obtenção de stakeholders, obtenção de necessidades, obtenção de requisitos, classificação dos requisitos e brief do projeto rodoviário. A proposta não pretendeu ser uma solução fechada e definitiva, mas sim o produto de uma reflexão sobre possiblidades de melhoria em função dos problemas encontrados. A validade dessas diretrizes dependerá da possibilidade de serem implementadas e avaliadas.

4 CONCLUSÃO

Destacam-se os limites deste trabalho, tratando-se de um estudo exploratório, tendo um único órgão como objeto dos estudos, sendo que os achados não podem ser generalizados, considerando também somente rodovias a serem implantadas, não envolvendo projetos de concessões. O estudo de caso possibilitou entender o processo de gestão de requisitos em projetos rodoviários, por meio da realização de entrevistas com profissionais e análise de documentos na instituição.

Pôde-se estudar procedimentos de elaboração de projetos rodoviários, com seus grupos de disciplinas de projeto específicos e analisar a gestão de requisitos, assim como pela realização de entrevistas com profissionais gestores de rodovias. Evidencia-se como pontos principais do estudo de caso a compreensão do processo de trabalho no desenvolvimento de projetos rodoviários, de maneira “macro”, o que possibilitou verificar a existência de aspectos que evidenciam a prática de gestão de requisitos quando comparados com a revisão bibliográfica, assim como dificuldades e lacunas de realização da gestão de requisitos ao longo do desenvolvimento do projeto, considerando os documentos analisados e entrevistas realizadas.

Este trabalho contribui para a gestão de requisitos uma vez que proporcionou o entendimento do processo de gestão de requisitos em projetos de rodovias, tema pouco encontrado na revisão bibliográfica. A partir das lacunas encontradas foram propostas diretrizes para a gestão de requisitos em projetos rodoviários, seguidas de ferramentas de gestão, estas relacionadas com conceitos recomendados em termos de gestão de requisitos pela literatura.

REFERÊNCIAS

[1] PEGORARO, C. ; PAULA, I. Requirements processing for building design: a systematic review. **Production,** n. 27, 2017. DOI https://doi.org/10.1590/0103-6513.212116

[2] PEGORARO, C. **Diretrizes para a Gestão de requisitos no processo de projeto de ambientais construídos: um estudo de caso com enfoque nos requisitos ambientais.** 2010. 150f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

[3] SCHEN, G; CHUNG, G. A critical investigation of the briefing process in Hong Kong construction industry. **Facilities,** nov. 2006. DOI: 10.1108/02632770610705284

[4] COLLINGE, W. Client requirement representations and transformations in construction project design. **Journal of Engineering Design and Technology,** n. 15, mar 2017. DOI:10.1108/JEDT-03-2016-0022

[5] MAHAT, N. A. A.; ADNAN, H. The influence of client brief and change order in construction project. **Earth and Environment Science**, vol. 117, 2028. DOI10.1088/1755-1315/117/1/012009.

[6] MIRON, Luciana Inês Gomes. **Proposta de diretrizes para o gerenciamento dos requisitos do cliente em empreendimentos da construção**. 2002. 150f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

[7] ANTAS, Paulo Mendes. **Estradas: Projeto Geométrico e de Terraplanagem**. Rio de Janeiro: Interciência, 2010.

[8] SANTOS, F. **Gestão de Requisitos em Projetos Rodoviários: estudo de caso.** 2023. 114 p. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, 2023.