

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

ÂNDREA PEZ DE OLIVEIRA

**MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR PARA GERENCIAMENTO DE PROJETOS
DE INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA**

CURITIBA

2025

ÂNDREA PEZ DE OLIVEIRA

**MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR PARA GERENCIAMENTO DE PROJETOS
DE INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA**

Value Stream Mapping for Highway Infrastructure Project Management

Trabalho de curso de especialização apresentada como requisito para obtenção do título de Especialista em Gerenciamento de Obras da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Orientador(a): Prof. Dr. Carlos Alberto da Costa.

CURITIBA

2025



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

ÂNDREA PEZ DE OLIVEIRA

**MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR PARA GERENCIAMENTO DE PROJETOS
DE INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização
apresentado como requisito para obtenção do título de
Especialista em Gerenciamento de Obras da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR).

Data de aprovação: 04/julho/2025

Carlos Alberto da Costa (orientador)
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Adalberto Matoski
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Rodrigo Eduardo Catai
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

CURITIBA

2025

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo analisar a aplicação do Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) na gestão de projetos de infraestrutura rodoviária. A pesquisa foi conduzida como um estudo de caso baseado na experiência profissional da autora, utilizando documentos técnicos como fonte de dados, incluindo o fluxograma atual do processo e o histórico de interação com o cliente. A metodologia adotada permitiu mapear o fluxo atual de desenvolvimento do projeto, identificar gargalos, retrabalhos e etapas que não agregam valor, e propor um novo fluxo alinhado aos princípios do Lean Thinking. O estudo evidenciou a dependência entre as disciplinas de Topografia e Geometria, fundamentais para o andamento das demais etapas do projeto. Um dos principais problemas identificados foi a instabilidade no projeto de Geometria, que resultava em revisões frequentes e impactos em cadeia. Como proposta de melhoria, foi sugerida a implementação do Relatório de Análise Técnica (RAT), ferramenta responsável por formalizar premissas, registrar comentários do cliente e padronizar o processo de validação técnica. Os resultados indicaram ganhos em rastreabilidade, previsibilidade e redução de retrabalho. A aplicação do MFV mostrou-se eficiente como ferramenta de diagnóstico e melhoria da gestão de projetos, contribuindo para a padronização de processos, melhor uso de recursos e maior clareza nas etapas técnicas. Recomenda-se a aplicação da metodologia proposta com dados quantitativos, para avaliação dos ganhos efetivos e possibilidade de replicação em outros contextos da construção civil.

Palavras-chave: mapeamento de fluxo de valor; Lean Thinking; gestão de projetos; infraestrutura rodoviária; retrabalho.

ABSTRACT

This study aims to analyze the application of Value Stream Mapping (VSM) in the management of highway infrastructure projects. The research was conducted as a case study based on the author's professional experience, using technical documents as data sources, including the current process flowchart and the project's client interaction history. The methodology enabled the mapping of the current development flow, identification of bottlenecks, rework, and non-value-adding activities, and the proposal of a new workflow aligned with Lean Thinking principles. The study highlighted the dependence on the Topography and Geometry disciplines, which serve as the foundation for subsequent project phases. One of the main issues identified was the instability of the Geometry project, which led to frequent revisions and cascading impacts. As a solution, the implementation of the Technical Analysis Report (RAT) was proposed, a tool designed to formalize technical assumptions, record client feedback, and standardize the validation process. The results demonstrated improvements in traceability, predictability, and reduction of rework. VSM proved to be an effective tool for diagnosing and improving project management, contributing to process standardization, better resource utilization, and greater clarity in technical validation stages. It is recommended that the proposed methodology be applied to real projects, with quantitative data, to evaluate the actual gains and potential for replication in other construction industry contexts.

Keywords: value stream mapping; Lean Thinking; project management; highway infrastructure; rework.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fluxo atual para desenvolvimento de projetos	23
Figura 2 - Fluxo proposto	28

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANTT	Agência Nacional de Transportes Terrestres
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
MFV	Mapeamento de Fluxo de Valor
PMI	Project Management Institute
RAT	Relatório de Análise Técnica
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micros e Pequenas Empresas
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	Problema de Pesquisa	12
1.2	Objetivos	12
1.2.1	Objetivo geral	12
1.2.2	Objetivo específico	12
1.3	Justificativas.....	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1	Lean Production – Produção Enxuta.....	14
2.2	Lean Thinking – Pensamento Enxuto.....	14
2.3	Lean Construction.....	15
2.4	Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV).....	16
2.5	Gestão de projetos na construção civil.....	18
2.6	Regulamentação da construção de rodovias no Brasil	19
3	MÉTODO DE PESQUISA	20
4	ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS	22
4.1	Análise do fluxo e desafios para sua execução eficiente	22
4.2	Propostas de melhoria (com base no MFV)	26
4.3	Aplicação do MFV na gestão de projetos rodoviários	26
4.4	Discussão dos resultados	30
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
	REFERÊNCIAS.....	32
	APÊNDICE A - Relatório de Análise Técnica (RAT).....	35

1 INTRODUÇÃO

Esta seção apresenta o contexto em que se insere o problema de pesquisa, os objetivos e a justificativa para a realização deste estudo. O intuito é situar o leitor quanto à relevância do tema, os desafios enfrentados na área de projetos de infraestrutura rodoviária e a contribuição esperada com a aplicação da ferramenta de Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) no processo de gestão.

A construção civil é um campo do conhecimento técnico e prático que acompanha a evolução das sociedades humanas, sendo responsável por proporcionar condições adequadas de habitação, mobilidade e infraestrutura. Trata-se de um saber que permite ao ser humano se instalar de maneira segura e funcional nos mais diversos cenários do globo terrestre, dos centros urbanos densos às regiões mais remotas.

Além disso, é um dos setores mais relevantes para a economia brasileira, sendo responsável pela geração de empregos, movimentação de cadeias produtivas e execução de obras que impactam diretamente o cotidiano da população. No âmbito das obras de infraestrutura, os projetos rodoviários representam uma parcela significativa dos investimentos públicos e privados, sendo estratégicos para o desenvolvimento logístico e socioeconômico do país.

Apesar da sua importância, a elaboração de projetos de infraestrutura rodoviária ainda enfrenta desafios relacionados à gestão de processos, prazos de entrega, integração entre disciplinas técnicas e retrabalhos decorrentes de falhas de comunicação ou mudanças de escopo. A complexidade inerente à elaboração desses projetos exige maior rigor na organização dos fluxos de trabalho, principalmente em ambientes onde há múltiplos profissionais e equipes envolvidas em diferentes especialidades.

No Brasil, os investimentos em infraestrutura viária apresentaram um crescimento expressivo a partir de 2023, representando uma retomada significativa no setor. Em 2022, os aportes públicos voltados para o modal rodoviário somaram aproximadamente R\$ 6,4 bilhões, valor considerado baixo diante das necessidades do país e das décadas anteriores. No entanto, em 2023, observou-se uma recuperação relevante: os investimentos públicos em infraestrutura de transportes alcançaram R\$ 13,7 bilhões, dos quais cerca de R\$ 12,7 bilhões foram destinados exclusivamente ao setor rodoviário, representando um aumento de quase 100% em

relação ao ano anterior. Esses dados constam no Anuário Estatístico de Transportes, publicado pelo Governo Brasileiro em agosto de 2024, e refletem um esforço de retomada da capacidade estatal de investimento em infraestrutura viária (BRASIL, 2024). Além disso, segundo reportagem da Agência do Governo por meio do DNIT, entre janeiro de 2023 e outubro de 2024, foram investidos mais de R\$ 26 bilhões em manutenção, conservação e construção das estradas federais. Como resultado, em outubro de 2024, 75,1% da malha rodoviária federal foi classificada como “boas”, indicando uma melhora histórica na qualidade das vias.

No Brasil, os investimentos em infraestrutura viária foram retomados, segundo reportagem no portal do Governo Brasileiro, entre os meses de janeiro de 2023 e outubro de 2024 mais de 26 bilhões de reais foram destinados para manutenção, conservação e construção das estradas do país e em outubro de 2024 33% das vias foram classificadas como “boas” (BRASIL, 2024). Em 2024, o Brasil possuía 65,8 mil quilômetros de rodovias federais pavimentadas e, apenas, 20% eram explorados pelo setor privado (14,1 mil km) através dos 26 contratos de concessão. Para o ano de 2025, o Brasil realizará 15 leilões para concessão de rodovias e um de ferrovia, sendo mais de 8,4 mil quilômetros de estradas contempladas (BRASIL, 2025).

O setor de infraestrutura rodoviária brasileira tem impacto significativo na economia visto que, em 2023, gerou aproximadamente 55,8 mil empregos diretos e indiretos em todo o país, segundo o site Melhores Rodovias do Brasil, 2024.

Os dados apresentados indicam a relevância da infraestrutura rodoviária para a economia, criação de empregos, geração de renda, arrecadação pública e acesso social. Projetos bem executados impactam diretamente na produtividade, segurança, eficiência logística e o bem-estar da população.

Ainda que as rodovias sejam responsáveis por 62% das cargas no território nacional e seja um setor de extrema importância para o país, existem problemas críticos no contexto do setor, sendo: investimentos insuficientes, qualidade precária da malha, desperdício econômico, acidentes, poluição e exclusão social devido à restrição de mobilidade (BRASIL, 2024).

A cadeia da construção civil é robusta, abrange uma série de segmentos em seu ecossistema, é extremamente relevante para a economia e a geração de empregos e riqueza no país. Deloitte (2022) identifica cinco setores prioritários relacionados à cadeia de construção civil: obras de engenharia de infraestrutura,

construção de edifícios, serviços de engenharia de infraestrutura, fornecedores de insumos para construção e indústria de base. E cada um desses setores é subdividido em segmentos.

Observa-se que a indústria da construção enfrenta grandes desafios relacionados a produtividade, otimização de processos, abordagens integrativas utilizando melhor as aplicações de metodologias e tecnologia disponíveis (Delloite, 2022).

Um dos métodos que podem ser aplicados para o aumento da produtividade e otimização dos processos é o Lean Thinking ou Pensamento Enxuto. Segundo Womack e Jones (2004), o Pensamento Enxuto é uma filosofia de gestão que visa identificar e eliminar desperdícios, concentrando esforços nas atividades que efetivamente agregam valor ao cliente. Assim, a metodologia pode tornar os processos ágeis, eficientes e reduz desperdícios, fazendo com que as empresas se tornem enxutas e valorizem seus recursos (SIENGE, 2023). Uma das metodologias ligadas a filosofia Lean é o Mapeamento de Fluxo de Valor.

O desenvolvimento completo de um projeto de rodovia depende das disciplinas que envolvidas na elaboração completa de um projeto. A saber: Topografia, Geometria, Terraplenagem, Drenagem, Sinalização, Iluminação, Obras de Artes Especial, Interferências, Paisagismo, Obras Complementares, Pavimentação, Geotecnia, Contenções, Passarela, Desapropriação e Desvio de Tráfego. Os projetos também são divididos pela maturidade e podem ser divididos em: estudos funcionais ou estudos de alternativas, anteprojeto e projeto executivo. Para as maturidades anteprojeto e executivo é necessária a elaboração de um projeto para cada uma das disciplinas informadas anteriormente.

O desenvolvimento do projeto inicia pelo levantamento do estado atual da rodovia, do relevo, montanhas, pistas e tudo que há no entorno para isso é necessário a mobilização de campo para levantamento da Topografia e processamento do material levantado. Ao finalizar a Topografia, a segunda etapa, e a mais importante, é a elaboração do Projeto de Geometria, projeto este que será base para os desenvolvimentos de todas as outras disciplinas. É importante que o projeto de topografia tenha um levantamento eficaz e breve, pois caso o desenvolvimento seja demasiado, o levantamento pode estar defasado de informação e não sirva mais,

sendo necessário o recálculo da rota. Portanto, é importante que a elaboração completa dos projetos seja agilizada.

1.1 Problema de Pesquisa

O mapeamento de fluxo de valor (MFV) é uma ferramenta da filosofia Lean que permite visualizar todas as etapas envolvidas em um processo, identificando onde há desperdícios gargalos e oportunidades de melhoria. Ao mapear o fluxo de informações e atividades, o MFV ajuda a tornar os processos mais eficientes, integrados e orientados à geração de valor.

Diante do contexto seria o mapeamento de fluxo de valor uma ferramenta suficiente e eficaz para revelar as falhas e gargalos ao mesmo tempo que faz notar possíveis melhorias no processo de projetar obras de infraestrutura rodoviária?

1.2 Objetivos

Os objetivos deste estudo foram divididos entre objetivo geral e objetivo específico.

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste estudo consistiu em analisar a aplicação do Mapa de Fluxo de Valor no processo de elaboração de projetos de infraestrutura rodoviária, visando à identificação de desperdícios e à proposição de melhorias.

1.2.2 Objetivo específico

Para obtenção do resultado deste trabalho também foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- mapear o fluxo atual da atividade de desenvolvimento de projeto de infraestrutura rodoviária;
- propor um novo fluxo.

1.3 Justificativas

Este estudo visa contribuir com a disseminação de conhecimentos relacionado a ferramenta de Mapeamento de Fluxo de Valor implementado pela

metodologia de Lean Thinking, visando a melhoria nos processos de elaboração de projeto de infraestrutura rodoviária.

Diversos estudos destacam o MFV como uma ferramenta estratégica para diagnosticar e otimizar processos complexos. Layeequddin e Khatoon (2017), em um estudo publicado no IJETT, aplicaram o MFV (Mapeamento de Fluxo de Valor) em projetos de infraestrutura e descobriram que cerca de 7 dias de um ciclo de 40 estavam sendo consumidos por atividades sem valor agregado, como atrasos e retrabalhos. Através do mapeamento, eles identificaram e eliminaram essas etapas, propondo um fluxo futuro mais enxuto, resultando em melhorias significativas em tempo de execução e qualidade. Isso demonstra claramente a capacidade do MFV de revelar desperdícios ocultos e orientar propostas de melhoria.

O MFV tem demonstrado ser uma ferramenta eficaz para identificar desperdícios e otimizar processos em obras. No caso de uma construção de subsolos em Lima *et al.* (2021) aplicaram o MFV adaptado ao contexto da construção, resultando na elaboração de três mapas: estado atual, estado atual com melhorias e estado futuro aprimorado. Os resultados mostraram que, mesmo em ambientes com alta variabilidade, o MFV permitiu avaliar e reduzir desperdícios no fluxo de trabalho de maneira clara e visual. Esse estudo evidencia a capacidade do MFV de diagnosticar ineficiências e embasar intervenções eficazes, mesmo em cenários de processos complexos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta a fundamentação teórica sobre os principais conceitos relacionados ao tema do estudo, abordando a gestão de projetos na construção civil, os princípios do Lean Thinking, princípios do Lean Construction e a aplicação do Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) na otimização de processos.

2.1 Lean Production – Produção Enxuta

A filosofia Lean teve origem no Japão, período posterior à Segunda Guerra Mundial. Foi desenvolvida pelo engenheiro Taiichi Ohno, chefe de produção da Toyota, consistia em um sistema de gestão que buscava aumentar a qualidade e reduzir o prazo, levando em consideração o menor custo devido a eliminação de desperdício, denominado Sistema Toyota de Produção (STP) (CI&T, 2021).

O STP tem embasamento em dois pilares: o Just-in-Time, que consiste na administração da produção determinando o momento exato que tudo deve ser produzido, transportado ou comprado; e o Jidoka, que leva em consideração a automação com interface humana, onde é possível interrupção imediata em caso de anomalia (CI&T, 2021).

O termo Lean foi embasado no Sistema Toyota de Produção e considerando as necessidades dos clientes, trouxe aumento de produtividade, qualidade e desenvolvimento de produtos. A partir desta metodologia, foi se adaptando o STP e adequando se as ferramentas conforme o setor em que a metodologia seria aplicada. Em 1990, nos Estados Unidos, um estudo elaborado pelo Massachusetts Institute of Technology (MIT) em uma indústria automobilística mundial criou a denominação de Lean Manufacturing (produção enxuta) (CI&T, 2021).

2.2 Lean Thinking – Pensamento Enxuto

Um dos principais objetivos do Sistema Toyota de Produção ou Pensamento Enxuto é eliminar os desperdícios que não agregam valor ao produto e/ou processo. Em Liker (2005), vemos que os desperdícios podem ser classificados como: estoque, espera, transporte, movimentação, processamento, superprodução e retrabalho.

- Estoque: produção excessiva, ocasionando custo com armazenagem, transporte, manutenção e controle;
- Espera: quando colaboradores e/ou máquinas estão ociosos;

- Transporte: transporte desnecessário;
- Movimentação: movimentação excessiva dos colaboradores durante o processo ou operação;
- Processamento: etapas e atividades desnecessárias para o desenvolvimento do produto;
- Superprodução: produção excessiva sem demanda imediata;
- Retrabalho: quando existe falhas na execução de um serviço como falta de qualidade ou não atendendo aos requisitos e o produto precisa ser refeito. (LIKER, 2005).

Para Liker (2005) há também um 8º desperdício que pode ser observado quando a empresa não aproveita as habilidades e conhecimentos que os colaboradores podem oferecer, impedindo a inovação e o campo de atuação do trabalhador.

Womack e Jones (2004) listaram os 5 princípios fundamentais que baseiam o Lean Thinking ou Pensamento Enxuto:

- Identificar o valor: consiste em incorporar o que é importante para o cliente e o que ele está disposto a pagar, para fixar o que realmente importa;
- Mapear o fluxo de valor: consistem nos conjuntos de ações necessárias para entregar um serviço ou um produto específico, ou seja, mapear todo o processo produtivo, observando pontos de gargalo e oportunidades de melhoria;
- Criar fluxo contínuo: remover tudo que possa impedir que a produção flua, garantindo um trabalho sem interrupções;
- Estabelecer o sistema puxado: produzir o estritamente necessário, com base nas demandas e necessidades do cliente;
- Buscar a perfeição: buscar constantemente a melhoria contínua do processo, evitando retrabalhos, desperdícios e aumentando a eficiência. (WOMACK E JONES, 2004).

2.3 Lean Construction

Lean Construction é baseada no Sistema Toyota de Produção (STP) e nos princípios de Pensamento Enxuto de Womack e Jones (2004), considerando a alteração de um processo produtivo convencional para um processo eficaz e que evita desperdícios.

Em seu estudo, Koskela (1992) definiu o Lean Construction como uma filosofia de gestão de produção, baseado no STP, adaptada para a construção civil e avalia a aplicabilidade deste sistema de produção no setor de construção civil, considerando a melhoria no processo produtivo, bem como a maior competitividade do mercado.

Koskela (1992) identificou os princípios básicos para implementação da técnica Lean na gestão da construção civil, totalizando 11 princípios:

- Redução das parcelas de atividades que não agregam valor – diminuição de perdas, tornando mais eficaz e simples;

- Aumento do valor do produto através da consideração sistemática das necessidades do cliente – atendimento prioritário as exigências dos clientes, agregando valor ao produto final e evitando retrabalhos;
- Redução da variabilidade – evitar a variabilidade no setor;
- Redução do tempo de ciclo – evitar a geração de estoque, considerando que cada processo será estabelecido no momento correto;
- Simplificação através da redução do número de passos ou partes – menores passos para execução de determinada atividade, facilitando o andamento das atividades, aumento da eficácia e otimizando o processo produtivo;
- Aumento da flexibilidade de saída – capacidade de alteração do produto sem impactos consideráveis no planejamento e sem prejudicar a realização do serviço;
- Aumento da transparência do processo – acesso ao planejamento para todos os envolvidos nas execuções e atividades subsequentes;
- Foco do controle no processo global – determinar responsabilidades de serviços e clientes mantendo o controle do processo;
- Introdução de melhorias contínuas no processo – resultando em um processo que tem por objetivo a produção do melhor produto para quem produz e para o cliente;
- Equilíbrio da melhoria do fluxo – verificar a aplicação de melhorias com a participação dos colaboradores, com foco em novas tecnologias e atividades de fluxo;
- Benchmarking – comparar práticas, processos, produtos ou serviços de uma empresa com os de outras organizações consideradas referência no mercado, com o objetivo de identificar oportunidades de melhoria e implementar boas práticas, aprender e utilizar métodos adotados por outras empresas do setor. (KOSKELA, 1992)

2.4 Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV)

O Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) é uma ferramenta fundamental do Lean Thinking que permite visualizar o fluxo de processos e identificar desperdícios, facilitando o diagnóstico de ineficiências e a proposição de melhorias. Em projetos de infraestrutura rodoviária, essa ferramenta pode ser aplicada na gestão do planejamento, monitoramento e controle das atividades, proporcionando uma visão clara dos fluxos de trabalho e auxiliando na tomada de decisão estratégica (SEBRAE, 2021; Lean Institute Brasil, 2023).

No MFV, o fluxo é representado graficamente com símbolos padronizados, que tornam a leitura rápida e intuitiva. Entre os elementos gráficos mais comuns estão:

- Símbolo de processo (retângulo): representa uma atividade ou operação no fluxo (ex: “Elaborar Projeto Geométrico”);
- Setas grossas: indicam o fluxo de material ou produto;
- Setas finas e tracejadas: indicam o fluxo de informação, muitas vezes com origem em sistemas digitais ou reuniões de aprovação;
- Ícones de inventário (triângulo): mostram acúmulo de itens ou tempo de espera entre processos (ex: espera por revisão da concessionária);

- Relógio: indica tempo de ciclo ou de espera;
- Kaizen burst (estrela com bordas): destaca pontos críticos de melhoria ou gargalos. (LUCIDCHART).

Esses elementos são organizados em mapas de estado atual (as-is), que representam o fluxo real como ocorre, e mapas de estado futuro (to-be), que apresentam o processo ideal proposto, com redução de desperdícios e fluidez nas entregas (SIENGE, 2023).

O processo de MFV segue quatro etapas principais:

- Mapeamento do estado atual – Identifica as atividades existentes, tempos de espera e fluxos de informação;
- Identificação de desperdícios – Análise de processos ineficientes, retrabalhos e gargalos;
- Projeção do estado futuro – Desenvolvimento de um fluxo otimizado com melhorias baseadas nos princípios Lean;
- Implementação e monitoramento – Aplicação das mudanças e avaliação dos resultados. (SIENGE, 2023).

Exemplos práticos de aplicação:

Espinoza, Herrera e Briosó (2021) aplicaram o MFV adaptado em um projeto de construção de subsolos em Lima, no Peru, elaborando mapas do estado atual, do estado atual com melhorias e do estado futuro. A aplicação revelou que 34% do tempo era consumido em esperas e retrabalhos — algo também frequente em projetos rodoviários quando etapas como topografia e geometria são revistas várias vezes.

Assim, o MFV tem se mostrado uma ferramenta altamente eficaz quando da análise do fluxo atual, fluxo com melhorias e os resultados finais, especialmente em contextos em que há múltiplas interfaces técnicas, o que também se verifica no desenvolvimento de projetos rodoviários. Quando parte do trabalho precisa ser refeito, recalculado, todo processo que será desenvolvido na sequência, será impactado, mesmo que de outras disciplinas. Dessa forma, ao trazer clareza visual, o MFV permite que gestores e equipes tomem decisões mais assertivas, melhorem prazos e reduzam retrabalho, elevando a previsibilidade e a qualidade das entregas.

Na engenharia de infraestrutura, principalmente em obras como rodovias, os projetos são feitos em etapas que se conectam entre si. Cada etapa depende da anterior para funcionar bem. Se uma parte for mal-feita ou imprecisa, as outras que vêm depois podem ter erros, e isso gera retrabalho e atrasos.

Por exemplo: o projeto de topografia é o primeiro a ser feito e é essencial porque ele mostra exatamente como é o terreno onde a obra será construída. Ele traz informações como altitude, inclinações, curvas do terreno, presença de rios, construções e vegetação.

Com esses dados, os engenheiros conseguem elaborar o projeto geométrico, que define como a estrada será implantada naquele terreno — por onde ela vai passar, onde terão curvas, subidas, descidas, interseções, acessos, entre outros. Se os dados da topografia estiverem errados, incompletos ou desatualizados, o projeto geométrico também apresentará falhas.

Além disso, o projeto geométrico é a base para todas as demais disciplinas que compõem o projeto de implantação de uma rodovia, como: pavimentação, drenagem, sinalização, terraplenagem, segurança viária, meio ambiente e estruturas. Isso significa que qualquer alteração no projeto geométrico afeta diretamente todos os outros projetos isso, é essencial que o projeto geométrico seja validado e aprovado pelo cliente antes que as demais disciplinas iniciem suas atividades. Caso o cliente solicite mudanças após a aprovação, haverá impacto em todas as disciplinas técnicas já desenvolvidas, o que pode causar retrabalho, atrasos e aumento de custos no projeto como um todo.

2.5 Gestão de projetos na construção civil

A gestão de projetos é um elemento essencial para a eficiência e controle de empreendimentos na construção civil. Segundo o Project Management Institute (PMI), a gestão de projetos envolve a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas para atender aos requisitos do projeto. No setor da construção, essa gestão se torna ainda mais desafiadora devido à complexidade dos processos, variabilidade das condições e interação entre diferentes partes interessadas ou stakeholders. “Os stakeholders são indivíduos, grupos ou organizações que podem afetar ou ser afetados por uma decisão, atividade ou resultado de um projeto.” (PMI, 2021).

No contexto do projeto de infraestrutura rodoviária, podemos identificar partes interessadas: o contratante, os financiadores, projetistas e consultores, empresas executoras, órgãos reguladores e fiscalizadores, gestores e operadores da infraestrutura, comunidade local, entidades ambientais e sociais, profissionais técnicos e a mídia e opinião pública.

Portanto, a infraestrutura rodoviária, especificamente, requer um gerenciamento eficiente para garantir que os recursos sejam alocados corretamente, os prazos sejam cumpridos e os custos sejam controlados. A falta de uma gestão estruturada pode levar a desperdícios, retrabalhos e aumento dos custos operacionais.

2.6 Regulamentação da construção de rodovias no Brasil

No Brasil a Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) é responsável pela regulamentação de exploração da infraestrutura e fiscaliza a execução dos contratos de concessão rodoviária com a intenção de manter a titularidade do patrimônio público de forma que a população receba os benefícios dos investimentos realizados pela iniciativa privada. Atualmente, a ANTT administra 26 concessões de rodovias, totalizando 14.100,21 km.

A empresa que possui a concessão de determinada rodovia utiliza os valores arrecadados com pedágio para construção, manutenção, conservação e operação da rodovia. Além disso, a empresa deve prestar os seguintes serviços: atendimento aos usuários, atendimento médico de emergência em acidentes, serviços de guincho para veículos avariados nas rodovias, troca de pneus, apreensão de animais na faixa de domínio, combate a incêndios e viaturas de inspeção de tráfego.

A ANTT é responsável pela elaboração do Programa de Exploração da Rodovia (PER), documento responsável por especificar as obrigações de execuções pela concessionária durante a execução do contrato firmado através de licitação. Neste documento devem constar informações importantes como: serviços e obras previstas, diretrizes técnicas, parâmetros técnicos, normas, características geométricas, escopo, parâmetros de desempenho e prazos de execução a serem cumpridos ao longo do contrato.

Portanto, após a empresa ser vencedora da licitação de concessão da rodovia deve-se fazer a elaboração de projetos para atendimento aos itens que são exigidos no PER.

O maior desafio da empresa é o cumprimento de prazos estipulados pelos clientes e órgãos aprovadores dos projetos. Além disso, a empresa precisa articular com cerca de 16 equipes diferentes para desenvolvimento do projeto completo, pois há um especialista por cada disciplina necessária para elaboração do projeto.

3 MÉTODO DE PESQUISA

A fim de conduzir a pesquisa, apresentou-se um mapeamento de fluxo de valor como ferramenta de otimização na gestão de projetos rodoviários.

A pesquisa foi conduzida como um estudo de caso, utilizando um projeto real baseado na experiência profissional da autora cujo nome e a identificação da empresa não foram mencionados.

A obtenção de informações foi realizada por meio da análise de documentos técnicos, incluindo:

- Fluxograma atual do processo;
- Histórico de relação com cliente.

A escolha desses documentos se justifica pela sua relevância na compreensão do fluxo de trabalho e na identificação de gargalos e desperdícios dentro do gerenciamento do projeto.

O estudo aplicou a ferramenta de Mapeamento de Fluxo de Valor para analisar e otimizar a gestão do projeto. O processo seguiu as seguintes etapas:

- Identificação do fluxo atual: Mapeamento das atividades envolvidas na gestão do projeto, desde o planejamento até a execução.
- Levantamento dos gargalos: Identificação de desperdícios, retrabalhos e ineficiências no fluxo de informações e tomada de decisão.
- Proposição do fluxo futuro: Elaboração de um novo fluxo de trabalho baseado nos princípios do Lean Thinking, buscando otimizar os processos de gestão.
- Análise dos impactos: Comparação entre o fluxo atual e o proposto, destacando as melhorias em termos de eficiência, tempo de resposta e organização do projeto.

Os resultados obtidos foram analisados com base nos seguintes critérios:

- Redução de atividades que não agregam valor;
- Otimização da comunicação e tomada de decisões;
- Diminuição de desperdícios e retrabalhos;
- Impacto na eficiência do gerenciamento do projeto.

A partir dessa análise, verificou-se que o método de Mapeamento de Fluxo de Valor na gestão de projetos de infraestrutura rodoviária trouxe benefícios ao desenvolvimento dos projetos.

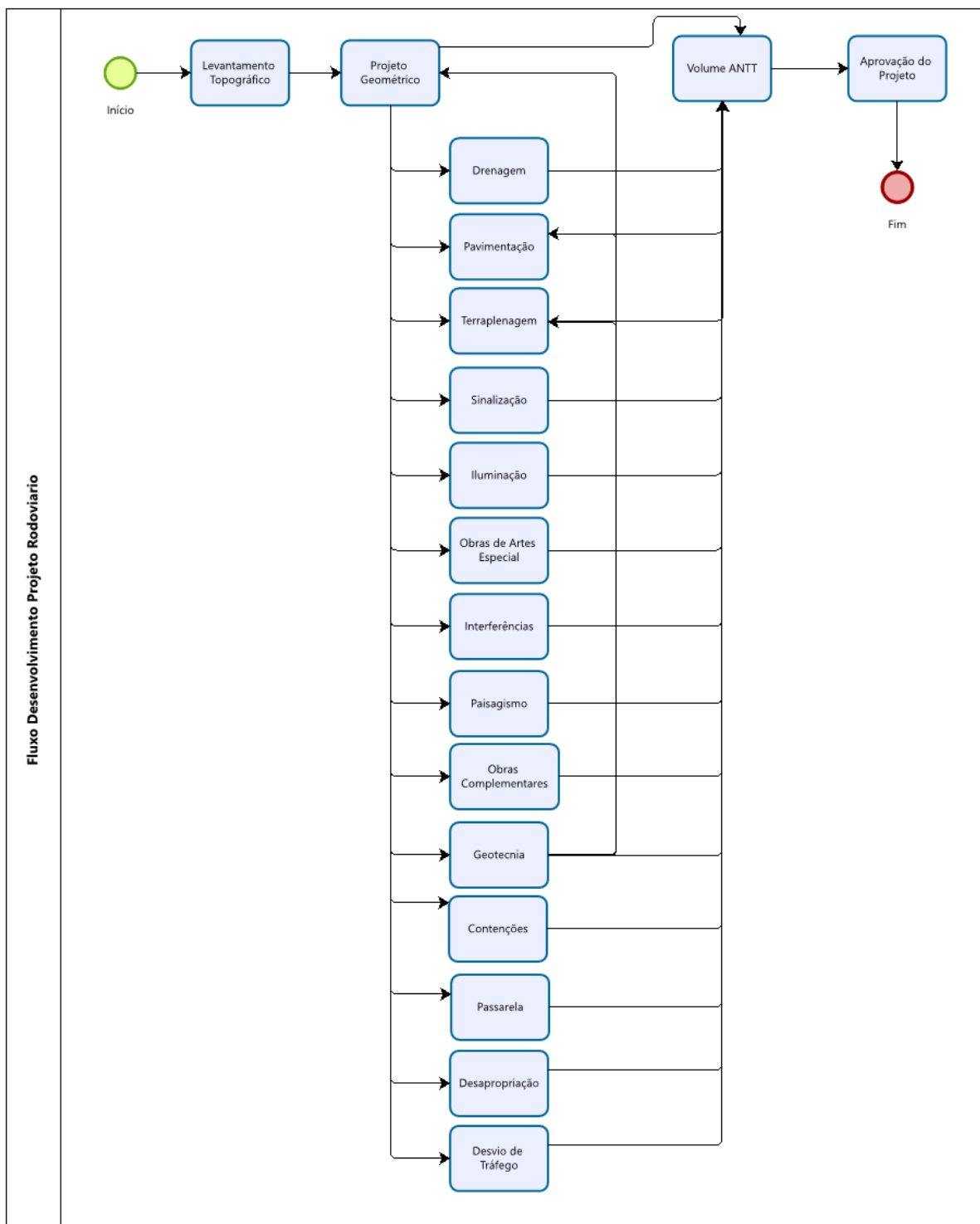
4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Nesta seção, será apresentada a análise da aplicação do Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) no contexto do desenvolvimento de projetos de infraestrutura rodoviária. Serão discutidos aspectos relacionados à estrutura do fluxo atual, os principais gargalos identificados e a viabilidade da proposta de reestruturação com base nos princípios do Lean Thinking. Além disso, será abordada a aplicabilidade prática da ferramenta no ambiente analisado, bem como sua validade como instrumento de apoio à tomada de decisão e à melhoria contínua dos processos de gestão de projetos.

4.1 Análise do fluxo e desafios para sua execução eficiente

Neste contexto, à luz do Mapeamento do Fluxo de Valor, as disciplinas de Topografia e Geometria se destacam como fundamentais, conforme descrito no item 2.4 deste trabalho. A Topografia é responsável por representar o terreno com fidelidade, registrando suas características reais, enquanto a Geometria define o traçado da rodovia, ou seja, por onde ela será implantada. Essas duas disciplinas formam a base para o desenvolvimento das demais, pois é a partir da definição do traçado geométrico que se torna possível dimensionar e elaborar os demais projetos necessários para a implantação da rodovia, como drenagem, pavimentação, sinalização, entre outros. Na Figura 1 é possível verificar o fluxo todo do projeto atual.

Figura 1 - Fluxo atual para desenvolvimento de projetos



O fluxo de desenvolvimento de um projeto de rodovia, conforme descrito, é altamente estruturado e interdependente, partindo de disciplinas base como Topografia e Geometria, que dão origem ao restante do projeto. Essa organização sequencial é lógica do ponto de vista técnico, mas apresenta grandes desafios para uma execução eficiente, principalmente quando analisado sob a ótica do Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV).

No MFV, busca-se visualizar todo o fluxo de atividades que agregam ou não valor ao produto final, desde o início até a entrega. Quando o processo de desenvolvimento do projeto é extremamente dependente da finalização completa de etapas anteriores — como é o caso entre topografia, geometria, terraplenagem e drenagem — isso cria gargalos, esperas e retrabalhos sempre que há revisões ou mudanças. Ou seja, um pequeno erro ou atraso em uma disciplina-base pode comprometer o cronograma de todo o projeto.

Além disso, essa estrutura sequencial limita a colaboração entre equipes multidisciplinares e dificulta a identificação precoce de problemas, o que é contrário aos princípios do Lean Thinking, que prioriza fluxos contínuos, colaboração e entregas com valor agregado ao cliente final.

Por isso, sob a perspectiva do MFV, essa forma tradicional de organização precisa ser revista ou adaptada para permitir maior fluidez, integração entre disciplinas e redução de desperdícios ao longo do ciclo de desenvolvimento do projeto. Um dos principais desafios apontados está na dependência direta entre as disciplinas: ao entregar o projeto de Geometria para análise da concessionária, frequentemente surgem comentários e solicitações de revisão que geram impacto em cadeia. Essas revisões, embora façam parte do processo natural de projetos complexos, revelam um problema estrutural de fluxo de informações:

- As alterações não são centralizadas ou previamente coordenadas;
- A retroalimentação do processo gera retrabalho em várias disciplinas que já estavam em andamento;
- Não há garantia de estabilidade na base de informações (a Geometria), porque o cliente, por vezes, não deixa claro as premissas a serem adotadas e/ou solicita novos estudos de alternativa de traçado para atendimento ao PER ou ao plano de negócios deles, buscando inclusive brechas nas

normativas para tal cumprimento. Quando essa base de informações não está consolidada ou sofre constantes alterações, toda a cadeia de trabalho fica vulnerável a retrabalhos, interrupções e esperas, essas interrupções são consideradas desperdícios, pois quebram a fluidez do projeto, impedindo que as atividades fluam de forma contínua e eficiente. Esta instabilidade também gera incertezas nas entregas, dificulta o planejamento e a sincronização entre as equipes, e compromete prazos e recursos. Dessa forma, mesmo que haja capacidade produtiva e equipes mobilizadas, a falta de uma geometria estável congela o avanço das etapas seguintes, bloqueando o valor que poderia ser entregue ao cliente final.

Esse cenário configura um dos maiores desperdícios identificáveis pelo MFV: o desperdício por retrabalho e espera. As disciplinas posteriores precisam aguardar a estabilização do projeto de Geometria para prosseguir com segurança, mas essa estabilidade nem sempre ocorre em tempo hábil, gerando ociosidade de equipe, reprogramações de tarefas e até encargos financeiros adicionais.

Outro ponto crítico observado no fluxo de desenvolvimento de projetos rodoviários é a falta de padronização nos processos de validação e comunicação entre projetistas e contratantes. Essa ausência de uniformidade se manifesta em diferentes aspectos: não há um modelo formal e consistente para submissão de documentos técnicos, os critérios de análise variam de projeto para projeto, os prazos de retorno não são previamente acordados, e muitas vezes o próprio canal de comunicação (e-mail, plataforma, reunião) muda conforme os interlocutores. Essa despadrãozação dificulta a previsibilidade do fluxo, pois as etapas de revisão e aprovação deixam de ser tratar como parte estrutura do processo, tornando-se pontos de incerteza. Como consequência, ocorrem atrasos, retrabalhos frequentes e falhas de alinhamento técnico, especialmente quando há múltiplas disciplinas envolvidas. Do ponto de vista do MFV, isso representa um desperdício evitável, já que essas falhas geram interrupções no fluxo, perda de tempo produtivo e retrabalho – todos os elementos que comprometem a eficiência do processo. A padronização, neste contexto, seria fundamental garantir fluidez, melhorar a comunicação entre as partes e facilitar a gestão integrada do projeto.

4.2 Propostas de melhoria (com base no MFV)

Para melhorar esse fluxo e torná-lo mais eficiente, algumas propostas são coerentes com os princípios Lean:

- Planejamento colaborativo entre projetistas e a contratante antes do início das disciplinas dependentes, evitando retrabalhos por desalinhamento de expectativas;
- Padronização da etapa de análise da concessionária, com prazos fixos para retorno e critérios claros de aprovação;
- Uso de ferramentas de gestão visual para acompanhar a maturidade de cada disciplina e as interdependências entre elas;
- Simulações de alternativas de geometria previamente validadas para reduzir incertezas nas fases seguintes;
- Aplicação de Relatório de Análise Técnica para controlar, formalizar e centralizar as informações sobre os comentários e definições de projeto.

4.3 Aplicação do MFV na gestão de projetos rodoviários

No contexto da gestão de projetos de infraestrutura rodoviária, o Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) se mostra uma ferramenta eficaz para identificar pontos de desperdício, retrabalho e espera – elementos que, no modelo atual, estão diretamente relacionados à fase de elaboração e revisão do projeto de Geometria. Como a geometria define a base para todas as demais disciplinas, qualquer incerteza ou instabilidade neste estágio se propaga como gargalo no restante do fluxo.

Ao aplicar o MFV ao fluxo atual do projeto, observam-se etapas que agregam valor (como os levantamentos topográficos e a modelagem geométrica) e etapas que não agregam valor diretamente ao produto final, mas são necessárias – como as revisões exigidas pela concessionária. No entanto, o problema crítico está na imprevisibilidade e falta de controle formal sobre essas revisões.

Nesse sentido, a proposta de criação de um Relatório de Análise Técnica (RAT) surge como uma solução alinhada aos princípios do Lean. O RAT teria os seguintes objetivos:

- Documentar as premissas técnicas iniciais adotadas na elaboração do projeto, trazendo transparência e coerência para todas as disciplinas;

- Controlar de forma estruturada os comentários e revisões solicitados pela concessionária, evitando retrabalhos desnecessários e perdas de informação;
- Servir como um documento de referência comum para todos os envolvidos, promovendo alinhamento técnico e gerencial entre contratante, projetista e equipes de apoio.

A adoção do RAT cria um ponto de controle claro dentro do fluxo de valor, onde todas as decisões técnicas passam a ter rastreabilidade e registro, facilitando o controle das versões do projeto e permitindo uma análise objetiva dos impactos de cada alteração. Isso reduz significativamente os riscos de retrabalho nas disciplinas subsequentes.

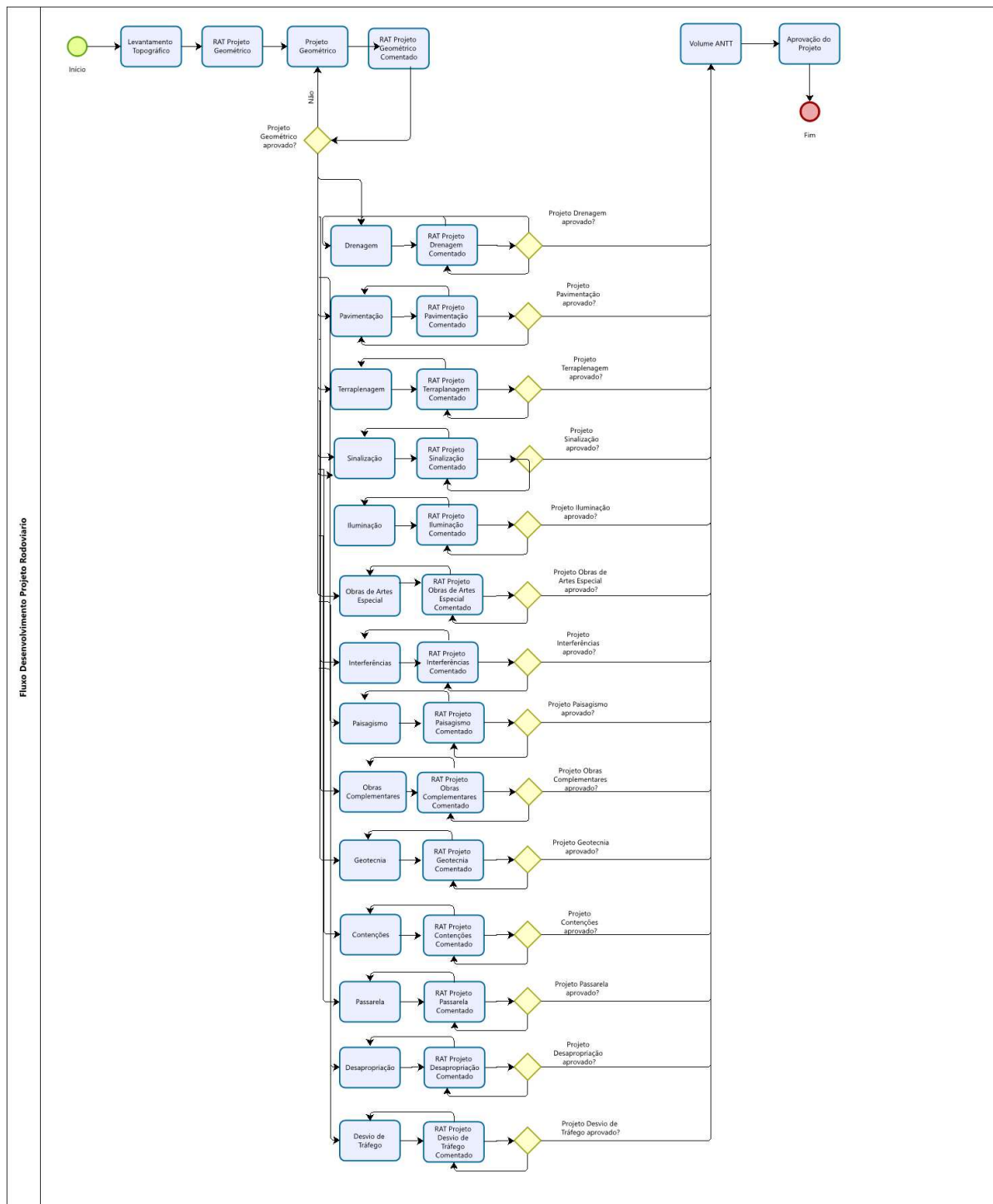
Além disso, o RAT pode ser considerado um ponto de revisão formal do fluxo atual, que ajuda a estabilizar a Geometria antes do avanço das demais disciplinas. Pois ele funciona como um marco, sendo uma etapa formal de validação técnica, na qual o projeto é analisado por especialistas, contratantes ou órgãos responsáveis, com base em critérios técnicos previamente definidos. Essa etapa formal permite garantir que o traçado geométrico esteja tecnicamente maduro, evitando retrabalhos e contribuindo para um fluxo mais previsível e eficiente.

Benefícios do RAT na perspectiva Lean:

- Redução de variabilidade nos insumos de projeto (premissas claras = menos mudanças futuras);
- Aumento da transparência e rastreabilidade nas decisões;
- Melhoria na comunicação entre projetistas e contratante;
- Eliminação de retrabalhos causados por premissas não formalizadas;
- Padronização da revisão técnica, que passa a ser um processo controlado e previsível dentro do fluxo.

Considerando a implementação da etapa de RAT no fluxo é esperado que o retrabalho diminua, assim como os prazos de execução. Segue abaixo a indicação de uma sugestão para utilização do RAT de forma eficaz (o trecho indica apenas um trecho do fluxo, mas deve ser considerado a elaboração de um RAT para cada uma das disciplinas de projetos).

Figura 2 - Fluxo proposto



Fonte: Autoria própria (2025)

No fluxo apresentado na Figura 2, é possível verificar cada uma das etapas do fluxo, sendo:

- Caixas na cor azul – desenvolvimento do projeto em si para cada uma das disciplinas envolvidas no projeto e o desenvolvimento do relatório de análise técnica (RAT);
- Losangos em amarelo – indicação de avaliação de aprovação do projeto de cada disciplina, estando aprovado passa para a próxima etapa (volume ANTT), estando reprovado a volta para a elaboração do RAT com a relação do que precisa ser ajustado e conseqüentemente volta para adequação do projeto.

A passagem do processo pelo RAT tanto na emissão para o cliente, na emissão dos comentários do cliente e no atendimento aos comentários faz com que tenhamos um histórico de todas as alterações solicitadas e que tenhamos as premissas de projeto todas mapeadas, assim evitando retrabalhos ou dúvidas do que está sendo considerado em projeto.

O fluxo atual do processo de desenvolvimento de projetos de infraestrutura rodoviária apresenta características marcadas por uma sequência linear e fortemente dependente das disciplinas técnicas, especialmente Topografia e Geometria. A ausência de padronização na definição de premissas, a instabilidade nas entregas iniciais e a comunicação descentralizada com a contratante geram retrabalhos, atrasos e sobrecarga de processos. Como consequência, etapas subsequentes frequentemente são impactadas por revisões tardias, que comprometem cronogramas e consomem recursos além do previsto.

Já o fluxo proposto, apresentado com base nos princípios do Lean Thinking e estruturado a partir do Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV), reorganiza as etapas com foco na eliminação de desperdícios e na criação de valor. Uma das melhorias centrais é a implementação do Relatório de Análise Técnica (RAT) como marco formal de definição e validação de premissas do projeto, garantindo clareza técnica desde o início. O novo fluxo também introduz etapas visuais de controle, checkpoints de revisão coordenada e prazos definidos para feedback da concessionária.

O apêndice A deste documento é o modelo de RAT que se sugere que seja utilizado para acompanhamento de todas os comentários e soluções do projeto. O capítulo 2.1 de cada arquivo RAT deve ser atualizado com as premissas que se aplicam a cada uma das disciplinas a serem desenvolvidas no projeto.

4.4 Discussão dos resultados

Das principais melhorias observadas, destacam-se:

- Redução do tempo total do projeto, ao evitar atrasos causados por retrabalho e revisão de etapas avançadas;
- Aumento da produtividade das equipes de engenharia, que podem focar em tarefas já validadas;
- Melhor uso dos recursos humanos e materiais, com menos desperdícios de tempo e esforço;
- Aprimoramento da qualidade das entregas finais, com menos erros e retrabalho no fim do processo;
- Maior alinhamento entre projetista e a concessionária, reduzindo conflitos técnicos e acelerando aprovações;
- Aumento da rastreabilidade e controle de versões de documentos técnicos;

No caso do trabalho apresentado, o novo fluxo proposto – com o uso do MFV e do RAT – evita que as alterações no projeto de geometria impactem negativamente outras disciplinas. Com a estabilização desse ponto crítico do processo, ocorre uma diminuição dos desperdícios por retrabalho, melhoria no alinhamento técnico com o cliente, e maior eficiência na entrega final do projeto rodoviário.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho analisou a aplicação do Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) no desenvolvimento de projetos de infraestrutura rodoviária, com foco na identificação de desperdícios, retrabalhos e gargalos, propondo melhorias alinhadas ao Lean Thinking.

A análise do fluxo atual evidenciou dependência entre as disciplinas, principalmente Topografia e Geometria, cuja instabilidade gera impactos em cadeia e compromete prazos e produtividade.

Com base no MFV, foi proposto um novo fluxo mais estável e colaborativo, incluindo a criação do Relatório de Análise Técnica (RAT) para formalizar premissas, registrar revisões e padronizar a comunicação com o cliente. Essa ferramenta contribuiu para maior rastreabilidade, previsibilidade e redução de retrabalho.

Dentro do escopo deste trabalho, o MFV mostrou-se eficaz como ferramenta de diagnóstico e aprimoramento da gestão de projetos de infraestrutura rodoviária. Sua aplicação permitiu identificar gargalos, eliminar atividades que não agregam valor e propor melhorias práticas no fluxo de desenvolvimento do projeto. Esses resultados reforçam o potencial do MFV como uma metodologia aplicável à realidade da construção civil, contribuindo para uma gestão mais enxuta, eficiente e orientada por valor.

Recomenda-se verificar numa amostragem maior a metodologia aplicando-a em outros projetos reais para mensurar os resultados e, possivelmente, ampliar sua aplicabilidade a outras disciplinas ou tipos de obra, validando sua flexibilidade na construção civil.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA DE NOTÍCIAS DA INDÚSTRIA. **Brasil e a dependência das rodovias: desafios e caminhos para investimentos**. 30 dez. 2024. Disponível em: https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/infraestrutura/brasil-e-a-dependencia-das-rodovias-desafios-e-caminhos-para-investimentos/?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 20 jun. 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES (ANTT). **Rodovias – Informações gerais**. Disponível em: <https://www.gov.br/antt/pt-br/assuntos/rodovias/informacoes-gerais>. Acesso em: 10 jun. 2025.

ARANTES, P. C. F. G. **Lean construction: filosofia e metodologias**. 2008. 108 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2008.

BRASIL. **Anuário Estatístico de Transportes 2024. Brasília: Ministério dos Transportes, ago. 2024**. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes>. Acesso em: 15 jul. 2025.

BRASIL. **Plano Nacional de Logística (PNL 2025)**. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/PIT/politica-e-planejamento/publicacoes/pnl2025.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2025.

BRASIL. **Renan Filho: o Brasil bateu recorde de investimento em rodovias em 2024 e vai superar em 2025**. 10 abr. 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/secom/pt-br/assuntos/noticias/2025/04/renan-filho-o-brasil-bateu-recorde-de-investimento-em-rodovias-em-2024-e-vai-superar-em-2025>. Acesso em: 20 mai. 2025.

BRASIL. **Teremos o maior ano para a infraestrutura no Brasil com o fortalecimento dos investimentos privados, afirmou Renan Filho, em evento na B3**. 24 fev. 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/noticias/2025/02/teremos-o-maior-ano-para-a-infraestrutura-no-brasil-com-o-fortalecimento-dos-investimentos-privados-afirmou-renan-filho-em-evento-na-b3>. Acesso em: 20 mai. 2025.

CARVALHO, J. B.; PINHEIRO, S. C. **Lean Construction – Propostas de introdução da técnica em duas empresas construtoras na cidade de Manaus: case**. 13 out. 2017. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/tn_stp_238_383_33962.pdf. Acesso em: 20 jun. 2025.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). **Em 2025, cenário econômico desafiador modula expectativas para o setor da construção**. 03 fev. 2025. Disponível em: <https://cbic.org.br/em-2025-cenario-economico-desafiador-modula-expectativas-para-o-setor-da-construcao/>. Acesso em: 20 mai. 2025.

CI&T. **Lean: o que é, quando surgiu e como pode impactar sua empresa.** 05 nov. 2021. Disponível em: <https://ciandt.com/br/pt-br/article/lean-o-que-e-quando-surgiu-e-como-pode-impactar-sua-empresa>. Acesso em: 04 ago. 2025.

DELOITTE. Manual Deloitte – **Produtividade e oportunidades na cadeia da construção.** Disponível em: <https://www.deloitte.com/br/pt/Industries/industrial-construction/perspectives/produtividade-oportunidades-cadeia-construcao.html>. Acesso em: 20 mai. 2025.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Boletim da Infraestrutura.** Mar. 2025. Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/boletim-da-infraestrutura/publicacoes-1/2025-03_boletim-infraestrutura_edicao-01.pdf. Acesso em: 20 mai. 2025.

ESPINOZA, L. R.; HERRERA, R. F.; BRIOSO, X. **Use of Value Stream Mapping in a Case Study in Basement Construction.** 2021. Disponível em: <https://repositorio.pucp.edu.pe/items/dcd62db8-78f5-48ad-90ab-c8d85af1633a>. Acesso em: 20 jun. 2025.

LEAN INSTITUTE BRASIL. **Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM) – Estado Atual e Futuro.** Disponível em: <https://www.lean.org.br/conceitos/72/mapeamento-do-fluxo-de-valor-vsm>. Acesso em: 17 jun. 2025.

LIKER, J. **O Modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo.** 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

LUCIDCHART. **Simbologia de um Fluxograma.** Disponível em: <https://www.lucidchart.com/pages/pt/fluxograma-simbologia>. Acesso em: 04 ago. 2025.

MELHORES RODOVIAS DO BRASIL. **O programa de concessão de rodovias no Brasil.** Disponível em: <https://melhoresrodovias.org.br/o-programa-de-concessao-de-rodovias-no-brasil/>. Acesso em: 11 jun. 2025.

SEBRAE. **Conheça as tendências e desafios para construção civil em 2023.** 08 fev. 2023. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/conheca-as-tendencias-e-desafios-para-a-construcao-civil-em-2023>. Acesso em: 20 mai. 2025.

SEBRAE. **Lean Construction.** 2021. Disponível em: https://bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/915da34f0af2e4e29793825ac33833bf/%24File/7252.pdf. Acesso em: 17 jun. 2025.

SIENGE. **6 aplicações práticas de Lean Construction e suas vantagens na construção civil.** 28 abr. 2023. Disponível em: <https://sienge.com.br/blog/aplicacoes-praticas-lean-construction/>. Acesso em: 21 mai. 2025.

SIENGE. **Lean Construction: tudo que você precisa saber.** 28 fev. 2025. Disponível em: <https://sienge.com.br/blog/lean-construction/>. Acesso em: 02 jun. 2025.

SIENGE. **Mapeamento de Fluxo de Valor: o que é e quais as etapas do processo.** 15 dez. 2023. Disponível em: <https://sienge.com.br/blog/mapeamento-de-fluxo-de-valor/>. Acesso em: 10 jun. 2025.

SILVA, F. S. **Mapeamento de fluxo de valor (MFV) em obras de pequeno porte: estudo de caso em uma pequena empresa de construção.** 2021. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Ceará, Ceará. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/57873/1/2021_tcc_fssilva.pdf. Acesso em: 20 jun. 2025.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo.** 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

APÊNDICE A - Relatório de Análise Técnica (RAT)

1. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

(Indicar os documentos consultados para elaboração das premissas de projeto)

2. INTRODUÇÃO

(Relatar nesta seção a indicação de qual projeto se refere, considerando quilometragem, região e etapa de projeto).

O escopo do serviço compreende o desenvolvimento de projetos, em conformidade com as regulamentações estabelecidas pela ANTT, visando à certificação dos projetos.

2.1 PREMISSAS

Abaixo apresentam-se as premissas que embasaram o desenvolvimento do _____ (preencher com a maturidade do projeto) anteprojeto referente a disciplina de _____ (preencher o nome da disciplina que se trata o RAT).

Tabela 1 – Premissas _____ – Parâmetros Técnicos

FICHA TÉCNICA	
GERAL (Inserir nesta planilha as premissas e parâmetros técnicos que foram utilizados para desenvolvimento dos projetos)	

3. HISTÓRICO

A seguir é apresentado o *Check List* para controle de atendimento dos comentários em versões superiores a emissão inicial.

COMENTÁRIO	CHECK LIST	COMENTÁRIO	CHECK LIST	COMENTÁRIO	CHECK LIST	COMENTÁRIO	CHECK LIST
1		2		3		4	
5		6		7		8	
9		10		11		12	
13		14		15		16	
17		18		19		20	

Legenda: OK | NOK

Em geral, para o controle de revisões e acompanhamento do histórico dos documentos, é fundamental que, juntamente com a postagem dos documentos revisados, sejam apresentadas as respostas aos itens comentados no relatório de análise. Também é comum que, quando algum comentário não for atendido por algum motivo, as justificativas e

esclarecimentos sobre o não atendimento sejam registrados nas respostas aos relatórios de análise.

4. STATUS DA ANÁLISE

Nº PROJETO	CÓDIGO PROJETISTA	REVISÃO ATUAL	STATUS DA ANÁLISE

LEGENDA:

APROVADO – OS PROJETOS QUE ESTAVAM EM VERSÃO ALFANÚMÉRICA PODEM, NA PRÓXIMA VERSÃO, SER APRESENTADOS EM REVISÃO FINAL R0 – PARA CONSTRUÇÃO.

APROVADO COM COMENTÁRIOS – O DOCUMENTO DEVE SER REAPRESENTADO EM NOVA VERSÃO ALFANUMÉRICA SUPERIOR SUBMETIDA A APROVAÇÃO, COM ATENDIMENTO AOS COMENTÁRIOS FEITOS ANTERIORMENTE.

REPROVADO – O DOCUMENTO DEVE SER REAPRESENTADO EM NOVA VERSÃO ALFANUMÉRICA SUBMETIDA A APROVAÇÃO.

NÃO ANALISADO – QUANDO O DOCUMENTO APRESENTADO NÃO APRESENTA INFORMAÇÕES MÍNIMAS PARA ANÁLISE.

5. COMENTÁRIOS

A seguir serão apresentados os comentários específicos relevantes de cada documento, aqueles comentários gerais que se aplicam a todos o conjunto de documentos apresentados neste relatório de análise, serão indicados no item “Comentários Gerais”.

COMENTÁRIOS GERAIS

(Inserir os comentários do cliente com data e respostas, conforme apresentação dos projetos)