

APLICAÇÃO DA FILOSOFIA LEAN EM UMA EMPRESA DE PROJETOS COMPLEMENTARES DE ENGENHARIA

APPLYING LEAN PHILOSOPHY TO A COMPANY SPECIALIZING IN COMPLEMENTARY ENGINEERING PROJECTS

APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA LEAN A UNA EMPRESA ESPECIALIZADA EN PROYECTOS DE INGENIERÍA COMPLEMENTARIA

Gabriel Felipe Pryjma Cardeal Vieira¹

DOI: 10.54899/dcs.v22i85.4120

Recibido: 01/12/2025 | Aceptado: 25/12/2025 | Publicación en línea: 29/12/2025.

RESUMO

O presente artigo analisa a implementação da filosofia *Lean* (*Lean Construction* e *Lean Office*) no contexto de escritórios de engenharia focados em projetos complementares, visando mitigar ineficiências estruturais do setor, como a fragmentação operacional em "silos", a incompatibilidade entre disciplinas e o elevado índice de retrabalho. O objetivo central é propor um roteiro estruturado para a adoção de práticas de gestão enxuta, adaptando os princípios do Sistema Toyota de Produção para otimizar o fluxo de informações e a coordenação administrativa. Metodologicamente, o estudo fundamenta-se em uma revisão bibliográfica exploratória para desenvolver um plano de implantação dividido em três fases estratégicas: o diagnóstico inicial e engajamento cultural, utilizando o Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV); a implementação do *Last Planner System* (LPS) para estabilização do fluxo de trabalho e gestão de restrições; e a consolidação da melhoria contínua (Kaizen) monitorada por indicadores de desempenho como o Percentual de Plano Concluído (PPC). Os resultados demonstram que a integração entre a metodologia Lean e ferramentas digitais, especificamente o *Building Information Modeling* (BIM) e quadros visuais (Kanban), potencializa a detecção proativa de conflitos e a criação de valor. Conclui-se que a viabilidade da transição depende intrinsecamente de uma profunda transformação cultural e do comprometimento da alta liderança para superar a resistência organizacional e garantir a sustentabilidade do novo modelo de gestão.

Palavras-chave: Lean Construcion. Gestão de Projetos. Last Planner System. Engenharia de Projetos Complementares.

ABSTRACT

This article analyzes the implementation of Lean philosophy (*Lean Construction* and *Lean Office*) in the context of engineering offices focused on complementary projects, aiming to mitigate structural inefficiencies in the sector, such as operational fragmentation into "silos," incompatibility between disciplines, and a high rate of rework. The central objective is to propose a structured roadmap for the adoption of lean management practices, adapting the principles of

¹ Especialista em Gerenciamento de Obras, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, Paraná, Brasil.
E-mail: gabrielpryjma@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-9329-2901>

the Toyota Production System to optimize information flow and administrative coordination. Methodologically, the study is based on an exploratory literature review to develop an implementation plan divided into three strategic phases: initial diagnosis and cultural engagement, using Value Stream Mapping (VSM); implementation of the Last Planner System (LPS) for workflow stabilization and constraint management; and consolidation of continuous improvement (Kaizen) monitored by performance indicators such as the Percentage of Plan Completed (PPC). The results demonstrate that the integration between Lean methodology and digital tools, specifically Building Information Modeling (BIM) and visual boards (Kanban), enhances the proactive detection of conflicts and the creation of value. It is concluded that the viability of the transition intrinsically depends on a profound cultural transformation and the commitment of senior leadership to overcome organizational resistance and ensure the sustainability of the new management model.

Keywords: Lean Construction. Project Management. Last Planner System. Complementary Project Engineering.

RESUMEN

Este artículo analiza la implementación de la filosofía Lean (Lean Construction y Lean Office) en oficinas de ingeniería centradas en proyectos complementarios, con el objetivo de mitigar las ineficiencias estructurales del sector, como la fragmentación operativa en silos, la incompatibilidad entre disciplinas y la alta tasa de reproceso. El objetivo principal es proponer una hoja de ruta estructurada para la adopción de prácticas de gestión Lean, adaptando los principios del Sistema de Producción Toyota para optimizar el flujo de información y la coordinación administrativa. Metodológicamente, el estudio se basa en una revisión exploratoria de la literatura para desarrollar un plan de implementación dividido en tres fases estratégicas: diagnóstico inicial y compromiso cultural, mediante el Mapeo del Flujo de Valor (VSM); implementación del Sistema de Último Planificador (LPS) para la estabilización del flujo de trabajo y la gestión de restricciones; y consolidación de la mejora continua (Kaizen), monitorizada mediante indicadores de rendimiento como el Porcentaje del Plan Completado (PPC). Los resultados demuestran que la integración de la metodología Lean con las herramientas digitales, en concreto el Modelado de Información de Construcción (BIM) y los tableros visuales (Kanban), mejora la detección proactiva de conflictos y la creación de valor. Se concluye que la viabilidad de la transición depende intrínsecamente de una profunda transformación cultural y del compromiso de la alta dirección para superar la resistencia organizacional y garantizar la sostenibilidad del nuevo modelo de gestión.

Palabras clave: Construcción Lean. Gestión de Proyectos. Sistema Last Planner. Ingeniería Complementaria de Proyectos.



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

INTRODUÇÃO

O setor de engenharia, e em particular os escritórios focados em projetos complementares, enfrenta desafios históricos que comprometem a eficiência e a competitividade. Problemas como incompatibilidade entre disciplinas, retrabalho, atrasos e comunicação ineficaz são endêmicos e resultam em desperdícios significativos de tempo, recursos e valor para o cliente (Forma Arquitetura, [s.d.]; MT Engenharia, [s.d.]). A elaboração e a compatibilização desses projetos por especialistas são cruciais para a execução assertiva de uma obra, garantindo qualidade, economia de tempo e a prevenção de erros na fase de construção (FORMA Arquitetura, [s.d.]).

O modelo de gestão de projetos tradicional, que opera de forma fragmentada, é a principal causa das ineficiências no setor. Os departamentos e especialistas tendem a trabalhar em "silos" (Frigini, [s.d.]; Clt Services, [s.d.]), o que cria um fluxo de trabalho desordenado e ineficaz. Neste ambiente, a falta de colaboração e a comunicação deficiente são a norma, gerando desperdícios que se manifestam de diversas formas (Silva, 2020).

A filosofia *Lean*, também conhecida como *Lean Thinking* ou Produção Enxuta, tem suas raízes no Sistema Toyota de Produção (*Toyota Production System - TPS*), desenvolvido no Japão pós-guerra por Taiichi Ohno e Shigeo Shingo (Silva, 2020; Scopi, [s.d.]). A metodologia original focava na otimização da manufatura, com o objetivo de produzir com o mínimo de recursos, utilizando ao máximo o conhecimento dos colaboradores e eliminando desperdícios (Silva, 2020; SCOPI, [s.d.]). Anos mais tarde, Lauri Koskela adaptou esses princípios para a realidade do setor da construção civil, dando origem ao termo *Lean Construction* em 1992 (UFPE, [s.d.]; CTE, [s.d.]). O objetivo principal era aumentar a eficiência das obras, reduzir custos, eliminar desperdícios e otimizar processos para garantir que cada etapa agregasse valor real ao projeto (Senior, [s.d.]). A partir da construção, a metodologia se expandiu para o ambiente de escritório, dando vida ao *Lean Office* e *Lean Design* (Barros, 2018; PIPEFY, [s.d.]; Sienge, 2024).

A abordagem da *Lean Construction* se diferencia da simples aplicação de métodos de manufatura, sendo considerada uma nova metodologia baseada em teoria para a construção. Ela tenta gerenciar o valor criado por todos os processos de trabalho desde a concepção até a entrega do projeto (Schöttle *et al.*, [s.d.]).

O *Lean Construction* é uma adaptação dos princípios do Sistema Toyota para o setor da construção civil, buscando reduzir desperdícios, aumentar a produtividade e gerar valor ao cliente (Koskela, 1992). Diferente da aplicação direta em obras, no caso de empresas de projetos de

engenharia, o foco está no fluxo de informações, na qualidade dos entregáveis e no cumprimento dos prazos.

Nesse cenário, empresas que atuam em projetos complementares – elétrica, hidráulica, estrutural, segurança e dados – podem se beneficiar ao adotar a filosofia *Lean*, estruturando seus processos internos de maneira mais eficiente.

Delimitação

Este estudo se delimita a analisar a aplicação da filosofia *Lean* e suas ferramentas para otimizar a gestão de escritórios de engenharia focados em projetos complementares, como os de estrutura, elétrica, hidrossanitário e proteção contra incêndio. O foco está em como os princípios e ferramentas do *Lean* podem ser adaptados para um ambiente administrativo, onde o fluxo de informações e a coordenação entre disciplinas são os principais insumos e desafios.

Aborda a aplicação do *Lean Construction* em uma empresa de pequeno porte, atuante em projetos complementares de engenharia. Considera-se que a empresa ainda não possui práticas de gestão estruturadas e pretende implementar o *Lean* de forma gradual ao longo de um ano.

Objetivos

O objetivo deste artigo é explorar a aplicação da filosofia *Lean*, uma abordagem que transcende o canteiro de obras e se adapta ao ambiente de projeto, onde é conhecida como *Lean Office* ou *Lean Design*. A meta é fornecer uma análise detalhada de como os princípios da produção enxuta podem ser traduzidos para a gestão de projetos de engenharia, oferecendo um roteiro de implementação prático e uma análise das ferramentas tecnológicas que amplificam os seus benefícios (Barros, 2018; UFES, [s.d.]). Sendo assim, subdivide-se em:

Objetivo Geral: Propor um roteiro para implementação do *Lean Construction* em empresa de projetos complementares.

Objetivos Específicos:

1. Identificar os benefícios esperados com a aplicação do *Lean*;
2. Apontar os principais desperdícios em processos de projeto;
3. Recomendar ferramentas *Lean* adequadas ao contexto de projetos de engenharia;
4. Estruturar um plano de aplicação progressivo em quatro trimestres.

Justificativa

O modelo de produção tradicional, que opera de forma fragmentada, é a principal causa das ineficiências no setor (Frigini, [s.d.]). A ausência de um planejamento detalhado e coordenado entre as disciplinas aumenta significativamente o risco de problemas estruturais e funcionais, com um impacto negativo direto na qualidade final do projeto (MT Engenharia, [s.d.]). A análise desses desafios revela uma relação de causa e efeito, onde a incompatibilidade dos projetos é o sintoma de uma causa-raiz mais profunda: uma cultura organizacional que opera em silos (Frigini, [s.d.]).

Em um mercado cada vez mais competitivo, a redução dos custos de fabricação e a otimização dos processos se tornaram a saída mais prudente para aumentar os ganhos (Gonçalves, [s.d.]). A gestão tradicional, que tenta gerenciar atividades por meio de cronogramas centralizados e reativos, falha em abordar o fluxo de trabalho e a criação de valor, tornando-se inadequada para projetos complexos e incertos (Koskela *et al.*, 2007).

Empresas de pequeno porte de projetos complementares enfrentam desafios como atrasos, retrabalho e falhas de comunicação entre disciplinas. A adoção de princípios Lean pode resultar em maior previsibilidade, qualidade e satisfação do cliente, além de ganhos de competitividade em um mercado cada vez mais exigente (Howell, 1999; Ballard; Howell, 2003).

O *Lean* ataca diretamente essa cultura de fragmentação, promovendo a colaboração e a transparência em todas as etapas do projeto. Este relatório busca fornecer um roteiro para a adoção de um novo modelo de gestão que ataca diretamente a causa-raiz dos problemas, posicionando a empresa na vanguarda da eficiência e qualidade.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

A filosofia *Lean*, também conhecida como *Lean Thinking* ou Produção Enxuta, tem suas raízes no Sistema Toyota de Produção (Toyota Production System - TPS), desenvolvido no Japão por Taiichi Ohno e Shigeo Shingo (Silva, 2020; Scopi, [s.d.]). A metodologia original focava na otimização da manufatura, com o objetivo de produzir com o mínimo de recursos, utilizando ao máximo o conhecimento dos colaboradores e eliminando desperdícios (Silva, 2020; Scopi, [s.d.]). A partir da construção, a metodologia se expandiu para o ambiente de escritório, dando vida ao *Lean Office* e *Lean Design* (Barros, 2018; Pipefy, [s.d.]; Sienge, 2024). Nestes contextos, o foco

é a otimização de processos administrativos e do fluxo de informações, que são os principais insumos de um escritório de projetos (Lean Office, [s.d.]; Businessmap, [s.d.]).

O termo *Lean Construction* surgiu com Koskela (1992), que introduziu a ideia de aplicar a filosofia de produção enxuta à construção. Howell (1999) reforça que a abordagem busca eliminar desperdícios e garantir fluxo contínuo.

No campo de projetos, Ballard (2000) desenvolveu o *Last Planner System (LPS)*, considerado uma das principais ferramentas de planejamento colaborativo. Outros autores destacam a importância do *Target Value Design* (Ballard; Reiser, 2004), do uso de ferramentas visuais como o *Value Stream Mapping (VSM)* (Rother; Shook, 2003) e da cultura de melhoria contínua por meio de práticas como 5S e Kaizen (Hirano, 1995; Liker, 2004).

Ohno (1997) apresenta os sete desperdícios clássicos, que, adaptados ao ambiente de projetos, incluem espera por informações, retrabalho e subutilização do talento humano. Essas bases teóricas sustentam a proposta deste relatório.

A transposição da filosofia *Lean* para a gestão de projetos complementares se baseia na aplicação de seus cinco princípios fundamentais (Senior, [s.d.]; E-ZIGURAT, [s.d.]; Lean Construction Blog, [s.d.]; Barros, 2018):

1. **Identificar Valor:** Definir precisamente o que é valor do ponto de vista do cliente, que em um escritório de projetos de engenharia se traduz na confiabilidade do projeto e na facilidade de execução na obra (Barros, 2018; Gonçalves, [s.d.]).
2. **Mapear o Fluxo de Valor:** Visualizar o fluxo completo de informações, desde a entrada da demanda do cliente até a entrega do projeto final, para identificar desperdícios (Silva, 2020; Revistas Usp, [s.d.]).
3. **Criar Fluxo Contínuo:** Eliminar as interrupções, esperas e paradas que fragmentam o processo de trabalho (UFPE, [s.d.]; PUC GOIÁS, [s.d.]).
4. **Estabelecer Produção Puxada:** Inverter o modelo tradicional "empurrado" (*push*) para um sistema onde o trabalho só é iniciado quando a equipe seguinte "puxa" a demanda (Lean Construction Blog, [s.d.]; E-ZIGURAT, [s.d.]).
5. **Buscar a Perfeição:** Implementar um ciclo de melhoria contínua (Kaizen), onde a análise de desempenho e a identificação de causas-raiz são usadas para fazer ajustes constantes (Barros, 2018; E-ZIGURAT, [s.d.]).

Embora os termos colaboração e cooperação sejam frequentemente usados como sinônimos, a filosofia Lean faz uma distinção importante entre eles (Schöttle *et al.*, [s.d.]). A

cooperação é uma relação mais informal, onde os participantes buscam maximizar o valor para suas próprias organizações. É um modelo mais focado em controle e coordenação, com maior potencial de conflitos (Schöttle *et al.*, [s.d.]). Já a colaboração é uma relação mais intensa, baseada em uma visão comum, confiança e transparência. Nela, a responsabilidade, o risco e as recompensas são compartilhados para maximizar o valor para o cliente final (Schöttle *et al.*, [s.d.]).

A implementação do Lean exige uma mudança de mentalidade e a eliminação de "silos" organizacionais, pois as ferramentas Lean funcionam melhor em um ambiente colaborativo.

METODOLOGIA

A metodologia adotada foi exploratória, baseada em revisão bibliográfica sobre *Lean Construction*, *Lean Office* e *Lean Design*, e em adaptação prática ao contexto de uma empresa de projetos complementares.

O processo de análise seguiu três etapas:

1. Levantamento dos principais conceitos e ferramentas *Lean* aplicáveis a escritórios de engenharia;
2. Identificação dos desperdícios mais comuns no fluxo de projetos complementares;
3. Proposição de um roteiro de implementação em quatro trimestres, considerando a realidade de uma empresa de pequeno porte sem histórico prévio de gestão Lean.

RESULTADOS

Implantação

A implementação da filosofia *Lean* em um escritório de projetos de engenharia não é um processo linear, mas uma jornada de transformação cultural e operacional. Este roteiro é estruturado em três fases interconectadas, projetadas para garantir uma transição sustentável e com resultados concretos.

Fase 1: Diagnóstico e Comprometimento

Esta fase é o alicerce de toda a transformação. O sucesso da implementação Lean depende, em primeiro lugar, da compreensão dos problemas existentes e do engajamento da alta liderança.

1. **Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV):** A primeira ação prática é a realização do MFV (Sienge, 2024; UFES, [s.d.]). Este processo deve envolver todos os colaboradores e líderes das equipes de projeto para analisar o fluxo de trabalho atual, identificar gargalos, pontos de espera e desperdícios. O mapeamento do estado atual (*current-state map*) fornecerá uma visão clara das ineficiências e criará uma base comum de entendimento para todos.
2. **Engajamento da Liderança:** A falta de comprometimento da alta gestão é um dos maiores desafios e uma das principais causas de falha em iniciativas Lean (CLT Services, [s.d.]; EUAX, [s.d.]). A mudança deve ser liderada de cima para baixo. É fundamental que os líderes entendam os princípios, aloquem os recursos adequados (tempo, dinheiro) e defendam a nova mentalidade (CLT Services, [s.d.]; EUAX, [s.d.]). A liderança deve comunicar claramente à equipe que a iniciativa não visa cortes de pessoal, mas sim a otimização para tornar o negócio mais competitivo e sustentável a longo prazo (EUAX, [s.d.]).
3. **Mudança de Cultura e Combate à Resistência:** A resistência à mudança é um obstáculo natural (Silva, 2020; Atlassian, [s.d.]; EUAX, [s.d.]). A transformação cultural é o elemento mais crítico da implementação. Para mitigá-la, a empresa deve promover uma comunicação transparente, fornecer treinamento adequado sobre os princípios Lean e demonstrar o valor da nova abordagem através de "vitórias rápidas" (*quick-wins*). É crucial criar um ambiente de confiança onde os colaboradores se sintam empoderados para sugerir melhorias e participar ativamente das mudanças (Atlassian, [s.d.]; EUAX, [s.d.]).

Fase 2: Implementação do *Last Planner System* (LPS)

Uma vez que a equipe e a liderança estão alinhadas, a próxima fase é a implementação do LPS, o principal framework para gerir a produção puxada em um ambiente de projetos (E-ZIGURAT, [s.d.]; Lean Construction, [s.d.]; Sigma GP, [s.d.]). O LPS substitui o planejamento linear tradicional por um sistema colaborativo e de múltiplos níveis.

O LPS é um sistema de controle de produção que visa criar um fluxo de trabalho previsível e um aprendizado rápido (Ballard *et al.*, 2003). Ele protege a mão de obra direta e a execução do trabalho da variação e incerteza a montante (Ballard, 1997; Schöttle *et al.*, [s.d.]). Essa proteção ocorre ao selecionar apenas tarefas que podem ser concluídas com sucesso, ou seja, aquelas para as quais todos os materiais estão disponíveis e o trabalho pré-requisito está completo (Ballard, 1997).

Etapas do LPS (5 atos): O LPS é estruturado em cinco conversas ou níveis de planejamento que se conectam:

1. **Should (Planejamento Mestre):** A equipe define os marcos de entrega de alto nível do projeto, alinhados com as expectativas do cliente e o cronograma geral. Esta é a base de longo prazo (Lean Construction, [s.d.]; Touchplan, [s.d.]).
2. **Can (Planejamento do Próximo Passo - Look-ahead Planning):** A equipe de projeto, em sessões de planejamento colaborativo, revisa o plano para as próximas quatro a seis semanas (Brickup, [s.d.]; Biblus, [s.d.]). O foco desta etapa é identificar e remover proativamente as restrições que podem impedir o fluxo do trabalho, como a falta de dados arquitetônicos, a pendência de aprovações ou a ausência de informações de outras disciplinas (Brickup, [s.d.]).
3. **Will (Planejamento Semanal):** Com base nas restrições removidas na etapa anterior, a equipe assume compromissos formais sobre o que será feito na semana seguinte (Brickup, [s.d.]; Lean Construction, [s.d.]; Biblus, [s.d.]). O trabalho só pode ser comprometido se estiver "pronto para ser feito", ou seja, livre de restrições. Isso aumenta a previsibilidade e a confiabilidade do planejamento (Biblus, [s.d.]).
4. **Did (Acompanhamento Diário):** O progresso é monitorado através de reuniões diárias rápidas (Daily Huddles) (Biblus, [s.d.]; Lean Construction, [s.d.]). Estas reuniões curtas servem para alinhar a equipe, discutir o progresso do dia anterior e abordar quaisquer problemas ou gargalos emergentes em tempo real.
5. **Learn (Análise de Desempenho):** Ao final de cada semana, a equipe avalia o Percentual de Plano Concluído (PPC) (Lean Construction, [s.d.]; Ambar, [s.d.]), que mede a confiabilidade do planejamento. As causas de desvio são analisadas para identificar oportunidades de melhoria contínua e aplicar o aprendizado nas semanas seguintes.

A Gestão de Restrições é a etapa mais crítica do LPS para um escritório de projetos, pois ataca diretamente a causa-raiz das ineficiências: a falta de informação e coordenação. Ao forçar

a colaboração em sessões de *pull planning* e reuniões diárias, o sistema naturalmente quebra barreiras interdepartamentais, promove a comunicação transparente e atribui responsabilidade individual.

Fase 3: Sustentabilidade e Melhoria Contínua

Para que os ganhos obtidos com a implementação não sejam efêmeros, é essencial focar na sustentabilidade do novo processo.

1. **Métricas de Desempenho:** É vital estabelecer indicadores-chave de desempenho (KPIs) que reflitam a filosofia *Lean* (Silva, 2020; CLT Services, [s.d.]). Além do tradicional custo e prazo, métricas como o PPC, o tempo de ciclo de aprovação e o número de revisões (*rework*) servem para guiar a melhoria contínua (Lean Construction, [s.d.]; Ambar, [s.d.]).

2. **Cultura de Aprendizado:** A criação de um ambiente onde falhas são vistas como oportunidades de aprendizado é fundamental (CLT Services, [s.d.]; Atlassian, [s.d.]). Uma cultura de aprendizado incentiva o Kaizen, onde os colaboradores se sentem à vontade para propor inovações e soluções. A implementação bem-sucedida do Lean não é sobre a ausência de erros, mas sobre a capacidade de a organização aprender com eles e adaptar-se rapidamente (Barros, 2018; EUAX, [s.d.]).

Ferramentas e Tecnologias de Suporte

A tecnologia não é a solução definitiva para os problemas de eficiência, mas um catalisador poderoso para a filosofia *Lean*. O *Lean* fornece o "como" e o "porquê", enquanto as ferramentas tecnológicas fornecem o "o quê", amplificando a capacidade da equipe de executar os princípios de forma eficaz. O ciclo de vida do desenvolvimento *LeanPM* é baseado em uma abordagem evolutiva, com características como produção puxada pelo cliente, gerenciamento e otimização do fluxo de trabalho e criação incremental (Lean Pm, [s.d.]).

1. **O Facilitador Essencial: BIM (Building Information Modeling):** O BIM não é uma ferramenta Lean por definição, mas é o maior aliado da metodologia no ambiente de projeto (Barros, 2018). A sinergia entre o Lean e o BIM é inquestionável, e a combinação de ambos é comprovadamente capaz de aumentar a produtividade e a qualidade dos projetos (Ambar, [s.d.]).
2. **Ferramentas Digitais para o Lean Design:** Além do BIM, diversas ferramentas digitais apoiam a implementação dos princípios Lean.

3. **Gestão Visual (Kanban):** O método Kanban é uma ferramenta de gestão visual que permite o acompanhamento do fluxo de trabalho de forma prática e transparente (Sienge, 2024; Businessmap, [s.d.]). A visualização do projeto em quadros digitais (colunas "a fazer," "em andamento," "feito") permite que a equipe identifique gargalos e priorize as tarefas de forma ágil. Plataformas como o Miro (Climb Group, [s.d.]), que oferecem quadros brancos digitais, são ideais para sessões colaborativas de *Pull Planning* e MFV.
4. **Softwares para o Last Planner System (LPS):** A digitalização do LPS facilita a gestão e a coleta de métricas de desempenho. Plataformas como o *Touchplan* (Touchplan, [s.d.]) são especializadas em digitalizar o processo do LPS, permitindo o planejamento colaborativo, o rastreamento de compromissos e a geração automática de relatórios de desempenho, como o PPC. O Autodesk Navisworks (Eng.Com.Br, [s.d.]), embora seja um software de coordenação de modelos, se alinha com o Lean ao compatibilizar projetos e planejar com precisão a execução, reduzindo a variabilidade e o tempo de execução.
5. **Plataformas de Gestão de Projetos:** Softwares de gestão integrada, como o Sienge (Frons, [s.d.]), podem fornecer dados em tempo real sobre o andamento dos projetos, permitindo uma tomada de decisão mais estratégica baseada em informações concretas (Businessmap, [s.d.]). A integração com sistemas ERP também pode otimizar o fluxo de trabalho e pedidos de compra de materiais, alinhando a gestão do escritório com o canteiro de obras (Sienge, 2024).

Resultados para a Empresa

A implementação do *Lean* em um escritório de projetos de engenharia não é um processo linear, mas uma jornada de transformação cultural e operacional que resulta em ganhos substanciais. A aplicação da filosofia reorienta a empresa do foco no produto final para o foco no processo, gerando uma série de benefícios operacionais e uma nova cultura de trabalho.

Benefícios Operacionais e Financeiros

A adoção do pensamento *Lean* no ambiente de projetos promove uma transformação cultural profunda. Seus benefícios principais incluem o aumento da produtividade, a redução drástica de retrabalho e erros de projeto, a melhoria na previsibilidade dos prazos de entrega e o

aumento da satisfação do cliente. A implementação Lean leva à redução de custos, aumento de produtividade, melhoria na previsibilidade dos projetos e diminuição de defeitos e retrabalho (Msuite, [s.d.]; Senior, [s.d.]; Barros, 2018; E-ZIGURAT, [s.d.]).

A tabela a seguir sintetiza a proposta de valor da gestão enxuta, contrastando-a com as práticas tradicionais e destacando o potencial de transformação para o negócio.

Tabela 1 - Comparativo da Gestão Tradicional contra Gestão *Lean* de Projetos

Característica	Gestão de Projetos Tradicional	Gestão de Projetos <i>Lean</i>
Planejamento	Centralizado e de longo prazo; focado em cronogramas lineares (Gantt).	Colaborativo e multi-nível (mestre, fase, semanal); focado em fluxo e capacidade.
Fluxo de Trabalho	Push (empurrado); o trabalho é passado em "lotes" para a próxima equipe, gerando acúmulo e espera.	Pull (puxado); o trabalho é iniciado apenas quando a equipe seguinte está pronta para recebê-lo, eliminando ineficiências.
Controle	Foco em métricas de alto nível (custo, prazo final); o acompanhamento é reativo.	Foco em fluxo, valor e restrições; o acompanhamento é proativo e diário.
Cultura Organizacional	Compartimentalizada em "silos"; comunicação vertical e reativa.	Colaborativa e integrada; comunicação horizontal e proativa; ambiente de melhoria contínua.

Fonte: do autor

O LPS é uma ferramenta de produção que traz estabilidade ao projeto e reduz a variação nas entregas de trabalho (Ballard, 1997; Lean Construction, [s.d.]). A medição do Percentual de Plano Concluído (PPC) e a análise das razões para o não cumprimento das atividades planejadas permitem à equipe identificar a causa-raiz dos problemas e eliminar as repetições (Ballard, 1997; Lean Construction, [s.d.]). Estudos de caso mostram que o aumento do PPC está diretamente correlacionado com o aumento da produtividade (Ballard, 1997).

Colaboração vs. Cooperação

Embora os termos colaboração e cooperação sejam frequentemente usados como sinônimos, a filosofia *Lean* faz uma distinção importante entre eles (Schöttle *et al.*, [s.d.]). A principal diferença reside no nível de integração dos participantes e na cultura do projeto (Schöttle *et al.*, [s.d.]).

- **Cooperação:** É uma relação interorganizacional em que os participantes não estão relacionados por uma visão ou missão comum (Schöttle *et al.*, [s.d.]). Cada organização mantém a sua autoridade e responsabilidade, buscando maximizar o valor para si mesma (Schöttle *et al.*,

[s.d.]). É um modelo mais focado em controle e coordenação, com uma maior chance de conflitos, já que o nível de independência é mais alto (Schöttle *et al.*, [s.d.]).

- **Colaboração:** É uma relação mais intensa, baseada em uma visão comum e em uma cultura de projeto desenvolvida conjuntamente, fundamentada na confiança e na transparência (Schöttle *et al.*, [s.d.]). Nela, a responsabilidade, o risco e as recompensas são compartilhados (Schöttle *et al.*, [s.d.]). O objetivo é maximizar o valor para o cliente final por meio da resolução mútua de problemas (Schöttle *et al.*, [s.d.]).

As ferramentas Lean, como o LPS e o BIM, funcionam melhor em um ambiente colaborativo, pois exigem comunicação aberta e transparente para que os participantes se sintam à vontade para assumir compromissos e aprender com os erros sem medo de "perder a face" ou de serem culpados (Schöttle *et al.*, [s.d.]).

Sinergia com o BIM

O BIM não é uma ferramenta Lean por definição, mas é o maior aliado da metodologia no ambiente de projeto (Barros, 2018). A sinergia entre o *Lean* e o BIM é inquestionável, e a combinação de ambos é comprovadamente capaz de aumentar a produtividade e a qualidade dos projetos (Ambar, [s.d.]).

1. **Fonte Única de Verdade:** A principal vantagem do BIM é a sua capacidade de centralizar todas as informações do projeto em um modelo virtual único. Essa "fonte única de verdade" elimina a inconsistência dos desenhos 2D tradicionais e reduz significativamente os erros causados por dados defasados ou desconexos (Msuite, [s.d.]). O uso do BIM para criar um único modelo integrado do projeto é o que permite a colaboração e a eliminação da necessidade de coordenar diferentes desenhos 2D, que muitas vezes geram erros e retrabalho (Rodrigues, 2020; Barros, 2018; Schöttle *et al.*, [s.d.]).
2. **Compatibilização Proativa:** O BIM permite a detecção automática de conflitos (*clash detection*) entre as disciplinas de forma virtual, antes que os problemas surjam na obra (Lean Construction Blog, [s.d.]; Eng.Com.Br, [s.d.]). Essa capacidade elimina o retrabalho, um dos maiores desperdícios em projetos (Msuite, [s.d.]).
3. **Design Baseado em Conjuntos (*Set-Based Design*):** O planejamento tradicional tende a focar na tomada de decisões o mais cedo possível (*point-based design*), o que pode levar a um ciclo de *design-estimate-redesign* dispendioso (Ballard, 2008; Ballard et al., 2003).

O *Lean Design*, em contraste, emprega a estratégia de adiar compromissos para o último momento responsável (*last responsible moment*), ou seja, para o ponto em que não tomar uma decisão elimina uma alternativa (Ballard, 2008). Esta abordagem permite que o time de projeto explore múltiplas soluções simultaneamente, levando a um resultado mais robusto e de maior valor para o cliente (Msuite, [s.d.]).

CONCLUSÃO

A aplicação da filosofia *Lean* em empresas de projetos complementares é viável e oferece ganhos significativos em prazos, qualidade e redução de desperdícios. O modelo proposto em quatro etapas ao longo de um ano permite uma implementação progressiva e adaptada à realidade de uma empresa de pequeno porte.

Considerações Finais

O sucesso da implementação do *Lean* em um escritório de projetos de engenharia não reside na ferramenta (BIM, Kanban) ou no processo (LPS), mas na capacidade de a empresa mudar sua cultura. A transformação cultural é o elemento mais crítico da implementação. Seguir o roteiro e implementar as ferramentas sem abordar a mentalidade e o comportamento humano resultará em uma transformação superficial e sem ganhos duradouros.

O verdadeiro valor do *Lean* reside na sua capacidade de criar uma organização que aprende, se adapta e se torna mais resiliente, garantindo sua competitividade em um mercado cada vez mais exigente (Atlassian, [s.d.]). A filosofia promove maior satisfação do cliente, uma vez que os projetos são entregues com mais qualidade e dentro do prazo (Barros, 2018; Gonçalves, [s.d.]; Brickup, [s.d.]; Senior, [s.d.]).

Internamente, o *Lean* melhora a comunicação e a colaboração entre as equipes e cria um ambiente de trabalho mais engajado, onde os colaboradores se sentem valorizados e parte da solução (Senior, [s.d.]; Pipefy, [s.d.]).

Desafios Encontrados

A resistência à mudança é o maior obstáculo para a implementação do Lean (CLT

Services, [s.d.]; Atlassian, [s.d.]; EUAX, [s.d.]). Os estudos indicam que as principais fontes de desperdício em escritórios de projetos são geradas pelo "fator humano e pela cultura de trabalho" (Lean Office, [s.d.]). A aversão a métodos não tradicionais e a inércia de anos de prática podem inviabilizar a iniciativa (EUAX, [s.d.]). Outros desafios incluem:

1. **Falta de comprometimento da liderança:** sem um forte apoio da alta gestão, as iniciativas Lean podem fracassar. Os líderes devem ser os principais promotores da filosofia e alocar recursos adequadamente (CLT Services, [s.d.]).
2. **Silos departamentais:** o pensamento Lean visa a colaboração interfuncional, mas a estrutura organizacional em silos é um obstáculo significativo (CLT Services, [s.d.]).
3. **Uso de métricas incorretas:** Focar em métricas tradicionais (como apenas a redução de custos) em vez de métricas de valor agregado pode levar a empresa a despender recursos e esforços desnecessariamente (CLT Services, [s.d.]).

Recomendações de Trabalhos Futuros

O sistema *Lean* é, por sua própria natureza, um trabalho inacabado. A melhoria é possível em todos os aspectos: processos, métodos e ferramentas. As áreas específicas para futuras pesquisas e experimentações incluem:

1. **Contratação:** Contratos são necessários para alinhar os interesses dos membros da equipe do projeto na busca do ideal *Lean* (Ballard, 2008). Mais pesquisas são necessárias para identificar e avaliar mudanças contratuais que facilitem o desenvolvimento futuro.
2. **Gerenciamento de Riscos e Contingência:** O gerenciamento explícito de riscos é uma parte crítica do sucesso da entrega de projetos (Ballard, 2008). É importante aprender como selecionar, localizar e dimensionar contingências para absorver riscos de forma eficaz.
3. **Modelagem de Custos:** A pesquisa é necessária sobre vários aspectos da modelagem de custos. O primeiro ponto é a viabilidade de desenvolver modelos de custos diretamente a partir das necessidades do cliente na fase de definição do projeto, em vez de desenvolver o custo a partir do projeto (Ballard, 2008).
4. **Mudança Cultural:** A implementação do sistema Lean exige uma mudança cultural. Formas contratuais não familiares e novos papéis e responsabilidades exigem novas

formas de comportamento e pensamento (Ballard, 2008). Mais pesquisas são necessárias para entender o que funciona e o que não funciona na mudança de cultura.

REFERÊNCIAS

AMBAR. **Você sabe qual é a conexão entre lean construction e BIM?.** [s.d.]. Disponível em: <https://www.ambar.tech/blog/voce-sabe-qual-e-a-conexao-entre-lean-construction-e-bim>. Acesso em: 18 ago. 2025.

ATLASSIAN. **Quais são os desafios comuns da implementação do Lean?.** [s.d.]. Disponível em: <https://www.atlassian.com/br/agile/project-management/lean-principles>. Acesso em: 18 ago. 2025.

BALLARD, Glenn. **Implementing Lean Construction: Stabilizing Work Flow.** 1997. Disponível em: (https://www.leanconstruction.org/media/docs/lci-white-papers/Ballard_ImplementingLeanConstruction_1997.pdf). Acesso em: 18 ago. 2025.

BALLARD, Glenn. **The Lean Project Delivery System: An Update.** 2008. Disponível em: (https://www.leanconstruction.org/wp-content/uploads/2016/06/LCI-White-Paper_Lean-Project-Delivery-System-An-Update-2008.pdf). Acesso em: 18 ago. 2025.

BALLARD, G.; HOWELL, G. Lean project management. **Building Research & Information**, v. 31, n. 2, p. 119-133, 2003. Disponível em: (https://www.leanconstruction.org/media/docs/lci-white-papers/Ballard-Howell-LeanProjectManagement_2003.pdf). Acesso em: 18 ago. 2025.

BALLARD, G. **The Last Planner System of Production Control.** Birmingham: University of Birmingham, 2000.

BALLARD, G.; REISER, P. **The St. Olaf College Fieldhouse Project: A Case Study in Designing to Target Cost.** In: Proceedings IGLC-12, Helsingør, Dinamarca, 2004.

BARROS, Juliana Rocha. **Aplicação do Lean Construction em um escritório de arquitetura.** 2018. Monografia (Especialização em Produção e Gestão do Ambiente Construído) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

BIBLUS. **Pull planning na construção.** [s.d.]. Disponível em: <https://biblus.accasoftware.com/ptb/pull-planning-na-construcao/>. Acesso em: 18 ago. 2025.

BRICKUP. **A importância do LPS e a sua aplicação na construção civil.** [s.d.]. Disponível em: <https://www.brickup.app/post/a-import%C3%A2ncia-do-lps-e-a-sua-aplica%C3%A7%C3%A3o-na-constru%C3%A7%C3%A3o-civil>. Acesso em: 18 ago. 2025.

BUSINESSMAP. **Use quadros Kanban digitais para trazer transparência.** [s.d.]. Disponível em: <https://businessmap.io/pt/engenharia-mecanica>. Acesso em: 18 ago. 2025.

CLIMB GROUP. **5 plataformas tecnológicas para apoiar o lean e aumentar a produtividade.** [s.d.]. Disponível em: (<https://www.climbgroup.com.br/post/5-plataformas->

tecnologias-para-apoiar-o-lean-e-aumentar-a-produtividade). Acesso em: 18 ago. 2025.

CLT SERVICES. **Dez desafios da implementação lean.**, [s.d.]. Disponível em: <https://www.cltservices.net/artigos-e-noticias/dez-desafios-da-implementacao-lean/>. Acesso em: 18 ago. 2025.

CTE. **Lean Construction: a metodologia que aumenta a eficiência de obras.**, [s.d.]. Disponível em: <https://cte.com.br/blog/gerenciamento/lean-construction/>. Acesso em: 18 ago. 2025.

E-ZIGURAT. **O que é lean?**, [s.d.]. Disponível em: <https://www.e-zigurat.com/pt-br/blog/o-que-e-lean/>. Acesso em: 18 ago. 2025.

ENG.COM.BR. **BIM: construções enxutas/lean construction com Autodesk AEC.**, [s.d.]. Disponível em: <https://www.eng.com.br/artigo.cfm?id=7604&post=bim:-construcoes-enxutas/lean-construction-com-autodesk-aec>. Acesso em: 18 ago. 2025.

EUAX. **A implementação do lean e seus desafios.**, [s.d.]. Disponível em: <https://www.euax.com.br/2011/06/a-implementacao-do-lean-e-seus-desafios/>. Acesso em: 18 ago. 2025.

FORMA ARQUITETURA. **Projetos Complementares: O caminho para o sucesso da sua obra.**, [s.d.]. Disponível em: <https://formaarquiteturalegal.com.br/forma-arquitetura-blog/projetos/projetos-complementares-o-caminho-para-o-sucesso-da-sua-obra/>. Acesso em: 18 ago. 2025.

FRIGINI, Ana Elisa. **Gestão de informações em projetos de arquitetura e complementares.**, [s.d.]. Disponível em: https://www.faacz.com.br/repositorio_de_tccs/2020/2020%20-%20CAU%20-%20Ana%20Elisa%20Frigini.pdf. Acesso em: 18 ago. 2025.

FRONS. **7 melhores programas de engenharia para ajudar seu trabalho.**, [s.d.]. Disponível em: <https://frons.com.br/blog/engenharia/programas-de-engenharia/>. Acesso em: 18 ago. 2025.

GONÇALVES, Pedro Guilherme F. **Análise da aplicação do lean construction.**, [s.d.]. Disponível em: (https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-9LEPG3/1/monografia_de_pedro_guilherme_f._gon_alves.pdf). Acesso em: 18 ago. 2025.

HIRANO, H. **5S for Operators: 5 Pillars of the Visual Workplace.** Portland: Productivity Press, 1995.

HOWELL, G. **What is Lean Construction.** In: Proceedings IGLC-7, Berkeley, USA, 1999.

KOSKELA, L. **Application of the New Production Philosophy to Construction.** Stanford: Stanford University, 1992.

KOSKELA, L. et al. **The foundations of lean construction**. 2007. Disponível em: <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/publications/2000/P408.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2025.

LEAN CONSTRUCTION. **What is the Last Planner System?.**, [s.d.]. Disponível em: <https://leanconstruction.org/lean-topics/last-planner-system/>. Acesso em: 18 ago. 2025.

LEAN CONSTRUCTION BLOG. **The Effects of BIM and Lean Construction on Design Management Practices.**, [s.d.]. Disponível em: (<https://leanconstructionblog.com/The-Effects-of-BIM-and-Lean-Construction-on-Design-Management-Practices.html>). Acesso em: 18 ago. 2025.

LEAN OFFICE: UMA APLICAÇÃO EM ESCRITÓRIO DE PROJETOS. *Gestão & Conhecimento*, v. 7, n. 1, p. 48-74, jan./jun. 2013. Disponível em: (https://www.researchgate.net/publication/265907015_LEAN_OFFICE_METHODODOLOGY_IN_A_PROJECT_MANAGEMENT_OFFICE). Acesso em: 18 ago. 2025.

LIKER, J. **The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer**. New York: McGraw-Hill, 2004.

LUCIDCHART. **Software de mapeamento de fluxo de valor.**, [s.d.]. Disponível em: <https://www.lucidchart.com/pages/pt/exemplos/software-de-mapeamento-de-fluxo-de-valor>. Acesso em: 18 ago. 2025.

MSUITE. **Top 10 Benefits of Lean Construction and BIM.**, [s.d.]. Disponível em: <https://www.msuite.com/top-10-benefits-of-lean-construction-and-bim/>. Acesso em: 18 ago. 2025.

MT ENGENHARIA. **Desafios e Soluções em Projetos Complementares de Engenharia.**, [s.d.]. Disponível em: <https://mtengenharia.com.br/desafios-e-solucoes-em-projetos-complementares-de-engenharia/>. Acesso em: 18 ago. 2025.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PIPEFY. **O que é Lean Office?.**, [s.d.]. Disponível em: <https://www.pipefy.com/pt-br/blog/lean-office/>. Acesso em: 18 ago. 2025.

PUC GOIÁS. **Aplicação das ferramentas da Lean Construction na Gestão da Qualidade.**, [s.d.]. Disponível em: <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/bitstream/123456789/7866/1/Aplicac%CC%A7a%CC%83o%20das%20ferramentas%20da%20Lean%20Construction%20na%20Gesta%CC%83o%20da%20Qualidade-%20Erika%20Paula%20revisado.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2025.

REVISTAS USP. **Ferramenta Lean de Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV).**, [s.d.]. Disponível em: <https://revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/download/50972/55051/63445>. Acesso em: 18 ago. 2025.

RODRIGUES, Luciana Iodice. **Estudo da viabilidade de implementação das ferramentas de Lean Construction**. 2020. Monografia (Especialização em Gerenciamento de Projetos e Construção Civil) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a Enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

SCHÖTTLE, Annett et al. **Defining Cooperation and Collaboration in the Context of Lean Construction**. 2014. Disponível em: (https://www.leanconstruction.org/wp-content/uploads/2014/06/Annett-Schottle_2014_Defining-Cooperation-and-Collaboration-in-the-Context-of-Lean-Construction.pdf). Acesso em: 18 ago. 2025.

SCOPI. **Metodologia Lean.**, [s.d.]. Disponível em: <https://scopi.com.br/blog/metodologia-lean/>. Acesso em: 18 ago. 2025.

SENIOR. **Lean Construction: a metodologia que aumenta a eficiência de obras.**, [s.d.]. Disponível em: <https://www.senior.com.br/blog/lean-construction-a-metodologia-que-aumenta-a-eficiencia-de-obras>. Acesso em: 18 ago. 2025.

SIENGE. **Quais são os desafios específicos na implementação da liderança Lean para engenheiros e gestores na Construção Civil?**, 21 maio 2024. Disponível em: <https://sienge.com.br/blog/lideranca-lean/>. Acesso em: 18 ago. 2025.

SIGMA GP. **A importância do Last Planner System (LPS) no controle da produção: um diferencial estratégico para projetos industriais complexos.**, [s.d.]. Disponível em: <https://www.sigmagp.com.br/a-importancia-do-last-planner-system-lps-no-controle-da-producao-um-diferencial-estrategico-para-projetos-industriais-complexos/>. Acesso em: 18 ago. 2025.

SILVA, Gabriel Henrique Galindo da. **Aplicação do Lean Office em um escritório de gerenciamento de projetos: um estudo de caso**. 2020. TCC (Graduação em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2021.

SMART INNOVATION. **Lean digital e a combinação perfeita entre tecnologia e agilidade.**, [s.d.]. Disponível em: <https://www.smartinnovation.com.br/blog/lean-digital-e-a-combinacao-perfeita-entre-tecnologia-e-agilidade/>. Acesso em: 18 ago. 2025.

SOARES, Alexandre. **Descubra como o Pull Planning promove colaboração**. YouTube, 27 out. 2022. Disponível em: (<https://www.youtube.com/watch?v=O7hwTd9zBOw>). Acesso em: 18 ago. 2025.

TOUCHPLAN. **Touchplan and Lean Construction Planning.**, [s.d.]. Disponível em: <https://touchplan.io/digitize-lean-construction-planning/>. Acesso em: 18 ago. 2025.

UFES. **Impacto da adoção da metodologia Lean Construction em uma empresa do setor da construção no Brasil.**, [s.d.]. Disponível em: <https://periodicos.ufes.edu.br/bjpe/article/download/46169/32404/167865>. Acesso em: 18 ago. 2025.

UFPE. **Estudos de Caso: Análise da Aplicação do Sistema Lean.**, [s.d.]. Disponível em: (<https://dspace.sti.ufcg.edu.br/jspui/bitstream/riufcg/30534/1/ESTUDOS%20DE%20CASO%20-%20AN%C3%81LISE%20DA%20APLICA%C3%87%C3%83O%20DO%20SISTEMA%20LEAN%20-%20V%20ANAIS%20-%20SIMEP%20ARTIGO%202017.pdf>). Acesso em: 18 ago. 2025.