

FRAMEWORK PARA GESTÃO SUSTENTÁVEL DE PROJETOS NO JUDICIÁRIO GOIANO: INTEGRAÇÃO DE LEAN CONSTRUCTION E GÊMEOS DIGITAIS

Sustainable Project Management in the Goiás Judiciary: Integrating Lean Construction and Digital Twins

Luciana Carvalho Jardim

Universidade Federal de Goiás | Goiânia, GO | ljardim@uol.com.br

Fernando Nunes Belchior

Universidade Federal de Goiás | Goiânia, GO | fnbelchior@ufg.br

Tatiana Gondim do Amaral

Universidade Federal de Goiás | Goiânia, GO | tatianagondim@ufg.br

RESUMO

A sustentabilidade na construção civil tem sido amplamente debatida, mas a integração da gestão de projetos sustentáveis ainda representa uma lacuna nas pesquisas, especialmente no setor público. O estudo bibliométrico analisado aponta que, embora existam avanços em eficiência energética e no uso de materiais sustentáveis, a aplicação estruturada dos princípios da Construção Enxuta (*Lean Construction*) e dos Gêmeos Digitais (*Digital Twins*) ainda é limitada nesse setor. Essas metodologias poderiam aprimorar a gestão de recursos ao longo de todas as fases da construção civil e reduzir impactos ambientais, mas sua adoção em projetos públicos permanece incipiente. No caso do Tribunal de Justiça do Estado de Goiás (TJGO), onde há frequentes demandas por novas construções e reformas, a ausência de diretrizes específicas para sustentabilidade reforça a necessidade de uma abordagem mais sistemática. Para suprir essa lacuna, propõe-se um *framework* metodológico que integra modelagem digital para monitoramento do desempenho dos edifícios, otimização de recursos – desde a concepção do projeto até a manutenção da edificação – e soluções ambientais no planejamento das obras. Inicialmente, a proposta busca tornar as edificações do TJGO mais eficientes e alinhadas aos princípios da sustentabilidade. No entanto, seu modelo pode ser adaptado para outros órgãos públicos, contribuindo para avanços na gestão de projetos sustentáveis e incentivando futuras pesquisas na área.

Palavras-chave: Gêmeos Digitais; Construção Enxuta; Sustentabilidade; Gestão de projetos; Edifícios sustentáveis.

ABSTRACT

Sustainability in civil construction has been widely debated, but the integration of sustainable project management remains a gap in research, especially in the public sector. The bibliometric study analyzed indicates that, although there have been advances in energy efficiency and the use of sustainable materials, the structured application of Lean Construction principles and Digital Twins remains limited in this sector. These methodologies could enhance resource management throughout all phases of civil construction and reduce environmental impacts, yet their adoption in public projects remains incipient. In the case of the Court of Justice of the State of Goiás (TJGO), where there is a frequent demand for new constructions and renovations, the absence of specific sustainability guidelines highlights the need for a more systematic approach. To address this gap, we propose a methodological framework that integrates digital modeling for building performance monitoring, resource optimization – from design and construction to future maintenance—and environmental solutions in project planning. Initially, the proposal aims to make TJGO buildings more efficient and aligned with sustainability principles. However, its model can be adapted for other public institutions, contributing to advancements in sustainable project management and encouraging further research in the field.

Keywords: Digital Twins; Lean Construction; Sustainability; Project Management; Sustainable Buildings.

1 INTRODUÇÃO

As práticas sustentáveis na construção civil têm sido um tema amplamente discutido, sobretudo em virtude da necessidade global de reduzir os impactos ambientais das atividades produtivas. No entanto, apesar dos avanços observados na utilização de materiais de baixo impacto e na eficiência energética, a gestão de projetos sustentáveis ainda carece de uma abordagem sistemática, especialmente no setor público (SEPASGOZAR *et al.*, 2021). Observa-se, por exemplo, que ferramentas como a Construção Enxuta (*Lean Construction*) e os Gêmeos Digitais (*Digital Twins*) permanecem subaproveitadas em projetos institucionais, o que compromete o desempenho operacional e ambiental ao longo do ciclo de vida das edificações (OWAIS *et al.*, 2024).

Segundo o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (2021), os edifícios são responsáveis, globalmente por: 36% da energia utilizada, 37% das emissões de CO₂, 12% da retirada de água doce, 30% do efluente gerado e 45% a 65% dos resíduos enviados para aterros sanitários.

A Agenda 2030 da Organização Mundial da Saúde (ONU) é um plano de ação global que reúne 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas com foco na erradicação da pobreza e na promoção de uma vida digna a todos. Tudo isso sem comprometer a qualidade de vida das próximas gerações (NAÇÕES UNIDAS - BRASIL, 2024).

Estes objetivos e metas são integrados e indivisíveis e equilibram as três dimensões do desenvolvimento sustentável: a econômica, a social e a ambiental.

Em 1992, a ONU realizou, na cidade do Rio de Janeiro, a Conferência das Nações Unidas pelo Meio Ambiente. Nesta ocasião, 172 países assinaram a Agenda 21, um programa de ação baseado num documento, que constitui a mais abrangente tentativa já realizada de promover, em escala planetária, um novo padrão de desenvolvimento, denominado “desenvolvimento sustentável”.

Segundo Salgado *et al.* (2012), no que se refere à construção civil, a Agenda 21 (sobre construções sustentáveis em países em desenvolvimento), mostrou algumas considerações no atendimento aos objetivos ambientais como o atendimento de metas para o desempenho ambiental das edificações, as mudanças nas práticas de gestão do processo de projeto e construção e a implantação de uma nova cultura dentro do setor da construção civil. Através destas mudanças, todos passariam a valorizar os recursos naturais, tais como água, ar e terra e aumentariam assim as possibilidades de reciclagem e reuso dos materiais.

Um edifício sustentável é capaz de proporcionar benefícios na forma de conforto, funcionalidade, satisfação e qualidade de vida. Isso deve ocorrer sem comprometer a infraestrutura atual e do futuro dos insumos, para que se gere o mínimo de impacto possível ao meio ambiente e alcançando o máximo possível de autonomia.

Para que se tenha uma construção com menos impacto ambiental e que seja mais sustentável, precisam-se questionar os métodos que são adotados hoje na construção civil. Apesar da questão ambiental ser amplamente discutida em todo o mundo, no Brasil, o desenvolvimento de métodos sustentáveis nas edificações desenvolve-se, ainda muito lentamente.

Segundo Viggiano (2019), o início de um projeto sustentável é a análise da viabilidade, impacto ambiental e o programa de necessidades para o projeto de arquitetura. Para ele, o arquiteto ou o gestor do empreendimento deve ter consciência das implicações ambientais para o futuro do Edifício por meio do gerenciamento dos recursos de maneira eficaz, avaliando a adaptação das suas soluções ao clima e à eficiência em termos de consumo de energia e água.

Diante da realidade apresentada, deve-se encarar os Edifícios como produto, mesmo que customizado, com soluções mais flexíveis, que permitam o uso racional de todos os meios usados em todo processo construtivo. É importante para a construção civil aderir às técnicas da Engenharia de Produção para otimizar seus processos. A procura por um desenvolvimento sustentável deve ser o foco de qualquer atividade humana.

No caso do TJGO, a falta de diretrizes formais voltadas à responsabilidade ambiental em suas edificações demonstra a urgência de uma mudança estrutural. Considerando a frequência de reformas e novas construções no âmbito do Judiciário goiano, é fundamental promover uma gestão que priorize a racionalização de recursos, o planejamento integrado e o monitoramento de desempenho ambiental.

A justificativa para esta proposta consiste na necessidade de transformar a gestão pública da construção civil por meio de ferramentas que promovam maior previsibilidade, redução de desperdícios, eficiência energética e responsabilidade socioambiental. A combinação entre *Lean Construction* e Gêmeos Digitais, conforme estudos recentes apontam, oferece uma abordagem promissora para melhorar a eficiência, colaboração e monitoramento em tempo real das obras públicas (BERROIR *et al.*, 2023).

A partir das necessidades expostas, o trabalho propõe um *framework* metodológico inovador para a gestão de projetos sustentáveis no TJGO, fundamentado na integração entre *Lean Construction*, Gêmeos Digitais (*Digital Twins*) e princípios de Engenharia da Sustentabilidade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A integração de tecnologias digitais e metodologias enxutas tem revolucionado o setor da construção civil, promovendo maior engajamento com práticas sustentáveis e eficiência. O conceito de Lean, derivado do Sistema Toyota de Produção, tem como foco a eliminação de desperdícios e a geração de valor contínuo ao longo do processo construtivo (SEPASGOZAR *et al.*, 2021). A aplicação dessa abordagem em projetos públicos permite mitigar falhas recorrentes como retrabalho, imprevisto e baixa previsibilidade.

De forma complementar, os Gêmeos Digitais surgem como uma inovação baseada na representação virtual de sistemas físicos, capaz de simular e monitorar o desempenho de ativos em tempo real. Essa tecnologia tem potencial para otimizar a manutenção, antecipar falhas e promover decisões embasadas em dados durante todo o ciclo de vida das edificações (OWAIS *et al.*, 2024).

O uso integrado de Lean e Gêmeos Digitais tem se mostrado eficaz em diversos contextos. Estudos como o de Sepasgozar *et al.* (2021) destacam que a sinergia entre essas abordagens pode reduzir variações nos processos, otimizar recursos e apoiar o planejamento colaborativo. No entanto, a aplicação prática ainda enfrenta desafios, especialmente em ambientes institucionais onde barreiras culturais, técnicas e regulatórias dificultam a inovação (ARAÚJO *et al.*, 2022).

Além disso, a adoção do conceito *Design for Manufacture and Assembly (DfMA)* tem sido associada à racionalização de processos e à redução de impactos ambientais, contribuindo para um ambiente construtivo mais seguro e eficiente (LANGSTON; ZHANG, 2021). Esse modelo, associado ao uso de *Building Information Modeling (BIM)* e Gêmeos Digitais, tem potencial para reestruturar a forma como os edifícios públicos são concebidos e operados (BERROIR *et al.*, 2023).

O BIM é uma abordagem digital integrada que permite a criação, o gerenciamento e a utilização de informações sobre projetos de construção ao longo de todo o seu ciclo de vida, otimizando o planejamento, o desempenho energético e a colaboração entre disciplinas (SEPASGOZAR *et al.*, 2021).

Assim, o desenvolvimento de gestão proposto que integre essas abordagens não apenas supre uma lacuna prática nos projetos públicos, mas também contribui para avanços teóricos e metodológicos na área da sustentabilidade aplicada à construção civil.

3 MÉTODO

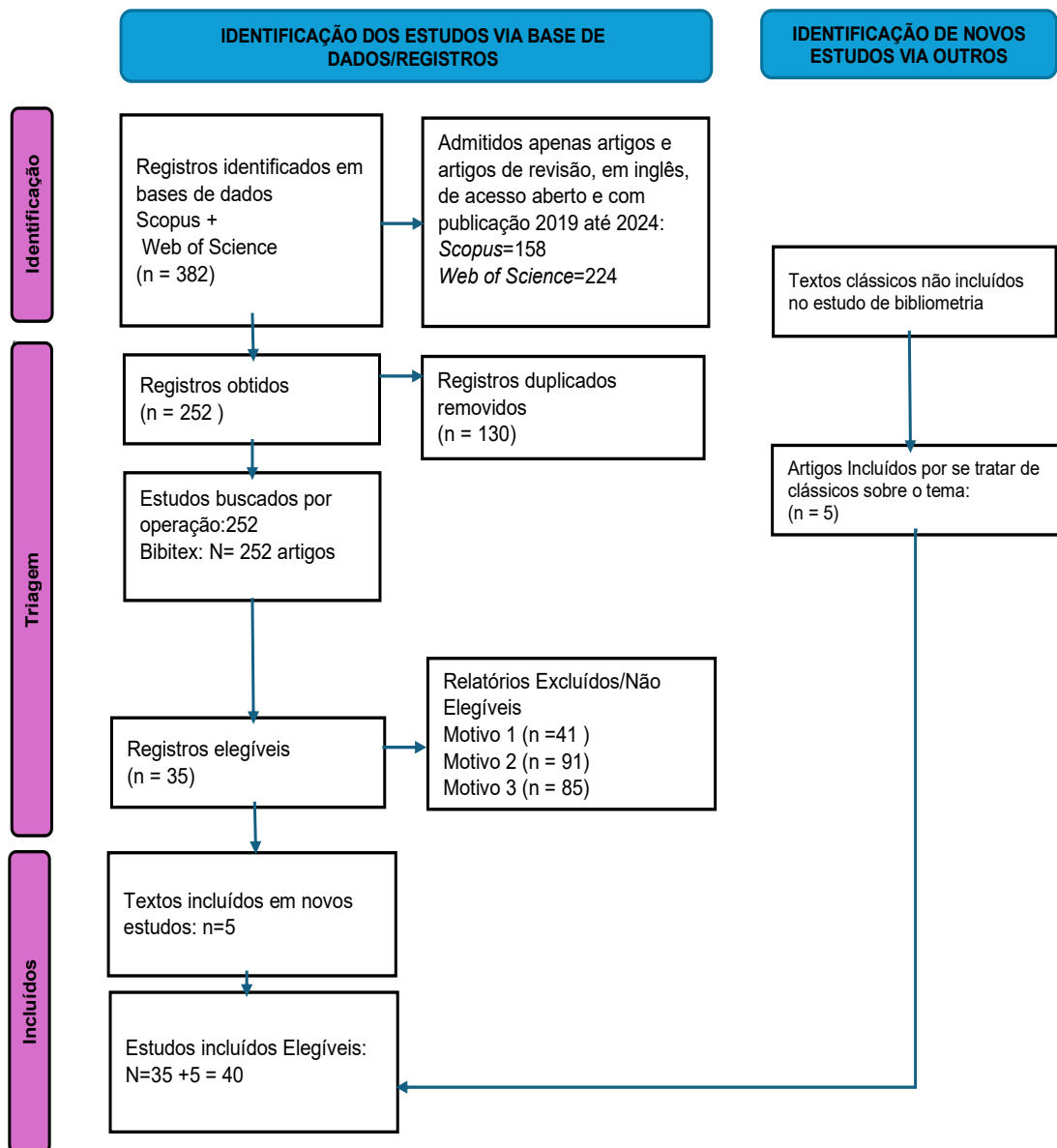
Estudo aplicado, de caráter exploratório e qualitativo, com apoio de análise bibliométrica. A metodologia está dividida em três etapas principais.

3.1 ETAPA 1 – RSL- REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Este trabalho apresenta uma revisão sistemática da literatura sobre a produção de edifícios sustentáveis, com foco na integração entre práticas de Gestão de Projetos, Construção Enxuta, Gêmeos Digitais, setores públicos e aplicações práticas, o qual buscou identificar, mapear e analisar as principais tendências, autores, instituições e lacunas da pesquisa científica nos últimos cinco anos. As etapas da RSL estão apresentadas na Figura 1.

A pesquisa foi realizada nas bases de dados *Web of Science* e *Scopus*, selecionando artigos e revisões publicados em inglês entre os anos 2020 a 2024. O procedimento de seleção seguiu o protocolo PRISMA, garantindo a filtragem criteriosa dos resultados e a exclusão de documentos duplicados PAGE (2024). Para a análise bibliométrica, foi utilizada a plataforma *RStudio* e o pacote *Bibliometrix*.

Figura 1: Etapas da Revisão Sistemática da Literatura



Motivo 1: Estudos cujos títulos e resumos analisados não guardavam pertinência com a temática adotada

Motivo 2: artigos que não apresentavam *Keywords* pertinentes ao tema proposto;

Motivo 3: Aplicação da Lei de Bradford definindo os estudos mais relevantes.

Fonte: Dos autores (2025).

3.2 ETAPA 02 – PROPOSIÇÃO DE *FRAMEWORK*

O *Framework* foi proposto para a Diretoria de Obras do TJGO, com base nos conceitos extraídos da RSL e nos problemas identificados ao longo do processo de projeto. Este *Framework* será refinado a partir dos dados levantados no questionário aplicado aos servidores da Diretoria de Obras do TJGO e demais tribunais do Brasil (APÊNDICE I).

O modelo de *estrutura metodológica* proposto foi desenvolvido a partir da realidade específica do TJGO, considerando suas demandas frequentes por reformas e novas construções, a ausência de diretrizes formais de práticas com responsabilidade ambiental e a necessidade de modernizar a gestão de projetos.

Entretanto, embora tenha sido personalizado para o contexto do TJGO, a estrutura metodológica é flexível e adaptável a outros órgãos públicos com atividades relacionadas. Isso ocorre porque os princípios que orientam o *modelo de gestão* - como a definição clara de valor para o cliente público, a integração de ferramentas digitais, o uso de metodologias *Lean* para reduzir desperdícios e a busca contínua pela eficiência e preservação ambiental - são universais para a administração pública.

3.3 ETAPA 3 – VALIDAÇÃO PRELIMINAR CONCEITUAL

A triangulação entre os dados obtidos nas três etapas visa garantir a validade do *Framework* proposto e seu alinhamento com os objetivos de sustentabilidade, eficiência e inovação na gestão de projetos públicos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 RSL

A base de dados para a análise bibliométrica foi construída a partir das buscas realizadas no dia 28 de outubro de 2024, consolidando os registros exportados das plataformas *Scopus* e *Web of Science* em um único repositório para posterior tratamento no *RStudio* e *Bibliometrix*, consolidando dados de 252 artigos.

Os resultados apontaram para uma taxa anual de crescimento de 33,12% no número de publicações sobre sustentabilidade na construção civil, evidenciando o aumento expressivo do interesse acadêmico pelo tema. As palavras-chave mais frequentes nos estudos analisados foram "*Sustainability*", "*Performance*", "*Design*" e "*Management*", refletindo o foco na eficiência energética, no desempenho de edificações e na gestão dos processos construtivos.

Apesar desse crescimento, a análise evidenciou uma lacuna significativa: poucos estudos abordam de maneira integrada a aplicação de *Lean Construction* e *Digital Twins* em projetos de edifícios sustentáveis. A combinação desses dois conceitos ainda é incipiente, sinalizando uma oportunidade promissora para novas pesquisas que busquem otimizar o processo construtivo por meio da digitalização e de práticas enxutas.

Os principais autores foram Ayodeji Emmanuel Oke (25 artigos), John Aliu (22 artigos) e Ahmed Farouk Kineber (18 artigos). As revistas que mais publicaram sobre o tema foram *Sustainability*, *Buildings* e *Journal of Building Engineering*, reconhecidas internacionalmente. No cenário geográfico, destaca-se a liderança de países como China, Estados Unidos, Reino Unido, Nigéria e Austrália, enquanto o Brasil aparece na 11ª posição em citações, com uma participação ainda limitada no debate global. A posição relativamente modesta do Brasil não reflete falta de competência, mas sim um *déficit* de políticas, recursos e inserção internacional. Ao alinhar investimento, formação e colaboração global, é plausível que o país avance rapidamente nas próximas análises bibliométricas.

Os princípios teóricos Koskela (1992), Howell & Ballard (1998) e Ballard (2000) fornecem uma visão sistêmica de produção enxuta aplicada ao ambiente de projeto e obra. Esses fundamentos serviram como hipóteses conceituais acerca de valor, fluxo e melhoria contínua. Já as evidências empíricas contemporâneas (RSL), fornecem fundamentos teóricos para a elaboração do questionário e identifica as lacunas, definindo escopo e fronteiras do *framework* (ex.: baixa integração *Lean* + Gêmeos Digitais em espaços judiciais).

O questionário proposto (Apêndice I) servirão para validar a aplicabilidade dos princípios identificados e priorizar funcionalidades do *framework* (por exemplo, foco em transparência legal e padronização de componentes). O questionário ainda não foi aplicado.

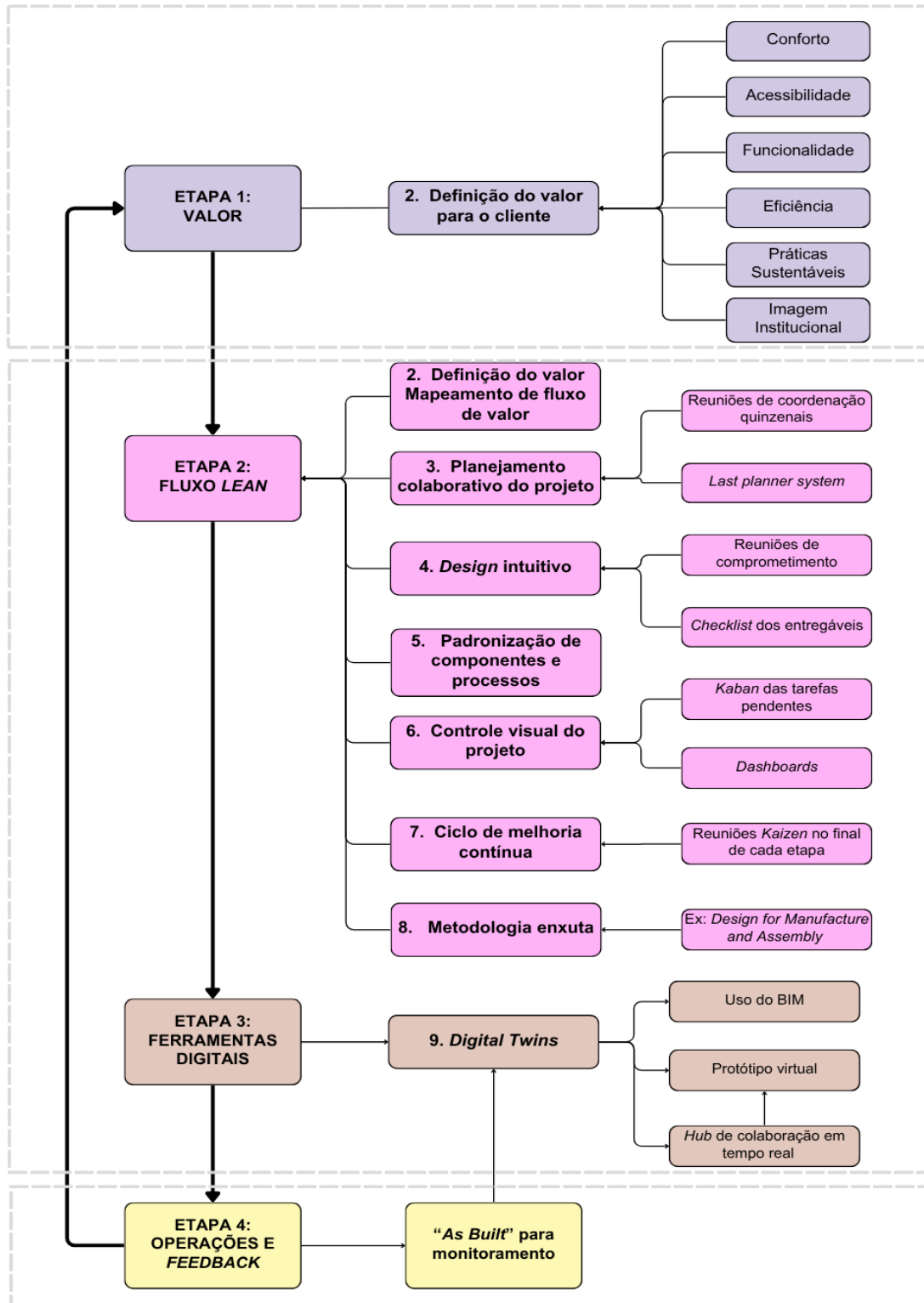
Embora a sustentabilidade já seja um tema consolidado na construção civil, a gestão de projetos com enfoque sustentável, combinada com as práticas *Lean* e tecnologias digitais, ainda demanda mais estudos. O fortalecimento dessa integração pode contribuir para processos construtivos mais eficientes, econômicos e ambientalmente responsáveis, atendendo às demandas contemporâneas por inovação e responsabilidade com o uso dos recursos ambientais no setor público e privado.

4.2 UM FRAMEWORK METODOLÓGICO PARA A DIVISÃO DE ARQUITETURA DO TJGO

A abordagem apresentada na Figura 2 atende às exigências contemporâneas de transparência, otimização de recursos, responsabilidade ambiental e melhoria da qualidade dos serviços públicos.

Ao adotar esse método, os órgãos públicos podem não apenas elevar a qualidade de seus projetos e edificações, mas também fortalecer seu compromisso com os princípios da Agenda 2030 da ONU. (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2015)

Figura 2 – Framework para elaboração de projetos sustentáveis no TJGO



Fonte: Dos autores (2025).

O ciclo inicia-se na Etapa 1 (Valor), em que se identificam claramente as necessidades do cliente e os requisitos de desempenho do projeto; esses parâmetros funcionam como um guia para todo o processo subsequente. A partir daí, desencadeia-se a Etapa do Fluxo *Lean* (mapeamento de valor, planejamento colaborativo, padronização, controle visual e melhoria contínua) e a Etapa das “Ferramentas Digitais” (modelagem BIM, *Digital Twin* e *hubs* de colaboração em tempo real) avançam simultaneamente: enquanto as práticas enxutas estruturam e simplificam as atividades, as soluções digitais fornecem visibilidade instantânea, dados operacionais e prototipagem virtual que retroalimentam o próprio fluxo *Lean*, criando um *loop* de aperfeiçoamento mútuo. Por fim as “Operações e *Feedback*”, onde o modelo “*As Built*” monitora o desempenho real do ativo, gerando informações que retornam às fases anteriores, fechando o ciclo contínuo de melhorias futuras.

Com a definição da expectativa sobre o trabalho da Diretoria de Obras, definiu-se uma estrutura para a criação da *Framework* por meio de:

1) **Definição clara de valor para o cliente:** realizar discussões e compreensão do que gera valor para o usuário final (*magistrados*, servidores, jurisdicionados e usuários finais). Coletar requisitos de conforto, acessibilidade, funcionalidade, eficiência, práticas sustentáveis e imagem institucional. Para viabilizar a coleta destas informações realizar **reuniões de grupos focais com funções representativas** para levantamento de requisitos.

2) **Mapeamento de fluxo de valor nas etapas de projeto:** mapear todas as etapas do projeto desde o briefing até documentação final para identificar onde há processamentos desnecessários, retrabalhos e/ou esperas. Para este mapeamento pode ser utilizada a ferramenta **Value Stream Mapping (VSM)** ao fluxo de projeto.

Segundo Howel & Ballard (1998) VSM é uma ferramenta de gestão que mapeia todas as atividades envolvidas na entrega de um produto ou serviço, diferenciando o que agrega valor do que é desperdício, com o objetivo de otimizar o fluxo e aumentar a eficiência.

3) **Planejamento colaborativo do projeto:** desenvolver o cronograma de projeto com todos os envolvidos no processo (arquitetura, estrutura, instalações, fundações, meio ambiente, jurídico). Planejar de trás para a frente (*Reverse Phase Scheduling*), definir entregáveis e trabalhar em retrocesso. Para realizar este planejamento pode ser utilizada a ferramenta para o planejamento colaborativo do projeto **Last Planner System (LPS)**. Entregas programadas em ciclos de planejamento colaborativo de seis semanas, com reuniões de coordenação quinzenais, buscando aumentar a previsibilidade.

Para Ballard (2000), o LPS é um sistema de planejamento colaborativo que envolve os responsáveis diretos pela execução na definição e compromisso com os planos, aumentando a confiabilidade das atividades e reduzindo desperdícios no processo construtivo. Ele tem por objetivo aumentar a confiabilidade do planejamento de obras e projetos, melhorar a coordenação entre as equipes e reduzir variabilidades que geram atrasos e desperdícios. No LPS, os engenheiros de obra, mestres, encarregados participam ativamente do planejamento. Há o acompanhamento constante dos compromissos, com medição de percentuais de atividades cumpridas.

4) **Design interativo para redução de retrabalho:** dividir o projeto em pacotes entregáveis parciais, tais como: implantação preliminar, anteprojeto, compatibilização, executivo, validados sequencialmente junto ao cliente. Para garantir esta validação entre etapas podem ser utilizados **checklists de entregáveis e reuniões de comprometimento** entre os grupos responsáveis.

5) **Padronização de componentes e processos:** definição famílias de componentes e soluções construtivas padronizados a partir de catálogos já validados (portas, pisos, sistemas elétricos) para agilizar projeto e execução, reduzindo custos e prazos.

6) **Controle visual do projeto:** utilizar painéis **Kanban** (digitais ou físicos) para visualizar as tarefas pendentes, em andamento e finalizadas, acessíveis a toda a equipe de projeto

Kanban é um dispositivo visual de gestão de fluxo de trabalho que procura controlar e melhorar o fluxo de tarefas ou materiais de forma simples e eficiente (BALLARD, 2000).

7) **Ciclos de melhorias contínuas com reuniões Kaizen:** Ao final de cada etapa (anteprojeto, projeto legal, executivo), fazer uma retrospectiva dos pontos de melhorias necessários, por meio de reuniões *Kaizen* para discussões sobre as necessidades de projetos, focados que objetivam a melhoria contínua durante o desenvolvimento dos projetos arquitetônicos.

Baseadas na filosofia *Lean*, reuniões *Kaizen* permitem identificar problemas de processo, retrabalhos potenciais e oportunidades de otimização em ciclos curtos, aumentando a qualidade do projeto e reduzindo desperdícios (TAGGART; KOSKELA; ROOKE, 2014).

8) **Uso de Metodologia Enxuta:** Segundo Langston e Zhang (2021), O *Design for Manufacture and Assembly (DMFA)*, surgiu na indústria manufatureira para reduzir peças, simplificar montagens e concentrar valor ainda na fase de projeto. Quando transposto para a construção, ele parte do mesmo princípio: projetar sistemas construtivos pensando desde o início em como cada componente será industrializado fora do canteiro e montado de forma rápida, segura e enxuta.

9) **Uso de ferramentas digitais e digital twins:** utilização de **modelagem BIM** nas etapas de projeto. Essa modelagem permite simular a eficiência energética, prever o consumo de recursos, avaliar o conforto ambiental e criar um protótipo virtual para antecipar falhas e otimizar o edifício. O modelo digital seria atualizado com o edifício construído, permitindo a futura gestão inteligente de manutenção. Desde o início, o modelo BIM incluiria informações de eficiência energética, captação de águas pluviais e estudos de insolação, alimentando o futuro gêmeo digital para monitoramento em operação (SEPASGOZAR et al., 2021).

Os valores do cliente não apenas influenciam o *framework* e eles são as variáveis fundamentais que determinam o que será considerado sucesso em cada fase. Antecipar, medir e negociar esses valores garantem que as ferramentas *Lean* (VSM, LPS, *Kaizen*) produzam fluxo sem desperdício naquilo que realmente importa para o Tribunal.

Além disso, são fundamentais para que o BIM e o Gêmeo Digital capturem dados úteis para os indicadores valorizados (sustentabilidade, conforto, custo-operacional) e ainda garantem que o ciclo de melhoria contínua permaneça **alinhado** mesmo quando surgirem novos gestores ou prioridades institucionais.

Por meio de **reuniões de grupos focais com funções representativas** para levantamento de requisitos foi possível compreender o que gera valor para o usuário final (tribunal, servidores, jurisdicionados). Detalham-se os clientes e os valores por eles esperados dos projetos desenvolvidos pela Diretoria de Obras do TJGO.

4.2.1 Fontes de desperdícios na divisão de arquitetura do TJGO e soluções propostas

| | |
|---|--|
| Falta de padronização: dificulta a integração entre equipes e compromete a qualidade final | Definir o escopo, limites e responsabilidades em fases iniciais de projeto |
| Falta de transparência: gera a existência de problemas na comunicação e retrabalhos por falta de clareza nas decisões | Implantar canais formais de comunicação (dashboards, atas e reuniões de alinhamento) e registrar todas as decisões no ambiente comum de dados. |
| Variabilidade e Improvisações: leva a processos não estruturados levam a resultados imprevisíveis. | Adotar o BIM, facilitando a colaboração, redução de erros e promoção de maior controle do projeto |
| Falta de planejamento as fases do projeto: causa soluções emergenciais ineficientes e retrabalhos | Definir planejamento, recursos necessários e entregas |
| Falta de coordenação: gera repetição de tarefas | Reuniões semanais de compatibilização multidisciplinar em modelo BIM. Aplicar o <i>Last Planner System</i> para sincronizar as equipes. |
| Ausência de gestão no processo: falta de controle sobre etapas e prazos do projeto | Criar um sistema de gestão por processos com responsáveis, seus prazos e indicadores. |
| Ausência de <i>templates</i> : comprometimento de produtividade e de determinação de padrões | Criação <i>templates</i> padronizados, permitindo a integração com outros setores e agilidade no desenvolvimento dos projetos |

4.2.2 Valores estabelecidos sob a ótica do cliente

Os clientes do TJ são: diretoria do tribunal; usuário dos edifícios (servidores e público); construtoras e fornecedores. Os valores estabelecidos por eles são:

1. Transparência e conformidade legal: compromisso com a legalidade, assegurando que os projetos arquitetônicos estejam em conformidade com as normas e legislações vigentes;

2. Valor sustentabilidade nas soluções e eficiência técnica: a busca por soluções arquitetônicas que otimizem recursos, garanta a funcionalidade e atendam às necessidades institucionais com qualidade técnica;
3. Produtividade: foco na entrega de resultados dentro dos prazos estabelecidos, com a máxima utilização dos recursos disponíveis e minimização de desperdícios;
4. Valor operacional: projetos que são executáveis dentro do prazo e do orçamento disponível, com clareza técnica, sem ambiguidade ou dependência excessiva de interpretação;
5. Inovação: incorporação de novas tecnologias e metodologias no desenvolvimento de projetos, visando modernização e melhoria contínua dos espaços físicos do judiciário;
6. Satisfação dos usuários dos edifícios judiciários: preocupação com o conforto, acessibilidade e bem-estar dos servidores, magistrados e cidadãos que utilizam as instalações do TJGO.

5 CONCLUSÕES

Por meio da revisão sistemática da literatura e da análise bibliométrica, evidenciou-se que, embora as diretrizes de preservação do meio ambiente já estejam consolidadas como prioridade na construção civil, a aplicação estruturada de práticas de gestão sustentável ainda é incipiente, especialmente em projetos públicos. A combinação entre *Lean Construction* e tecnologias digitais foi identificada como uma lacuna relevante e uma oportunidade estratégica para a inovação no setor.

O *Framework* proposto visa preencher essa lacuna, oferecendo uma abordagem prática que contempla desde a definição clara de valor para o cliente até o monitoramento contínuo do desempenho do edifício após sua conclusão. A aplicação teórica no contexto de um novo fórum do TJGO demonstrou que a proposta é factível e que suas diretrizes podem ser adaptadas para diferentes escalas e tipos de projetos públicos.

Conclui-se que a adoção desse modelo pode transformar a gestão de obras públicas, promovendo maior previsibilidade, eficiência no uso de recursos, responsabilidade socioambiental e qualidade nos espaços construídos. É válido destacar que este *Framework* será testado com casos reais de projetos do TJGO e ajustado, se houver necessidades, a fim de servir de base para outras instituições públicas, validando seus resultados práticos e propondo refinamentos contínuos.

O fortalecimento da gestão sustentável na construção pública é um passo essencial para que as instituições brasileiras estejam alinhadas aos compromissos globais da Agenda 2030, promovendo cidades mais inclusivas, resilientes e ambientalmente responsáveis.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, C. S. et al. *Digital Twins and lean construction: challenges for future practical applications*. **International Group for Lean Construction**, 2022. Anais... [s.l.: s.n.], 2022.
- BALLARD, H. G. **The last planner system of production control**. Birmingham: The University of Birmingham, 2000.
- BERROIR, F. et al. Construction supply chain product data integration for lean and green site logistics. **International Group for Lean Construction**, 26 jun. 2023. Anais... [s.l.: s.n.], 2023.
- HOWELL, G.; BALLARD, G. **Implementing lean construction: understanding and action**. Guarujá: [s.n.], fev. 1998.
- NAÇÕES UNIDAS – Brasil. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 10 nov. 2024.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Resolução A/RES/70/1, 25 set. 2015. Nova York: ONU, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2025.
- OWAIS, O. A. et al. From concept to concrete: *Digital Twins* enabling different levels of lean construction. **International Group for Lean Construction**, 1 jul. 2024. Anais... [s.l.: s.n.], 2024.
- Page, M. J. et al., 2023. “A declaração PRISMA 2020: diretriz atualizada para relatar revisões sistemáticas”. **Revista Panamericana de Salud Pública**, Vol. 46, pp. 112.
- SALGADO, M. S.; CHATELET, A.; FERNANDEZ, P. **Produção de edificações sustentáveis: desafios e alternativas**. **Ambiente Construído**, São Paulo, v. 12, p. 81–99, out. 2012.
- SEPASGOZAR, S. M. E. et al. Lean practices using Building Information Modeling (BIM) and digital twinning for sustainable construction. **Sustainability**, Basel: MDPI AG, 1 jan. 2021.

TAGGART, M.; KOSKELA, L.; ROOKE, J. The role of the supply chain in the elimination and reduction of construction rework and defects: an action research approach. *Construction Management and Economics*, v. 32, n. 7–8, p. 829–842, 2014.

VIGGIANO, M. H. S. *Projeto de edifícios públicos sustentáveis: uma abordagem cultural, econômica, ambiental e arquitetônica*. Brasília: Rede Legislativo Sustentável, 2019.

APÊNDICE 01

Questionário sobre Sustentabilidade em Projetos Arquitetônicos e de Engenharia para Edifícios Públicos

A proposta de pesquisa de Luciana Carvalho Jardim para o Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) da Universidade Federal de Goiás (UFG) tem como tema central a metodologia de produção de projetos arquitetônicos sustentáveis para os edifícios do Judiciário Goiano. O foco é a criação de uma estrutura integrada para planejar e executar projetos sustentáveis nas reformas e construções de edifícios públicos

Objetivo: Este questionário busca coletar informações sobre práticas sustentáveis adotadas por arquitetos e engenheiros em projetos de construção e reforma de edifícios públicos do Judiciário, com foco na eficiência ambiental e no uso de recursos.

Seção 1: Perfil do Participante

Tempo de experiência em projetos arquitetônicos/engenharia para edifícios públicos:

- Menos de 5 anos
- 5 a 10 anos
- Mais de 10 anos

Nível de conhecimento sobre sustentabilidade em projetos de edificações públicas:

- Nenhum
- Básico
- Intermediário
- Avançado
- Especialista

Seção 2: Planejamento e Metodologia de Projetos

Sua instituição adota metodologias certificadas para projetos sustentáveis?

- Sim, regularmente
- Sim, em alguns casos
- Não, mas há interesse
- Não, e não há interesse
- Não sei opinar

Caso positivo, quais metodologias são aplicadas?

Existe um guia ou framework específico para projetos sustentáveis no tribunal?

- Sim, amplamente utilizado
- Sim, mas pouco utilizado
- Não, mas há intenção de criar um
- Não existe
- Não sei opinar

Critérios mais utilizados para definir sustentabilidade nos projetos (escala de 1 a 5, sendo 1 = nada importante e 5 = muito importante):

- Eficiência energética: [1 - 2 - 3 - 4 - 5]
- Eficiência no uso da água: [1 - 2 - 3 - 4 - 5]
- Materiais sustentáveis: [1 - 2 - 3 - 4 - 5]
- Conforto e saúde do usuário: [1 - 2 - 3 - 4 - 5]
- Gestão de resíduos: [1 - 2 - 3 - 4 - 5]

O tribunal possui metas específicas de sustentabilidade para novos projetos?

- Sim, metas claras e mensuráveis
- Sim, mas sem acompanhamento estruturado
- Não, mas há intenção de definir metas
- Não há metas definidas
- Não sei opinar

• Caso positivo, quais são as metas aplicadas?

Seção 3: Práticas e Desafios

Quais práticas sustentáveis são mais frequentemente aplicadas na sua instituição?

- Uso de sistemas de energia renovável
- Materiais reciclados ou de baixo impacto ambiental
- Sistemas de reaproveitamento de água
- Planejamento de iluminação e ventilação natural
- Nenhuma das opções
- Não sei opinar

O tribunal realiza avaliações de impacto ambiental ou análise do ciclo de vida dos projetos?

- Sim, sempre
- Sim, em alguns casos
- Não, mas há interesse em implementar
- Não, e não há intenção de implementar
- Não sei opinar

Principais desafios para implementação de práticas sustentáveis (escolha até dois):

- Limitações orçamentárias
- Falta de políticas públicas claras
- Resistência cultural ou falta de capacitação
- Falta de conhecimento técnico

Em sua percepção, o nível de engajamento da equipe da sua instituição com práticas sustentáveis é:

- Muito alto
- Alto
- Moderado
- Baixo
- Nenhum

Qual o maior obstáculo para a aplicação de tecnologias inovadoras em projetos sustentáveis no órgão que vc trabalha?

- Falta de orçamento
- Resistência à mudança
- Falta de conhecimento técnico
- Infraestrutura inadequada
- Outros (Descreva): _____

O que você considera como tecnologia inovadora em projetos sustentáveis? (Descreva):

Seção 4: Resultados e Melhorias

Os projetos sustentáveis já implementados geraram resultados mensuráveis?

- Sim, com indicadores concretos
- Sim, mas os resultados não são bem documentados
- Não foram observados resultados
- Ainda não foram implementados projetos sustentáveis
- Não sei opinar

Qual o nível de impacto percebido das práticas sustentáveis adotadas no tribunal?

- Muito alto
- Alto
- Moderado
- Baixo
- Nenhuma pratica foi adotada.

O tribunal já comparou o desempenho de edifícios convencionais com edifícios sustentáveis?

- Sim, com dados concretos
- Sim, mas de forma informal
- Não, mas há intenção de realizar essa comparação
- Não há interesse nessa comparação
- Não sei opinar

Seção 5: Uso de Tecnologia e Lean Construction

Tecnologias utilizadas para projetos sustentáveis na sua instituição (escolha todas que se aplicam):

- Modelagem BIM
- Simulações de eficiência energética
- Softwares de gestão de projetos
- Sistemas de automação predial
- Nenhuma das opções

O órgão público que vc trabalha utiliza sensores ou sistemas inteligentes para monitoramento de eficiência energética?

- Sim, amplamente
- Sim, mas de forma limitada
- Não, mas há intenção de implementar
- Não, e não há intenção de implementar

As ferramentas tecnológicas influenciam as decisões de sustentabilidade nos projetos?

- De maneira significativa
- Moderadamente
- Pouco
- Não influenciam

A sua instituição adota os princípios da *Lean Construction* nos projetos de construção e reforma? (caso negativo, por favor, pule para pergunta 21).

- Sim, amplamente
- Sim, mas de forma limitada
- Não, mas há intenção de implementar
- Não, e não há intenção de implementar

Benefícios observados com a aplicação de práticas *Lean* (escolha até dois):

- Redução de custos
- Melhor gestão do tempo
- Qualidade superior do projeto
- Menor impacto ambiental

Quais barreiras dificultam a implementação de *Lean Construction*?

- Cultura organizacional
- Falta de capacitação técnica
- Resistência a mudanças nos processos
- Não há dificuldade
- Não foi implementado