XXI ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
14 a 16 de outubro de 2026 | Goiânia-Brasil
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8506

Além da Eficiência: Framework Integrado para a Geração de Valor Público em Projetos de Edifícios Governamentais

Beyond Efficiency: An Integrated Framework for Generating Public Value in Government Building Projects

Luciana Carvalho Jardim
Universidade Federal de Goiás | Goiânia | Brasil | ljardim@uol.com.br
Fernando Nunes Belchior
Universidade Federal de Goiás | Goiânia | Brasil | fnbelchior@ufg.br
Tatiana Gondim do Amaral
Universidade Federal de Goiás | Goiânia | Brasil | tatianagondim@ufg.br

Resumo

A gestão pública exige integração entre sustentabilidade e eficiência, conforme as Resoluções nº 347/2020 e nº 400/2021 do Conselho Nacional de Justiça. Este estudo propõe um *framework* que integra as relações conceituais entre *Lean,* BIM e Sustentabilidade para a fase de projeto, estruturado em camadas estratégica, conceitual e operacional. A metodologia abarca revisão bibliométrica e proposição conceitual, adotando o Custo do Ciclo de Vida como métrica central para o suporte à decisão fundamentada em valor. A aplicabilidade conceitual é ilustrada em fachadas envidraçadas, revelando como a sinergia *Lean-digital* permite a projeção preditiva do desempenho. O modelo amplia a transparência *(accountability*) e supre lacunas na concepção arquitetônica.

Palavras-chave: Construção Enxuta. BIM. Sustentabilidade. Edificações Públicas. Custo do Ciclo de Vida.

Abstract

Public management requires integrating sustainability and efficiency, aligned with National Council of Justice Resolutions 347/2020 and 400/2021. This study proposes an integrated Lean–BIM–Sustainability framework for the design phase, structured into strategic, conceptual, and operational layers. Based on a bibliometric review and conceptual proposal, the model utilizes Life Cycle Costing as the central metric for value-based decision support. Conceptual applicability is illustrated in glazed facades, showing how Lean-digital synergy enables predictive projection of performance. The framework enhances transparency (accountability) and addresses gaps in early design.

Keywords: Lean Construction. BIM. Sustainability. Public Buildings. Life Cycle Costing.

Como citar:
JARDIM, L; BELCHIOR, F; Amaral, T. Além da Eficiência: Framework Integrado para a Geração de Valor Público em Projetos de Edifícios Governamentais. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 21, 2026, Goiânia. **Anais**... Goiânia: ANTAC, 2026.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8506

INTRODUÇÃO

A gestão de projetos em edificações públicas enfrenta o desafio de conciliar produtividade e inovação com exigências rigorosas de transparência, sustentabilidade e eficiência. No contexto do Poder Judiciário brasileiro, esse cenário é balizado pelas Resoluções nº 347/2020 e nº 400/2021 do Conselho Nacional de Justiça (CNJ), que estabelecem diretrizes para a gestão socioambiental e a eficiência energética, exigindo que as decisões projetuais resultem em Valor Público mensurável.

Diferente do setor privado, em que o valor é frequentemente associado à rentabilidade ou valorização imobiliária, no contexto institucional o foco reside na geração de valor público. Esse conceito pauta-se pela legalidade, pela prestação de contas (*accountability*) e pela obrigação ética de justificar o uso dos recursos da sociedade por meio de resultados técnicos e econômicos superiores [1].

Observa-se, na literatura, uma lacuna persistente na integração entre práticas de gestão, tecnologias digitais e indicadores de desempenho na fase de concepção arquitetônica. [2] No contexto das edificações públicas, essa limitação torna-se ainda mais evidente em decisões projetuais relacionadas a sistemas complexos, como fachadas envidraçadas, que envolvem múltiplos critérios, eficiência energética, conforto ambiental e custos ao longo do ciclo de vida. Essas decisões ainda são frequentemente conduzidas de forma fragmentada, sem o suporte de modelos estruturados que permitam a análise integrada dessas variáveis, o que pode comprometer a eficiência das soluções sob a perspectiva da sustentabilidade e da gestão dos recursos públicos [3].

Paralelamente, observa-se o avanço de abordagens voltadas à melhoria da eficiência nos processos de projeto, com destaque para a *Lean Construction* (Construção Enxuta), o *Building Information Modeling* (BIM) e, mais recentemente, os Gêmeos Digitais. De forma sintética, a Construção Enxuta tem contribuído para a melhoria da confiabilidade dos processos e geração de valor [4] [5], enquanto o BIM tem se consolidado como uma plataforma essencial para a integração da informação ao longo do ciclo de vida dos empreendimentos [6] [7]. Já os Gêmeos Digitais ampliam esse potencial ao permitir simulações dinâmicas e suporte à tomada de decisão baseado em dados [8] [9].

No campo da sustentabilidade, abordagens baseadas em ciclo de vida têm sido amplamente utilizadas para avaliar os impactos econômicos e ambientais das decisões projetuais [1]. No entanto, apesar dos avanços observados, a literatura evidencia que essas abordagens ainda são frequentemente aplicadas de forma isolada, sem integração efetiva entre práticas de gestão, tecnologias digitais e indicadores de desempenho [3].

Além disso, observa-se que a maior parte dos estudos se concentra nas fases de execução e operação, havendo lacunas relevantes na fase de projeto, etapa reconhecida como a de maior impacto nas decisões relacionadas ao desempenho ambiental e aos custos ao longo do ciclo de vida das edificações [10]. Essa lacuna torna-se ainda mais significativa quando se consideram elementos específicos do projeto arquitetônico, como sistemas de fachada, que desempenham papel determinante no desempenho energético e no conforto ambiental das edificações.

Com isso, destaca-se que estudos anteriores têm avançado na proposição de *framework*s conceituais voltados à integração entre princípios *Lean*, tecnologias digitais e sustentabilidade no setor da construção. Em especial, um *framework* previamente desenvolvido no âmbito desta pesquisa buscou estruturar essa integração no contexto da gestão de projetos sustentáveis, estabelecendo relações entre geração de valor, fluxo de processos, uso de tecnologias digitais e indicadores de desempenho ao longo do ciclo de vida.

Entretanto, embora essa abordagem contribua para a compreensão sistêmica do processo de projeto, sua aplicação em decisões específicas ainda demanda aprofundamento. Elementos construtivos como fachadas envidraçadas apresentam particularidades técnicas e impacto significativo no desempenho das edificações, exigindo a adaptação e especialização dessas estruturas conceituais para contextos decisórios mais delimitados.

Nesse contexto, este estudo tem como objetivo propor um *framework* integrado entre *Lean*, BIM e Sustentabilidade voltado ao apoio à tomada de decisão na fase de projeto de edificações públicas. Especificamente, o modelo busca estruturar a sinergia entre os princípios da Construção Enxuta, a Modelagem da Informação da Construção e indicadores de desempenho ambiental. Para exemplificar sua operacionalização, o *framework* é utilizado no processo decisório de sistemas complexos, como as fachadas envidraçadas, integrando o Custo do Ciclo de Vida como métrica central para subsidiar escolhas que equilibrem desempenho térmico, eficiência energética e responsabilidade econômica institucional.

Como objetivos específicos, busca-se incorporar métricas de desempenho baseadas no Ciclo de Vida; detalhar o fluxo operacional de tomada de decisão; demonstrar a aplicabilidade em sistemas complexos (fachadas) e estabelecer o *framework* como instrumento de governança pública.

Ressalta-se que o presente estudo tem caráter propositivo, estruturando um modelo conceitual fundamentado na literatura. A validação empírica constitui etapa subsequente, necessária para aferição de sua aplicabilidade em contextos institucionais a ser desenvolvida em etapa posterior de mestrado. Embora o modelo apresente coerência teórica e alinhamento com diretrizes normativas, reconhece-se que sua efetividade prática em contextos institucionais, como o Judiciário, dependerá de validações empíricas futuras, especialmente diante de possíveis barreiras operacionais, tecnológicas e organizacionais.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

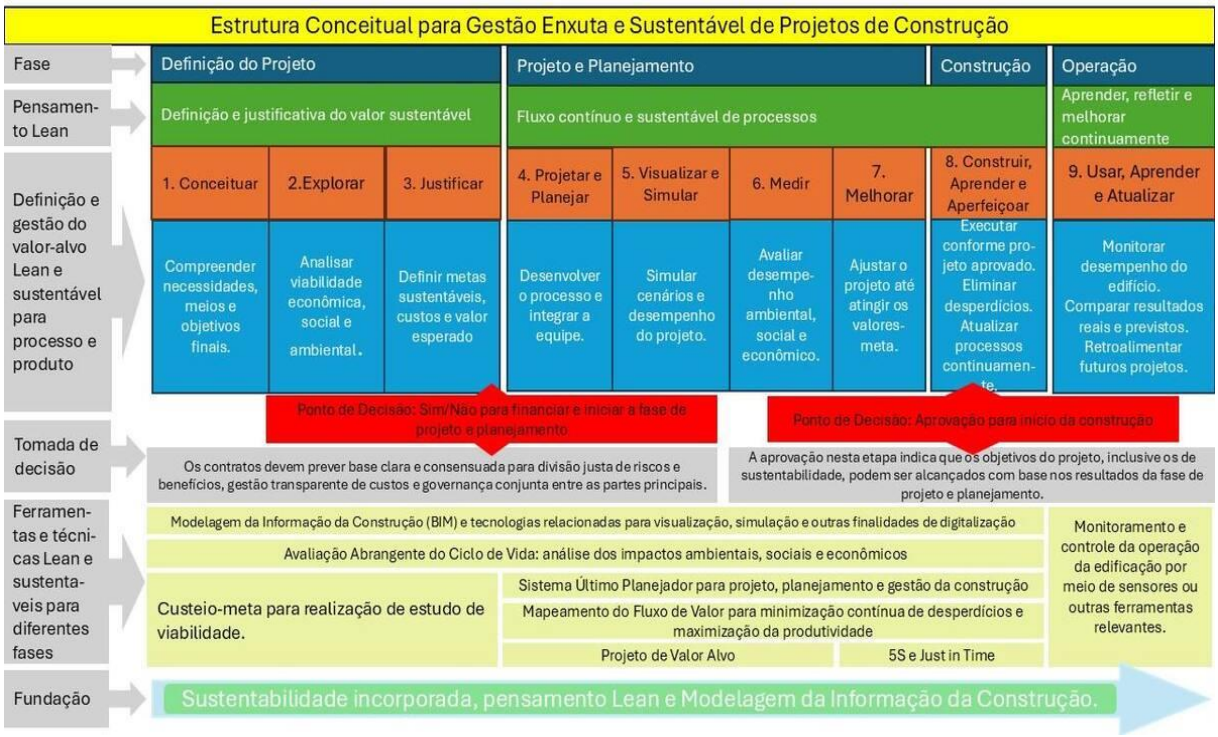
A gestão de projetos na construção pública contemporânea exige a superação de processos fragmentados, demandando abordagens que integrem desempenho, custo e sustentabilidade [2] [3]. A convergência entre os princípios *Lean*, a plataforma BIM e os Gêmeos Digitais (GD) constituem um eixo estratégico para modernizar esses processos, permitindo a transição de modelos estáticos para fluxos de decisão baseados em dados [4] [9].

Estudos recentes têm avançado na estruturação conceitual dessa integração, com destaque para *frameworks* que articulam princípios Lean, tecnologias digitais e sustentabilidade ao longo do ciclo de vida [6] [7] [10], embora essas abordagens contribuam para a sistematização do campo, observa-se que apresentam caráter predominantemente generalista, carecendo de especialização para contextos decisórios específicos, como a administração pública brasileira e sistemas construtivos de maior complexidade.

Diante desse cenário, evidencia-se a necessidade de modelos conceituais capazes de integrar as diferentes dimensões envolvidas, especialmente no contexto da tomada de decisão na fase de projeto [2] [3]. Nesse sentido, *frameworks* conceituais têm sido amplamente empregados como instrumentos para organizar e estruturar relações entre princípios, ferramentas e critérios de desempenho, contribuindo para a sistematização do conhecimento e para o suporte à prática profissional [10].
No setor da construção civil, sua aplicação tem se intensificado como estratégia para integrar abordagens distintas frente à crescente complexidade dos processos de projeto [6] [7].
Nesse contexto, destaca-se o modelo proposto por [11], que busca articular *Lean Construction*, sustentabilidade e BIM ao longo do ciclo de vida dos empreendimentos, conforme ilustrado na Figura 1.
Embora essa abordagem contribua para a organização sistêmica de conceitos, observa-se que tais *frameworks* apresentam caráter generalista, não contemplando, de forma específica, processos decisórios relacionados a elementos construtivos particulares. Dessa forma, evidencia-se a necessidade de desenvolvimento de modelos mais direcionados, capazes de apoiar decisões na fase de projeto em contextos específicos, como sistemas de fachada.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8506

Figura 1: *Framework* conceitual para entrega enxuta e sustentável de projetos de construção de edificações.



Fonte: Adaptado de Moradi e Sormunen (2022).

METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo aplicado, de abordagem qualitativa, com caráter exploratório e propositivo, orientado ao desenvolvimento de um *framework* conceitual para apoio à tomada de decisão na especificação de fachadas envidraçadas.

A construção do modelo fundamenta-se na integração entre evidências da literatura e uma estrutura conceitual previamente desenvolvida para gestão de projetos sustentáveis, adotando abordagem metodológica baseada na consolidação e organização de princípios, práticas e ferramentas, conforme observado em estudos recentes de proposição de *frameworks* na construção civil [10].

BASE CONCEITUAL DA PESQUISA

Diferente de abordagens generalistas encontradas na literatura, que apresentam fragmentação entre tecnologias e indicadores de desempenho, este estudo propõe a especialização de um *framework* integrado para a fase de projeto. A necessidade desta estrutura decorre da lacuna identificada em revisões sistemáticas, por meio do método *Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses* (PRISMA), que apontam a ausência de modelos que articulem sistematicamente Lean e BIM para suporte à decisão em sistemas complexos como fachadas.

A base teórica da pesquisa incluída neste artigo foi estruturada a partir de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), conduzida segundo o protocolo PRISMA. A busca foi

realizada nas bases *Scopus* e *Web of Science*, considerando o período de 2020 a 2025, com foco em publicações em língua inglesa. Foram utilizados termos relacionados a *Lean Construction*, BIM, Gêmeos Digitais e sustentabilidade, combinados por operadores booleanos. Os critérios de inclusão e exclusão consideraram a aderência temática e a relevância científica das publicações.

Os resultados dessa revisão evidenciaram a fragmentação entre abordagens de gestão, tecnologias digitais e indicadores de desempenho, além da ausência de modelos estruturados voltados à tomada de decisão na fase de projeto. Esses achados constituem o ponto de partida para a presente pesquisa, orientando a construção de uma abordagem integradora.

FRAMEWORK CONCEITUAL DE REFERÊNCIA

Como base para o desenvolvimento da proposta, foi considerado um *framework* conceitual previamente elaborado no âmbito desta pesquisa, voltada à gestão de projetos sustentáveis. Essa estrutura estabelece relações entre princípios *Lean*, como geração de valor, fluxo e melhoria contínua, o uso de tecnologias digitais e a incorporação de indicadores de desempenho ao longo do ciclo de vida.

O *framework* fornece o suporte conceitual para o presente estudo, permitindo a transposição de uma abordagem sistêmica para um contexto específico de decisão projetual.

EXTRAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DOS CRITÉRIOS DE DECISÃO

A partir da base teórica consolidada, procedeu-se à identificação e organização dos principais critérios relevantes para a tomada de decisão em fachadas envidraçadas.

Foram considerados três grupos de critérios:

1. Critérios técnicos, relacionados ao desempenho térmico, eficiência energética e conforto ambiental;

2. Critérios econômicos, associados a custos iniciais, operacionais e de manutenção ao longo do ciclo de vida;

3. Critérios ambientais, vinculados aos impactos associados aos materiais e ao desempenho energético da edificação.

A definição desses critérios foi orientada pela literatura e pela estrutura do sistema geral, permitindo sua organização de forma integrada.

ESTRUTURAÇÃO DA *FRAMEWORK* PARA FACHADAS ENVIDRAÇADAS

A metodologia adotada possibilita a transição de uma abordagem conceitual geral para uma aplicação específica, estruturando um *framework* orientado à tomada de decisão em sistemas de fachada envidraçadas.

No que se refere aos critérios de avaliação, o uso do custo do ciclo de vida e dos indicadores normativos do CNJ constitui uma abordagem objetiva e mensurável para

suporte à decisão. Contudo, reconhece-se que tais métricas podem não capturar integralmente todas as dimensões do valor público, especialmente aquelas de natureza qualitativa e social.

Por fim, ressalta-se que o recorte adotado, com foco na fase de projeto e em sistemas específicos, representa uma escolha metodológica orientada à profundidade analítica. Entretanto, futuras pesquisas devem investigar a integração do *framework* com as fases de execução e operação, ampliando sua aplicabilidade ao longo de todo o ciclo de vida das edificações.

RESULTADOS ALCANÇADOS

Como resultados apresenta-se uma estrutura organizada em três camadas interdependentes (estratégica, conceitual e operacional), projetada para transpor diretrizes normativas em escolhas técnicas fundamentadas. O modelo visa superar a fragmentação decisória, integrando a filosofia *Lean*, a plataforma BIM e os Gêmeos Digitais de forma sistêmica na instituição.

DESCRIÇÃO DAS CAMADAS DO MODELO

Camada Estratégica: a camada estabelece as diretrizes que orientam o processo decisório, assegurando que as soluções adotadas estejam alinhadas à geração de valor público, ao cumprimento das normativas do Conselho Nacional de Justiça e aos compromissos globais da Agenda 2030. Nesse nível, o projeto é concebido como instrumento de governança, no qual critérios de sustentabilidade, eficiência e responsabilidade institucional direcionam todas as decisões subsequentes.

Camada Conceitual: nesta camada, o *framework* é estruturado a partir da união entre o foco *Lean* na eliminação de desperdícios, a plataforma BIM para centralização de dados e os Gêmeos Digitais para permitir a consciência situacional. Esta tríade permite simulações dinâmicas e a projeção preditiva do desempenho do edifício ainda na concepção. O *Life Cycle Costing* (LCC), ou seja, Custo do Ciclo de Vida atravessa o *framework* assegurando que a visão estratégica (valor público), a metodologia integrada (BIM/Lean) e a escolha técnica (operação) convirjam para uma edificação pública sustentável e financeiramente responsável.

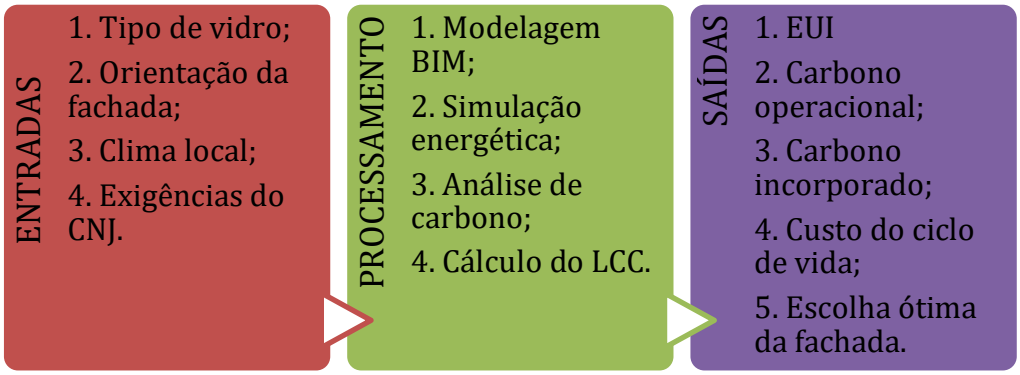
Camada Operacional (Fluxo de Tomada de Decisão – Figura 02) : Organizada em uma lógica de Entradas, Processos e Saídas. Para demonstrar a operacionalização do *framework* proposto em um contexto específico de tomada de decisão, apresenta-se sua aplicação conceitual à seleção de sistemas de fachadas envidraçadas. Embora o modelo possua caráter genérico e possa ser utilizado em diferentes decisões projetuais em edificações públicas, as fachadas de vidro foram escolhidas como exemplo por sua influência significativa no desempenho energético, ambiental e econômico das edificações.

Nesse contexto, as entradas do processo são constituídas pelos requisitos do projeto, necessidades dos usuários, condicionantes climáticas locais, exigências normativas e características técnicas dos materiais disponíveis. Essas informações são integradas ao

modelo BIM e submetidas a análises de desempenho, permitindo a avaliação de diferentes alternativas de projeto.

Como saídas, o *framework* produz indicadores quantitativos que subsidiam a tomada de decisão, tais como a **intensidade de uso de energia (EUI)**, o carbono operacional, o carbono incorporado, os **custos ao longo do ciclo de vida (LCC)** e outros parâmetros relacionados ao **conforto e ao desempenho da edificação**. Dessa forma, a escolha da solução mais adequada passa a ser fundamentada em critérios técnicos, ambientais e econômicos, alinhados aos princípios de geração de valor público, sustentabilidade e eficiência institucional.

Figura 2 – Representação de entradas e saídas no uso do *Framework* para o estudo de caso das fachadas envidraçadas.



Fonte: Dos autores.

O *framework* possui caráter genérico e pode apoiar diferentes decisões projetuais em edificações públicas, tais como especificação de sistemas de fachada, sistemas de climatização, iluminação, materiais construtivos ou estratégias de eficiência energética.

Neste estudo, as fachadas envidraçadas são utilizadas apenas como exemplo ilustrativo de operacionalização do modelo, por representarem sistemas de elevada influência no desempenho ambiental e econômico das edificações.

O CUSTO DO CICLO DE VIDA (LCC) COMO MÉTRICA CENTRAL

Um dos resultados mais relevantes é a incorporação do LCC, baseado na norma ISO 15686-5:2017 que estabelece os requisitos e diretrizes para a Análise de Custo do Ciclo de Vida (LCC) em edifícios e ativos construídos, tais como o critério econômico-sustentável central. Essa abordagem permite que o gestor público substitua a lógica do "menor custo inicial" pela do "menor custo total de propriedade", garantindo racionalidade na aplicação dos recursos públicos ao longo da vida útil da edificação.

Ao analisar as fachadas envidraçadas, o LCC possibilita comparar alternativas não apenas pelo custo inicial de aquisição dos vidros, mas também pelos custos associados ao consumo energético, manutenção e substituições ao longo da vida útil da edificação. Dessa forma, decisões projetuais passam a considerar o desempenho global da solução, alinhando-se aos princípios de valor público e sustentabilidade.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8506

IDENTIFICAÇÃO E MITIGAÇÃO DE DESPERDÍCIOS

Como resultado diagnóstico, o *framework* oferece soluções diretas para desperdícios naturais de um escritório de Arquitetura, como a falta de padronização e falhas de coordenação, propondo o uso de *templates* BIM, *checklists* de entregáveis (tabela 01) e reuniões Kaizen (Figura 03) para melhoria contínua.

No contexto desta pesquisa, o *template* BIM constitui uma estrutura padronizada para modelagem e análise de fachadas envidraçadas, incorporando parâmetros necessários para avaliações de desempenho energético, carbono incorporado e custos do ciclo de vida. Dessa forma, ele atua como suporte à tomada de decisão, garantindo a consistência das informações utilizadas nas análises comparativas dos diferentes cenários estudados.

Tabela 1 – *Checklist* de entregáveis no estudo para fachadas envidraçadas.

Categoria	Entregável	Verificação
Dados do Projeto	Orientação solar da fachada definida	☐
	Localização climática identificada	☐
Modelagem BIM	Modelo BIM atualizado	☐
	Materiais corretamente parametrizados	☐
	Propriedades térmicas dos vidros cadastradas	☐
	Modelo energético validado	☐
Desempenho Energético	EUI (kWh/m². ano) calculado	☐
	Consumo anual de energia estimado	☐
	Carga de resfriamento avaliada	☐
Sustentabilidade	Carbono operacional calculado	☐
	Carbono incorporado calculado	☐
	Carbono total calculado	☐
Análise Econômica	Custo inicial do sistema estimado	☐

	Custos de manutenção estimados	☐
	Custos operacionais estimados	☐
	LCC *(Life Cycle Costing)* calculado	☐
Critérios de Conforto	Transmissão luminosa (VLT) analisada	☐
	SHGC avaliado	☐
	U-*Value* avaliado	☐
Tomada de Decisão	Comparação entre cenários concluída	☐
	Critérios de escolha documentados	☐
	Alternativa recomendada definida	☐
	Justificativa técnica registrada	☐

Fonte: Dos autores.

Figura 3 - Modelo de Reunião Kaizen para melhoria contínua aplicada ao processo de projeto em edificações públicas.

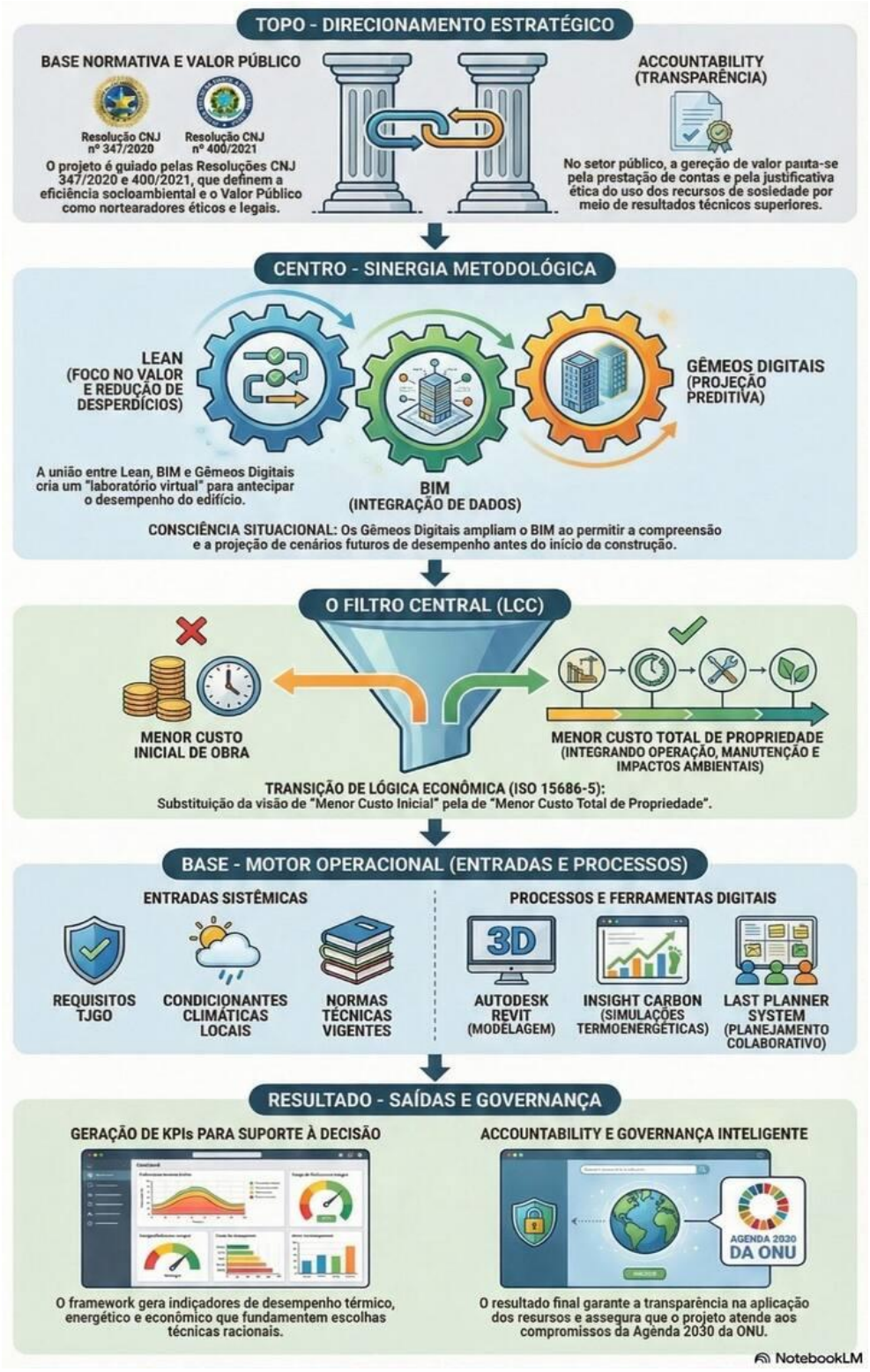


Fonte: Elaborado pelos autores, com o uso do *NotebookLM.*

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8506

A Figura 4 representa o fluxo de tomada de decisão estruturado pelo *framework*.

Figura 4 - *Framework* Conceitual Integrado: Governança e Eficiência em Edificações Públicas (Lean, BIM e Sustentabilidade).



Fonte: Elaborado pelos autores, com o uso do *NotebookLM.*

O *framework* consolida-se como instrumento de governança inteligente aplicável à gestão de projetos públicos, capaz de alinhar inovação tecnológica às demandas por sustentabilidade e eficiência institucional do Judiciário brasileiro.

CONCLUSÕES

As conclusões reforçam que a integração entre a filosofia *Lean*, a plataforma BIM e os princípios de Sustentabilidade oferecem uma resposta robusta aos desafios de fragmentação decisória em edificações públicas. A proposição do *framework* conceitual demonstrou ser um instrumento capaz de alinhar as exigências normativas, como as Resoluções nº 347/2020 e nº 400/2021 do CNJ, à necessidade de eficiência técnica e econômica na fase de projeto.

As principais contribuições e constatações deste trabalho incluem:

1. Sinergia Metodológica: A união entre a Construção Enxuta (focada em valor e fluxo), o BIM (integração da informação) e os Gêmeos Digitais (simulações dinâmicas) permite que o projeto funcione como um laboratório virtual, antecipando o desempenho da edificação antes da execução;

2. Foco na Fase de Projeto: O *framework* supre uma lacuna crítica na literatura ao concentrar-se na etapa de concepção, reconhecida como o momento de maior impacto na definição dos custos e do desempenho ambiental ao longo de todo o ciclo de vida;

3. Racionalidade na Gestão Pública: Ao incorporar o LCC e simulações digitais, o modelo promove a transparência e a racionalidade no uso de recursos públicos, permitindo decisões fundamentadas em dados em vez de apenas no menor custo inicial;

4. Aplicabilidade em Sistemas Complexos: A demonstração focada em fachadas sugere capacidade de apoio à decisão para lidar com variáveis técnicas conflitantes, como iluminação natural versus carga térmica e consumo energético.

Por fim, ressalta-se que este estudo cumpre seu objetivo ao estruturar a proposição conceitual do *framework*. Como limitação, aponta-se que os resultados aqui apresentados derivam de síntese teórica e metodológica, sendo a aplicação prática e a validação empírica em estudos de caso reais, como nas edificações do TJGO, são etapas fundamentais previstas para a continuidade desta pesquisa, desenvolvidas em etapas futuras do mestrado.
Dessa forma, o *framework* proposto não apenas contribui para o avanço teórico da área, mas também se posiciona como um instrumento potencialmente aplicável à melhoria da qualidade das decisões projetuais em edificações públicas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal de Goiás pelo suporte acadêmico e institucional, bem como ao Tribunal de Justiça do Estado de Goiás (TJGO), cuja parceria, por meio de convênio, impulsiona o desenvolvimento de soluções voltadas à geração de valor público.

DECLARAÇÃO DE USO/NÃO USO DE IA

Os autores declaram que ferramentas de inteligência artificial foram utilizadas. Para revisão de redação e elaboração de representações gráficas conceituais foi utilizado o *NotebookLM*. Todo o conteúdo foi revisado, validado e assumido integralmente pelos autores, que permanecem responsáveis pela precisão, originalidade e integridade acadêmica do trabalho.

REFERÊNCIAS

[1] VIGGIANO, Mário Hermes Stanziona. **Projeto de Edifícios Públicos Sustentáveis: Uma abordagem cultural, econômica, ambiental e arquitetônica**. Brasília: Rede Legislatívo Sustentável, 2019.

[2] VALDIVIA, Sonia *et al.* Principles for the application of life cycle sustainability assessment. **International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 26, n. 9, p. 1900–1905, 1 set. 2021.

[3] BERROIR, Fabrice *et al.* Construction supply chain product data integration for *lean* and green site logistics. *In*: **International Group for Lean Construction**, 2023.

[4] OWAIS, Omar A. *et al.* From concept to concrete: Digital twins enabling different levels of *lean* construction. *In*: International Group for *Lean* Construction, 2024.

[5] ZADEH, Puyan *et al.* PDCA for team performance management in *lean*-IPD. *In*: International Group for L*ean Construction*, 2025.

[6] HASAN, Saed; SACKS, Rafael. Building information modeling (BIM) and construction tech Integration for construction operations: state of the art. *In*: Haifa: European-Council-on-Computing-in-Construction-EC3, 26 jul. 2021.

[7] DANIOTTI, Bruno *et al.* The Development of a BIM-Based Interoperable Toolkit for Efficient Renovation in Buildings: From BIM to Digital twins. **Buildings**, v. 12, n. 2, 1 fev. 2022.

[8] WANG, Zhong *et al.* Digital twins based integrated decision support system for enhanced decision-making in the last planner system. *In*: **International Group for Lean Construction**, 2024.

[9] RAMIREZ, Jorge Mauricio; IORDANOVA, Ivanka. Analysis of the integration between Digital twins and lean construction for construction projects. *In*: International Group for Lean Construction, 2025.

[10] MORADI, Sina; SORMUNEN, Piia. Lean and Sustainable Project Delivery in Building Construction: Development of a Conceptual Framework. **Buildings**, v. 12, n. 10, 1 out. 2022.

[11] SHAMS, D. S.; ALKHALIFA, F. Sustainability assessment of new building designs: a review for a region and occupancy-specific accessible tool. **Architectural Engineering and Design Managemen**t, 27. maio 2024. Bahrain: Taylor and Francis Ltd.