



2024

Utilização do BIM na gestão de projetos aliada ao *Lean Construction*

Victória Aparecida Mercurio Gattass Orro ^a; Christiane Areias Trindade ^b

^a Aluno de Graduação em Engenharia Civil, victoria.mercurio@ufms.br

^b Professor Orientador, Doutora, christiane.trindade@ufms.br

Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Av. Costa e Silva, s/nº | Bairro Universitário | 79070-900 | Campo Grande, MS, Brasil.

RESUMO

A Indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) têm presenciado grandes mudanças no que tange os processos dentro de seu fluxo de atividades. Esse cenário exprime-se na necessidade de acompanhar um mercado em que os avanços tecnológicos são imperantes. Para tal, novas ferramentas têm sido adotadas, com destaque para o *Building Information Modeling* (BIM). A metodologia BIM pode ser entendida como um sistema que representa de forma tridimensional uma edificação, atrelando parâmetros a cada um dos elementos contidos no modelo. Uma das suas características principais é permitir uma visão global de um projeto, desde sua concepção até a sua demolição. Nesse cenário, em que o ciclo de vida de uma edificação é repleto de etapas, surge a gestão de projetos, que envolve a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do processo, a fim de alcançar o resultado previamente esperado. Uma das formas de se gerenciar um projeto na construção civil é através do *Lean Construction* (LC). Essa filosofia é baseada na redução dos desperdícios através da eliminação de atividades que não geram valor. Por meio da pesquisa bibliográfica, esse estudo buscou explicar a utilização da metodologia BIM na gestão de projetos aliada ao *Lean Construction*. Para isso, foram abordados conceitos e princípios dos temas, com o propósito de verificar a interconexão entre eles. Além disso, uma ferramenta foi examinada, a fim de investigar se os conceitos teóricos discutidos se fazem presentes. Como resultante, tem-se a premissa da existência de uma sinergia entre o BIM e ao *Lean Construction*, no tocante à gestão de projetos.

Palavras-chave: ferramentas, BIM, processos, gestão, projetos, *Lean Construction*.

ABSTRACT

The Architecture, Engineering and Construction (AEC) Industry has witnessed major changes regarding the processes within its flow of activities. This scenario expresses the need to keep up with a market in which technological advances are prevalent. To this end, new tools have been implemented, with emphasis on Building Information Modeling (BIM). The BIM methodology can be understood as a system that represents a building in three dimensions, relating parameters to each of the elements contained in the model. One of its main features is that it allows a global view of a project, from its conception to its demolition. In this scenario, in which the life cycle of an action is full of steps, project management emerges, which involves the application of knowledge, skills, tools and techniques to process activities, in order to achieve the previously expected result. One of the ways to manage a project in construction is through Lean Construction (LC). This philosophy is based on reducing waste by eliminating activities that do not generate value. Through bibliographic research, this study aimed to explain the use of the BIM methodology in project management combined with Lean Construction. To achieve this, concepts and principles of both topics were addressed, with the purpose of verifying their interconnection. Additionally, a tool was examined to investigate whether the discussed theoretical concepts are present. As a result, it is concluded that there is a synergy between BIM and Lean Construction regarding project management.

Keywords: tools, BIM, processes, management, projects, Lean Construction.

1. INTRODUÇÃO

A Indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) vem passando por notáveis progressos no que

tange o crescimento econômico em um panorama nacional. Com isso, inserido em um mercado competitivo, objetiva-se processos mais rápidos, eficientes, e que apresentem redução de desperdícios, analisando todas as etapas de um empreendimento.

Para Franco e Agopyan (1993) é durante a elaboração do projeto que são tomadas as decisões que trazem maior repercussão nos custos, velocidade e qualidade dos empreendimentos. A fim de aumentar a qualidade do processo do projeto e a competitividade do mercado, empresas construtoras e projetistas tem utilizado o *Building Information Modeling* (BIM) (EASTMAN et. al., 2014).

De acordo com o PMBOK (2017) a utilização da metodologia BIM pode contribuir para melhorar a compreensão do projeto e facilitar a comunicação e coordenação do projeto. Para Moum (2010), o pilar fundamental para a qualidade dos processos de construção e das edificações resultantes é um bom processo de projeto, gerido com auxílio de ferramentas da tecnologia. Frente a isso, nota-se a relação entre a metodologia BIM e a gestão de projetos.

O ato de gerenciar projetos está ligado a um conjunto de atividades que produzem o resultado esperado (BAGULEY, 1999). Segundo o PMBOK (2017), o gerenciamento de projetos é a aplicação do conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades a fim de atender aos seus requisitos. Dessa forma, a gestão de projetos deve ser encarada como um dos principais agentes executores da concretização positiva de um empreendimento.

Para Kerzner (2020) o gerenciamento de projetos bem-sucedido pode ser caracterizado quando cumpre o objetivo do projeto dentro do prazo, dentro dos custos e com a utilização eficiente e eficaz dos recursos atribuídos. Essas premissas podem ser também notadas na metodologia *Lean Construction*.

Segundo Koskela et al. (2002 apud Pádua, 2014) a metodologia *Lean Construction* ou construção enxuta é um método aplicado aos sistemas de produção da construção civil, visando a redução dos desperdícios de materiais, tempo e esforço, através da análise de fluxos e gerando valor ao cliente. Ballard e Howell (1994) apresentam a redução do desperdício e o gerenciamento de fluxo como focos do *Lean Construction*.

Segundo Cardoso (2020), o BIM permite antecipar eventuais incompatibilidades no projeto e melhorar o planejamento. Para Eastman (2014), a utilização do BIM gerencia o ambiente construído de forma a reduzir o risco e melhorar a qualidade das ações e produtos em todo setor da construção. Percebe-se então uma sinergia entre o *Lean Construction* e a metodologia BIM

Dentro do contexto, por meio da pesquisa bibliográfica, esse estudo buscou explicar a utilização da metodologia

BIM na gestão de projetos aliada ao *Lean Construction*. Para isso, foram abordados conceitos e princípios dos temas, com o propósito de verificar a interconexão entre eles. Além disso, uma ferramenta foi examinada, a fim de investigar se os conceitos teóricos discutidos se fazem presentes. Como resultante, tem-se a premissa da existência de uma sinergia entre o BIM e ao *Lean Construction*, no tocante à gestão de projetos.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. A metodologia BIM (*Building Information Modelling*)

O BIM é uma metodologia baseada no trabalho colaborativo, na interoperabilidade, nos fluxos circulares de trabalho e coordenação (JOHANNES, 2019). Manzione, Melhado e Nóbrega (2021) comentam que de acordo com a ISO 19650, o BIM é uma tecnologia que permite a representação digital de um ativo construído para facilitar os processos de projeto, construção e operação. Um estudo realizado por Paiva (2016 apud Nóbrega, 2017) traz as definições criadas por alguns autores acerca do BIM, as quais estão apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Definições do BIM.

Fonte	Definição
EASTMAN, 2014	BIM é usado como verbo ou adjetivo para descrever ferramentas, processos e tecnologias que são facilitadas pela documentação digital e legível pelo computador de uma edificação, seu desempenho, seu planejamento, sua construção e, posteriormente, sua operação.
SUCCAR, 2009	BIM é uma série de tecnologias, processos e políticas que possibilitam que os diversos envolvidos no processo projetem, construam e utilizem um empreendimento de forma colaborativa.
National BIM Standard – United States (NBIMS), 2015	BIM é uma representação digital das características físicas e funcionais de uma construção. BIM é um conjunto de informações do empreendimento desde a concepção inicial até a demolição, com colaboração integrada das diversas partes do projeto (construtor, arquitetos, engenheiros, proprietário, etc.).
ERNSTROM, 2006	BIM é o desenvolvimento e uso de um modelo de programa de computador para simular a construção e operação de um empreendimento. BIM usa um conceito inteligente e paramétrico de uma representação digital de uma construção onde podemos gerar informação que possa ser utilizada para tomar decisões e melhorar o processo de construção.

Fonte: Adaptado de PAIVA (2016).

Segundo Lima (2022), são considerados cinco os níveis de atuação do BIM. Essas camadas são denominadas dimensões e representam o nível de informações, funcionalidades de contexto de utilização no ciclo de vida do projeto (KUBEREK, 2021).

Para Bertoldo (2019), o BIM 3D é o modelo que integra todos os elementos gráficos e suas informações associadas, como as relações geometria espaço, os esquemas construtivos e os quantitativos de materiais. De acordo com Campestrini et al. (2015, apud Gehrmann, 2017), um modelo 3D é capaz de fornecer ao usuário uma compatibilização espacial do projeto, informações sobre os materiais, acabamentos, quantitativos de materiais, entre outros.

A dimensão 4D é considerada a dimensão do planejamento (COSTA, 2016 APUD KUBEREK, 2021). O BIM 4D possibilita o acesso a informações de prazo como: produtividade da equipe, número de

equipes necessárias e melhor sequência executiva (CAVALCANTI; MONTEIRO; JÚNIOR; MONTEIRO, 2017). Nessa camada, o tempo é adicionado ao modelo, sendo possível extrair cronogramas da obra. A Figura 1 ilustra a criação de um modelo associado ao seu cronograma.

Figura 1 – Modelo 4D.



Fonte: PORTAL AUTODESK, 2010 apud SENA (2012).

Para Mattos (2014 apud Bertoldo, 2019) o BIM 5D agrega a dimensão custo ao modelo tridimensional, em que cada componente do projeto passa a ter vinculação de dados de custo. Para Poças (2015, apud Carreiró, 2017), essa associação torna os processos de orçamentação mais rápidos. A camada 5D tem a finalidade de gerenciar os quantitativos e o orçamento da obra, buscando visualizar o impacto financeiro e reduzir gastos em todas as fases do projeto (LIMA, 2022).

O BIM 6D tem como intuito a sustentabilidade da construção (MIRANDA e SALVI, 2019 APUD KUBEREK, 2021). O BIM 6D está pautado na agregação de energia ao modelo. Para Duarte (2023) a energia pode estar diretamente relacionada ao impacto físico do projeto no meio em que está inserido. Lima (2022) afirma que o nível 6D busca determinar quais os melhores métodos ou equipamentos serão utilizados para reduzir o consumo energético da edificação e torná-la mais eficiente e ecológica.

O BIM 7D está relacionado a gestão de instalações, acrescento a dimensão operação ao modelo. Nessa cama, são estabelecidos planos de manutenção e substituição de peças e equipamentos 19 (MIRANDA e SALVI, 2019 APUD KUBEREK, 2021). Esse nível visa prolongar o ciclo de vida útil da obra.

Quadro 2 – Resumo das dimensões do Bim.

DIMENSÕES DO BIM	OBJETIVO	EXECUÇÃO DO PROJETO
2D e 3D	Gera documentação e objetos paramétricos	- Desenhos de planta - Corte - Elevação - Detecção de conflitos no projeto
4D	Documentação de análise das fases da construção do edifício	- Logística - Utilização do espaço - Fases de construção do projeto - Fornece cronograma de custos
5D	Custo para execução do projeto.	- Cronograma e Orçamento na alteração de projeto - Organizar banco de dados com custos e preços de informação - Taxas de produtividade do trabalho - Dados de composição da equipe
6D	Simular a operação e manutenção	- Nível de desempenho do processo - Determinar as intervenções de manutenção preventiva de um imóvel
7D	Análise do ciclo de vida do projeto e realizar a gestão das instalações	- Garantia de equipamentos - Dados de fabricantes e fornecedores - Custo de operação - Fotos da operação

Fonte: Adaptado de SOUZA, 2020.

Dáros (2019 apud Kuberek, 2021) não se limita ao 7D e apresenta mais duas camadas do BIM: 8D, 9D e 10D.

A camada 8D está ligada a segurança. segundo Kamardeen (2010 apud Kuberek, 2021) essa camada realizaria análises de risco no modelo, gerando perfis classificados por níveis de gravidade.

O 9D é considera a dimensão do Lean Construction (ARNAL, 2018). Nessa camada a obra é otimizada ao máximo por meio da diminuição de atividades que não agregam valor.

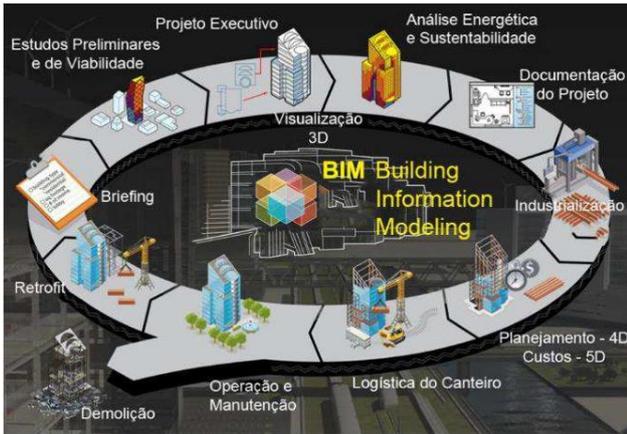
O BIM 10D foca-se em construções industrializadas. Para Arnal (2018), essa camada objetiva tornar o setor de construção civil em um setor mais produtivo integrando com as novas tecnologias, por meio de sua digitalização.

2.2. Aplicação do BIM (Building Information Modelling) na gestão de projetos

Estamos inseridos em uma realidade onde as tecnologias têm ocupado cada vez mais posições de destaque e prioridade, trazendo muitas inovações. O gerenciamento de projetos de construção civil é uma área que tem se beneficiado profundamente dessas inovações, com destaque para o BIM (Leusin, 2023).

A metodologia BIM pode ser aplicada em todas as fases de um projeto, pois consiste na modelagem tridimensional de uma edificação a fim de acompanhar a edificação real ao longo de seu ciclo de vida (HIPPERT, 2010). Esse conceito pode também ser observado na Figura 2 abaixo.

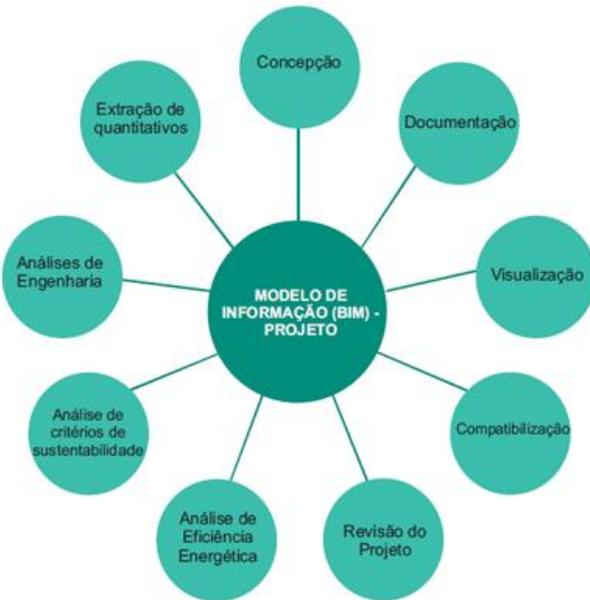
Figura 2 – Fluxograma BIM.



Fonte: AUTODESK REVIT, 2011.

Dentro do ciclo de vida de uma edificação, tem-se a fase de projetos. A Figura 3 apresenta algumas aplicabilidades da metodologia BIM nessa etapa.

Figura 3 – Aplicabilidades do BIM na fase de projetos.



Fonte: ADDOR (2013).

De acordo com Scherer e Santos (2018 apud Duarte, 2023), o uso do BIM pode melhorar a precisão dos desenhos e minimizar a possibilidade de erros durante a construção. Segundo Dantas Filho et al. (2014 apud Accioly; Figueiredo, 2023), a implementação do BIM diminui erros nos projetos, pois antecipa as definições destes erros evitando problemas em etapas futuras, que ocasionariam em consequências maiores. Dessa forma, observa-se que a etapa de elaboração de projetos de um empreendimento beneficia-se com a adoção do BIM em seu processo.

É corriqueiro que grandes empresas incorporadoras e construtoras não desenvolvam internamente os projetos de um empreendimento. Para isso, são contratadas outras empresas cuja atribuição é de

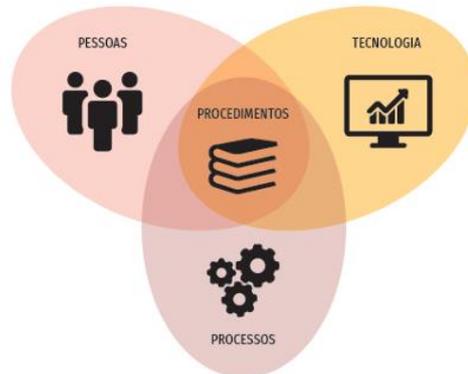
elaborar os projetos. Nota-se nesse cenário, geralmente, a presença de vários projetistas, em que os escopos de trabalho de cada um deles pauta-se no desenvolvimento dos entregáveis das disciplinas necessárias para a execução de uma edificação. Nesse panorama, segundo Silva (2018), o gerenciamento de projeto se faz necessário para administrar a multidisciplinariedade do projeto, a fim de atender, no fim da obra, os objetivos inicialmente propostos.

Segundo Larson (2016 apud Limeira, 2024), o gerenciamento de projetos é um estilo de administração focado em resultados, que reconhece a importância da criação de relacionamentos colaborativos entre os diferentes membros de uma equipe. Para Coelho (2006 apud Silva; Melhado, 2014), a gestão de projetos é um ambiente integrador, em que cada processo deve ser associado e conectado para facilitar a sua coordenação.

No que concerne a AEC, a gestão de projetos norteia-se em processos de gestão consolidados, cujo desdobramento abrange soluções de problemas de deficiência de produtividade e de ineficiente colaboração das equipes (M. ORAEE ET AL., 2019 APUD COUTO, FERNANDES, 2022). Com esse intuito, o BIM apresenta-se como uma solução inovadora e adequada para esses problemas, pois transforma os processos de trabalho de gestão e fornece apoio para a colaboração nos projetos (COUTO; FERNANDES, 2022). Ainda nesse âmbito, Hardin e McCool (2015 apud Berlitz, 2023) declaram que o BIM é uma ferramenta essencial para a gestão de projetos.

A metodologia BIM possui fundamentos que vão de encontro com as necessidades da gestão de projetos na construção civil. A Figura 4 apresenta os fundamentos do BIM e como eles estão relacionados.

Figura 4 – Fundamentos BIM



Fonte: < <https://www.bimframework.info> > apud SOUZA (2020).

2.2.1. Interface entre a comunicação e o BIM na gestão de projetos

Uma das principais fraquezas das estruturas das grandes empresas é a comunicação (Vasconcellos e Hemsley, 2003). Esse quadro é ratificado por uma pesquisa realizada em 2014 pelo PMSURVEY.ORG com 400 organizações de vários países ao redor mundo. O estudo apontou que "problemas de comunicação" foram a principal causa de problemas em vários tipos de projetos, fator exprimido 64,2% dos entrevistados.

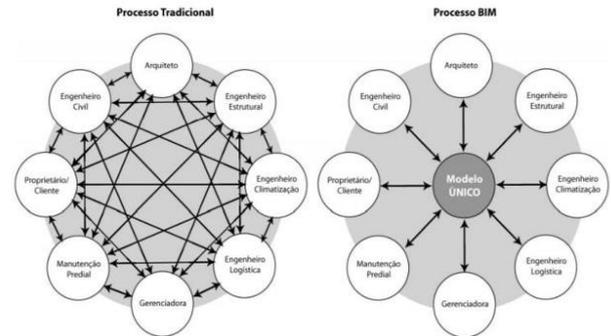
Com a existência da deficiência na troca de informações, podem surgir diversos problemas de ordem técnica, financeira, estética e até na qualidade do projeto (ROMANO; BACK; OLIVEIRA, 2001). Uma pesquisa realizada em 2013 pelo Project Management Institute (PMI) apontou que empresas que possuem uma comunicação eficiente apresentam um desempenho 54% superior em comparação com organizações com baixo nível de transmissão eficaz de informações. Nessa perspectiva, a comunicação é um agente crucial na gestão de projetos de um empreendimento da construção civil.

A comunicação eficiente em empresas construtoras requer entrega precisa e compreensível de informações (GUIMARÃES, 2019). Para Steel et al. (2012), desenhos e documentos são a forma em que ocorrem as trocas de informações na Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). Por isso, para Tribelsky e Sacks (2010 apud Pinto, 2023), durante o desenvolvimento de projetos, há uma carência de ferramentas adequadas para ter um controle mais esmiuçado do fluxo de informações.

Em uma realidade em que a tecnologia é ditadora, surgem novas possibilidades de organizar e relacionar informações. Para a construção civil, o BIM mostra-se como uma alternativa para o aprimoramento da comunicação. Eynon (2018 apud Berlitz, 2023) afirma que um dos diversos benefícios que o Bim proporciona é a gestão da informação.

Enquanto nos processos tradicionais ocorre o intercâmbio de informações de forma desordenada, com a metodologia BIM as informações são centralizadas e unificadas em um único modelo, conforme indicado na Figura 5.

Figura 5 – Comparativo entre o processo tradicional e o BIM na troca de informações.

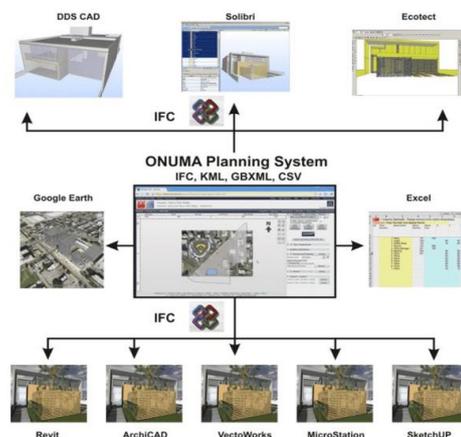


Fonte: GOMES E SANTOS, 2011 apud TAVARES (2018) apud BERLITZ (2023).

Em vista disso, é posto em evidência o conceito de interoperabilidade, que, para Tavares (2018), é a capacidade de reconhecer e trocar dados e informações por meio de aplicativos, que são utilizados no decorrer do processo do projeto. Trata-se então da comunicação entre os projetos das diferentes disciplinas de um produto.

Segundo Silva (2022), a interoperabilidade caracteriza-se pela capacidade de diversos sistemas e organizações trabalharem em conjunto, garantindo a troca de informações de maneira eficaz e eficiente. Segundo Arayici et al. (2018 apud Landim, 2023), a interoperabilidade é a capacidade de dois ou mais sistemas compartilharem informações entre si de forma a permitir a utilização da informação recebida. A Figura 6 traz um exemplo da interoperabilidade entre projetos, em que o sistema *ONUMA planning System* converte arquivos, de formatos diferentes, em formato IFC, sendo então capaz de gerenciar diferentes aplicativos computacionais.

Figura 16 – Exemplo de interoperabilidade entre projetos.



Fonte: ONUMA PLANNING SYSTEM, 2008 apud ANDRADE; ROSCHEL (2009).

2.2.2. Conexão entre a compatibilização de projetos e o BIM inseridos na gestão de projetos

Segundo Oliveira, Viana e Oliveira (2023), a gestão de projetos procura garantir a realização dos objetivos, dentro das condições de prazos, custos, qualidade e especificações iniciais. Para que esses requisitos sejam cumpridos nos projetos de uma edificação, alguns métodos podem ser empregados. Entre esses métodos, tem-se a compatibilização de projetos. A Figura 7 abaixo demonstra essa relação de circunscrição da compatibilização de projetos para com a gestão de projetos.

Figura 7 – A compatibilização de projetos como ferramenta na gestão de projetos.



Fonte: CORRÊA, 2023.

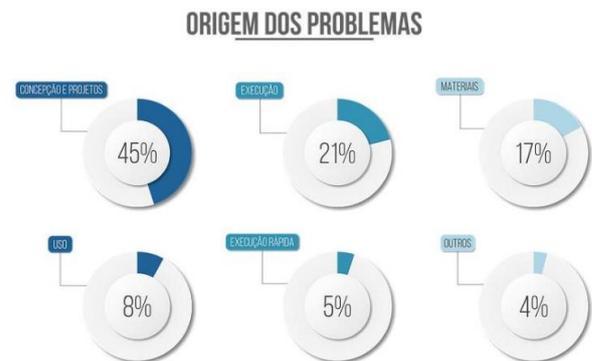
De acordo com SEBRAE (1995 apud NASCIMENTO, 2013), a compatibilização nada mais é que o ato de gerenciar projetos relacionados entre si, de modo a obter o ajuste perfeitos entre eles e conduzir o processo objetivando padrões de controle de qualidade.

O projeto é caracterizado por um procedimento elaborado por vários ramos, como projetos estruturais, arquitetônicos de instalações prediais, combate a incêndio, entre outros (FÁBRÍCIO; BAÍA; MELHADO, 1998 apud TAVARES, 2018). Usualmente, as disciplinas que compõem o projeto de um empreendimento são atribuídas a diferentes projetistas, sem que haja necessariamente interação entre eles. Essa elaboração individual representa um potencial indicativo de interferência entre os projetos. Para Mikaldo Jr. (2006 apud Costa, 2013), a necessidade de compatibilizar projetos surge de um produto seccionado em diferentes profissionais. Dessa forma, dissertando resumidamente, a

compatibilização de projetos é o ato de sobrepor diferentes disciplinas em um único produto, analisando as interferências entre todos os projetos englobados.

Para Fabrício (2002 apud Nascimento, 2013), a compatibilização minimiza as interferências entre projetos. Conflitos que não são localizados e solucionados na fase de projetos acabam por ser descobertos durante a etapa de execução, evidenciando problemas de falta de qualidade, maior índice de retrabalhos, alongamento dos prazos de execução da obra e acréscimo do custo de construção (TAVARES JUNIOR et al., 2003 apud TAVARES, 2018). Na Figura 8 constata-se que 45% dos problemas das obras têm origem nos erros de concepção e projetos.

Figura 8 – Origem dos problemas durante a etapa de execução.



Fonte: MOTTEU; CONDE, 1989 apud CARVALHO (2016) apud BERTOLDO (2019).

A prática mais recorrente entre os projetistas é a utilização de ferramentas CAD 2D na compatibilização de projetos (GONÇALVES, 2016 apud OLIVEIRA, 2019). Em métodos CAD 2D a atividade de compatibilização baseia-se em sobrepor camadas a fim de detectar as interferências. Porém, essa prática é ineficaz, uma vez que limita-se a representação gráfica de objetos de forma bidimensional, não sendo atribuídas as características volumétricas que possibilitam uma equalização com a representação real. Ferreira e Santos (2007 apud Silvia, 2023) trazem em seu estudo atributos da representação bidimensional que se qualificam como empecilhos para compatibilização de projetos, conforme abordado no Quadro 3.

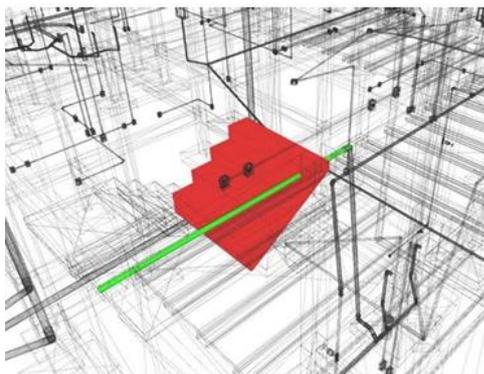
Quadro 3 – Características da representação 2D qualificadas como entraves para compatibilização de projetos.

Característica	Descrição
Ambiguidade	A mesma representação pode ser interpretada de mais de uma forma.
Simbolismo	O objeto é representado por um símbolo cujas dimensões e formas não têm relação com o objeto real que representa.
Omissão	Na tentativa de tornar o desenho mais sintético, são omitidas informações consideradas “óbvias” para o especialista que está projetando.
Simplificação	O projetista simplifica determinada representação, alterando o volume real do objeto ilustrado. Este problema é semelhante ao do simbolismo, porém, diferentemente deste, a simplificação guarda algumas relações de forma e dimensão com o modelo real.
Fragmentação (Visão parcial)	A fragmentação está relacionada à separação da informação em várias vistas ortográficas (planta, elevação, corte). Essa característica pode ser agravada com a representação das vistas em documentos separados.

Fonte: FERREIRA e SANTOS, 2007 apud SILVA (2023).

A tecnologia de informação se tornou uma aliada indispensável do setor da construção civil (BERTOLDO, 2019). Em vista disso, em se tratando de compatibilização de projetos, a metodologia BIM apresenta-se como uma alternativa ao CAD 2D. Como ferramenta de compatibilização, todos os aspectos da construção são modelados em 3D e, com isso, são identificados os conflitos geométricos entre os elementos da construção (OLIVEIRA, 2019). A Figura 9 exemplifica uma detecção de interferência entre projetos, materializada entre uma escada do projeto estrutural e uma tubulação do projeto de instalações hidrossanitárias.

Figura 9 – Exemplo de detecção de interferência entre projetos.



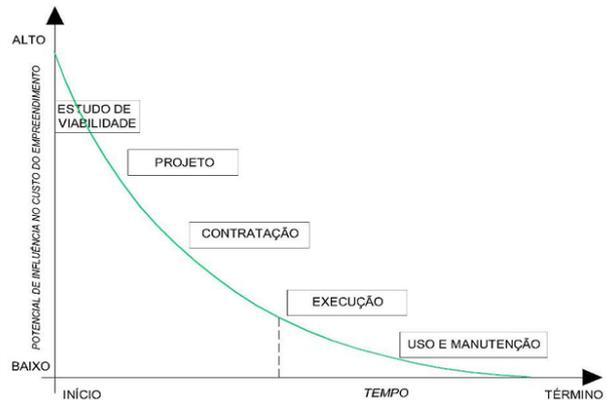
Fonte: BUSS; CARNEIRO; LÉDO, 2020.

Bortolotto (2014 apud Pedroso; Piccinini, 2016) afirma que a compatibilização com uso da plataforma BIM é eficaz devido à atualização automática das informações de acordo com as modificações recorrentes no projeto. Essa automatização reduz consideravelmente o processo da atividade de verificação de interferências e elimina a presença de

problemas na obra originados da falta de vinculação entre os diferentes projetos de uma mesma edificação.

Problemas relativos à compatibilização de projetos estão intimamente ligados a existência de custos não previstos em uma obra, pois, segundo Oliveira e Freitas (1997), é na etapa de projeto que se definem entre 70% e 80% do custo total de uma edificação. A Figura 10 demonstra essa influência.

Figura 10 – Potencial de influência das fases de um empreendimento no seu custo final.



Fonte: Construction Industry Institute apud Melhado, 2005.

2.2.3 A integração entre uma plataforma web colaborativa e o BIM na gestão de projetos

Nazário e Bento (2020) afirmam que, no decorrer dos anos, os softwares de gestão de projetos se tornaram fundamentais nas empresas, auxiliando a organização e o gerenciamento de projetos de forma mais eficiente e permitindo um planejamento mais diligente. Nesse contexto, surgem as plataformas web colaborativas.

Para Manso e Mitidieri Filho (2007), as plataformas web colaborativas são ferramentas computacionais que conectam, por meio da internet, todas as organizações envolvidas na elaboração do projeto. Essas tecnologias possibilitam a gestão de projetos pela internet através de um único banco de dados. Uma das plataformas web colaborativas mais conhecida no mercado é o BIMcollab.

De acordo com Montoya et al. (2020), o BIMcollab é uma plataforma de gerenciamento de problemas na nuvem, que permite a comunicação e colaboração sobre modelos BIM. Para Berlitz (2023), a ferramenta oferece uma gestão centralizada de todas as questões relacionadas ao modelo BIM.

2.3. A metodologia BIM e o Lean Construcion (LC)

Ao Término da guerra civil o Japão encontrava-se carente de recursos. Surge então na Toyota um sistema produtivo que consiste na eliminação de

desperdícios e uso adequado da matéria prima (OHNO, 1997 apud PÁDUA, 2014). Tal arranjo ficou conhecido como Sistema Toyota de Produção (STP). Por volta dos anos 90 o STP ganhou a titulação de *Lean Production* (LP), uma vez que consistia na utilização de menos esforço humano, estoques, ferramentas e infraestrutura fabril ao se comparar com o sistema de produção em massa (WOMACK et al., 1990 apud FERMIANO, 2022). A Partir do LP, surge o *Lean Thinking*, ou Pensamento Enxuto, em português.

O termo “Lean Thinking” (LT) foi criado por Womack e Jones, que determinaram cinco princípios do Pensamento Enxuto (PINTO, 2017), apresentados na Figura 11.

Figura 11 - Fluxo de Implementação da Produção Enxuta.



Fonte: Adaptado de LEAN ENTERPRISE INSTITUTO, 2013.

A descrição de cada um desses princípios está apresentada no Quadro 4.

Quadro 4 – Princípios do Lean Thinking.

Princípio	Descrição
Valor	Especificar e melhorar o valor. A grande ênfase neste princípio é que valor deve ser identificado a partir da ótica do cliente. São inúmeros os exemplos de empresas que projetam seus produtos e determinam a forma como serviços serão prestados negligenciando aspectos fundamentais para os clientes.
Cadeia de valor	Identificar a cadeia de valor e remover os desperdícios. Se acompanhar a realização de um produto, desde a matéria prima até sua entrega ao consumidor final, observar-se as inúmeras atividades que não agregam valor, do ponto de vista do cliente, via de regra repetidas inúmeras vezes: transportes, estoques, retrabalhos, etc. Em geral diversas empresas participam desta cadeia de valor, com visão restrita a suas atividades, não enxergando os enormes desperdícios que ocorrem, considerando-se a cadeia como um todo.
Fluxo	Fazer o produto fluir. A produção ideal, do ponto de vista <i>Lean</i> , é um fluxo contínuo, peça a peça, sem estoques intermediários e nem paradas. Isto traz inúmeros benefícios, dentre os quais: menores <i>lead times</i> (tempos de produção), obrigatoriedade de qualidade 100% e eliminação de vários tipos de desperdícios, tais como movimentos e transportes desnecessários.
Puxar	Deixar o cliente puxar. Para o <i>Lean</i> , produzir mais que o necessário, criando estoques (superprodução), é a forma de desperdício mais combatida, inclusive por ser esta uma cultura largamente difundida pela produção em massa. Produção enxuta significa na quantidade certa, na hora certa, somente para atender a demanda.
Perfeição	Gerenciar em direção à perfeição. Melhoria contínua, com participação dos níveis operacionais, identificando as causas dos problemas, faz parte do <i>Lean</i> e conta com métodos específicos, baseados em “5 por quês”, ferramentas da qualidade, entre outros.

Fonte: Adaptado de PICCHI, 2001 apud GEHRMANN (2017).

Surge então, a partir do LT, a adaptação do LP para a construção civil, denominada de Lean Construction (LC). Essa nova filosofia foi concebida por Koskela (1992).

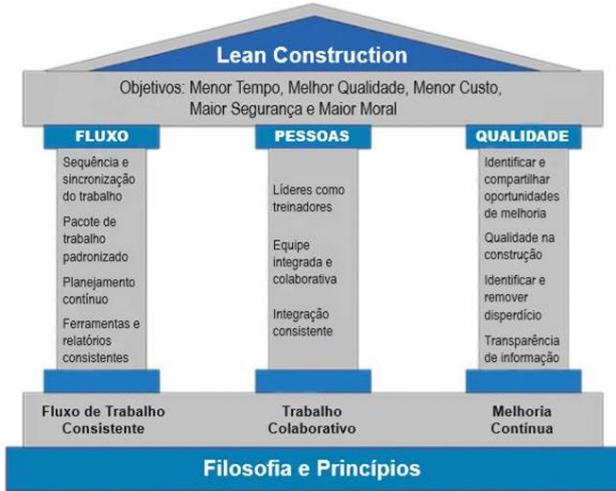
Para Koskela (1992), existem onze princípios que garantem a aplicabilidade efetiva do Lean na construção civil, sendo eles:

- Reduzir atividades que não geram valor: objetiva a minimização do desperdício no sistema, por meio da eliminação de atividades que utilizam recursos, mas não geram valor;
- Aumentar o valor do produto por meio da consideração das necessidades dos clientes: a produtividade e o valor final são aumentados ao se identificar os clientes e as opiniões deles;
- Reduzir a variabilidade: atinge-se através da padronização dos processos;
- Reduzir o tempo de ciclo: relaciona-se com a diminuição do tempo que uma peça percorre o fluxo completo de produção
- Simplificar por meio da redução do número de passos ou partes: refere-se ao encurtamento do fluxo de produção por meio de ferramentas de gestão consolidadas e eficazes;
- Aumentar a flexibilidade de saída: para isso, o produto final é adaptado às necessidades do cliente sem gerar aumento de prazo e custo. Pode ser atingido por meio da minimização do número de lotes de uma peça;
- Melhorar a transparência do processo: quando as informações são claras e precisas os erros durante as atividades tendem a diminuir;
- Focar o controle no processo global: para isso a cadeia do processo deve ser monitorada e mensurada;
- Introduzir a melhoria contínua no processo: os esforços para minimizar desperdícios e agregar valor ao produto devem ser constantes;
- Manter equilíbrio entre melhorias de fluxo e nas conversões: os fluxos e as conversões devem se devolver de forma equilibrada;
- Realizar Benchmarkin: processo de comparação que visa identificar em organizações concorrentes, que são líderes, características que podem ser aplicadas na própria organização.

Um dos principais pilares da Lean Construction é a redução de desperdícios, conforme apresentado por Ballard e Howell (1994). Ainda para esses autores, outro foco da LC é o gerenciamento de fluxos, o que faz com que a gestão de sistemas e processos seja posta em destaque, assim como os processos de produção (LANDIM, 2023). A Figura 12 abaixo

apresenta resumidamente a estrutura da Lean Construction.

Figura 12 – Casa Lean Construction (Construção Enxuta).

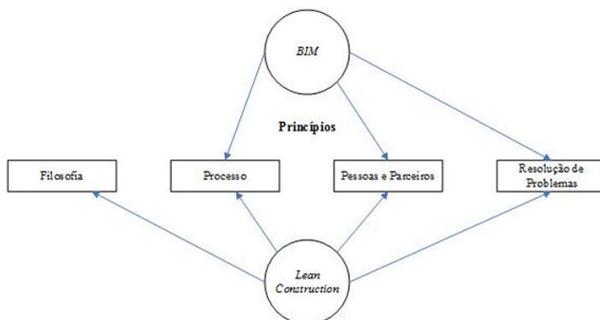


Fonte: <newportcon.com> apud Neves, 2017.

Segundo Sacks et al. (2010), O BIM é uma plataforma com potencialidade catalisadora para a implementação do Lean. Esses autores realizaram um estudo que culminou na elaboração de uma matriz, em que foram identificadas 56 interações nas quais havia benefícios na utilização simultânea da metodologia BIM e princípios Lean, conforme apresentado no Anexo 1.

Para Liker (2004), os princípios Lean são divididos em filosofia, processo, pessoas e parceiros e resolução de problemas. Segundo Sacks et al. (2010), apenas o aspecto da filosofia não se relaciona com o BIM, como mostra a Figura 13.

Figura 13 – Princípios da LC que se relacionam com o BIM.



Fonte: SACKS et al., 2010.

No Quadro 5 abaixo são apresentados os princípios da LC em que foi possível detectar a interconexões o BIM, segundo Sacks et al.

Quadro 5 – Interconexões entre Lean e BIM.

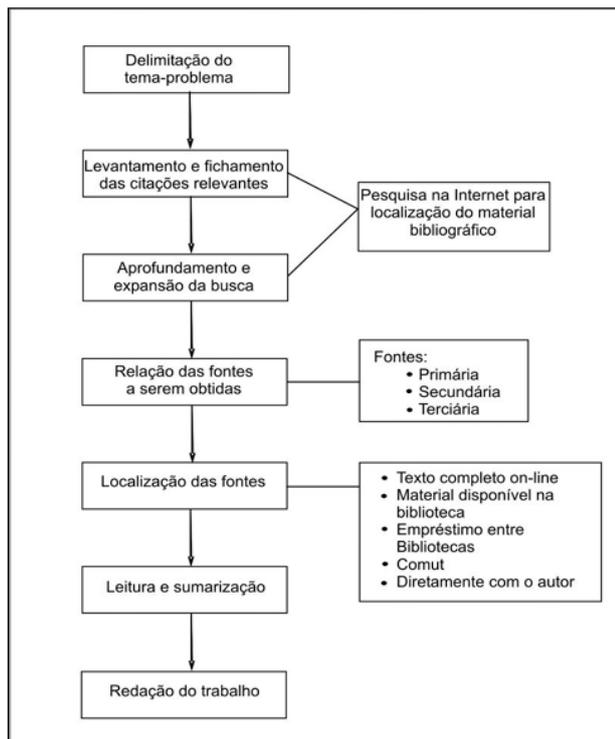
ITEM	DESCRIÇÃO
Reduzir a variabilidade	A variabilidade deve ser combatida por meio de controle, pois tende a incorporar atividades que não agregam valor, a mão de obra deve ser treinada em procedimentos padrão (MENDES Jr. et al. 2014)
Reduzir os tempos de ciclo	O tempo de ciclo é a soma de todos os tempos para produzir um determinado produto, desde transporte, espera, processamento e inspeção. Deve-se diminuir os fluxos e buscar melhorias na conversão. Um exemplo é o aprendizado da mão de obra que pode ser responsável na redução do tempo de ciclo (MENDES Jr. et al. 2014)
Aumentar a flexibilidade	A flexibilidade reduz os tempos de ciclo e também simplifica o sistema de produção. Na construção, equipes multiquualificadas alcançam
Selecionar uma abordagem de controle de produção apropriada	Em um sistema puxado, uma atividade produtiva é provocada pela demanda de uma estação de trabalho. O sistema de puxar veio para ser associado ao 27 Lean. A nivelção da produção facilita as operações de um sistema puxado. Na construção, este sistema é realizado com planos e horários
Padronizar	A padronização do trabalho é a base para a melhoria contínua e para a capacitação dos funcionários
Instituir a melhoria contínua	Quando se controla os processos, tornam-se possíveis as críticas das atividades e assim a busca pela melhoria contínua
Usar o gerenciamento visual	A gestão visual está estreitamente ligada à padronização, a visualização dos métodos de produção permite fácil identificação dos padrões. Também está estreitamente ligada à melhoria contínua, na qual a visualização da produção permite a percepção dos trabalhadores do estado do processo e das
Projetar o sistema de produção para fluxo e valor	Este princípio salienta a importância de desenho do sistema de produção
Focar na seleção do conceito	O projeto divide-se em projeto de conceito e projeto de detalhe. O desenvolvimento de diferentes conceitos e sua avaliação deve ser abordado com ênfase necessária, uma vez que existe tendência natural a correr para o desenho de detalhes. O desenho com base em conjuntos é uma forma de alcançar o projeto de conceito, aplicação é útil para a concepção de edifícios
Decidir por consenso	Ao aumentar o círculo de decisores, pode ser assegurada uma base de conhecimento maior. Ao ampliar o número de opções, a probabilidade de encontrar a melhor solução é aumentada

Fonte: Adaptado de SACKS et al., 2010.

3. METODOLOGIA

No que tange os procedimentos técnicos, esse estudo enquadra-se em uma pesquisa bibliográfica. Segundo Martins e Théophilo (2016, apud Soares, Picolli e Casagrande, 2018), a pesquisa bibliográfica é um excelente meio de formação científica, sendo sua execução independentemente ou quando realizada como parte de um trabalho científico. A Figura 14 apresenta alguns passos que podem ser seguidos objetivando o sucesso de uma pesquisa bibliográfica.

Figura 14 – Passos da revisão bibliográfica.



Fonte: BELLO et al., 2012.

Ainda quanto a natureza, classifica-se como pesquisa básica, pois gera conhecimentos novos sem prever aplicação prática.

Em se tratando da abordagem do problema, caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa, uma vez que a análise não é baseada em dados e números.

Cabe acrescentar ainda que, quanto aos objetivos, essa pesquisa é exploratória, pois apesar de ter um vasto arsenal de trabalhos sobre alguns temas, outros são poucos explorados quando colocados na ótica da associação.

Por conseguinte, foi realizada uma revisão de literatura em plataformas científicas online e sites, a fim de obter informações pertinentes aos temas retratados, gerando uma fonte de dados sobre gestão de projetos, BIM e Lean Construction, bem como dos conceitos que estão introduzidos. Somado a isso, em um segundo momento uma plataforma foi investigada a fim de verificar na prática a teoria da utilização de ferramentas nos processos da construção civil.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. O BIM e a gestão de projetos

Estando a Indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) situada em um panorama em que

as tecnologias ditam o fluxo de crescimento de uma empresa, é inerente que novas metodologias surjam e sejam adotadas. Empreendimentos cada dia mais complexos são os espelhos de um mercado competitivo e de um público exigente. Para acompanhar essa tendência de inovação, são necessários procedimentos de gestão de projetos eficientes e que cumpram com a premissa de qualidade e produtividade

A gestão de projetos é um conjunto de processos empregados a fim de planejar, controlar e programar atividades, direcionando-as a um resultado positivo. Sua aplicação mostra-se necessária durante todo o ciclo de vida de um empreendimento, tendo destaque para sua praticabilidade na fase de projetos de uma edificação. Essa afirmativa confirma-se quando se coloca a luz o fato de que, é na fase de projetos que grande parte dos custos de uma obra são definidos. Nesse contexto, o gerenciamento de projetos apresenta-se como um agente fundamental a fim de garantir o sucesso de uma iniciativa construtiva.

Existem diversas ferramentas que podem ser utilizadas para que o processo de gerenciamento de projetos seja mais eficaz. A exemplificação disso é a adoção da metodologia BIM.

O BIM pode ser entendido como a representação tridimensional de objetos em que cada elemento possui parâmetros e propriedades definidas. Ele vai além de um software, pois permite representar virtualmente todos os itens envolvidos no ciclo de vida de uma edificação. Com ele, é possível prever problemas futuros que só seriam vistos durante a etapa de execução, e que, provavelmente, seriam materializados em custos, não programados. Em vista disso, recentemente tem-se notado uma movimentação no sentido de aliar a metodologia BIM à gestão de projetos.

4.1.1. Compatibilização e comunicação

A comunicação é um dos aspectos que mais apresenta falhas em grandes empresas. No que tange a construção civil, uma troca de informações ineficaz pode gerar produtos completamente diferentes daqueles planejados inicialmente.

Em um empreendimento diversas são as disciplinas que o compõem. No panorama de grandes incorporados e construtoras, é corriqueiro que a elaboração dos projetos ocorra por diferentes profissionais. Diante disso, a transmissão de mensagens de forma eficiente desempenha o papel de fator comum a essas concepções individuais.

Um dos resultados de uma falta de comunicação entre projetos de diferentes disciplinas é a existência de incompatibilidades entre eles. Esses conflitos são gerados, muitas vezes, pois os projetos são elaborados individualmente, sem ter uma visão macro do produto. Uma das aplicações da metodologia BIM é a detecção desses conflitos de forma ágil.

4.2. Sinergia BIM e Lean Construction

A filosofia *Lean Construction* pauta-se primordialmente na redução de desperdícios, através da eliminação de atividades que não agregam valor. Esse foco difere-se do modelo tradicional em que os processos são divididos em subprocessos. O Quadro 6 abaixo demonstra o planejamento baseado no Lean quando comparado ao modelo tradicional.

Quando 6 – Comparação entre Lean Construction e a Gestão Convencional da Construção.

Gestão Convencional da Construção	Lean Construction
Sabe-se como TRANSFORMAR materiais em estruturas fixas.	Sabe-se (também) como TRANSFORMAR materiais em estruturas fixas.
É esperado que aconteçam mudanças de definições e erros de desenho durante a construção, que serão resolvidos e novamente preparados pela equipe de construção.	Desenha-se produto e processo de construção em conjunto para evitar erros/omissões de desenho e dimensionamento que levantam questões de possibilidade de execução.
O gestor é o ÚNICO responsável pelo planejamento.	Os gestores são os PRIMEIROS responsáveis pelo planejamento, o dos processos e das fases, e os encarregados e trabalhadores são os ÚLTIMOS responsáveis pelo planejamento, o das operações.
Assume-se que reduzindo o custo de uma peça irá se reduzir o custo de todo o projeto – o todo é a soma das partes.	Trata-se todo o projeto como um sistema e faz-se uso do <i>Target Costing</i> para alcançar as reduções do custo de projeto – o todo é mais que a soma das suas partes.
Empurra-se a produção ao nível local pensando erradamente que será a forma de alcançar eficiência global.	Empurra-se a produção para maior processamento do sistema considerando ser a única forma de alcançar eficiência global.
Gere-se o processo utilizando os elementos que referem à evolução de custos – os quais estão na base dos pagamentos.	Utilizam-se os elementos de evolução de custos como um <i>INPUT</i> para o planejamento e controle das operações no canteiro de obras.
Se é guiado pelo paradigma de retornos em termos de prazo/custo/qualidade.	Desafia-se o paradigma de retorno em termos de tempo/custo/qualidade ao remover as fontes de desperdício nos processos de desenho/produção de forma a promover um melhor e mais fiável FLUXO DE TRABALHO.
Não se planeja ou controla as operações de produção em uma obra a não ser que se verifiquem desvios de custo e de prazo – espera-se até que os problemas aconteçam para se reagir no sentido de voltar a ter o projeto no rumo definido.	Planeja-se e controla-se as operações de produção na obra de forma a prevenir que os indicadores de evolução do projeto não de desviem dos prazos e custos definidos.
Considera-se fornecer VALOR ao cliente quando se maximiza o desempenho em relação ao custo – perspectiva <i>Value Engineering</i> (VE).	Considera-se fornecer VALOR ao cliente quando o valor do produto é aumentado (a infra-estrutura efetivamente corresponde às necessidades do cliente) através da gestão do processo de valor da construção – perspectiva <i>Value-based Management</i> (VBM).

Fonte: ABDELHAMID e SALEM, 2005 apud PINTO (2017).

Para que a aplicabilidade da LC seja garantida, são apresentados onze princípios. A partir da análise desses requisitos, nota-se uma sinergia com a metodologia BIM. Essa conexão pode ser vista, principalmente, no que diz respeito a eliminação de desperdícios através de atividades que não eram valor. Como exemplo, tem-se a compatibilização de projetos, que exclui gastos futuros e melhora o produto final. Segundo Sacks et al. (2010 apud Fermiano, 2022), o BIM é uma plataforma com potencialidade catalisadora para a implementação do Lean.

O BIM apresenta muitas dimensões, que podem ser associadas ao Lean Construction. A camada 4D, por exemplo, é considerada a dimensão do planejamento. Tendo à vista o cronograma de uma obra, pode-se ter um controle do processo como um todo, tendo ciência do início, meio e fim, vendo o processo globalmente. Essa prática está diretamente ligada ao princípio da LC de “Focar o controle no processo global”. Ainda, Arnal (2018) corrobora com essa sinergia quando apresenta camada 9D sendo a dimensão da Lean Construction.

4.3. Gestão de projetos através de uma plataforma web colaborativa

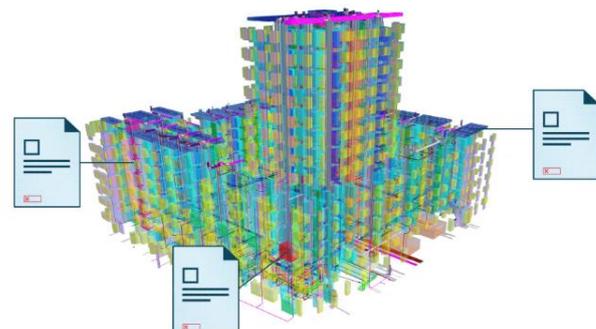
Segundo Owen (2009, apud Manzione, 2013, apud Pinto, 2023), as tecnologias digitais são desenvolvidas para sustentar os processos, cuja manutenção e criação de informações coerentes e relevantes sustenta a colaboração das pessoas envolvidas no projeto. Dessa forma, a gestão de projetos é facilitada pela rastreabilidade de informações e facilidade de comunicação. Além disso, ter um controle das atividades durante o desenvolvimento de um projeto é um dos pilares da gestão de projetos, fator esse concedido pela centralização de tarefas nas plataformas web colaborativas. Entre as plataformas existentes, tem-se o BIMcollab.

O BIMcollab apresenta três diferentes produtos que podem ser utilizados na gestão de projetos, sendo eles: BIMcollab Twin, BIMcollab Nexus e BIMcollab Zoom.

4.3.1. BIMcollab Twin

O BIMcollab Twin é um sistema de gestão de dados. O acesso aos documentos pode ser regulado em vários critérios que facilitam o direcionamento das informações para cada participante que compõe um projeto. Ainda, as documentações podem ser vinculadas a elementos de um modelo 3D, conforme mostra a Figura 15.

Figura 15 – Associação de documentos a um modelo BIM.



Fonte: < <https://link.ufms.br/utmeQ> >.

O BIMcollab Twin também automatiza o processo por meio de fluxos de trabalho automatizados, gerando relatórios precisos de uma atividade, atribuindo transparência ao progresso.

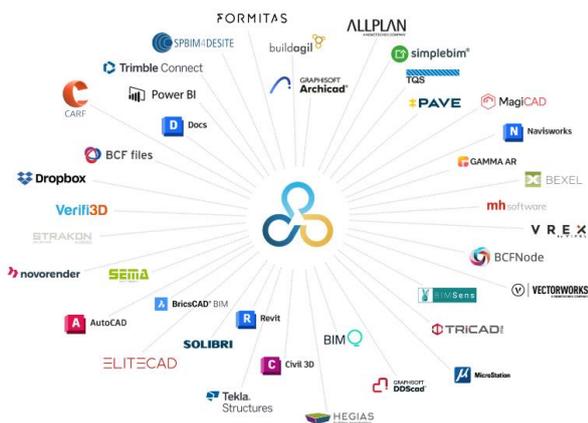
4.3.2. BIMcollab Nexus

O BIMcollab Nexus está associado à coordenação BIM. Através dele, a compatibilização de projetos pode ser realizada. A cada conflito pode ser atribuída uma *issue*, que se vincula a posição dos objetos no modelo. Dessa forma, ao clicar em uma *issue* ocorre um direcionamento automático para o local do conflito. Com isso, a gestão de projetos é facilitada, pois as *issues* podem ser dirigidas para uma pessoa específica, podendo ser estabelecidos prazos, comentários e vistas para aquela *issue*. As *issues* são especificadas apenas para a gestão de conflitos, mas para qualquer informação dentro do modelo que queira se passar para outra pessoa.

Nesse produto, a integração é um fator presente. Esse quesito é proporcionado através dos BCF Managers, que são plugins disponíveis para as ferramentas BIM. Assim, as *issues* podem ser criadas, editadas, filtradas e comentadas dentro do software que se está utilizando.

Outro processo que esse produto possibilita é a extração de dados e criação de lista a partir deles.

Figura 16 – Interação entre o BIMcollab e outros softwares.



Fonte: < <https://link.ufms.br/W9LAt> >.

4.3.3. BIMcollab Zoom

O BIMcollab Zoom refere-se à conformidade dos modelos, pois é uma solução de verificação de modelos integrada de forma eficiente com a coordenação BIM e o BIMcollab Nexus (BIMcollab, 2024). O BIMcollab Zoom é um software para

desktop e possibilita carregar modelos do projeto. Além disso, podem ser criadas regras para detecção de conflitos em diferentes projetos de uma mesma edificação. Ao se detectar um conflito, uma *issue* pode ser criada a partir dele.

Ainda, possibilita o compartilhamento das listas criadas, com o BIMcollab Nexus, através da Nuvem, conforme mostra o Anexo 2.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para a Indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), a gestão de projetos apresenta-se como um processo necessário, pois o ciclo de vida de um empreendimento é composto de muitas etapas que precisam estar em concordância entre si. Com o avanço da tecnologia diversos métodos têm sido aprimorados, buscando uma maior eficiência e qualidade no produto final. Nesse cenário, o BIM surge como um aliado ao gerenciamento de projetos.

Ao analisar a base literária, nota-se que diversos são os benefícios que o BIM traz para a gestão de projetos. Suas dimensões possibilitam um entendimento melhor do ciclo de vida de uma edificação em uma visão global, o que facilita os processos dentro de uma cadeia. Visualização, planejamento e custos são aspectos presentes nas camadas do BIM, itens esses também presentes no processo de gerenciamento de projetos.

Em grandes incorporadoras e construtoras, os diferentes projetos de uma mesma edificação são elaborados por diferentes profissionais, o que leva a problemas de comunicação e compatibilização. Analisando os materiais, constata-se que esses parâmetros são inerentes ao BIM, o que ratifica sua eficácia como ferramenta de gestão de projetos. Essa constatação pode ser confirmada através da investigação de ferramentas, como o BIMcollab.

Nesse cenário de inovações, a redução de custos e o aumento da produtividade passam a ter destaque. Pautado nisso, o *Lean Construction* apresenta-se como uma ferramenta de gestão de projetos.

O *Lean Construction* apresenta onze princípios, que, ao serem analisados, exprimem relação com a metodologia BIM. A partir da análise deles, a interação pode ser pautada nos seguintes itens: ao realizar a compatibilização de projetos em BIM, elimina-se a probabilidade de as interferências gerarem adicionais de custo e prazo durante a etapa de obra, o que corrobora com o princípio de reduzir atividades que não geram valor; reduzir a variabilidade pode ser visto pois o BIM permite a

padronização de projetos; a comunicação com a utilização do BIM é mais eficaz, relacionando-se com a melhoria da transparência do processo; com o auxílio de plataformas web colaborativas, os processos são automatizados, o que reduz o tempo de ciclo e permite a simplificação por meio da redução do número de passos; e, ao acompanhar a edificação real ao longo de seu ciclo de vida, confirma-se a conexão com o princípio de focar o controle no processo global.

Dessarte, constata-se que o BIM pode ser utilizado como ferramenta de gestão de projetos, acarretando resultados positivos. Somado a isso, verifica-se a existência da sinergia entre o *Lean Construction* a metodologia BIM, ambos aplicados no processo de gerenciamento de projetos.

6. AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer aos meus pais e família, por me amarem incondicionalmente e proporcionarem esse momento, dando todo o suporte para chegar até aqui. Aos meus amigos, por me incentivarem e apoiarem. Ao meu companheiro, por me amparar e acreditar na minha capacidade. À Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), por todo conhecimento provido. E por último, agradeço a professora Christiane por todo aprendizado transmitido durante a graduação e, essencialmente, à sua paciência e orientação

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACCIOLY, Felipe de Azevedo Ferreira; FIGUEIREDO, Karoline Vieira. Implementação do BIM para aprimorar a eficiência e o gerenciamento de projetos: desafios e melhores práticas. **Gestão & Gerenciamento**. Rio de Janeiro, v. 22, n. 22, 2023. Disponível em: <
<https://nppg.org.br/revistas/gestaoegerenciamento/article/view/1020/606> >. Acessado em 15 nov. 2024.

ADDOR, M. et al. **Estruturação do escritório de projeto para a implantação do BIM**. Guia AsBEA: Boas práticas em BIM, Fascículo 1. São Paulo, outubro de 2013. Disponível em: <
<http://www.asbea.org.br/userfiles/manuais/d6005212432f590eb72e0c44f25352be.pdf> >. Acesso em: 7 dez. 2024.

ANDRADE, Max Lira Veras X. de; RUSCHEL, Regina Coeli. Interoperabilidade de aplicativos BIM usados em arquitetura por meio do formato IFC. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Carlos, v. 4, n. 2, 2009. Acessado em: 15 nov. 2024.

ARNAL. Ignasi Pérez. **Why don't we start at the beginning?** 2018. Disponível em: <
<https://www.bimcommunity.com/news/load/490/why-don-t-we-start-at-the-beginning>>. Acessado em: 15 de nov. 2024.

AZEVEDO, Orlando J. M. de. **Metodologia BIM – Building Information Modeling na direção técnica de obras**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil, Reabilitação, Sustentabilidade e Materiais de Construção) – Escola de Engenharia, Universidade do Minho, 2009. Disponível em: <
<https://www.proquest.com/openview/d08eac77daf4e499321a943ad0d8752/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y> >. Acessado em 15 de nov. 2024.

BAGULEY, P. **Project Management**. Londres: Teach Yourself Books, 1999.

BELLO et al. A arte da pesquisa bibliográfica na busca do conhecimento. **RDBCI: Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, Campinas, SP, v. 10, n. 2, p. 53–66, 2012. Disponível em: <
<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rdbci/article/view/1896> >. Acesso em: 15 de nov. 2024.

BERLITZ, Ana Paula. **Proposta de melhoria para gestão de projetos: Potencialidades da implantação da uma ferramenta para o gerenciamento de tarefas no processo de gestão de projetos de um escritório de engenharia e arquitetura**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - da Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2023. Disponível em: <
<http://repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/12970/Ana%20Paula%20Berlitz.pdf?sequence=1> >. Acessado em 15 de nov. 2024.

BERTOLDO, Pauline Rigon. **Compatibilização de projetos no setor da construção civil com o auxílio de ferramentas BIM**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2019. Disponível em: <
https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/23507/Bertoldo_Pauline_Rigon_2019_TCC.pdf?sequence=1&isAllowed=y >. Acessado em 15 de nov. 2024.

BUSS, A. G.; CARNEIRO, D. D. A.; LÉDO, B. C. Aplicação do bim na compatibilização de projetos complementares / Bim application in compatibilization of additional projects. **Brazilian Applied Science Review**, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 319–332, 2020. DOI: 10.34115/basrv4n1-020. Disponível em:

<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BA-SR/article/view/6909>. Acessado em 15 de nov. 2024.

CARDOSO, M. C. **Autodesk civil 3D 2020: aplicações BIM para projetos de infraestrutura**. São Paulo: Erica, 2020.

CARREIRÓ, Daniel Cardeal. **Aplicação de metodologia BIM a um caso de estudo através do Navisworks**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Área Departamental de Engenharia Civil, Lisboa, 2017. Disponível em: < <https://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/8691/1/Disserta%20c3%a7%20a3o.pdf> >. Acessado em 15 de nov. 2024.

CAVALCANTI, David Stewart Crispim; JÚNIOR, Antônio da Silva Sobrinho; MONTEIRO, na Caroline. Compatibilização de projetos na construção civil: importância, métodos e ferramentas. **Campo do Saber: Revista Científica Interdisciplinar**. v. 3 n. 1. 2017. Disponível em: < <https://periodicos.iesp.edu.br/campodosaber/article/view/62> >. Acessado em: 15 nov. 2024.

CORRÊA, Stefania Limp Muniz. **Gestão de Projetos em BIM**. 1ª ed. São Paulo: Editora Senac, 2023.

DUARTE, Phillipe Dias. **Aplicação da tecnologia BIM na gestão de projetos na construção civil**. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Belo Horizonte, 2023. Disponível em: < <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/65137/1/Monografia%20-%20Aplicac%20a7a%20da%20tecnologia%20BIM-%20Phillipe%20Duarte.pdf> >. Acesso em 15 de nov. 2024.

EASTMAN, Chuck et al. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, construtores e incorporadores**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

FERMIANO, Lana Maria Aragão. **Estudo da implementação do Lean Construction com apoio do BIM**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de São Carlos, Campus São Carlos, São Carlos, 2022. Disponível em: < <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/16373/Lana%20M.%20A.%20Fermiano%20-%20TCC.pdf?sequence=1&isAllowed=y> >. Acessado em 15 de nov. 2024.

FERNANDES, Gabriela; COUTO, João Pedro, 2022. BIM na gestão de projetos de construção:

Barreiras e orientações para os gestores de projetos. In B. Figueiredo, M. Azenha, J. C. Lino, J. Granja, & J. P. Martins (Eds.), **4º Congresso Português de Building Information Modelling** vol. 1 – ptBIM (pp. 108–119). UMinho Editora. Disponível em: < <https://doi.org/10.21814/uminho.ed.32.9> >. Acessado em 15 de nov. 2024.

FERREIRA, B. M. L. **Desenvolvimento de metodologias BIM de apoio aos trabalhos construtivos de medição e orçamentação**. 2015, 68p. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2015. Disponível em: < <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/78358/2/34303.pdf> >. Acessado em 15 de nov. 2024.

FRANCO, L. S.; AGOPYAN, V. **Implementação da racionalização construtiva na fase de projeto**. São Paulo: EPUSP / Departamento de Engenharia de Construção Civil, 1993. 21 p. Boletim Técnico. Disponível em: < <https://repositorio.usp.br/item/000849867> >. Acessado em: 06 dez. 2024.

GEHRMANN, Andresa Leal. **Bim e Lean: plano de implantação para processos de projetos em uma construtora de médio porte**. 66 p. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Pampa, Campus Bagé, Bagé, 2017. Disponível em: < <https://repositorio.unipampa.edu.br/jspui/handle/rii/2696> >. Acessado em: 15 nov. 2024.

HIPPERT, M. A. S.; ARAÚJO, T. T. A. **contribuição do BIM para a representação do ambiente construído**. Encontro Nacional da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, 2010, RJ. Anais [...]. Rio de Janeiro: ANPARQ, 2010. Disponível em: <http://www.anparq.org.br/dvd-enanparq/simposios/173/173-739-1-SP.pdf>. Acessado em 7 dez. 2024.

GUIA PMBOK. Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos. **Project Management Institute (PMI)**, Pennsylvania, 6ª Ed. 2017.

KERZNER, H. **Gestão de Projetos: as melhores práticas**. 4ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2020.

KUBEREK, Lara Teixeira. **Uso do BIM para compatibilização de projetos**. 88p. 2021. Monografia (Especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura, Belo Horizonte, 2021. Disponível em: < <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/42072/3/>

O_USO_DO_BIM_PARA_COMPATIBILIZA% c3 %87% c3%83O_DE_PROJETOS_LARA_KUBERE K.pdf >. Acessado em 15 de nov. 2024.

LANDIM, Gabriela Linhares. **Implementação de Lean Constuction e BIM como parte de objetivos estratégicos de empresas de construção: um estudo de caso do setor da construção civil.** 2023. 178 f. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Fortaleza, 2023. Disponível em: < <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/74663> >. Acessado em 15 de nov. 2024.

LIMA, João Paulo da Silva. **Compatibilização de projetos através da interoperabilidade entre softwares BIM.** 46p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal. 2022. Disponível em: < https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/48827/4/CompatibilizacaoDeProjeto_Lima_2022.pdf >. Acessado em 15 de nov. 2024.

LIMEIRA, Marianni Pereira. **Otimização de processos em gerenciamento de projetos BIM: um estudo de caso utilizando ferramentas integradas.** 2024. 59f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Alagoas, Centro de Tecnologia, Maceio, 2024. Disponível em: < https://www.repositorio.ufal.br/bitstream/123456789/14653/1/Otimiza% c3% a7% c3% a3o% 20do% 20fluxo% 20de% 20processos% 20em% 20gerenciamento% 20de% 20projetos% 20BIM_um% 20estudo% 20de% 20caso% 20utilizando% 20ferramentas% 20integradas.pdf >. Acessado em: 15 nov. 2024.

MANZIONE, L; MELHADO, S; NÓBREGA JÚNIOR, C. L. **BIM e inovação em gestão de projetos.** 1 ed. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda., 2021.

MOUM, A. **Design team stories: Exploring interdisciplinary use of 3D object models in practice.** Elsevier, v.19, 2010.

OLIVEIRA, Isabella de Paula; VIANA, Gabriel Rosa; OLIVEIRA, Cláudio Bonfante de. Análise da importância do sistema BIM na gestão de projetos. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, [S. l.], v. 9, n. 5, p. 2023.** Disponível em: < <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/9680/3833> >. Acessado em: 15 nov. 2024.

PÁDUA, Rafael Crissóstomo de. **Implementação de Práticas de Lean Construction em uma Obra**

Residencial em Goiânia – Estudo de Caso. 2014, 61 F. Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás. Disponível em: < https://www.eec.ufg.br/up/140/o/implementa% c3% 87% c3%83o_de_pr% c3%81ticas_de_lean_construction_em_uma_obra_residencial_em_goi% c3%82nia_% e2%80%93_estudo_de_caso .pdf >. Acessado em 15 de nov. 2024.

PAIVA, Daniel Capistrano Sarinho. **Uso do BIM para compatibilização de projetos: Barreiras e oportunidades em uma empresa construtora.** 2016. 16 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016. Disponível em: < <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/40421> >. Acessado em 7 dez. 2024.

PINTO, Guilherme Veiga Graveira. **Como as plataformas web colaborativas podem auxiliar na gestão de projetos.** 2023. 88 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2023. Disponível em: < <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/262766/001173720.pdf?sequence=1&isAllowed=y> >. Acessado em 15 de nov. 2024.

SACKS, R.; KOSKELA, L.; DAVE, B. OWEN, R. Interaction of Lean and Building Information Modeling in construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, University of Huddersfield. v.9, 2010.

SENA, Thiago Silva de. **A Aplicação da metodologia BIM para a compatibilização de projetos.** Monografia (Graduação em Engenharia Vivil) – Univeridade Federal da Bahia, Escola Politécnica, Salvador, 2012. Disponível em: < <http://www.gpsustentavel.ufba.br/downloads/BIM% 20Compatibiliza% C3% A7% C3% A3o.pdf> >. Acessado em 15 de nov. 2024.

SILVA, T. F. L.; MELHADO, S. B. Diretrizes para a gestão de projetos industriais. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 37-51, jul./dez. 2014. <http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v9i1.81127>. Acessado em 15 nov. 2024.

SOUZA, Iran Luiz Seabra. **O uso da plataforma BIM no processo projetual colaborativo.** 2020. 131 f. Dissertação (Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Natal, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/3262>

Anexo 2 - Compartilhamento de listas.

connected | Dashboard | Issues | Model | Lists | Reports | Import | Settings

Materials Passport

List set: Materials Passport | List: Base Quantities | Shared by: David Hendricks (BIMcollab) | Description: | Last modified: 20-10-2020

Merge uniform rows

Material Name	Qty	GrossVolume	GrossArea	GrossSurfaceArea	GrossFootprintA...	GrossCeilingArea	GrossFloorArea	GrossPerimeter
Metal - Aluminum, Black-Anodized	3276	0	0	0	0	0	0	0
Glass	1190	0	0	0	0	0	0	0
Concrete - Cast-in-Place Concrete	190	176037.835017	1759.927368	0	1.26	0	0	0
Stone - Granite	159	0	0	0	0	0	0	0
Plasterboard, Metal - Stud Layer, Plasterboard, Plasterboard	119	0	0	0	120.67346099999993	0	0	0
Door - Frame, Door - Panel	64	0	0	0	0	0	0	0
Default, Ceiling Tile 600 x 600	60	0	0	0	0	2732.6438519999997	0	0
Textile - Bamboo Weave, Metal - Chrome	60	0	0	0	0	0	0	0
SHADE SUPPORT	40	0	0	0	0	0	0	0
Metal - Paint Finish - Paint Cafe Matte	36	1431.9063890000004	0	14711433.248781001	0	0	0	0
Metal - Bronze	35	0	0	0	0	0	0	0
Glass - White, High Luminance, Paint - Maroon Glossy, Metal - Paint Finish - Ivory, Glossy	30	0	0	0	0	0	0	0
Parking Stripe	27	0	0	0	0	0	0	0
Glass, Sash	24	0	0	0	0	0	0	0
Wood - Pine, Laminated - Linen, Matte	15	0	0	0	0	0	0	0
Concrete - Precast Concrete - 35 MPa	12	52.812672000000006	0	0	0	0	0	0
Metal - Sunscreen	12	2620.749648	206.35823999999994	0	0	0	0	0
Metal - Aluminum, Glass	11	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: < <https://link.ufms.br/W9LAt> >.