



## **BIM (*Building information modeling*) e a Construção Enxuta (*Lean Construction*)**

SILVA, Marcio JoseSouza<sup>1</sup>

SILVA, Cleilton Nunes<sup>1</sup>

Orientador: Prof. Me. MAGDALENA, Rafael A. Valentim da Cruz<sup>2</sup>

Universidade São Francisco

### **E-mail do autor principal**

cleiton.nunes@mail.usf.edu.br

marcio.jose@mail.usf.edu.br

<sup>1</sup> Marcio Jose Souza Silva, Aluno do Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus de Bragança Paulista - SP;

<sup>1</sup> Cleilton Nunes da Silva, Aluno do Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus de Bragança Paulista - SP;

<sup>2</sup> Rafael A. Valentim da Cruz Magdalena, Professor Mestre Orientador do Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus de Bragança Paulista – SP;

**Resumo.** O atual cenário do setor construtivo vive um momento de transição entre a tecnologia convencional de projetos construtivos através de programas que trabalham em plataforma CAD (*Computer Aided Design*) e a utilização de modelos de edificações 3D que operam em plataforma BIM (*Building Information Modelling*). Este trabalho aborda a compatibilização do controle de execução de obras e a tecnologia de modelagem em BIM, por meio de estudo da melhor forma de representar este controle através do modelo BIM de um edifício residencial multifamiliar de 3 andares já concluído. Vamos abordar também os princípios da *Lean Construction* que tem como foco a redução de desperdícios e otimização dos processos e podem ser um eficiente meio de se alcançar o desempenho desejado pelas construtoras. Por fim, este presente trabalho pretende mostrar como as tecnologias BIM e o método de trabalho da Construção Enxuta tendem a crescer e se tornar uma META (Aquilo que se pretende alcançar) para aquelas empresas que buscam a melhoria e acompanhamento das tecnologias inovadoras, em um projeto de obra para construção civil.

**Palavras-chave:** *Lean Construction*, *BIM*, Modelos 3D.



## 1.Introdução

Com o avanço tecnológico e os impactos decorrentes em diversas áreas surgiram as necessidades de uma maior eficiência na construção civil e a partir daí a carência para que fossem desenvolvidos novos métodos e novos materiais para a redução de custo e tempo em relação aos projetos.

Cada etapa do projeto demanda um cuidado especial e para que tudo ocorra bem cada etapa deve ser executada com sucesso, os métodos construtivos fazem parte da vida do homem desde a era dos primórdios em que o homem habitava em cavernas e utilizava a pedra como matéria prima para criar ferramentas, e atualmente todos os materiais e métodos construtivos são pensados em relação a sustentabilidade, avaliando tempo, consumo, economia, energia, segurança e outros.

A partir as década de 1970 começaram a surgir as primeiras tecnologias BIM nos países mais desenvolvidos, através de pesquisas científicas voltadas para a construção civil, para facilitar a tomada de decisão e ter um melhor gerenciamento de obras visando que a tecnologia *BIM* não é somente um modelo gráfico mas sim um modelo de gestão de recursos que podem operar tanto na parte gráfica como planilha de matérias, cálculos, compatibilização de projetos e acaba facilitando todo o trabalho para profissionais como; engenheiros arquitetos mestres de obras e o responsável pela obra a fim de melhorar a tomada de decisão em vista à crescente quantidade de informações disponíveis e as novas exigências e especialidades esperada no mercado daqueles países (como segurança, certificações ambientais, sustentabilidade, conforto, entre outros.

Para Smith (2014) “a adoção do *BIM* para orçamentos é inevitável. Quanto mais uma empresa demora para utilizar a ferramenta com a extração automática de quantitativos, outras vão progredir e usar isso como vantagem competitiva”. (GRUSKA, C. F. G. G. ; et al, 2019, p. 6).

Segundo CORRÊA NETO et al, 2015. O nivelamento do volume de trabalho, bem como a introdução de fluxo no processo e o estabelecimento de atividades padronizadas, gerará benefícios consideráveis. Eliminar desperdícios de um processo nivelado e que apresenta um fluxo definido – em vez de pontos isolados – possibilita a criação de processos que necessitam de menos esforço humano, menos espaço e menos tempo.



Com a ampliação do desenvolvimento tecnológico e melhora das técnicas e metodologias de planejamento de obras e atividades de orçamentação, os *softwares* de compatibilização de dados tornaram-se de necessária aplicabilidade para anteparo das perdas de recursos e mitigação de custos. Se apresentando como uma tecnologia de modelagem 3D que permite a caracterização e automatização de processos gerenciais de cronogramas e quantitativos de obras, a plataforma BIM se qualifica como um *software* direcionado a diminuição dos erros gerenciais

O termo *Lean Construction* (Construção Enxuta) é uma aplicação da filosofia enxuta da empresa *Toyota motor company*, o salto japonês para sua atual posição no cenário econômico mundial logo se seguiu, na medida em que outras empresas nipônicas adotaram esse sistema (WOMACK; JONES; ROOS, 2004). Percebe-se, assim, que o século XX foi palco, por excelência, de uma evolução ímpar ocorrida na função produção, uma vez que assistiu a passagem da produção artesanal para a produção em massa e, em seguida, para a produção enxuta voltada para uma aplicação menos árdua na construção civil, visando a melhor forma de realizar cada tarefa e ter o melhor aproveitamento de cada atividade, na construção, os princípios *Lean* são adaptados para enfrentar os desafios e complexidades únicos dos projetos de construção. Um conceito central na construção *Lean* é a identificação e eliminação de desperdícios, os resíduos na construção podem assumir muitas formas, incluindo excesso de materiais, retrabalho, atrasos e mão de obra subutilizada as técnicas enxutas visam minimizar ou eliminar essas fontes de desperdício.

## 2. Referencial

### 2.1 *Lean Construction*

A *Lean Construction* (construção enxuta) surge em 1992 por meio do trabalho *Application of the New Production Philosophy to Construction*, publicado por Lauri Koskela. Tratava-se de uma nova linha de pesquisa um modelo que inseria os princípios *Lean* (Produção Enxuta) na Construção Civil.

O processo de produção na Construção Civil era visto somente como um agrupamento de subprocessos responsáveis por converter matéria-prima em produto (a edificação, por exemplo). Segundo Koskela (1992), tais subprocessos são os fluxos de conversão, ou seja, aqueles que transformam insumos (materiais e informação) em produtos intermediários (etapas da execução como alvenaria e revestimentos) ou produto

(edificação). Essa visão voltada somente para os fluxos de conversão não leva em consideração dois fluxos também relevantes: os fluxos de materiais e mão de obra, que estão atrelados às atividades de transporte, espera por material e retrabalhos, por exemplo. Outro aspecto gerencial tradicional é o controle da produção e esforço de melhorias, propenso a estar voltado para os subprocessos individuais e não para o sistema como um todo. Isso implica em melhorias ou inovações tecnológicas em uma certa atividade que podem limitar a eficiência de outras atividades de conversão, limitando a melhoria da eficiência global. Por último, tem-se que o modelo tradicional não leva em consideração o que é requerido pelos clientes (sejam eles internos ou externos). (SOUZA; GALDAMEZ, 2013)

Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor para Koskela (1992), as atividades podem ser definidas como: atividades que agregam valor ou atividades de transformação/conversão de material ou informação, na direção do que é requerido pelo consumidor; atividades que não agregam valor (desperdício); atividades que consomem tempo, recursos e espaço, sem agregar valor. II. Aumentar o valor do produto pela consideração das necessidades do cliente; Segundo Koskela (1992), o valor não é uma qualidade inerente ao processo de conversão, mas é gerado como consequência do atendimento aos requisitos do cliente. O cliente pode ser o consumidor final ou a próxima atividade no processo de produção. A aproximação prática a este princípio passa por sistematizar a projeção para os fluxos, onde o cliente é definido para cada estágio e suas necessidades analisadas.

## 2.2. *Lean aplicado na construção civil*

De acordo com Santos (1999) apud Bernardes (2003), a aplicação de algumas ferramentas Lean, em canteiro de obras, é feita de modo isolado e fragmentado. Este mesmo autor aponta que implementá-las de forma integrada é o que aumenta o escopo de ação e gera resultados mais relevantes. Para Picchi e Granja (2004), as aplicações até então observadas da Mentalidade Enxuta, no fluxo de obra, também estão voltadas principalmente para a aplicação isolada de ferramentas. Já segundo WOMACK e JONES (1998) e LIKER (1997), os resultados obtidos sem aplicação sistêmica das ferramentas *Lean* são muito limitados. Segundo Rother e Shook (1999) e Picchi e Granja (2004), a aplicação do *Lean Thinking* em um ambiente produtivo deve começar com uma análise de fluxo de valor porta a porta. Tal análise abarca todo o fluxo de informações e materiais,

desde a matéria-prima até o produto acabado, dentro dos limites da unidade estudada – equivalente a uma obra para a Construção Civil. Isso possibilita que todos os aprimoramentos e aplicações de ferramentas sejam subordinadas a uma visão sistêmica, cujo objetivo é melhorar o fluxo como um todo, em vez de detectar melhorias.

No canteiro de obras exerce papel fundamental para que se obtenha bom desenvolvimento das atividades, evitando desperdícios de tempo e de materiais e para que se execute os serviços com qualidade. (VIEIRA, 2006) A logística proporciona grande contribuição na elaboração de planejamento, organização e projeto do *layout* do canteiro para que o processo de desenvolvimento da obra transcorra da melhor maneira possível. O projeto logístico de um canteiro influencia fortemente os tempos de deslocamentos e movimentação de materiais e na execução das atividades da obra, interferindo na produtividade da construção como um todo. (VIEIRA, 2006).

### 2.3. As perdas

As perdas podem ser classificadas como um desperdício de qualquer espécie, por exemplo, em mão de obra e materiais. Tem como consequência elevados custos e baixo padrão de qualidade. (FORMOSO et al., 1997, p. [1]). Já em Isatto et al. (2000, p. 27), este é o conceito de perdas: Na construção enxuta, o conceito de perdas está fortemente associado à noção de agregar valor e não está limitado apenas ao consumo excessivo de materiais. Assim, as perdas estão relacionadas ao consumo de recursos de qualquer natureza, tais como materiais, mão de obra, equipamentos e capital, acima da quantidade mínima necessária para atender os requisitos dos clientes internos e externos. Segundo Formoso et al. (1997, p. [1-2]), para se entender o conceito de perdas deve se ter em mente como são classificadas as atividades. Estas podem ser de conversão, que é quando de fato ocorre o beneficiamento de uma matéria-prima em produto, e atividades de fluxo, que é relativa à inspeção, estoque e movimentação de materiais. Isto não quer dizer que necessariamente uma atividade de conversão sempre gere valor, visto que esta pode ser executada da forma incorreta, sendo necessário realizar a atividade novamente. Para maximizar o aproveitamento das atividades, devem ser reduzidas ao máximo possível as atividades de fluxo, visto que estas não agregam diretamente valor ao material. Isto nem sempre é possível, visto que algumas destas, como treinamento de mão de obra, são necessárias para garantir a boa execução das tarefas.



## 2.4. Tecnologia BIM

Com o alastramento do desenvolvimento tecnológico e aprimoramento das denominadas tecnologias inteligentes com objetivos de praticidade, gerenciamento e otimização dos modelos usuais anteriormente estabelecidos nas diferentes indústrias através do mundo. Este conceito tecnológico tornou-se um aspecto de profunda necessidade aplicacional para com os processos construtivos, auxiliando em diversos procedimentos, sendo entre eles o modelamento de estruturas e parte orçamentária.

A tendência mundial na aplicação da plataforma *BIM* como fator enriquecedor dos processos de orçamento e planejamento de obras, dos quais também aborda e explica alguns de seus principais métodos e ferramentas desenvolvidas por outros autores. A exemplo Chen et al. (2013), Son, Kim e Cho (2017), Moon et al. (2015), Choi et al. (2014), Hartmann et al. (2012) e Ivson et al. (2018), para planejamento. E Marzouk e Hisham(2014), Ma, Wei e Zhang (2012) e Lu, Won e Cheng (2016), para orçamento. Na qual se demonstrou de forma sucinta a baixa aplicação e pesquisa por parte dos profissionais construtivos no âmbito nacional se considerado a outros países com Austrália e Estados Unidos.

“Apesar de mostrar um enorme potencial inovador em relação às tecnologias tradicionais, como *CAD* e planilhas, o uso da modelagem em *BIM* está apenas começando, no Brasil. Ao menos é o que aponta o último relatório *SmartMarket* da editora *McGraw Hill Construction*” (CONTE, 2014, p. 31).

O Brasil passou por uma fase de intensificação nos investimentos na construção civil, que inclui exemplos como a construção e modernização de estádios para eventos como a Copa do Mundo de futebol de 2014 e o anúncio da continuação de programas de habitação como Minha Casa, Minha vida, de 2015. Obras desta envergadura costumam ter alto grau de complexidade, exigindo aplicação de tecnologias avançadas para atingir os objetivos de custos, prazos e qualidade predefinidos. Dentre as ferramentas disponíveis para tais fins, pode ser citada a aplicação de um planejamento adequado, com o controle da execução, além da introdução da modelagem *BIM* (*Building Information Modeling*) nos processos.

“Ao passo que o *BIM* vem sendo introduzido como ferramenta para evolução na concepção e execução de projetos, são levantados questionamentos sobre aperfeiçoamentos necessários para que seus recursos sejam plenamente utilizados.” (CONTE, 2014, p. 14).



Caracterizando-se como uma das principais indústrias na utilização e aplicações de recursos sólidos diversos, a Construção Civil gera profundos impactos na sociedade, quanto se trata do meio ambiente, saúde populacional e economia. E em muito dos casos impulsionada pela inadequação de dados quantitativos de recursos, compra excessiva e gerenciamento falho, esta indústria provoca continuamente na produção significativa de Resíduos da Construção Civil e Demolição (RCD). Tornando cada vez mais necessário a aplicação de *software* como modelo de anteparo.

Abordaremos a quantificação de resíduos sólidos e determinação de um modelo construtivo sustentável, determinado por meio de um gerenciamento integrado, sendo este obtido pelo uso do sistema *BIM* a um modelo de construção ainda em fase de projeto.

Na qual, para determinação diagnóstica da plataforma os autores da pesquisa se dispuseram pela aplicação do programa *Revit* a um modelo de projeto previamente escolhido, na qual se determinou as principais interferências significativas nos custos de controle e na produção de resíduos sólidos construtivos, permitindo a um gerenciamento eficaz na determinação dos métodos de anteparo.

### 2.5. Modelagem 3D Revit

O nome *Revit* “*Revise Instantly*”, que significa “Revisar Instantaneamente”, ou seja, ao desenhar no *Revit*, as alterações de um objeto se dão instantaneamente em todos os objetos iguais de maneira simultânea e em todas as vistas que ele aparece, de forma imediata

O *Revit* é uma plataforma da *Autodesk* que usa a tecnologia *BIM* (*Building Information Modeling*). É um *software* de *design* de projeto de arquitetura e engenharia e um sistema completo de documentação do projeto que suporta todas as fases do processo e de alta qualidade e totalmente coordenadas sobre o escopo, quantificação e custo do projeto.

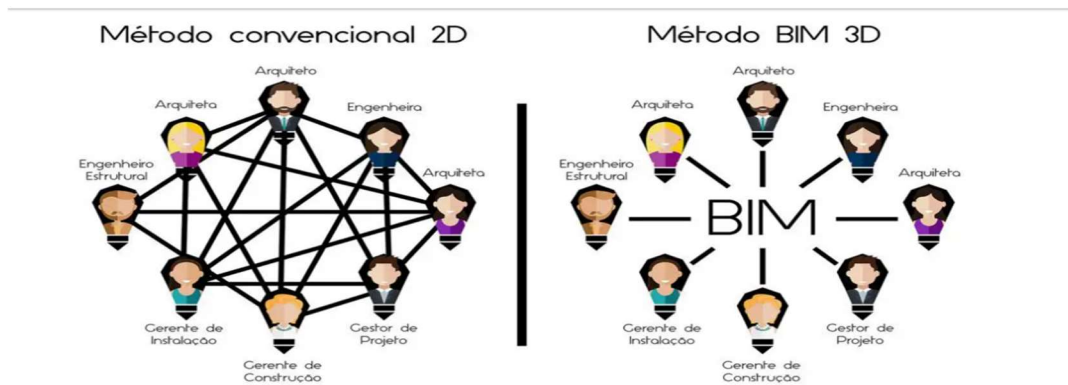
O mercado percebeu que a cobrança passou a ser maior, os prazos deveriam ser menores e as empresas precisavam reduzir os custos dos seus projetos através da utilização de uma quantidade menor de computadores, da redução na diversidade dos *softwares* utilizados e conseqüentemente na redução da equipe.

Com o *software Revit* temos um completo sistema para criação de projetos de arquitetura e engenharia em 3D, onde o usuário precisa pensar no projeto e não nos desenhos que irão representar o projeto.

Projetos que usam o *Revit* possuem uma vantagem competitiva imediata, fornecendo melhor coordenação e qualidade e ainda contribui para uma maior interação entre os arquitetos e o restante da equipe.

Concluindo, o conceito de *BIM* – Modelagem da Informação da Construção, se traduzido para o português reúne a ideia de se construir um edifício virtual antes de construí-lo efetivamente. Todas as informações necessárias para construir o edifício estão no modelo digital criado ao se projetar com esse conceito.

Imagem- comparativo Método 2D e 3D



Fonte: SpBIM

### 3. METODOLOGIA

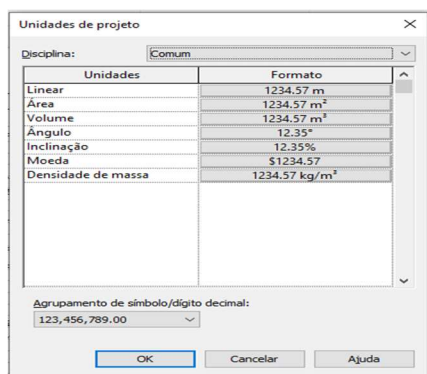
#### 3.1 Aplicação em modelo 3D

Inicialmente fora elaborada um estudo de caso de um projeto de 1 pavimento com 16 apartamentos, sendo cada um deles compostos por 2 quartos, 1 sala, 1 cozinha e 1 banheiro, desenvolvido no *software Revit*, que permite a criação de um modelo *BIM*, o qual nos possibilitou desenvolver toda a parte documental do projeto com uma modelagem detalhada desde a planta baixa, detalhamento de pisos, paredes, telhado, portas e janelas e a seguir vamos explicar o passo a passo do projeto:

Para o projeto arquitetônico foi utilizado o *Revit* versão 2021 para estudantes, com início na modelagem da edificação, foi realizado o ajuste do *template* da unidade de projeto, o qual nos possibilita ajustarmos o formato de cada unidade de medida, linear, área, ângulo, inclinação, moeda e densidade de massa, com todas as unidades definidas e

com a planta baixa do edifício realizada no *Autocad*, esta então foi exportada no formato *DWG* para o *software REVIT*.

Imagem 1- Unidades de Projeto



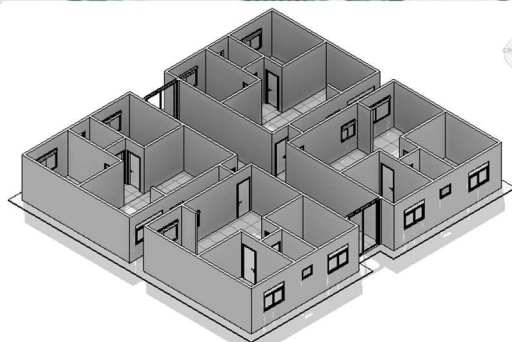
Fonte: Próprio Autor

seguinto para a importação do arquivo DWG<sup>1</sup> do *software Autocad* para o *Software Revit*, e para isso selecionamos: “INSERIR” logo após “IMPORTAR CAD” e alteramos as unidades necessárias do projeto como: cores, camadas/níveis, unidades de importação, posicionamento, e após todos os comandos definidos realizamos os ajustes dos níveis, para a criação de paredes, selecionamos o comando “ARQUITETURA”, logo após selecionamos o comando “PAREDE” e selecionamos o comando “PAREDE ARQUITETÔNICA”, logo em seguida realizamos as devidas alterações em nossa parede no comando “PROPRIEDADES” e aplicamos os materiais necessários; como por exemplo espessura do bloco, reboco e outros materiais que o programa nos possibilita, lembrando que o REVIT tem uma vasta gama de materiais para trabalharmos, após as devidas alterações damos início a construção da alvenaria. A imagem 2 apresenta o projeto arquitetônico inicial de paredes, portas e janelas.

Imagem 2- construção da alvenaria

---

<sup>1</sup> esta é uma extensão de arquivo específico para softwares gráficos.....



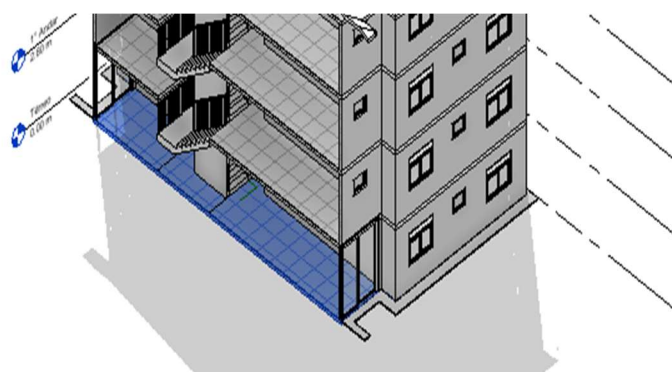
Fonte: Próprio Autor.

Com todas as paredes, criadas, damos sequência a inserção de portas e Janelas, e em seguida pisos e lajes, e para facilitar o desenvolvimento do projetos utilizamos a ferramenta grupo, pois como são 4 apartamentos iguais por pavimento, a ferramenta grupo permite replicar todas as configurações que fizer em um único grupo para outros grupos, gerando assim uma enorme eficiência e praticidade no projeto.

Para a inserção de Janelas seleciona-se o comando “Arquitetura” e em seguida a opção “Janela”, é possível selecionar o tipo de Janela desejado, em seguida selecionamos a opção “planta baixa” para posicionar a janela na posição desejada, para a aplicação de portas se repete o mesmo procedimento porém após selecionar a “ferramenta” Arquitetura seleciona-se a opção porta ao invés de janela e depois “arrasta-se” o ‘objeto’ porta até a posição desejada.

Por fim para a criação de Pisos e Lajes, selecionamos a ferramenta de criação de Lajes ou seja a ferramenta “pisos” serve tanto para criação de Pisos do nosso projeto quanto para a criação de Laje.

Imagem 3- Representação das Lajes do edifício



Fonte: Próprio Autor.

Para a inserção de componentes no nosso projeto, utilizamos a “barra” componente, porém como estamos trabalhando em nosso projeto com a ferramenta grupo então temo que selecionar um grupo e clicar em editar grupo, tudo que fizer nesse grupo automaticamente após a finalização da edição ocorrerá nos outros grupos, ou seja, ocorrerá o “espelhamento” de componentes nos outros grupos, após a inserção do componente é necessário clicar em concluir para que o comando seja encerrado.

Para a criação da nossa Laje, foi necessário desabilitar a ferramenta “agrupar” e criar um único grupo contendo os 4 apartamentos e por fim a criação da laje, e em seguida com a ferramenta copiar, foi possível replicar todos os pavimentos do edifício com uma enorme redução de tempo de projeto. A imagem 4 mostra a representação da inserção dos níveis superiores do pavimento.

Imagem 4- Representação dos Níveis dos Pavimentos

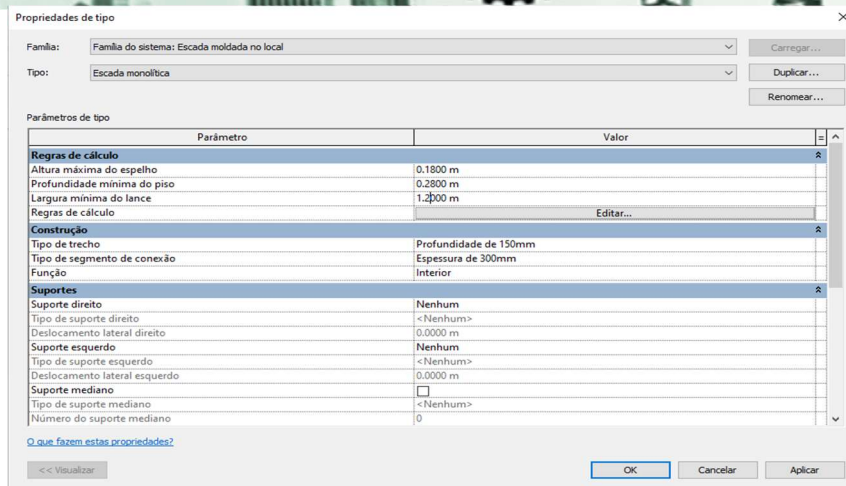


Fonte: Próprio Autor.

Para a criação das escadas, e abertura de laje, primeiro precisamos ajustar a escada respeitando as exigências da norma NBR-9050 norma de acessibilidade aos edifícios, que rege-se que a altura máxima do espelho deve conter medida igual a: 0,18 metros; profundidade mínima do piso 0,28 metros; largura mínima do lance 1,20 metros.

Por fim para a criação da escada trabalharemos na edição da mesma separadamente dos demais grupos do pavimento, e para isso trabalharemos nossa edição em “piso terreo” com a ferramenta “escada” a qual nos possibilita realizarmos todos os ajustes necessários para a criação da escada do nosso edifício.

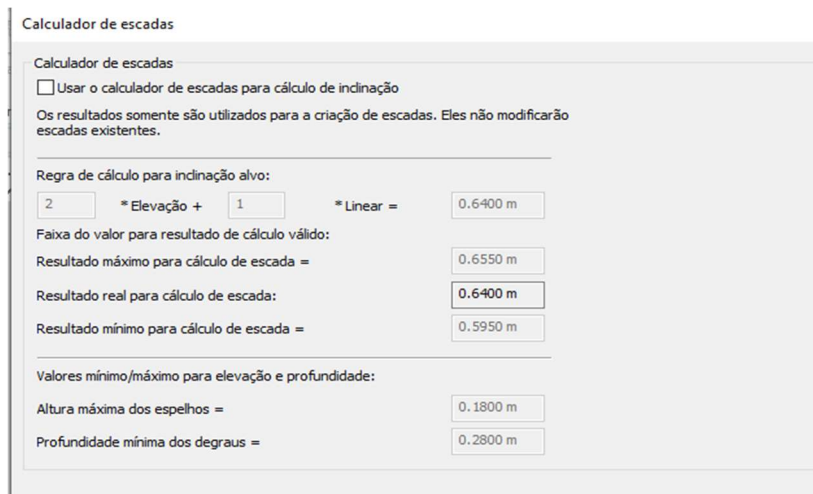
Imagem 5- Representação da ferramenta de edição de escada.



Fonte: Próprio Autor.

Por fim, feita as devidas alterações selecionam-se a opção regras de cálculo e a formula de Blondel que rege que se somarmos 2 espelhos da escada mais uma pisada tem que ser um valor entre 0,63m e 0,65m.

Imagem 6- Representação da ferramenta Calculador de escadas.



Fonte: Próprio Autor.

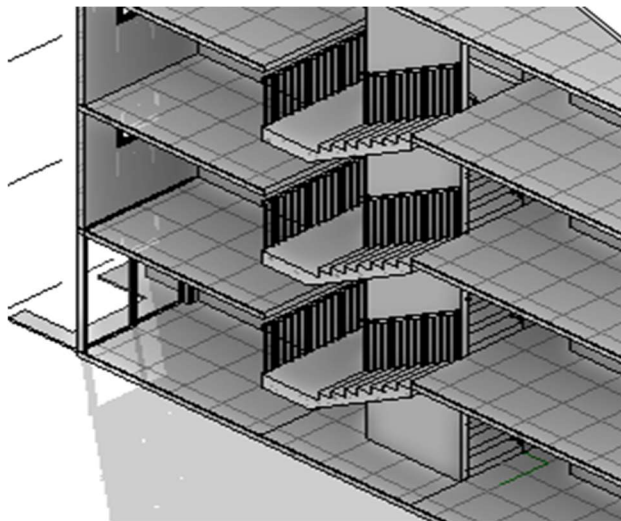
Logo após feita as devidas alterações seleciono “ok” para confirmar as alterações, optou-se nesse projeto pela ferramenta “escada reta”; utilizo a linha de localização lance: direito; deslocamento igual a zero; largura real do lance da escada já ajustado para 1,20 metros então clica-se no canto inferior do lado direito da escada e o cursor é movido até a parte superior onde esta o patamar, finalizando o primeiro lance de escada, e agora com a ponta do mouse na outra ponta da escada clica-se e arrasta para baixo até o último ponto

da escada para assim concluir o comando, escada finalizada. Porém a escada fica finalizada somente no térreo então seleciona-se a escada e clica-se em “conectar níveis” e escolhemos os níveis que queremos e selecionamos o nível 2 e 3 e conclui-se o comando e automaticamente o revit vai construir essa escada em todos os pavimentos.

Logo após a realização desta etapa é necessário realizar a abertura das lajes para que as escadas tivessem acesso aos andares superiores e essas aberturas realizamos com a ferramenta “*shaft*” que tem a função de criar aberturas nos pisos e lajes.

Logo após criado a abertura da laje selecionamos o campo “extensões caixa de corte” sendo feito o recorte da estrutura até aparecer a escada pois, facilita trabalhar com o desenho em 3d, logo após selecionar “modificar”, seleciona-se o item “guarda corpo”, e por fim ” colocar na escada/rampa” e clica-se na escada para ser inserido.

Imagem 7- Representação das escadas.

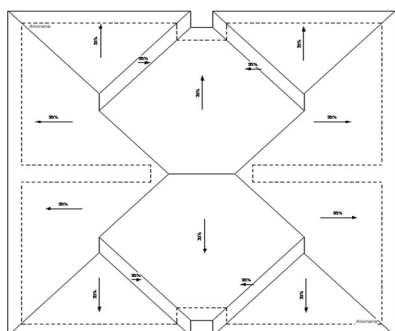


Fonte: Próprio Autor.

Para a construção do telhado foi utilizada a ferramenta de construção de telhado por perímetro, primeiramente foi preciso acessar o nível de cobertura, e selecionar a opção “Arquitetura”, logo após, a opção “telhado” e “telhado por perímetro”, clicando em “propriedades”, “telhado genérico” opta-se pela ferramenta linha para realizar o contorno do telhado, após isso, confirma-se o comando e assim realiza-se a construção do telhado, lembrando que para a realização do nosso telhado adotamos uma inclinação de 35% conforme a NBR 8039 que compreende que os telhados devem ser executados com declividade compreendida entre 32% a 40 %, sendo no nosso projeto optado por

35%, que já é uma inclinação razoável e que atende a necessidade do nosso projeto.

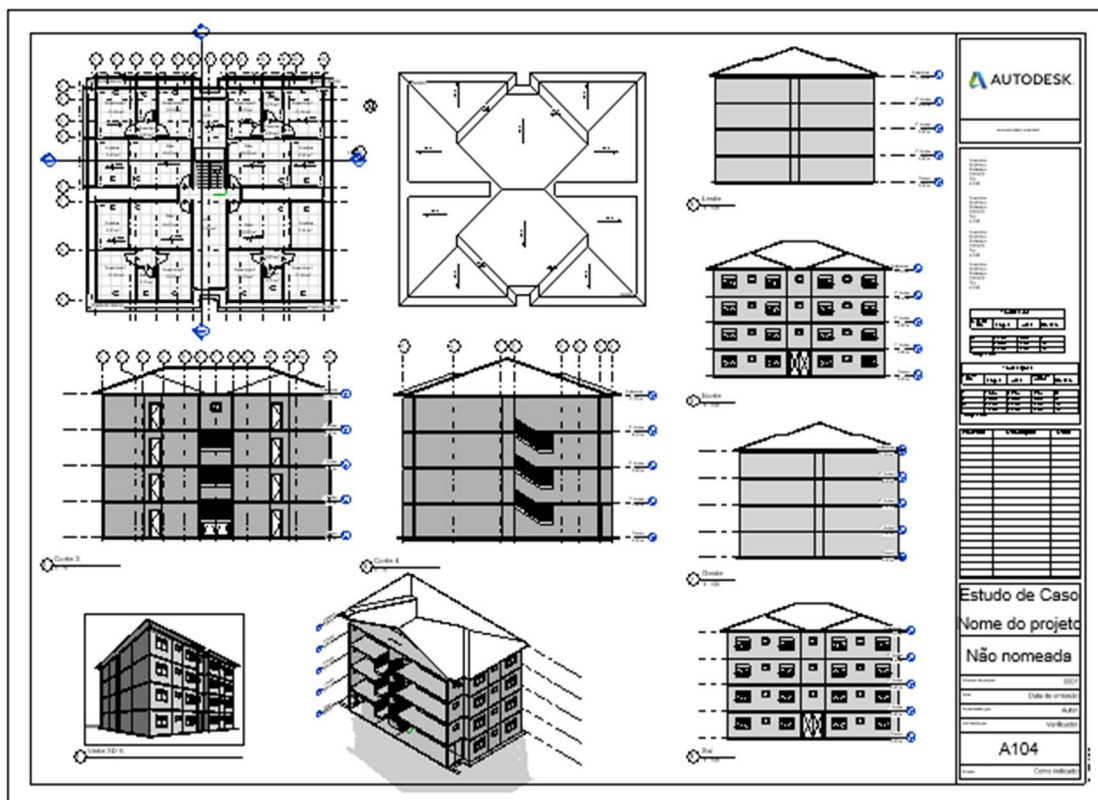
Imagem 8- Representação do telhado do Projeto



Fonte: Próprio Autor.

Por fim, após a finalização do telhado dá-se a continuidade a parte de documentação do nosso projeto que permite realizar ajustes das janelas e portas, eixos, escadas, paginação, identificador de ambientes, cotas internas e cotas externas, identificação de planta de cobertura, cortes, fachadas, cotas de nível, tabela de portas e janelas e criação de pranchas que são nossas folhas com todas os cortes e vistas necessários.

Imagem 9- Documentação do Projeto



Fonte: Próprio Autor.

## Resultados e Discussão

Criar um projeto não é algo simples de se fazer, pois precisamos levar em conta diversos fatores: custos, mão de obra, localização, documentação, tipo de projeto, responsabilidades técnicas, meio ambiente, entre outros, e nesse projeto abordamos o tema BIM e Lean Construction com a visão de infundir a melhor eficiência possível, pois para desenvolver um excelente projeto precisamos de ferramentas qualificadas e o Software Revit veio com esse intuito de entregar uma eficiência, praticidade e competitividade maior para a resolução de projetos, e o mais importante de tudo isso em um modelo colaborativo onde vários profissionais podem operar no mesmo projeto simultaneamente, já a produção enxuta ou Lean Construction é outro fator muito importante pois queremos aplicar de uma forma que beneficie a obra com uma entrega de qualidade evitando desperdícios, visto que se uma obra que começa sem um bom projeto acaba acarretando em maiores desperdícios, falhas, mau execução da obra, entre outros.

A utilização do *REVIT*, acaba sendo mais eficiente do que outras metodologias como por exemplo o *AUTOCAD* que é muito utilizado para criação de projetos embora, não seja um software específico da engenharia civil, mas o *REVIT* se destaca visto que ele agrega no sentido de que nos permite trabalhar em várias etapas do projeto como um todo e isso nos gera uma economia de tempo e dinheiro já que com essas opções podemos desenvolver com mais segurança e eficiência e o mais interessante é que podemos trabalhar em uma vista 3D, vale ressaltar que, o Revit nos possibilita também importar nosso projeto como arquivo BIM para outros softwares como por exemplo o TQS, que é um software de cálculo estrutural, e tudo isso gera uma grande redução de custos tempo e acaba gerando uma grande economia pensando em uma construção desenvolvida sem um bom projeto e o futuro caminha sempre para o avanço tecnológico, dado que esse mercado não para de crescer, há sempre novos produtos sendo desenvolvidos com novos materiais e métodos, e esse projeto desenvolvido pelo software Revit nos possibilitou uma criação mais rápida e prática com precisões de medidas e um bom detalhamento da construção da alvenaria do projeto.

Com o fornecimento do arquivo do projeto em plataforma BIM, o profissional responsável pela execução da obra pode facilmente solucionar quaisquer dúvidas sobre o projeto com o uso apenas de um computador. Um corte no projeto, por exemplo, pode ser

realizado em questão de segundos utilizando-se o software em plataforma BIM. Caso contrário, seria necessário contatar os projetistas para solucionar estas dúvidas.

É muito comum que em uma edificação o valor do total do orçamento chegue a ser composto por 40% ou mais de mão de obra, considerando que 40% desta mão de obra são os serventes, e que os materiais estão dispostos de maneira que 50% da produtividade da mão de obra está alocada em transporte de materiais, cerca de 8% do custo total da obra está destinado a transporte interno dos materiais. O canteiro de obras é essencial, e se não for feito por pessoas capacitadas será feito por pessoas que estão no meio. De acordo com a SINAPI (SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL), “O transporte horizontal no pavimento de execução não deve ser considerado por já estar contemplado nas composições principais dos serviços. As composições de transporte somente devem ser utilizadas para distâncias superiores a 15 metros”, ou seja, caso não tenha sido pensado e adicionado ao seu orçamento, distancias superiores a 15 metros você estará tendo prejuízos.

Com a metodologia *BIM*, podemos aplicar os conceitos do *Lean*, com mais clareza e eficiência. Vejamos outro exemplo.

Os principais tipos de retrabalho na construção civil são:

- Erros em estrutura;
- Erros em sistemas de vedação;
- Alterações no acabamento;
- Erros na elétrica e hidráulica.

Tendo em vista sua proposta inicial, que é dentro da metodologia *Lean* ajuda na eliminação de desperdícios, pode-se observar que não irá interferir somente nos recursos materiais, mas também em outros fatores, como por exemplo movimentações desnecessárias, padronização do abastecimento de matéria-prima, melhoria na qualidade de atendimento ao cliente, devido ao produto está sempre disponível no lugar certo, sem esperas. Contudo o maior ensinamento que trouxe o artigo em estudo foi que a metodologia *Lean* pode ser aplicada em diversos tipos de processos.

De acordo com a Revista *Gestão e Secretariado (GeSec)*, São Paulo, SP, v. 14, n. 2, 2023, p. 2545-2561. Que realizou uma pesquisa com entrevistados sobre o *Lean Construction* na construção, “Dentre os 28 entrevistados, 60,7%, responderam sim sobre a influência da gestão enxuta. Outros 35,7% responderam pouca influência e 3,6%

responderam nenhuma influência, Percebemos que os entrevistados conhecem e tem informações sobre a gestão enxuta e utilizam em suas operações na construção civil”.

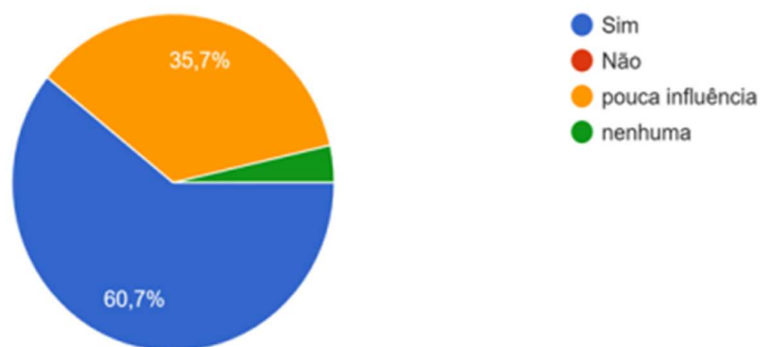


Grafico 1 : Influência da gestão enxuta na construção civil.

Fonte: Revista Gestão e Secretariado (GeSec), São Paulo, SP, v. 14, n. 2, 2023, p. 2545-2561

Ainda sobre a pesquisa realizada “Sobre a questão do desperdício – um dos fatores mais importantes da construção enxuta – os dados primários gerados demonstraram um equilíbrio entre as respostas sugeridas no questionário, nas quais 42,90% responderam sim sobre algum tipo de procedimento utilizado pela empresa para evitar desperdícios, 35,7% responderam pouca influência no procedimento, 10,7% nenhum procedimento e 10,7% não utilizam ou não existe algum procedimento em minimizar desperdícios, somando 21,4%.

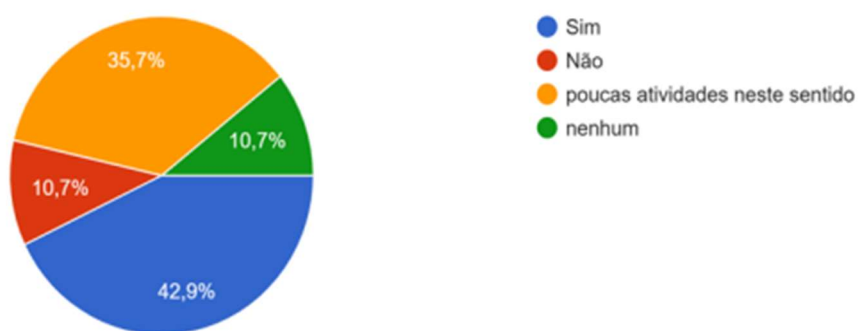


Grafico 2 : Influência da gestão enxuta na construção civil.

Fonte: Revista Gestão e Secretariado (GeSec), São Paulo, SP, v. 14, n. 2, 2023, p. 2545-2561

## Conclusões

Entende-se que a implementação do BIM para este tipo de edificação com certeza

representa grandes benefícios e vantagens, visto que, através deste, é possível gerar projetos que representem cada vez mais a realidade da construção, com informações precisas, possibilitando diferentes formas de representação, seja através de desenhos 2D, tabelas, representações em 3D, entre outros. Isso torna viável a realização da edificação com custos reduzidos, além de ser possível expandir a utilização do BIM para as etapas de construção, proporcionando melhorar o gerenciamento das obras e tornar o canteiro de obras mais enxuto. Conseqüentemente, o mercado da indústria da construção se desenvolve com a redução dos riscos dos empreendimentos, abrindo oportunidades para investimentos e incentivos financeiros neste setor.

Com o fornecimento do arquivo do projeto em plataforma BIM, o profissional responsável pela execução da obra pode facilmente solucionar quaisquer dúvidas sobre o projeto com o uso apenas de um computador. Um corte no projeto, por exemplo, pode ser realizado em questão de segundos utilizando-se o software em plataforma BIM. Caso contrário, seria necessário contatar os projetistas para solucionar estas dúvidas.

Em conclusão, pode-se dizer que o trabalho atingiu o objetivo principal, já que o modelo resultante do estudo demonstrou maior quantidade de informações referentes à edificação e maior concordância referente a estas informações, possibilitando a verificação dos erros e falhas presentes no projeto. Além da verificação prévia de interferências entre as diferentes disciplinas com maior facilidade de realização, visualização e entendimento. O modelo ainda propiciou diferentes formas de visualização do projeto, o que é fundamental para melhor entendimento e comunicação com todos envolvidos no empreendimento.

Através disto, se mostraram verdadeiras as vantagens em relação ao método tradicional, verificando as falhas nos projetos CAD que são facilmente identificadas no modelo virtual. Constatando que os modelos BIM podem conter informações certas e em sintonia, como verificado no estudo, o que possibilitou a identificação de tais erros, divergências, além de falta de informações.

Em relação ao Lean Construction, pode-se dizer que a metodologia BIM é muito eficaz pois consegue prever os problemas e rever soluções, ainda em fase de projeto, aumenta a eficiência da edificação, reduz o retrabalho, auxilia no transporte e conseqüentemente reduz o valor total da obra.



## Agradecimentos

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos a todas as pessoas e à instituição que desempenharam um papel fundamental na conclusão deste trabalho de graduação. Esta jornada acadêmica foi desafiadora, mas também recompensadora, e não teria sido possível sem o apoio e contribuições de muitos.

Em primeiro lugar, gostaríamos de agradecer aos meus orientadores, Rafael A. Valentim da Cruz Magdalena e Candida Maria Costa Baptista por sua orientação, incentivo e paciência ao longo deste processo. Suas valiosas sugestões e feedback foram fundamentais para a melhoria deste trabalho, e estou profundamente grato por sua dedicação.

Agradeço também aos meus colegas de turma, amigos e familiares que estiveram ao meu lado durante toda essa jornada. Seus encorajamentos, apoio emocional e compreensão foram fundamentais para me manter motivado e focado.

Por fim, gostaria de agradecer a todas as fontes de conhecimento e referências que consultei ao longo da pesquisa. Cada autor, pesquisador e instituição contribuiu para o desenvolvimento deste trabalho.

Este trabalho de graduação representa não apenas o meu esforço, mas o resultado de uma rede de apoio e colaboração.

Agradeço sinceramente a todos vocês por fazerem parte desta jornada e por tornarem possível a conclusão deste curso.

## Referências Bibliográficas

CONTE, Eduardo José. **“Tecnologia BIM: Aplicação no controle da execução de obras na construção civil”**. 2014. 91 f. Trabalho de Conclusão de Graduação – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Porto Alegre, 2014.

BUSS, Arthur Guilherme; CARNEIRO, Deborah Deah Assis; LÉDO, Byatriz Cordeiro. **“Aplicação do bim na compatibilização de projetos complementares”**. Brazilian Applied Science Review, v. 4, n. 1, p. 319-332, 2020. Disponível em: < <https://doi.org/10.34115/basrv4n1-020> >



SILVA, Daniel Alexandre da. “Aplicação do BIM na gestão de resíduos sólidos da construção civil”. 162 f. Trabalho de Conclusão de Graduação – Universidade Paulista – Guaratinguetá – SP, 2022.

Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/217661>

GRUSKA, C. F. G. G. .; MARINHO, R. C. .; VERAS, Y. M. .; BARROS NETO, J. de P. . “Tendências e aplicações de BIM no orçamento e planejamento da construção civil”. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 2., 2019. Porto Alegre: ANTAC, 2019. p. 1–8. Disponível em: <https://doi.org/10.46421/sbtic.v2i00.171>

MIARA, Renata Degraf Degraf; SCHEER, Sergio. “BIM para a segurança do trabalho na construção civil”. Revista Técnico-Científica do CREA-PR - ISSN 2358-5420 - 23ª edição – Março de 2020.

Disponível em: < <https://revistatecie.crea-pr.org.br/index.php/revista/article/view/684>>

SOUZA, Dayane Carolina Teixeira Moreira; DE FREITAS, Luiza Duarte. OS IMPACTOS DA APLICAÇÃO DO BIM ALIADO AOS PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA. Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção, v. 10, n. 18, p. 6-24, 2023.

Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/369220440\\_OS\\_IMPACTOS\\_DA\\_APLICACAO\\_DO\\_BIM\\_ALIADO\\_AOS\\_PRINCIPIOS\\_DA\\_CONSTRUCAO\\_ENXUTA](https://www.researchgate.net/publication/369220440_OS_IMPACTOS_DA_APLICACAO_DO_BIM_ALIADO_AOS_PRINCIPIOS_DA_CONSTRUCAO_ENXUTA)

SOUZA, Dayane Carolina Teixeira Moreira; DE FREITAS, Luiza Duarte. OS IMPACTOS DA APLICAÇÃO DO BIM ALIADO AOS PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA. Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção, v. 10, n. 18, p. 6-24, Artigo Científico, 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/relainep.v10i18.82625>

Matheus B. de Góes<sup>1</sup>, Claudiano L. Rioga<sup>1</sup> , Isadora L. de A. Campos<sup>1</sup> , Irce F. G. Guimarães<sup>1</sup>” Impactos da Implementação da Metodologia Lean Construction no Brasil.” Disponível em: < <https://revistas.ufpr.br/relainep/article/download/80398/45337>>



Alves, Vinícius da Rosa”Análise dos benefícios da filosofia Lean Construction na construção civil”

. Disponível em: < <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/30379>>

AZEVEDO, M. J. ; BARROS NETO, J. P. ; NUNES, F. R. M. Análise dos aspectos estratégicos da implantação da Lean Construction em duas empresas de construção civil de Fortaleza-CE. In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, 13., 2010, São Paulo. Anais... São Paulo: Escola de Administração de Empresas de São Paulo, 2010. p. 01-16

JUSTI, Alexander Rodrigues. Implantação da plataforma Revit nos escritórios brasileiros. *Gestão & Tecnologia de Projetos*, v. 3, n. 1, p. 140-152, 2008.