

UNIEVANGÉLICA

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

JONCEMAR DIAS DOS SANTOS SOBRINHO

JOSÉ LUÍS DE SOUZA JÚNIOR

MATHEUS VEIGA TRIERS

RAFAEL RAMOS RIBEIRO

**O USO DA TECNOLOGIA NOS PROCESSOS
CONSTRUTIVOS – UMA PROPOSTA DE USO DE
FERRAMENTAS TECNOLÓGICAS EM OBRAS DE
PEQUENO PORTE**

ANÁPOLIS / GO

2022

JONCEMAR DIAS DOS SANTOS SOBRINHO

JOSÉ LUÍS DE SOUZA JÚNIOR

MATHEUS VEIGA TRIERS

RAFAEL RAMOS RIBEIRO

**O USO DA TECNOLOGIA NOS PROCESSOS
CONSTRUTIVOS - UMA PROPOSTA DE USO DE
FERRAMENTAS TECNOLÓGICAS EM OBRAS DE
PEQUENO PORTE**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA**

ORIENTADOR: RHOGÉRIO CORREIA DE SOUZA ARAÚJO

ANÁPOLIS / GO: 2022

FICHA CATALOGRÁFICA

DOS SANTOS SOBRINHO, JONCEMAR DIAS/ DE SOUZA JÚNIOR, JOSÉ LUÍS/
TRIERS, MATHEUS VEIGA/ RIBEIRO, RAFAEL RAMOS

O USO DA TECNOLOGIA NOS PROCESSOS CONSTRUTIVOS

62P, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2022).

TCC – UniEVANGÉLICA

Curso de Engenharia Civil.

1. Processos Construtivos	2. Equipamentos
3. Tecnologia	4. Produtividade
I. ENC/UNI	II. Bacharel

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

DOS SANTOS SOBRINHO, Joncemar Dias; DE SOUZA JÚNIOR, José Luís ; TRIERS, Matheus Veiga; RIBEIRO, Rafael Ramos. O uso da Tecnologia nos Processos Construtivos. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA, Anápolis, GO, 62p. 2022.

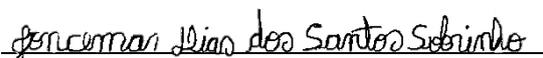
CESSÃO DE DIREITOS

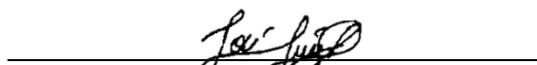
NOME DO AUTOR: Joncemar Dias dos Santos Sobrinho; José Luís de Souza Júnior; Matheus Veiga Triers; Rafael Ramos Ribeiro

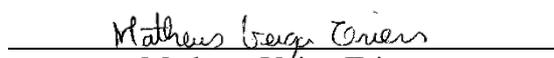
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO:

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil ANO: 2022

É concedida à UniEVANGÉLICA a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.


Joncemar Dias dos Santos Sobrinho
E-mail: joncemardias12@hotmail.com


José Luís de Souza Júnior
E-mail: joseluisdesouzajunior@gmail.com


Matheus Veiga Triers
E-mail: matheusveigatriers@hotmail.com


Rafael Ramos Ribeiro
E-mail: rafaelribeirin@gmail.com

JONCEMAR DIAS DOS SANTOS SOBRINHO

JOSÉ LUÍS DE SOUZA JÚNIOR

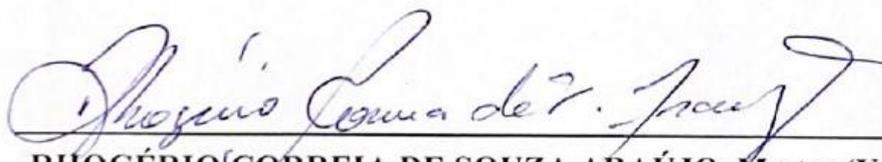
MATHEUS VEIGA TRIERS

RAFAEL RAMOS RIBEIRO

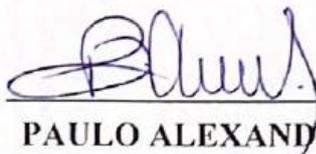
**O USO DA TECNOLOGIA NOS PROCESSOS
CONSTRUTIVOS – UMA PROPOSTA DE USO DE
FERRAMENTAS TECNOLÓGICAS EM OBRAS DE
PEQUENO PORTE**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL**

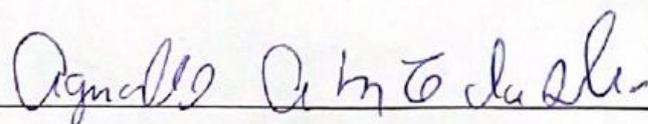
APROVADO POR:



**RHOGÉRIO CORREIA DE SOUZA ARAÚJO, Mestre (UniEVANGÉLICA)
(ORIENTADOR)**



**PAULO ALEXANDRE DE OLIVEIRA, Mestre (UniEVANGÉLICA)
(EXAMINADOR INTERNO)**



**AGNALDO ANTONIO MOREIRA TEODORO DA SILVA, Mestre (UniEVANGÉLICA)
(EXAMINADOR INTERNO)**

DATA: ANÁPOLIS/GO, 30 de Maio de 2022.

*Dedico este trabalho:
Primeiramente a Deus, pela força e
coragem. Aos meus familiares pelo
apoio, incentivo e auxílio, e a
minha esposa pelo amor e o
companheirismo, nos momentos de
dificuldade. Aos meus amigos e as
pessoas que sempre estiveram
do meu lado me ajudando nessa
etapa da minha vida.*

JONCEMAR DIAS DOS SANTOS SOBRINHO

*Dedico este trabalho:
A minha família, que sempre confiou
e acreditou em mim até o fim, mesmo
com todas as adversidades do percurso.
Também quero agradecer a todas as
pessoas que acreditaram em meu
potencial e fizeram meu sonho de ter
um diploma ser possível.
Em especial aos meus pais, que são
as pessoas mais importantes
da minha vida.*

JOSÉ LUÍS DE SOUZA JÚNIOR

Dedico este trabalho:

A minha família que sempre me apoiou.

*Aos meus amigos, que me deram forças
pra superar qualquer dificuldade*

*E a mim mesmo, por não ter desistido
ao longo dos 5 anos de faculdade.*

MATHEUS VEIGA TRIERS

Dedico este trabalho:

Aos meus pais, José Carlos e Dejáni;

A minha namorada, Ketlym;

A minha irmã, Mariana e

Aos meus amigos (Tijolinhos) Ronan e Márcio.

RAFAEL RAMOS RIBEIRO

AGRADECIMENTOS

Começamos agradecendo primeiramente a Deus por ter nos dado força, ânimo e saúde para chegarmos até o fim do ciclo e enfim concluirmos o tão sonhado curso de Engenharia Civil.

Aos nossos familiares, em especial aos nossos pais que nunca pouparam esforços para que pudéssemos chegar até aqui.

Pelas amizades que fizemos ao longo desses 5 anos, amigos que desde o início sempre estiveram unidos e colaborando uns para com os outros.

Ao nosso orientador Rhogério Correia de Souza Araújo, pelo incentivo e colaboração no desenvolvimento desse projeto. Estendemos também esse agradecimento aos demais professores que dispuseram de seu tempo para nos ajudar.

A Universidade Evangélica de Goiás, nossa gratidão a todos os colaboradores, em especial ao corpo docente, que possui professores que contribuíram imensamente no crescimento pessoal e profissional de cada um de nós.

Hoje podemos olhar para trás com orgulho e gratidão e ver que todo o caminho trilhado e todos os obstáculos superados ao longo desses cinco anos não foram em vão.

JONCEMAR DIAS DOS SANTOS SOBRINHO

JOSÉ LUÍS DE SOUZA JÚNIOR

MATHEUS VEIGA TRIERS

RAFAEL RAMOS RIBEIRO

RESUMO

Planejar, projetar, gerir e executar obras com alta eficiência e inovação é um desafio que existe para o setor da construção civil a décadas. A evolução e utilização das tecnologias dentro desses processos, tem se destacado como um importante fator na geração de melhorias nos processos construtivos. Os equipamentos tecnológicos responsáveis por isso, passam a deixar de ser facultativos, e se tornam objetos essenciais para produtividade das empresas e conseqüentemente para que se mantenham competitivas no mercado. Além disso, ao serem inseridos por todas as fases de construção, demonstram significativa melhora no conforto do trabalhador e aumento de sua segurança ao executar tarefas, além de melhor comunicação entre equipes interdisciplinares, o que gera resultados surpreendentes. Este trabalho tem por objetivo elucidar as características destes aparatos tecnológicos e seus benefícios para o setor ao serem integrados, destacando a importância de um bom planejamento para que estes tenham o rendimento ideal após sua implementação, resultando em lucros aos gestores e aumentando a qualidade do empreendimento.

PALAVRAS-CHAVE:

Processos Construtivos. Equipamentos. Tecnologia. Produtividade.

ABSTRACT

Plan, design, manage and execute works with high efficiency and innovation is a challenge that has existed for the civil construction sector for decades. The evolution and use of technologies within these processes has been highlighted as an important factor in generating improvements in construction processes. The technological equipment responsible for this, are no longer optional, and become essential objects for the productivity of companies and consequently for them to remain competitive in the market. In addition, when inserted through all phases of construction, they demonstrate a significant improvement in worker comfort and increased safety when performing tasks, in addition to better communication between interdisciplinary teams, which generates surprising results. This work aims to elucidate the characteristics of these technological devices and their benefits for the sector when they are integrated, highlighting the importance of good planning so that they have the ideal performance after their implementation, resulting in profits for managers and increasing the quality of the enterprise.

KEYWORDS:

Construction Process. Equipment. Technology. Productivity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma da Estrutura de Planejamento Técnico	22
Figura 2 - Esquema de Controle Físico-Financeiro da Construção.....	23
Figura 3 - Esquema para Resultados na Construção.	24
Figura 4 - O Processo de Projeto no Contexto do Desenvolvimento de uma Edificação	24
Figura 5 - Óticas do orçamento	26
Figura 6 - Exemplos de Programas da Plataforma BIM.....	29
Figura 7 - Comparação de comunicação entre os setores.....	30
Figura 8 - Dimensões do BIM	31
Figura 9 - Aplicação de argamassa utilizando o projetor com recipiente acoplado	32
Figura 10 - Estrutura composta por arcos executados em concreto autoadensável.....	33
Figura 11 - Drone de Rotor Único.....	35
Figura 12 - Drone Multirrotor	35
Figura 13 - Drone de Asas Fixas	36
Figura 14 - Câmera termográfica FLIR, termômetro de contato e medidor de radiação	37
Figura 15 - Detecção via TI de uma infiltração não visível	38
Figura 16 - Capacete com sensor.....	39
Figura 17 - Representação Construtiva no Software Revit	40
Figura 18 - RevitMEP	41
Figura 19 - Revit para Sistemas Estruturais	41
Figura 20 - Ciclo de vida do Projeto	42
Figura 21 - Planta Baixa no Revit	44
Figura 22 - Vista 3D Revit	45
Figura 23 - Criação de tabelas no Revit	45
Figura 24 - Sessão de tabelas e quantitativos de projeto	46
Figura 25 - Levantamento de Material no Revit.....	46
Figura 26 - Exemplo de tabela de quantitativos no Revit	47
Figura 27 - Uso de Imagem Aérea para Comercialização.....	52

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Modelo de plano de implementação	25
Quadro 2 - Classificação de tipos de drones.....	35
Quadro 3 - Concepção e viabilidade de um empreendimento.....	43
Quadro 4 - Detalhamento do projeto e do planejamento.....	44
Quadro 5 - Especificações dos quantitativos.....	47
Quadro 6 – Estágio de Execução.....	48
Quadro 7 - Vantagens da argamassa projetada.....	49
Quadro 8 - Funções das Tecnologias Vestíveis.....	50
Quadro 9 - Estágio de Finalização.....	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
CAD	Computer Aided Design
EPI	Equipamento de Proteção Individual
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
PIB	Produto Interno Bruto
RPA	Remotely Piloted Aircraft
VANT	Veículo Aéreo Não Tripulado
TI	Tecnologia Infravermelha

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
1.1 JUSTIFICATIVA.....	17
1.2 OBJETIVOS	19
1.2.1 Objetivo geral	19
1.2.2 Objetivos específicos.....	19
1.3 METODOLOGIA	20
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	21
2 REFERENCIAL TEÓRICO	22
2.1 GESTÃO DE OBRA E CRONOGRAMA	22
2.1.1 Planejamento Técnico	22
2.1.2 Projeto	24
2.1.3 Orçamento.....	25
3 TECNOLOGIA NO PROCESSO CONSTRUTIVO.....	27
3.1 HISTÓRICO	27
3.2 IMPORTÂNCIA DA TECNOLOGIA	27
3.3 TECNOLOGIA NA FASE DE PROJETO	28
3.4 TECNOLOGIA PRESENTE NA EXECUÇÃO DA OBRA.....	31
3.5 INOVAÇÕES PRESENTES NA CONSTRUÇÃO CIVIL	34
3.5.1 Drones.....	34
3.5.2 Termografia Infravermelha	37
3.5.3 Tecnologias Vestíveis.....	38
3.6 FUNCIONALIDADES DE SOFTWARES	39
4 ESTUDO DE CASO	42
4.1 APRESENTAÇÃO DO CENÁRIO.....	42
4.2 TECNOLOGIA BIM APLICADA AOS ESTÁGIOS 1 E 2	43
4.3 TECNOLOGIAS APLICADAS AO ESTÁGIO 3	48
4.3.1 Argamassa Projetada	48
4.3.2 Tecnologias Vestíveis.....	49
4.4 DRONES APLICADOS AO ESTÁGIO 4	51
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
5.1 TRABALHOS FUTUROS	54
REFERÊNCIAS	55

1 INTRODUÇÃO

A tecnologia é uma ferramenta fundamental a todos os tipos de atividades realizadas pelo ser humano nas últimas décadas. Na Engenharia Civil não é diferente, sob constante evolução e movida pelo uso de novas tecnologias, de acordo com Tullio (2019), surgem novos materiais, novas metodologias, viabilizando construções mais complexas e tendo como resultado maior produtividade nos canteiros de obras, trazendo impactos sociais e ambientais relevantes,

A tecnologia empregada no desenvolvimento de produtos de construção se deve a necessidade de criação de materiais mais resistentes e de melhor trabalhabilidade, proporcionando maior qualidade, segurança e produtividade às obras. O desenvolvimento de materiais a partir de matéria prima reaproveitada ou de materiais que simplesmente eram descartados, têm sido amplamente utilizados e além de gerar novas soluções, proporciona benefícios ao meio ambiente e resultados econômicos satisfatórios, remetendo a busca por desenvolvimento sustentável. Nessa mesma linha de pensamento, o uso da eficiência energética também tem sido utilizado em busca de soluções sustentáveis (TULLIO, 2019).

Ainda de acordo com Tullio (2019), o uso de equipamentos tecnológicos com *softwares* cada vez mais sofisticados, no controle e planejamento de obras, têm permitido a antecipação de diversas situações que poderiam impactar negativamente na execução das obras ou seu uso final, oportunizando seus gestores a tomada de decisões antes mesmo que elas ocorram, permitindo também prevenir possíveis acidentes.

Segundo Rosso: “Industrialização é a utilização de tecnologias que substituem a habilidade do artesanato pelo uso da máquina” (ROSSO, 1980). Ainda neste sentido, segundo Huth: “A produção em série é uma condição necessária para o emprego de uma tecnologia industrializada e determinante de um processo industrial. Só existe industrialização se há uma tecnologia mecanizada envolvida no processo” (HUTH, 1976).

Através desse preposto, serão levantados neste trabalho, dados e informações relativos à introdução de equipamentos tecnológicos nos processos construtivos em engenharia civil ao longo dos anos que corroboram com a produtividade, a segurança, o desenvolvimento sustentável, a eficiência energética, assim como os impactos positivos e negativos desta inserção.

1.1 JUSTIFICATIVA

O ato de gerenciar uma obra envolve diversas tarefas, imprescindíveis para que o empreendimento seja executado de maneira eficiente. Cumprimento do cronograma, planejamento orçamentário, e previsão financeira, são variáveis que devem ser controladas e monitoradas constantemente pelos gestores da obra, afim de evitar perdas.

Dentro deste contexto, ressalta-se a necessidade de investir de forma precisa na contratação de um gerenciador, assim como em ferramentas que possam auxiliar na supervisão e gestão de todos os processos construtivos. Estas ferramentas, por sua vez, dotadas de tecnologias cada vez mais sofisticadas, se tornam fundamentais no monitoramento de todas as variáveis citadas, assim como em muitas outras. Porém, antes de apresentar estas características e como funcionam, é necessário entender o que significa o termo “tecnologia”.

Segundo Longo (1984), “a tecnologia é o conjunto de conhecimentos científicos ou empíricos empregados na produção e comercialização de bens e serviços”. Já o conceito de Kruglianskas (1996), quando analisa que a gestão da inovação tecnológica em pequenas e médias empresas é mais ampla, ou seja, “tecnologia é o conjunto de conhecimentos necessários para se conceber, produzir e distribuir bens e serviços de forma competitiva”, engloba todos os conhecimentos relacionados às atividades de uma empresa. Esta aplicação se afere de maneira mais precisa a linha de pensamento deste trabalho.

De acordo com a Fundação Instituto de Administração (2020), uso da tecnologia na construção civil é capaz de elevar a produtividade e competitividade do setor, incorporando inovações no dia a dia dos trabalhadores, que passam a lidar com novos conceitos. Entre eles, inteligência artificial, automação e uma grande quantidade de dados processados por softwares cada vez mais eficientes. Mas a evolução não se restringe apenas a estes. Ela chega até a estrutura das edificações, repensando os materiais e processos empregados. Essas são as tendências que estão impactando o segmento e devem ser conhecidas pelos profissionais que desejam atuar na construção civil.

No exigente mercado de clientes de hoje, as empresas buscam mais qualidade, maior produtividade e menores custos. Devido a esta disputa intensa, as empresas buscam mais maneiras de atingir seus objetivos da forma mais precisa possível. Melhor seleção de matérias-primas, utilização de tecnologias novas e modernas, entre outras coisas, podem ser uma alternativa em busca de melhor gerenciamento de processos. No entanto, promover a melhoria

de processos pode ser uma alternativa para atingir metas e gerenciar melhor os projetos (BRAGAGNOLO, 2014).

O estudo tem como problemática à eficiência da construção civil, visto que em diversos momentos, nota-se na área uma cultura de atraso na entrega dos empreendimentos e muitas vezes a falta de tecnologias disponíveis e de software específico (ALCANTARA, 2016).

A construção civil é uma indústria propensa a acidentes, que contém diversas peculiaridades que a diferem dos diversos setores industriais, por isso é de suma importância que sejam desenvolvidos estudos e pesquisas dirigidas ao que se refere à segurança e à saúde do trabalhador (PEINADO, 2019).

Segundo a Associação Nacional de Medicina do Trabalho (2019) a construção civil é um dos setores com os maiores índices registrados de acidentes em todo o país, ocupando o primeiro lugar no ranking de ocupações que provocam acidentes que ocasionam na incapacitação do trabalhador.

Com o advento da Indústria 4.0, justifica-se o investimento no desenvolvimento dos funcionários, que vai além das tecnologias inovadoras e inclui a mudança de perfil dos trabalhadores, passando do trabalho manual para o intelectual, e exigindo que as empresas invistam na capacitação dos funcionários (AIRES; MOREIRA; FREIRE, 2017), ao mesmo tempo em que progridem na disposição de segurança no trabalho aos seus colaboradores.

Tendo em vista a importância da segurança dos trabalhadores, e do papel que a engenharia civil tem com a sociedade, ressalta-se a relevância do estudo no campo da tecnologia, pois esta relaciona-se diretamente com eficiência operacional e a qualidade de vida. Este mesmo ainda destaca a relevância que o bom uso de ferramentas tecnológicas, e o bom uso de sistemas de informação agregados a eles, podem se tornar fontes estratégicas no marketing e venda dos empreendimentos, quando utilizados de maneira produtiva.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Apresentar ferramentas tecnológicas no processo de construção de obras civis de pequeno porte em busca do aumento de produtividade.

1.2.2 Objetivos específicos

- Demonstrar a eficiência do uso de tecnologias no processo de construção civil, descrevendo possíveis fases de aplicação.
- Exibir ferramentas tecnológicas que possam auxiliar no aumento da produtividade dos processos construtivos de obras, justificando a sua inserção.
- Identificar as características das ferramentas tecnológicas, definindo quais destas são mais inovadoras e essenciais para a construção civil.

1.3 METODOLOGIA

Será utilizado como metodologia a pesquisa e estudo de artigos, teses, livros, dissertações e estudo de caso. Os critérios de seleção dos artigos serão, por conseguinte, referentes aos temas relacionados à tecnologia na engenharia civil, processos construtivos modernos e eficientes, gestão de obra e cronograma, planejamento e controle de obras, análise de desempenho, funções de *software* aplicáveis, estudo comparativo entre diferentes ferramentas tecnológicas.

Este estudo possui propriedades exploratórias com foco na análise descritiva. A pesquisa exploratória é evidenciada com base no conhecimento do objeto teórico da pesquisa. O estudo foi desenvolvido baseado em casos onde as ferramentas tecnológicas citadas são inseridas por todo processo construtivo.

O objetivo metodológico principal desta pesquisa é desenvolver e revisar conceitos importantes durante a execução de uma obra, com foco em discutir problemas inerentes ao meio e propor soluções tecnológicas que proporcionem melhores resultados.

Na primeira etapa, realizou-se uma revisão bibliográfica sobre o tema, também procurando identificar pesquisas anteriores que apresentassem semelhanças de objetivo com o presente estudo. Esta pesquisa bibliográfica, por sua vez, serviu de base para a definição do cronograma deste estudo, e o desenvolvimento de suas etapas.

O estudo é descritivo e exploratório, e tem por função apresentar a importância da aplicação deste estudo para seus investigadores, criando familiaridade ao tema abordado e expandindo a forma de lidar com possíveis problemas durante a execução de seus empreendimentos, através do conhecimento obtido sobre as ferramentas apresentadas e os resultados obtidos.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho se divide em quatro capítulos. O capítulo 1 apresenta a introdução, onde se aborda o contexto relativo ao tema do trabalho, a justificativa de escolha desse tema, o objetivo geral e os objetivos específicos. No capítulo 2 inicia-se o referencial teórico, neste está incluso a gestão de obras e cronograma, contendo suas divisões.

O capítulo 3 como parte do referencial teórico, traz informações acerca das tecnologias utilizadas na engenharia, demonstrando seu histórico na área, sua importância para a categoria dentro do cenário atual, e sua aplicação durante os processos de construção civil. Este capítulo ainda informa inovações tecnológicas no setor e a importância dos *softwares* para aumento de sua eficácia.

No capítulo 4 está o estudo de caso, contendo proposições de utilização destas tecnologias, além de exemplos de resultados obtidos por diferentes estudos. Por fim, no capítulo 5, serão apresentadas as considerações finais e perspectivas para trabalhos futuros, dando continuidade a esta linha de pesquisa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 GESTÃO DE OBRA E CRONOGRAMA

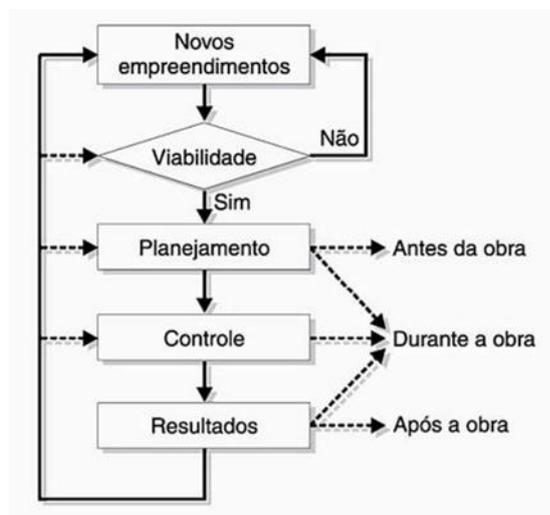
2.1.1 Planejamento Técnico

Um dos principais fatores que influenciam em um empreendimento da construção civil é o planejamento, todos os efeitos levam à questão se os recursos disponíveis são suficientes para concluir a obra, ou se ela possui uma viabilidade econômica. De acordo com Varalla (2003) o planejamento é um processo de previsão de decisões, que englobam o estabelecimento de metas e a definição dos recursos necessários para atingi-las.

Também pode ser definido como estudo antecipado de determinados cenários ou atividades definindo os objetivos a serem atingidos e identificando também, os meios para chegar ao mesmo. Na construção civil o planejamento tem como objetivo garantir a rapidez na obra e igualdade em toda execução, prevendo e evitando possíveis problemas que possam ocorrer durante o processo, além de influenciar diretamente nos custos de execução vendo sua viabilidade técnica e econômica.

Goldman (2004) propôs um fluxograma do sistema que é disposto de forma simples e segue uma linha de raciocínio clara conforme mostra na figura 1. Uma das primeiras análises que deve ser feita de acordo com o planejamento técnico seria a viabilidade de um empreendimento, seguido de planejamento, controle e resultados.

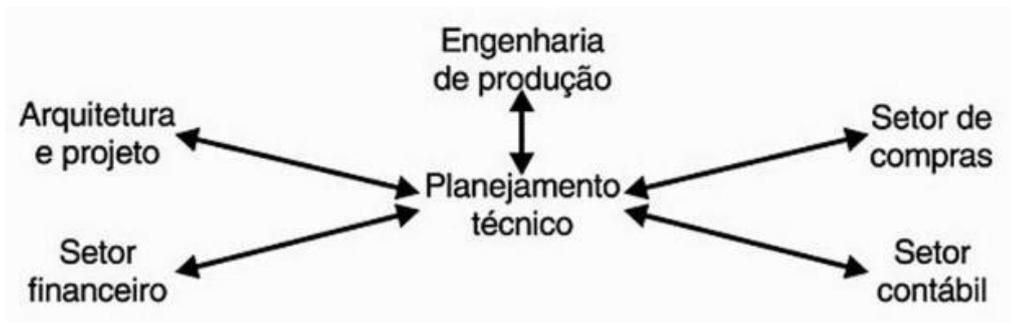
Figura 1 - Fluxograma da Estrutura de Planejamento Técnico



Fonte: Goldman (2004)

Na fase de planejamento definido por Goldman (2004) é elaborada toda programação físico-financeira do empreendimento, onde constam todas as informações também da fase de viabilidade. Já a fase de controle ocorre durante a execução, porém não é feito apenas o controle da execução da obra, mas sim um planejamento de curto prazo e análise dos resultados, para caso haja correções, sejam realizadas durante os serviços em andamento. Segue, na figura 2, o esquema de controle físico-financeiro definido pelo autor.

Figura 2 - Esquema de Controle Físico-Financeiro da Construção.



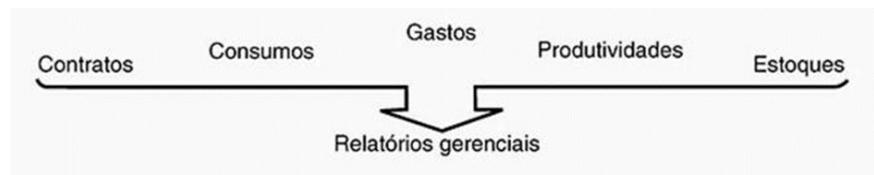
Fonte: Goldman (2004)

Segundo Mattos (2010, p.12), em seu livro Planejamento e Controle de Obras:

Ser um planejador é um indivíduo com um conjunto singular de habilidades, com um papel de destaque na equipe de gerenciamento do projeto. É um profissional que, munido de um conjunto de plantas e especificações técnicas, pode se trancar em uma sala por alguns dias e dela emergir com um plano de como construir a obra, incluindo a estrutura analítica do projeto, a relação de atividades necessárias para se cumprir o escopo, a duração de cada atividade, uma rede de dependência lógica e a lista de recursos requeridos para a execução da obra dentro do prazo contratual.

Já os resultados são obtidos comparando e avaliando estudos de previsão e planejamento com informações obtidas dos controles da empresa, eles são recolhidos durante e após a execução do trabalho. Com os resultados, pode-se levar como base para novos empreendimentos, tomando em conta os fatores que foram prejudiciais e os que foram favoráveis. O esquema mostrado na figura 3 demonstra como ocorre os relatórios gerenciais definido para obter resultados na construção.

Figura 3 - Esquema para Resultados na Construção.



Fonte: Goldman (2004)

A cada aumento do ambiente relacionado à construção civil, deve-se levar em consideração a competição acirrada entre gestão e cronograma, no intuito de cumprir os prazos, tornando os atuais modelos de negócios insuficientes para garantir a qualidade do empreendimento onde a conformidade para atender às necessidades dos clientes, prazos e produção no menor tempo possível se torna fundamental neste processo.

2.1.2 Projeto

O setor da construção civil vem recebendo uma demanda crescente de investimentos públicos e privados em obras pesadas. Sabe-se que a fase de projeto é fator de desempenho determinante em um empreendimento de construção civil, mais que isso, ele determina grande parte das possibilidades de ganhos financeiros durante sua construção, por meio da redução de desperdício, métodos e patologias construtivas e soluções de engenharia (MORAES, 2012).

De acordo com Moraes (2012), é comum a prática de desenvolvimento do projeto desassociado da atividade de produção. Ele é frequentemente considerado um fator isolado no desenvolvimento de um empreendimento, desconsiderando seu tempo mínimo de execução, custo e importância no aspecto das importantes definições que deveriam ser consideradas na fase de projeto e acabam sendo postergadas durante a execução da obra. A figura 4 demonstra o processo de um projeto durante o desenvolvimento de uma edificação.

Figura 4 - O Processo de Projeto no Contexto do Desenvolvimento de uma Edificação



Fonte: Romano (2003)

Dentro de um planejamento, é imprescindível que os projetos estejam sempre correlacionados entre si, deixando as etapas construtivas bem definidas para que se possa prever e evitar interrupções e problemas inesperados por falta de relação entre as etapas.

Portanto, o plano de implementação de gestão dentro de um planejamento, elaborado a partir de indicadores coletados em uma série de estudos de caso, conduzidos pelos pesquisadores com planejamento neste campo, conforme estabelece Bernardes (2001), representados no Quadro 1:

Quadro 1 - Modelo de plano de implementação (Adaptado)

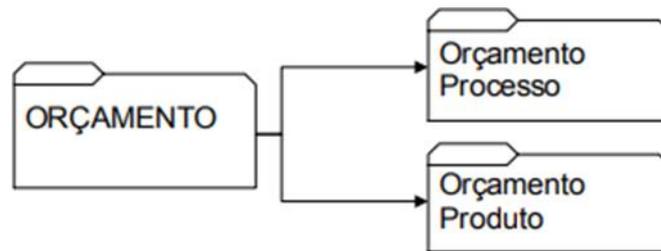
INDICADORES	DESCRIÇÃO
1	Aumento do suporte de planejamento no nível do projeto responsável pelo plano.
2	A mudança com cronograma específico torna-se muito complexa e forte com compromisso.
3	Os objetivos do cronograma devem ser definidos, as necessidades de treinamento identificadas, os obstáculos ao desempenho reconhecidos, as etapas de implementação desenvolvidas e os ajustes necessários a serem feitos.
4	A equipe, no cronograma, deve incluir: designers, gerentes, encarregados e planejadores; e deve trabalhar para envolver o maior número possível de atores em suas operações.
5	Avaliação do planejamento, usando os processos fornecidos, com destaque aos pontos fortes e fracos na gestão e operação.
6	Identificação das oportunidades para implementar novas operações. A equipe principal deve identificar os desafios potenciais com cronograma.

Fonte: Bernardes (2001)

2.1.3 Orçamento

Orçamento pode ser definido como o ato de orçar, que é a quantificação de insumos, mão de obra e equipamentos necessários para a realização de um empreendimento ou serviço, além dos custos, também é levado em consideração os tempos de duração. Ele pode ser observado em duas óticas: como processo e como produto, conforme mostra a figura 5.

Figura 5 - Óticas do orçamento



Fonte: AVILA, LIBRELOTTO, LOPES; Orçamento de Obras (2003, p.3)

A análise na ótica de processo deve ser realizada quando é definido metas em termos de custo, faturamento e desempenho, onde há participação na elaboração e comprometimento na realização do empreendimento de toda a empresa.

Como produto, o custo é definido em decorrência do preço dos produtos de determinada empresa, sendo relacionadas à construção ou realização de qualquer outro serviço. Esse tipo de orçamento visa definir não só o custo, mas também o preço de bens e serviços.

O orçamento, segundo Limmer (1996) pode ser visto como a determinação dos gastos necessários para a realização de um projeto, a partir de um plano de execução prévio, onde os gastos são traduzidos de maneira quantitativa.

Os serviços orçamentários relacionados à construção civil definido no orçamento de produto podem ser:

- Elaboração de projetos;
- Elaboração de orçamentos, cadernos de encargos; especificações;
- Elaboração de laudos técnicos;
- Serviços de fiscalização, auditoria ou assessoria técnica;
- Orçamento de serviços ou mão de obra;
- Orçamento de Construção ou empreitada;
- Orçamento de canteiros de obras ou obras complementares;
- Entre outros.

3 TECNOLOGIA NO PROCESSO CONSTRUTIVO

3.1 HISTÓRICO

A Era da Informação Digital marcada pelo uso das tecnologias ligadas a um sistema de rede de computadores (internet), desenvolvida inicialmente nos Estados Unidos da América em 1969 passou a interferir de maneira radical na sociedade por meio da sua inclusão nas empresas, nos centros de pesquisas, universidades, escolas e bibliotecas disponibilizando acessos aos mais ricos conteúdos de diversas áreas do conhecimento (MELLO, 2010).

A Terceira Revolução Industrial, também conhecida como Revolução Técnico-Científica, trouxe diversas mudanças para todos os setores da sociedade moderna, a construção civil não ficou de fora desse processo e cada vez mais passa a fazer uso desses recursos no sentido de facilitar e acelerar o processo produtivo do setor no sentido de oferecer serviços e produtos com qualidade e segurança (GOMES, 2002).

Segundo dados do IBGE, em 2021, o PIB da Construção Civil cresceu 9,7% em relação a 2020, o que representa o maior crescimento anual do setor desde 2010. Os números retratam, ainda, o papel decisivo da Indústria da Construção para o crescimento geral do PIB brasileiro, que foi de 4,6% no ano anterior (ABRAIN, 2022). Sendo um dos setores mais importantes para economia do país e um grande gerador de postos de trabalho, sua iminente expansão no cenário atual evidencia a necessidade de inserção de recursos tecnológicos no intuito de se adaptar a novos cenários e novas situações, gerando resultados cada vez mais satisfatórios.

3.2 IMPORTÂNCIA DA TECNOLOGIA

Viotti (2003) define que "ciência, tecnologia e inovação são elementos chave para o crescimento, a competitividade e o desenvolvimento de empresas, indústrias, regiões e países", destacando o quanto estes atributos afetarão no futuro a qualidade de vida da população em geral, tendo como forte tendência a integração entre Ciência, Tecnologia e Inovação.

De acordo com Schreiber & Pinheiro (2016), a complexidade que tem caracterizado as relações de mercado em geral, notadamente nas últimas duas décadas, com exigência de inovação de produtos e processos, repercutiu até mesmo nas atividades mais tradicionais, como no segmento de construção civil. Apesar de tradicional, o referido segmento passou por diversas

modificações no modelo de negócios, em decorrência de importantes avanços tecnológicos, exigindo das empresas a sua adaptação às novas condições incorporando novas tecnologias, materiais e desenvolvendo novos processos, considerados inovadores, no intuito de enfrentar novos dilemas dentro do mercado.

Segundo Campestrini (2015), no setor da construção civil, a cada dia surgem novas soluções em métodos, ferramentas, processos, conceitos, entre outros, e cabe às construtoras utilizá-las à medida do possível para conseguirem se manter competitivas, obtendo resultados mais satisfatórios e gerindo melhor seus empreendimentos.

3.3 TECNOLOGIA NA FASE DE PROJETO

Nesse cenário, as inovações com planejamento e projeto contendo prazos pré-determinados, além de garantir a entrega dentro do cronograma estipulado, assegura a qualidade do serviço.

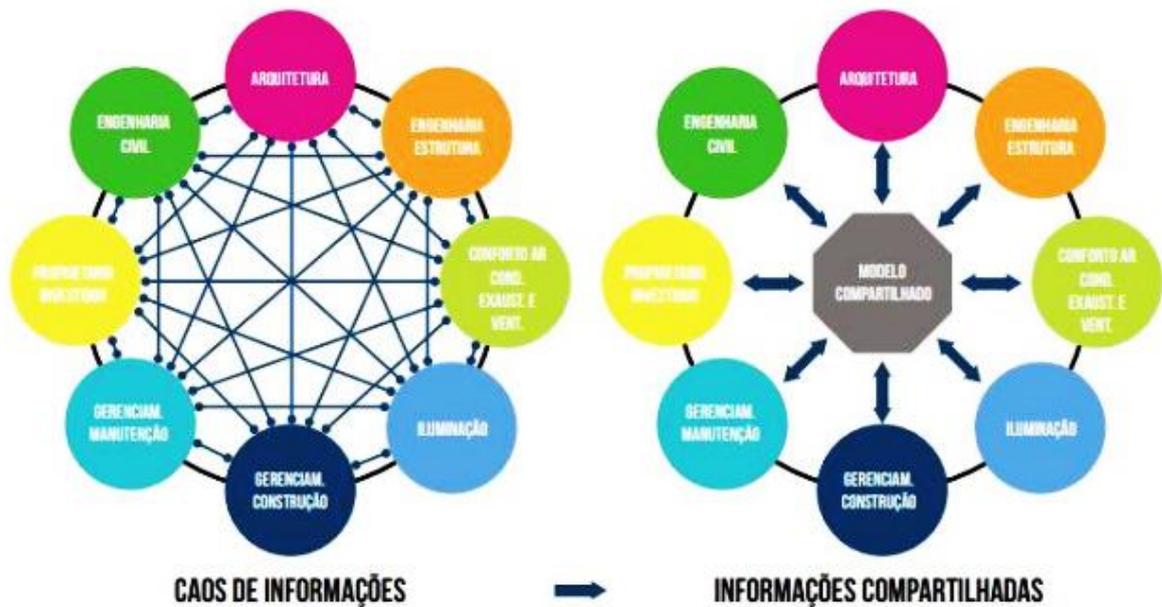
Uma das ferramentas tecnológicas mais importantes atualmente no que diz ao respeito a fase de planejamento e gestão, onde o projeto é fator preponderante, são as plataformas BIM. Zapparoli (2019), afirma que a plataforma BIM atualmente é uma das ferramentas mais utilizadas por engenheiros civis, pois ela facilita a convergência de projetos, já que compreende as partes de elétrica, hidráulica, fundações, disposição de ambientes e arquitetura da obra. Além de contribuir para melhorar a performance do projeto, a plataforma BIM também proporciona eficiência na elaboração de um canteiro de obras, dando uma abertura maior para mais informações, segurança e agilidade nos processos.

É fato que os desenhos e modelos geométricos em formato CAD, em muitos casos, não estão mais sendo suficientes para a representação e o gerenciamento dos projetos de empreendimentos, que têm se tornado cada vez mais complexos. Isso ocorre porque os documentos são desenvolvidos de forma independente e são apresentados individualmente, em grande parte por profissionais projetistas de especialidades distintas. Outro fator preponderante é o fato de os escritórios não compartilharem as informações de seus projetos durante o desenvolvimento. Além disso, esses documentos excluem uma série de informações como orçamentos, cronogramas, especificações de materiais, entre outros (INFOCOMM., 2011).

Um modelo na plataforma BIM pode ser usado para diversos propósitos, dos quais se encontram: visualização e renderização 3D; desenhos para fabricação; análise dos requisitos legais do projeto; estimativa de custos; sequenciamento da construção; detecção de

A metodologia BIM tem como proposta a integração de todo o ciclo construtivo, agregando informações e gerando clareza e soluções para projetistas e executores, proporcionando melhor comunicação entre a equipe. Levando em conta as diferentes frentes de atuação dos envolvidos, o mercado de softwares BIM vem oferecendo, cada vez mais, opções de plataformas que são capazes de otimizar processos, como: a modelagem e comunicação colaborativa entre os agentes da construção (ZIMERMANN, 2019). A figura 7 a seguir demonstra a comparação entre o caos de informações entre os setores durante elaboração de um projeto; e do outro lado a melhora da comunicação dos setores através de um modelo compartilhado, geradas com o auxílio da tecnologia, proporcionando melhores resultados.

Figura 7 - Comparação de comunicação entre os setores



Fonte: Catelani (2016)

Apesar de ser conhecido majoritariamente pelo seu nível projeção “3D” dos edifícios, no BIM existe diferentes níveis de utilização, cada um deles com um objetivo diferente e que, ao mesmo tempo, trabalham em conjunto. Na figura 8 estão representadas essas dimensões, assim como o conceito que estas incluem.

Figura 8 - Dimensões do BIM



Fonte: Garibaldi (2020)

3.4 TECNOLOGIA PRESENTE NA EXECUÇÃO DA OBRA

Além da importância de tecnologias para gerir e planejar um empreendimento na construção civil, existem outras ferramentas tecnológicas e produtos modernos que auxiliam na execução da obra propriamente dita, sejam essas buscando mais eficiência, corrigir falhas de planejamento acerca de prazos, ou até mesmo para buscar estudos aprofundados durante a execução que possam acompanhar as informações já existentes, fornecidas durante a fase de projeto e que não estejam ocorrendo de acordo com o planejado. O conjunto de alternativas inovadoras na engenharia civil está relacionado com a capacidade prestada, o nível de serviço e as características físicas da infraestrutura.

Entre tecnologias já difundidas e comumente vistas na construção civil, está a argamassa projetada, que é semelhante a convencional, já que a produção da argamassa e execução das camadas do sistema de revestimento do edifício são as mesmas, porém a sua aplicação é feita através de projetores de argamassa. Segundo o artigo *Projetando o Futuro* (2006) da revista *Téchne* os equipamentos de projeção de argamassa mais utilizados no Brasil são: os projetores com recipientes acoplados e os projetores com bomba. Os projetores com bomba trazem maior produtividade e uniformidade na aplicação, já os com recipiente acoplados minimiza as interferências humanas e agiliza o processo de revestimentos. A figura 9 demonstra a execução de argamassa projetada utilizando os projetores com recipientes acoplados.

Figura 9 - Aplicação de argamassa utilizando o projetor com recipiente acoplado



Fonte: Projetando o Futuro (2006)

Outra tecnologia que surge como um grande avanço na construção civil é o concreto autoadensável. Este surge como um avanço que pode substituir o concreto convencional, para situações em que este não obtenha resultados satisfatórios, sob determinadas características (OLIVEIRA et al.,2018). Tutikian e DalMolin (2008) afirmam que todas as vantagens do uso desse concreto em relação ao concreto convencional são notadas quando a mistura se encontra no seu estado fresco. Pois, ao endurecer, as características desses dois tipos de concretos são as mesmas, sendo que, a distinção está nos seus componentes e proporções utilizadas durante a dosagem.

O concreto autoadensável possui uma grande deformabilidade no estado fresco, ou seja, pode ser moldado facilmente nas mais diversas formas sob a ação da gravidade. Esta propriedade permite que este tipo de concreto percorra até dez metros de distância horizontal, mesmo em situações onde existam obstáculos no caminho (TUTIKIAN e DALMOLIN, 2008). A figura 10 representa uma situação onde os arcos de uma estrutura são compostos por esse tipo de concreto.

Figura 10 - Estrutura composta por arcos executados em concreto autoadensável



Fonte: Walraven (2005)

A tecnologia de impressão 3D de edifícios e robotização de estoques também está presente nesta fase, possibilitando a automatização construtiva, a identificação, rastreamento e localização de materiais em tempo real; monitoramento de produtividade em tempo real como o uso de drones equipados com software capaz de analisar situações de risco, identificar etapas e determinar o nível de andamento da obra; na gestão de contratos, na atualização e acompanhamento das partes interessadas; acompanhar o andamento e desempenho das atividades e fases da construção a partir dos dados coletados em campo também de forma automatizada. (KADLEC; PORTO, 2018).

Quando se trata de equipamentos de construção nesta nova era da indústria tecnológica, as ferramentas mais proeminentes, de acordo com o estudo, são robôs, veículos aéreos não tripulados (VANTs) ou drones. Em termos de novas tecnologias, os japoneses ocupam o primeiro lugar em pesquisas na área, mas devido à falta de recursos humanos nesta área, são obrigados a investir em tecnologias que possam substituir humanos nas construções, isso levou sua indústria de construção muito longe a um nível sem precedentes, onde os níveis de produtividade e a padronização dos serviços, principalmente por meio da adoção de sistemas construtivos relacionados em grande parte à indústria de transformação, reduzem significativamente a quantidade de trabalho realizado em obra (BALAGUER; ABDERRAHIM, 2008).

Outro procedimento novo na construção civil, auxiliado por equipamentos tecnológicos da nova era, é a Termografia Infravermelha (TI) que se constitui na percepção da radiação infravermelha emitida por um corpo através de um aparelho que detecta e assimila esse tipo de transferência de calor (radiação). Desta forma torna-se possível a análise com precisão de algumas manifestações patológicas que ocorrem nas construções (MEDEIROS, 2010).

3.5 INOVAÇÕES PRESENTES NA CONSTRUÇÃO CIVIL

As tecnologias supracitadas, como a termografia infravermelha, os VANTs (ou drones), e as tecnologias vestíveis, por se tratarem de tecnologias mais inovadoras, serão tratadas de maneira mais efetiva nesta etapa, no intuito de elucidar o enorme impacto que estas estão causando ao setor.

3.5.1 Drones

Segundo o artigo publicado pelo site Espaço do Drone, em 2020, os drones são veículos aéreos não tripulados, também conhecidos como VANTs, que são controlados remotamente por um controle remoto chamado RPA (*Remotely Piloted Aircraft*), em português (Aeronave Remotamente Pilotada). Existem também modelos de drones mais avançados que podem ser controlados por um computador.

Ainda de acordo com este mesmo artigo, os drones são capazes de proporcionar ao seu operador um amplo campo de visão, fotografias e vídeos de alta resolução, além de acesso a áreas remotas. Ao selecionar um drone entre os modelos existentes é recomendado estar atento a algumas características do aparelho como aplicabilidade, desempenho, bateria, resistência e funcionalidade da aeronave (ESPAÇO DO DRONE, 2020). Este mesmo exemplar afirma que, dentre os diversos formatos desta ferramenta existem três tipos de categorias mais comuns no mercado, que estão representadas no Quadro 2. Podendo ser melhores visualizadas através das figuras 11,12 e 13.

Quadro 2 - Classificação de tipos de drones

TIPOS	CARACTERÍSTICAS
DRONE DE ROTOR ÚNICO	Os drones desta categoria possuem hélice, ideal para voar onde é necessário pairar, além de garantir voos longos. Esses drones são tão pequenos que podem ser presos com os dedos, ou seja, entre o dedo indicador e o polegar.
DRONE MULTIRROTOR	Esta categoria possui diversos rotores para movimentar suas hélices e manobrar o aparelho, estes geralmente são usados para mapeamento.
DRONE DE ASAS FIXAS	Os drones de asa fixa fazem voos mais longos devido a resistência de sua bateria. Devido ao design da aeronave, promove maior estabilidade durante os voos e, por segurança, a aeronave possui um sistema de recuperação caso houver perda de energia

Fonte: Adaptado de Espaço do Drone (2020)

Figura 11 - Drone de Rotor Único

Fonte: Espaço do Drone (2020)

Figura 12 - Drone Multirroto

Fonte: Instituto Minere (2019)

Figura 13 - Drone de Asas Fixas



Fonte: Espaço do Drone (2020)

Segundo Gouveia et al. (2021), os VANTs inicialmente foram criados para fins militares mas seus modelos eram grandes e robustos, os modelos com tecnologia mais avançadas foram usados entre 2008 e 2012 em ataque aéreo por militares americanos e existem modelos mais compactos e com design moderno, que são utilizados com a finalidade de recreação ou para atividades cinematográficas.

Estes autores ainda afirmam que, na construção civil, esse dispositivo é visto como complementos e verdadeiros aliados, fornecendo imagens variadas a partir de diferentes ângulos para relatórios técnicos, auxiliando no levantamento topográfico e mapeamento de áreas, na verificação de danos estruturais, na inspeção de telhados, além de poder apoiar a equipe de marketing e vendas. Além disso, os drones com sensor infravermelho fornecem registros que podem ser usados nos softwares CAD ou BIM, e com profissionais qualificados reduzem o tempo de confecção de projetos (GOUVEIA et al., 2021).

O uso de drones auxilia no levantamento de dados que competem desde a infraestrutura, seja esta executada em concreto armado ou estrutura metálica, fornecendo imagens detalhada, identificando possíveis patologias ou pontos de solda dispostos incorretamente, e com o auxílio da termografia infravermelha, coletar imagens com níveis de detalhes que podem exibir a diferença de radiação térmica em partes da instalação elétrica, coletando dados que ajudam na manutenção da mesma (GOUVEIA et al., 2021).

3.5.2 Termografia Infravermelha

A termografia infravermelha (TI) inclui a captura de imagens térmicas, invisíveis ao olho humano, através de uma câmera termográfica. As imagens infravermelhas devem ser acompanhadas por medições térmicas precisas para poder refletir a situação real do objeto. A análise dos dados obtidos pela inspeção por imagem térmica é essencial e deve ser baseada em conhecimento adquirido na formação profissional e aliado à experiência através dos anos (MENDONÇA; AMARAL; CATARINO, 2010).

Seguindo ainda nesta linha, os autores afirmam que as inspeções termográficas infravermelhas são realizadas principalmente usando câmeras de imagem térmica e alguns equipamentos auxiliares, conforme o caso, por exemplo, como um termômetro de contato (para permitir a determinação da emissividade) ou bolômetro térmico (para analisar o ambiente circundante). (MENDONÇA; AMARAL; CATARINO, 2010). Estes equipamentos estão representados na figura 14, a seguir.

Figura 14 - Câmera termográfica FLIR, termômetro de contato e medidor de radiação

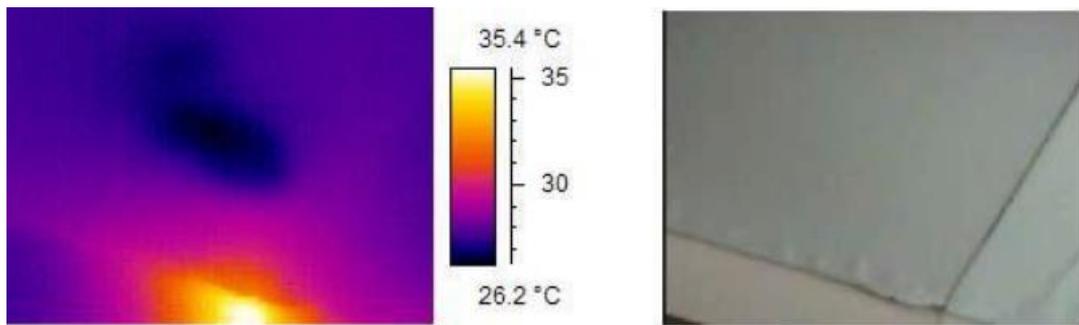


Fonte: MENDONÇA; AMARAL; CATARINO (2010)

Ao avaliar sistemas de construção civil usando termografia infravermelha, assume-se que materiais com descontinuidades apresentam fluxo de calor não uniforme. Essa diferença de fluxo de calor pode ser percebida na superfície do material por TI, mostrando diferenças locais que podem estar relacionadas a anomalias ou descontinuidades no sistema (CORTIZO, 2007).

A figura 15 de Mendonça, Amaral, Catarino (2010), demonstra a ocorrência deste fenômeno, onde há ocorrência de infiltração, que poderia ser indetectável sem o auxílio deste equipamento.

Figura 15 - Detecção via TI de uma infiltração não visível



Fonte: MENDONÇA; AMARAL; CATARINO (2010)

Mendonça, Amaral, Catarino (2010, p. 6) sustentam que as aplicações da TI em edifícios são diversas, ao qual se referem algumas, a título de exemplo:

- detecção de infiltrações ou fugas de água;
- detecção de fendas estruturais;
- detecção de vazios no interior do concreto;
- detecção de corrosão de armaduras;
- localização de redes interiores;
- análise térmica dos edifícios;
- etc.

Segundo Cortizo, Barbosa e Souza (2011), embora a tecnologia esteja amplamente disseminada em vários países europeus, graças a seus grandes acervos históricos, no Brasil seu uso é relativamente novo, seja devido ao alto custo dos equipamentos analíticos, seja devido à sua dificuldade de aplicação prática.

3.5.3 Tecnologias Vestíveis

Partindo da visão de tecnologias modernas e inovadoras, surge também a tecnologia *wearable*, ou seja, tecnologia vestida pelo usuário, como o capacete inteligente Daqri Smart Helmet, capaz de exibir no campo de visão do usuário projeções 3D contendo informações e detalhes da obra com base no projeto BIM desenvolvido, e o uso de óculos inteligentes que permitem ao usuário acesso rápido a manuais, instruções e até suporte remoto, ficando com as mãos livres para realizar as tarefas sem perder o foco (OESTERREICH; TEUTBRG, 2016). Uma dessas ferramentas pode ser vista através da figura 16.

Figura 16 - Capacete com sensor



Fonte: PLANSERVICE (2017)

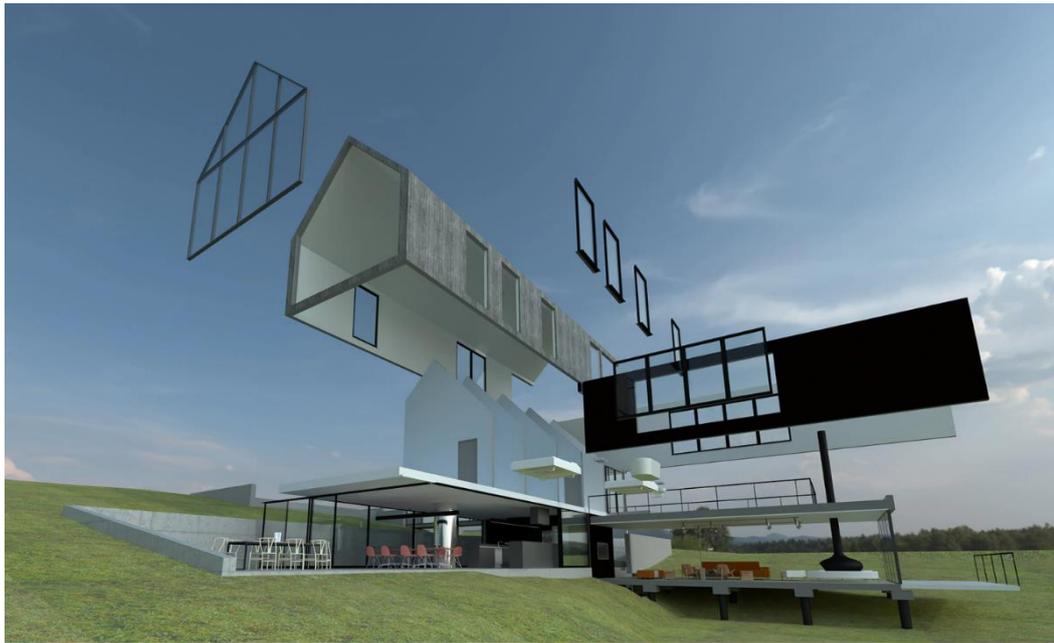
Outro exemplo de tecnologia vestível são os sensores vestíveis. Esses dispositivos podem ser instalados nas roupas, capacetes e acessórios dos trabalhadores e máquinas para ganhos de segurança. Em outras palavras, os sensores podem detectar e avisar sobre uma série de situações de risco e perigo, como um relógio com um sensor que pode detectar a temperatura corporal do usuário, soar um alarme em situações de alta temperatura para evitar exaustão pelo calor, ou um sensor que pode detectar níveis de substâncias tóxicas, como monóxido de carbono, alertando os usuários para concentrações perigosas (FORSYTHR et al., 2012).

A tecnologia vestível no Brasil é relativamente recente, entretanto, promete resultados promissores na construção civil. Pesquisas norte-americanas apontam que sensores vestíveis podem aumentar a satisfação no local de trabalho em 3,5% e aumentar a produtividade de seus usuários em 8,5%. Lá, as empresas já utilizam os sensores inteligentes nas roupas dos trabalhadores para melhorar a segurança (PLANSERVICE, 2017).

3.6 FUNCIONALIDADES DE SOFTWARES

O *software* abordado nesta pesquisa, selecionado devido sua interoperabilidade, por fazer parte do BIM, e principalmente por ser um dos programas mais utilizados neste sistema, foi o Revit, da desenvolvedora Autodesk.

Figura 17 - Representação Construtiva no Software Revit



Fonte: AUTODESK (2022)

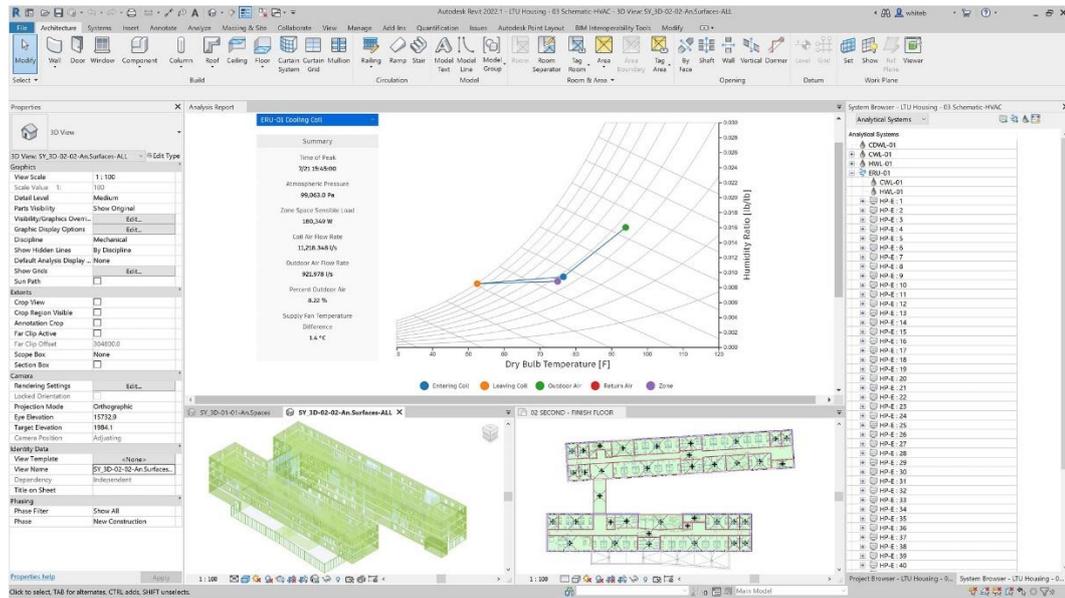
Segundo a AustoDesk (2022), desenvolvedora do software Revit, a ferramenta tem por preceito ajudar as equipes de arquitetura, engenharia e construção a criar construções e infraestruturas de alta qualidade (como pode ser visto através da figura 17 acima) e pode ser usado para:

- Modelar formas, estruturas e sistemas em plano tridimensional com exatidão, precisão e facilidade paramétricas
- Simplificar o trabalho de documentação, com revisões instantâneas em plantas, elevações, tabelas e seções à medida que os projetos são transformados
- Capacitar equipes multidisciplinares com conjuntos de ferramentas especializadas e um ambiente de projeto unificado

Por possuir múltiplas funções, o *software*, como parte do BIM, deixa de ser apenas uma ferramenta de modelagem 3D e passa a ser um sistema que compreende a todas as fases da construção, englobando também a sustentabilidade e operação da edificação, onde passa a ser denominado como BIM 7D (HAMED, 2015)

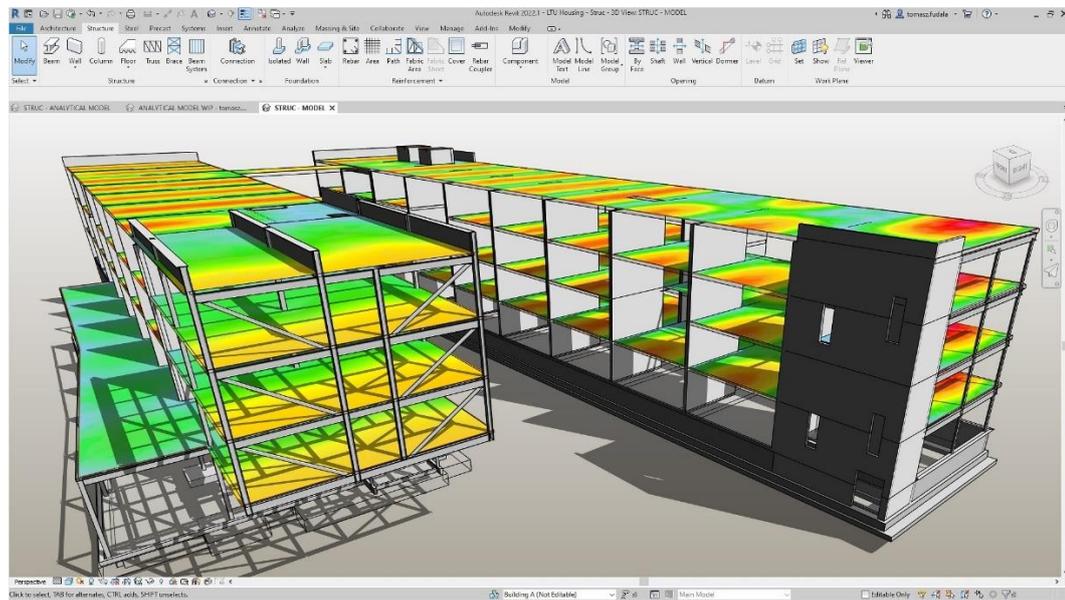
O Revit dispõe de recursos multidisciplinares e oferece variantes específicas como o Revit Architecture (para projeto arquitetônico), o Revit Structure (para projetos estruturais) e RevitMEP (para projetos de instalações complementares) (PITTIGLIANI, 2018). As figuras 18 e 19 dispõe de dois exemplos destes.

Figura 18 - RevitMEP



Fonte: AutoDesk (2020)

Figura 19 - Revit para Sistemas Estruturais



Fonte: AutoDesk (2020)

4 ESTUDO DE CASO

4.1 APRESENTAÇÃO DO CENÁRIO

Este estudo consiste em abordar o uso de 4 tecnologias, que futuramente possam vir a ser utilizadas em diferentes etapas de uma obra. O mesmo tem como base demonstrar em quais etapas do projeto as tecnologias apresentadas ao longo deste trabalho poderiam ter sido aplicadas, tendo como base um modelo de construção que será apresentado logo adiante.

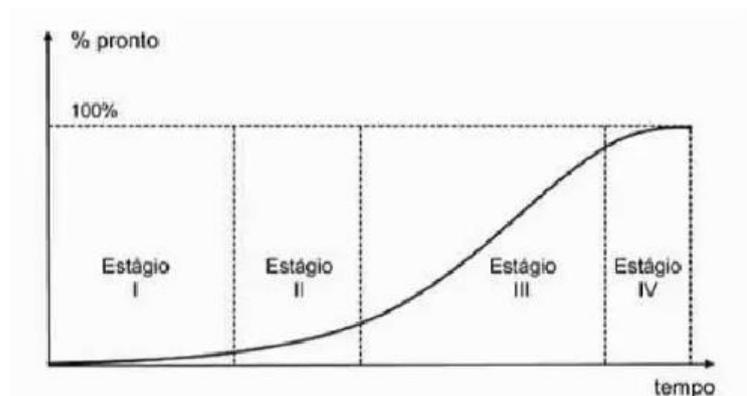
O objetivo, neste caso, não é fazer levantamento de custos, nem comparativos de viabilidade econômica da aplicação dessas tecnologias, sendo apenas um demonstrativo de como os softwares e demais aparatos tecnológicos são úteis em todo processo construtivo, se aplicados corretamente no decorrer das obras.

Propõe-se através desse estudo a sugestão do uso de tecnologias consideradas ferramentas estratégicas para um processo construtivo civil com base nas boas práticas adotadas nos processos manuais e nas percepções observadas em momentos vividos nos estágios acadêmicos, presenciados pelos acadêmicos que formam esse grupo de pesquisa.

O cenário de construção será baseado em um modelo construtivo de residência unifamiliar de pequeno porte. Onde foram separadas em etapas as fases de execução da mesma, com base no que cita o autor Mattos no livro Planejamento e Controle de Obras (2010), que define os estágios do ciclo de vida de um projeto.

É necessário estabelecer estratégias para que se consiga alcançar o propósito final dentro de um empreendimento de engenharia. Cada estágio do ciclo de vida de um projeto precisa ser executado com tempo suficiente para atingir seus objetivos (MATTOS, 2010). Conforme mostra a figura 20, o ciclo de vida de um empreendimento compreende vários estágios, sendo eles:

Figura 20 - Ciclo de vida do Projeto



Fonte: Planejamento e controle de obras (2010)

A forma da curva demonstra o típico desenvolvimento dos projetos, vagaroso na fase de início, rápido na fase de execução e lento na conclusão do projeto.

4.2 TECNOLOGIA BIM APLICADA AOS ESTÁGIOS 1 E 2

Nos quadros 3 e 4 abaixo, temos a definição dos estágios 1 e 2 dentro de um projeto, de acordo com Mattos (2010):

Quadro 3 - Concepção e viabilidade de um empreendimento (Adaptado)

ESTÁGIO I – CONCEPÇÃO E VIABILIDADE	
Definição do escopo	Processo de determinação do programa de necessidades, isto é, as linhas gerais do objeto a ser projetado e construído;
Formulação do empreendimento	Delimitação do objeto em lotes, fases, forma de contratação etc.;
Estimativa de custos	Orçamento preliminar por meio da utilização de indicadores históricos;
Estudo de viabilidade	Análise de custo-benefício, avaliação dos resultados a serem obtidos em função do custo orçado, determinação do montante requerido ao longo do tempo;
Identificação da fonte orçamentária	Recursos próprios, empréstimos, linhas de financiamento, solução mista;
Anteprojeto Projeto básico	Desenvolvimento inicial do anteprojeto, com evolução até o projeto básico, quando já passa a conter os elementos necessários para orçamento, especificações e identificação dos serviços necessários.

Fonte: Planejamento e Controle de Obras (2010)

Quadro 4 - Detalhamento do projeto e do planejamento (Adaptado)

ESTÁGIO II – DETALHAMENTO DO PROJETO E DO PLANEJAMENTO	
Orçamento analítico	Composição de custos dos serviços, com relação de insumos e margem de erro menor que a do orçamento preliminar;
Planejamento	Elaboração de cronograma de obra realista, com definição de prazos e marcos contratuais;
Projeto básico & Projeto executivo	Detalhamento do projeto básico, com inclusão de todos os elementos necessários à execução da obra.

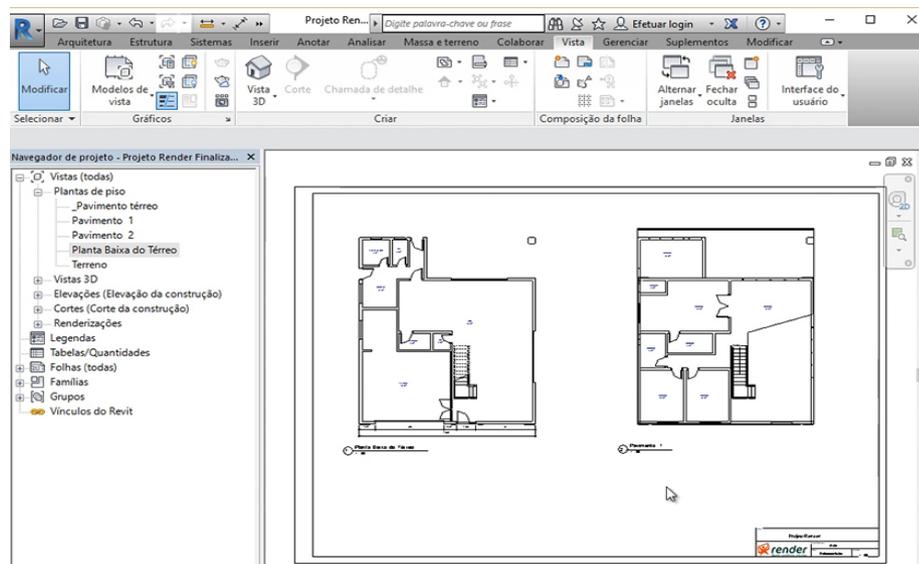
Fonte: Planejamento e Controle de Obras (2010)

Nas etapas contempladas no estágio 1 e 2, recomenda-se a utilização das plataformas BIM como tecnologia.

Para isso foi escolhido o programa Autodesk Revit. O programa permite realizar o orçamento da obra e criar tabelas de levantamento de custos de materiais e trabalho, no entanto é necessário que se modele todo o projeto nele, pois o método BIM consiste em integrar todas as etapas de um projeto em uma única ferramenta (NASCIMENTO JUNIOR, 2018).

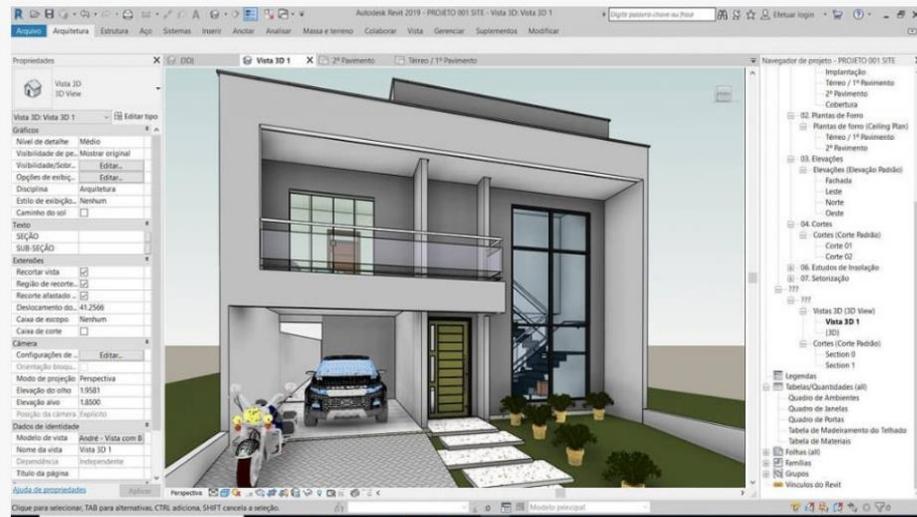
O desenho da planta baixa deve ser feito no Revit para poupar tempo, pois os custos já são calculados no próprio programa de forma quase automática a partir das dimensões do edifício desenhado, demonstrado através das figuras 21 e 22.

Figura 21 - Planta Baixa no Revit



Fonte: RENDER (2017)

Figura 22 - Vista 3D Revit



Fonte: BAZANELLI (2020)

Uma das mais relevantes características do BIM é a de que, quando uma planta baixa é desenhada, todas as outras vistas são feitas simultaneamente, e qualquer alteração em uma vista é feita em todas as vistas.

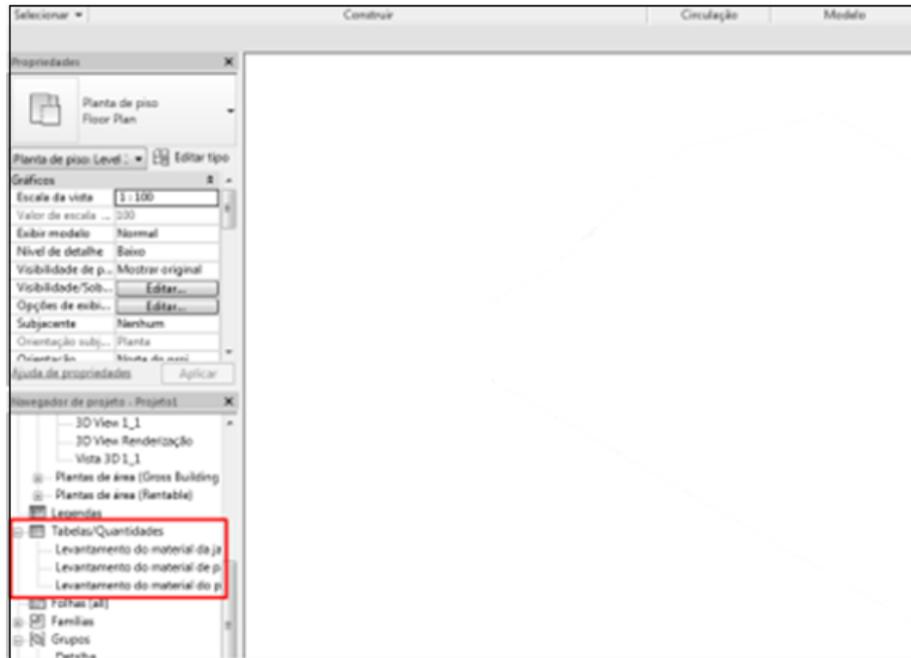
Depois de concluir o projeto e realizar a aplicação do material (junto com as informações apropriadas), uma tabela de quantificação pode ser gerada e também um levantamento de material, conforme seguem as figuras 23, 24 e 25.

Figura 23 - Criação de tabelas no Revit



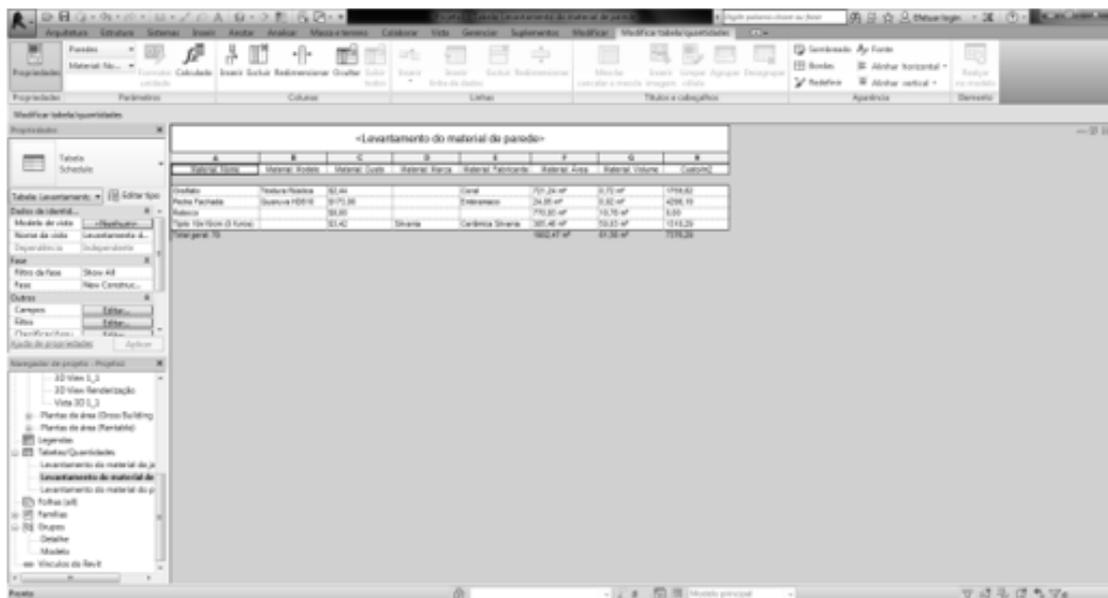
Fonte: Nascimento Junior (2018)

Figura 24 - Sessão de tabelas e quantitativos de projeto (Adaptado)



Fonte: Nascimento Junior (2018)

Figura 25 - Levantamento de Material no Revit



Fonte: Nascimento Junior (2018)

Logo abaixo é representada na figura 26, a tabela de quantitativos fabricada pelo Revit, levantada da figura anterior:

Figura 26 - Exemplo de tabela de quantitativos no Revit

<Levantamento do material de parede>							
A	B	C	D	E	F	G	H
1	2	3	4	5	6	7	8
Material Nome	Material Modelo	Material Custo	Material Marca	Material Fabricante	Material Área	Material Volume	Custo/m2
Grafiato	Textura Rústica	\$2,44		Coral	721,24 m ²	0,72 m ³	1759,62
Pedra Fachada	Quaruzva HD610	\$173,00		Embramaco	24,85 m ²	0,02 m ³	4296,19
Reboco		\$0,00			770,93 m ²	10,78 m ³	0,00
Tijolo 19x19cm (8 furos)		\$3,42	Silvania	Cerâmica Silvania	385,46 m ²	50,03 m ³	1318,29
Total geral: 78					1902,47 m ²	61,56 m ³	7376,29

Fonte: NASCIMENTO JUNIOR (2018)

Onde, segundo o quadro 5:

Quadro 5 - Especificações dos quantitativos

CÉLULAS	DESCRIÇÃO
1	Nome do material
2	Modelo do material
3	Custo do material
4	Marca do material
5	Fabricante do material
6	Área do material
7	Volume do material
8	Custo por m ²

Fonte: Nascimento Junior (2018)

Sendo possível customizar, os campos da tabela podem ser adicionados e removidos com base no projeto. Para a geração de quantitativos, o processo é automático. Uma vez finalizado, o modelo arquitetônico fornece quantidades precisas para todos os materiais e objetos do projeto, que podem ser utilizados para fins quantitativos e normativos. Para extrair uma tabela quantitativa, basta saber o nível de detalhamento. (NASCIMENTO JUNIOR, 2018).

Diante da análise realizada partindo do estudo de Nascimento Junior (2018), foi verificada a rapidez do processo de quantificação, assim como outras inúmeras vantagens da utilização do BIM como ferramenta de gestão.

Ainda de acordo com este mesmo autor, realizando o projeto no Revit, todas as etapas serão integradas e a partir da planta os dados serão levantados automaticamente, proporcionando diversos benefícios, destacando-se entre eles:

- Precisão de planilhas;
- Orçamentos realistas;
- Planejamento global;
- Maior controle sobre os projetos desenvolvidos e racionalização da construção;
- Estudos de viabilidade mais realistas desde os projetos básicos.

4.3 TECNOLOGIAS APLICADAS AO ESTÁGIO 3

4.3.1 Argamassa Projetada

No quadro 6 abaixo, temos a definição do estágio 3 dentro de um projeto segundo Mattos (2010):

Quadro 6 – Estágio de Execução (Adaptado)

Estágio III - Execução	
Obras civis	Execução dos serviços de campo, aplicação de materiais e utilização de mão de obra e equipamentos;
Montagens mecânicas e instalações elétricas e sanitárias	Atividades de campo;
Controle da qualidade	Verificar se os parâmetros técnicos e contratuais foram observados;
Administração contratual	Medições, diário de obras, aplicação de penalidades, aditivos ao contrato etc.;
Fiscalização de obra ou serviço	Supervisão das atividades de campo, reuniões de avaliação do progresso, resolução de problema, etc.

Fonte: Planejamento e Controle de Obras (2010)

Nas etapas contempladas no estágio 3, recomenda-se o uso da argamassa projetada e também os sensores vestíveis como tecnologias propostas com base no modelo de construção supracitado.

Porque utilizar argamassa projetada?

Na fase de revestimento da construção, com uso da argamassa projetada, pode-se obter as seguintes vantagens conforme o quadro 7:

Quadro 7 - Vantagens da argamassa projetada (Adaptado)

VANTAGENS DO USO DA ARGAMASSA PROJETADA	
1	Rapidez de execução, redução de prazos;
2	Produtos de maior qualidade através de um melhor controle da produção de argamassa industrial e uniformidade de aplicação resultam em revestimentos superiores;
3	Sustentabilidade por reduzir o desperdício de materiais;
4	Produtividade por se tratar de um processo mecanizado com produção e execução mais tranquilas

Fonte: ABCP (2012)

Os sistemas de projeção da argamassa na fase de revestimento geram economia de mão de obra e menor desperdício de material, tanto na aplicação, em razão da maior produtividade, quanto no sarrafeamento do emboço, devido à realização de parte desta etapa com a argamassa ainda fluida, que compreende o intervalo logo após a aplicação. Colaborando também com o cumprimento do cronograma de obra e evitando atrasos, gerando assim maior lucratividade para as construtoras (MAPA DA OBRA, 2018).

As principais vantagens do uso da argamassa projetada em relação à argamassa aplicada pelas técnicas tradicionais são: maior qualidade no produto final, pois o maior controle na produção de argamassas industrializadas e a uniformidade nas aplicações resultam em revestimentos superiores; além de racionalidade, por conta de canteiros mais limpos, facilidade de recebimento de materiais; sustentabilidade por reduzir o desperdício de materiais e absenteísmo (ABCP, 2012).

Por fim compreende-se que a projeção de argamassa na fase de revestimentos, possui uma forma mais eficiente, ágil e de qualidade superior, se comparada à aplicação tradicional.

4.3.2 Tecnologias Vestíveis

Durante toda fase de execução da obra, as tecnologias vestíveis trazem os seguintes objetivos conforme o quadro 8.

Quadro 8 - Funções das Tecnologias Vestíveis (Adaptado)

FUNÇÕES DA TECNOLOGIA VESTÍVEIS	
Capacete Sensorial	Monitorar qualquer impacto que acontece no capacete e proporcionar mais rapidez, eficiência e segurança para o trabalhador.
Pulseira Myo	Monitorar a temperatura corporal com o objetivo de evitar exaustão térmica e sendo eficiente na identificação de qualquer queda súbita de temperatura ou batimento cardíaco.
Colete de Segurança Redpoint	Diminuir a taxa de acidentes que estão relacionados a exposição direta e excessiva ao sol e de altas temperaturas que intervêm de uma obra.
Óculos Inteligentes	Melhorar a eficiência da gestão através de monitoramentos dos trabalhadores, além de detectar e localizar os problemas específicos que atrapalham a produtividade.

Fonte: Aguiar (2018)

Utilizando tais tecnologias durante toda a fase de execução da obra, constata-se que elas proporcionam maior segurança e melhor condições de trabalho dentro do canteiro de obras. Visto que, em sua grande maioria são destinadas as EPIs. Outro benefício de sua utilização está na melhora de performance de usuário, já comprovados por pesquisas citadas neste trabalho (p. 36).

4.4 DRONES APLICADOS AO ESTÁGIO 4

No quadro 9 abaixo, tem-se a definição do estágio 4 dentro de um processo construtivo, segundo Mattos (2010):

Quadro 9 - Estágio de Finalização (Adaptado)

Estágio IV- Finalização	
Comissionamento	Colocação em funcionamento e testes de operação do produto final;
Inspeção final	Testes para recebimento do objeto contratado;
Transferência de responsabilidades	Orçamento preliminar por meio da utilização de indicadores históricos;
Liberação de retenção contratual	Caso a empresa contratante tenha retido dinheiro da empresa executante;
Resolução das últimas pendências	Encontro de contas, pagamento de medições atrasadas, negociações de pleitos contratuais etc.;
Termo de recebimento	Provisório e definitivo

Fonte: Planejamento e Controle de Obras (2010)

Nas etapas contempladas no estágio 4, é altamente recomendado a utilização dos VANTs (ou drones), que possui diversas finalidades.

Como citado anteriormente, os drones são capazes de proporcionar ao seu operador um amplo campo de visão, além de fotografias e vídeos de alta resolução, sendo ainda vistos como complementos e verdadeiros aliados da equipe de marketing e vendas (GOUVEIA et al., 2021).

Para uma possível comercialização das residências, é proposto a utilização de drones para a realização de imagens para divulgação dos imóveis, visto que, segundo a RISMEDIA (2016), portal norte-americano, incorporadoras que utilizam drones em seus empreendimentos conseguem ver aumento de até 73% em suas listagens e de até 68% em suas vendas.

Ao utilizar drones para capturar imagens aéreas de listagens de imóveis, o comprador pode acessar um material mais preciso para os negócios de seu interesse. Fotos e vídeos de perspectivas diferentes e abrangentes que agregam mais valor ao imóvel (SMARTUS, 2020).

Ainda de acordo com a Smartus (2020), a posição de um empreendimento no mercado imobiliário é um dos fatores que mais afeta o seu valor. Portanto, outra vantagem de usar drones para capturar imagens aéreas é que ele pode cobrir uma proporção maior do local da propriedade, ou seja pontos estratégicos ao redor da propriedade podem ser combinados e usados como argumento de venda. A figura 27 exemplifica a situação.

Figura 27 - Uso de Imagem Aérea para Comercialização



Fonte: AeroDrone Brasil (2022)

Portanto, após a análise das informações fica claro que a tecnologia do drone para comercialização de imóveis é bastante benéfica para aplicação, visto que tem uma conversão de vendas grande, através das imagens aéreas, onde trazem benefícios como o de venda mais rápido do imóvel e valorização do mesmo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados obtidos, nota-se a importância de planejar e gerir um empreendimento em construção civil, obedecendo as etapas evidenciadas dentro de um cronograma bem elaborado.

Para isso, é necessário que as equipes de trabalho, independente das funções que ocupam, trabalhem de maneira conjunta, estando alinhados com o planejamento. A medida que o processo evolui nota-se uma competição contínua entre cronograma e cumprimento de prazos, na qual produzir no menor tempo possível é fundamental, ainda que seja necessário garantir a qualidade do empreendimento estando em conformidade com as necessidades dos clientes.

No intuito de assegurar que essa excelência durante o processo não seja perdida e ainda seja possível obter melhores prazos, ferramentas dotadas de altas tecnologias tem sido produzidas, sob a ótica de atender as necessidades desses profissionais, apresentando melhora na obtenção e compartilhamento de informações entre as equipes de trabalho, trazendo eficiência em todas as partes do processo, sendo notável os resultados obtidos. Cabe as construtoras utilizá-las sempre que possível, mantendo-se competitivas num mercado que, como foi demonstrado via informações do IBGE, está em constante crescimento.

As tecnologias apresentadas além de se mostrarem altamente eficazes, como o BIM, que percorre todo o processo evolutivo do empreendimento e, por sua integração de todo o ciclo construtivo, gera clareza e soluções para projetistas e executores, oferecendo as empresas o suporte essencial que necessitam para lidar com as problemáticas que surgem em todas as frentes de atuação.

Outra tecnologia que se mostrou altamente impactante foram os VANTs, pois além de fornecerem registros que trabalham em conjunto com os *softwares* em BIM (como o Revit), auxiliam no levantamento de dados que competem desde a infraestrutura do edifício em levantamentos topográficos e mapeamento de áreas no início, como também na verificação de danos estruturais ou verificações de patologias no decorrer da execução, e até mesmo no fim, auxiliando as equipes de marketing através de imagens de alta resolução, podendo estas se posicionarem em posições privilegiadas de acordo com as necessidades do mercado.

Nota-se ainda, a relevância das ferramentas tecnológicas que competem a fase de execução, não apenas as que resultam em melhor produtividade e uniformidade de aplicação, mas principalmente as que trazem segurança a seus usuários e aumentam sua satisfação no local de trabalho, o que gera um aumento de produtividade a estes em 8,5%, segundo pesquisas norte-americanas. Além disso, ajudam a reduzir um triste índice registrado pela categoria, de acordo

com a Associação Nacional de Medicina de Trabalho, de ser o primeiro colocado no ranking de ocupações que mais provocam acidentes que resultam na incapacitação do trabalhador.

Tendo em vista todos estes benefícios, confere-se a necessidade de empresas investirem nestas tecnologias e na capacitação de seus profissionais para utiliza-las, obtendo resultados que são necessários para manterem-se competitivas no mercado.

Por fim, conforme afirmou Steve Jobs (2015), “A inovação é o que distingue um líder de um seguidor”.

5.1 TRABALHOS FUTUROS

Na intenção de dar continuidade a este trabalho, seria muito importante realizar um estudo aprofundado em obra utilizando estas tecnologias no local, para obter os seguintes dados:

- Viabilidade financeira de aplicação destas tecnologias
- Pesquisar as dificuldades encontradas pelas empresas de Anápolis em aplica-las
- Verificar a possibilidade de utilizar estas tecnologias para novas finalidades

REFERÊNCIAS

ABRAININC. **PIB da Construção Civil cresce 9,7% em 2021.** Disponível em: <<https://www.abrainc.org.br/construcao-civil/2022/03/04/pib-da-construcao-civil-cresce-97-em-2021/#:~:text=Os%20resultados%20apontam%20que%20o,%2C6%25%20no%20ano%20passado>>. Acesso em: 11, maio de 2022.

AERODRONE BRASIL. **O uso de drone para o mercado imobiliário como diferencial, 2022.** Disponível em: <<https://www.aerodronebrasil.com/drone-para-o-mercado-imobiliario/#:~:text=O%20uso%20de%20Drone%20Para%20o%20Mercado%20Imobili%C3%A1rio%20como%20diferencial,uma%20nova%20experi%C3%Aancia%20de%20compra.>> Acesso em: 12, maio de 2022.

AGUIAR, Edgar Oliveira Araujo. **Um Estudo De Automação Visando O Aumento De Produtividade Na Construção Civil** / Edgar Oliveira Araujo. – Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2018.

AIRES, R. W. do A., MOREIRA, F. K., & FREIRE, P. de S. (2017). **Indústria 4.0: competências requeridas aos profissionais da quarta revolução industrial.** Anais Do Congresso Internacional De Conhecimento E Inovação – Ciki, 1(1). Recuperado de <https://proceeding.ciki.ufsc.br/index.php/ciki/article/view/314>

ALCANTARA, L. F. B. **Atrasos de obras: uma correlação com problemas no gerenciamento.** 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica do Paraná, Campo Mourão, 2016

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE MEDICINA DO TRABALHO. **Construção civil está entre os setores com maior risco de trabalho.** <<https://anamt.org.br/portal/2019/04/30/construcao-civil-esta-entre-os-setores-com-maior-risco-de-acidentes-de-trabalho/>> Acesso em: 28 mar. 2022.

(ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Manual de Revestimentos de Argamassa**. São Paulo: ABCP, 2012, 104 f.)

AUTODESK. **Revit: software BIM para projetistas, construtores e desenvolvedores**. 2022. Disponível em: <<https://www.autodesk.com.br/products/revit/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>>. Acesso em: 11, maio de 2022.

AVILA, LIBRELOTTO, LOPES; **Orçamento de Obras** (2003, p.3), Florianópolis – UNISUL

AZHAR, S. Building Information Modeling – **BIM: Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry**, ASCE Journal of Leadership and Management in Engineering. V11, n.3 p.242-243.

BALAGUER, Carlos; ABDERRAHIM, Mohamed. **Robotics and Automation in Construction: Trends in Robotics and Automation in Construction**. [s. L.]: Intech, 2008. 23p

BAZANELLI, N. **Projeto Residencial no Revit, 2020**. Disponível em: <<https://natanbazanelli.com/2020/03/21/projeto-residencial-no-revit/>>. Acesso em: 12, maio de 2022.

BERNARDES, M. M. e S. **Desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle de produção para micro e pequenas empresas de construção**. 2001. 72 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Construção Civil) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Escola de Engenharia, Porto alegre, RS - Brasil, 2001.

BRAGAGNOLO, L. **Gerenciamento de obras civis com microsoft excel como ferramenta de apoio**. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2345/1/MD_COENP_2013_2_05.pdf> Acesso em: 14, março de 2022

CAMPESTRINI, T.; GARRIDO, M, C.; MENDES JR, R.; SCHEER, S.; FREITAS, M, C, D. **Entendendo BIM: O livro**. Curitiba: UFPR, 2015. 51 p.

CATELANI, W. **Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras** v.1. Brasília-DF. Gadioli Cipolla Branding e Comunicação. 2016.

CORTIZO, Eduardo Cabaleiro. **Avaliação da técnica de termografia infravermelha para identificação de estruturas ocultas e diagnóstico de anomalias em edificações: Ênfase em edificações do Patrimônio Histórico.** Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia Mecânica. 2007

CORTIZO, E. C.; BARBOSA, M. P.; SOUZA, L. A. C. **Estado da Arte da Termografia. Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável**, v. 2, n. 2, p. 158-193, 2011.

EASTMAN, C et al. **Manual BIM: um guia de modelagem da informação da construção por arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores, e incorporadores.** Porto Alegre: Bookman, p. 1-16-21, 2014).

ESPAÇO DO DRONE. **Tipos de Drones.** Espaço do Drone, 2020. Disponível em: <<http://espacododrone.com.br/tipos-de-drones/>>. Acesso em: 09, maio de 2022

FARIAS, J. **Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica do Método Construtivo Light Steel Framing numa Residência Unifamiliar de Baixa Renda.** Projeto de Graduação, UFRJ, Escola Politécnica, Curso de Engenharia Civil, Rio de Janeiro, 2013.

FORSYTH, D. A.; PONCE, J. **Computer vision: a modern approach.** New Jersey: Pearson, 2012.

FUNDAÇÃO INSTITUTO DE ADMINISTRAÇÃO. **Tecnologia na Construção Civil: o que é, importância e exemplos.** Disponível em: <<https://fia.com.br/blog/tecnologia-na-construcao-civil/>>. Acesso em: 20, fevereiro de 2022

GARIBALDI, B, C, B. **Do 3D ao 7D – Entenda todas as dimensões do BIM**. SIENGE, 2020. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/dimensoes-do-bim/>>. Acesso em: 03, maio de 2022.

GOUVEIA, A, A.; DOS SANTOS, J, P.; DOS SANTOS, P, N.; LEITE, Y, G, S. **Tópicos em Construção Civil – Tecnologia, Inovação e Metodologias Aplicadas. Capítulo 7: Inovação Tecnológica na Construção Civil – Utilização de drone para gerenciamento de obra**. Editora Poisson. 1ª Edição, 2021.

GOLDMAN, P. **Introdução ao planejamento e controle de custos na construção civil brasileira**. 4. ed. atual. São Paulo: Atlas, 2004

GOMES, Maria Terezinha Serafim. **As mudanças no mercado de trabalho e o desemprego em Presidente Prudente/SP-Brasil**. Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. Universidad de Barcelona, v. 6, n. 119, p. 32, 2002.

HAMED, L. **Bim do 3D ao 7D**. 2015. Disponível em <<https://hashtagbim.wordpress.com/2015/10/12/bim-do-3d-ao-7d/>>. Acesso em: 12, maio de 2022

HUTH, Steffen. **Construir con Células Tridimensionales**. Barcelona: Ed. Gustavo Gilli, 1976.

INFOCOMM INTERNATIONAL. **Building Information Modeling (BIM) Guide. InfoComm International**, 2011. Disponível em: <http://www.infocomm.org/cps/rde/xbcr/infocomm/Brochure_BIM.pdf>. Acesso em: 08, maio de 2022.

INSTITUTO MINERE. **Os tipos de drone e a relação com mapeamento**, 2019. Disponível em: <<https://institutominere.com.br/blog/os-tipos-de-drone-e-a-relacao-com-o-mapeamento>>. Acesso em: 10, maio de 2022

KADLEC, Thalita Malucelli De Moraes; PORTO, Gabriele De Bonis Patekoski. **Mapeamento de Estudos Prospectivos de Tecnologias na Revolução 4.0: Um olhar para a Indústria da Construção Civil.** 2018.

KRUGLIANSKAS, I. **Tornando a pequena e média empresa competitiva.** São Paulo :Instituto de Estudos Gerenciais e Editora, 1996.

LIMMER, C. V. **Planejamento, Orçamento e Controle de Projetos de Obras.** Rio de Janeiro, 1996. LTC- Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. Pag.174.

LONGO, W. P. **Tecnologia e soberania nacional.** São Paulo: Ed. Nobel, 1984.

MAPA DA OBRA. **Argamassa Projetada: Confira os benefícios para construção.** 2018. Disponível em: <<https://www.mapadaobra.com.br/negocios/argamassa-projetada-confira-os-beneficios-para-construcao/>>. Acesso em: 11, maio de 2022.

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e Controle de Obras.** Pini, São Paulo, 2010.

MEDEIROS, Giovana. **Métodos de Ensaios Não Destrutivos para Estruturas de Concreto.** Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/metodos-de-ensaios-nao-destrutivos-para-estruturas-de-concreto/>>. Acesso em 05, maio de 2022

MELLO, Selma Ferraz Motta. **Comunicação e organizações na sociedade em rede: novas tensões, mediações e paradigmas.** 2010. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MENDONÇA, Luís Viegas; AMARAL, Miguel M. do; CATARINO, Pedro Soares. **A termografia por infravermelhos como ferramenta para auxílio à inspeção e manutenção dos edifícios.** Lisboa, 2010. Disponível em: <<http://www.spybuilding.com/private/admin/ficheiros/uploads/6b0dca6c9e15cc51dc73bde0562a31d5.pdf>>. Acesso em: 09, maio de 2022

MORAES, Ana Beatriz G. M., ET AL. **Fatores críticos da gestão do processo de projetos na engenharia simultânea: um estudo de caso em obra de infraestrutura urbana.** VIII Congresso Nacional de Excelência em Gestão: IBMEC, 2012.

NASCIMENTO JUNIOR, Idalicio Felipe do. **Estudo analítico do uso da plataforma BIM no gerenciamento de projetos com foco na área de levantamento de custos.** TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEvangélica, Anápolis, GO, 52p. 2018.

OESTERREICH, T. D.; TEUTEBERG, F. **Understanding the implications of digisation and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry.** Computers In Industry, [s.l.], v. 83, p.121-139, dez. 2016.

OLIVEIRA, A.; OLIVEIRA, M. **Estudo das Propriedades do Concreto Autoadensável.** Revista Científica de Engenharia Civil – UniEvangélica, Anápolis, 2018.

PEINADO, Hugo Sefrian. **Segurança e Saúde do Trabalho na Indústria da Construção Civil.** São Carlos: SCIENZA, 2019.

PITTIGLIANI, Renan. **Análise de Custos de Interferências de um Projeto Residencial Multifamiliar Modelado e Compatibilizado com o Auxílio de Ferramentas da Plataforma BIM.** 2018. 134 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

PLANSERVICE. **Sensores Vestíveis.** Disponível em: <
<http://planservice.com.br/noticias/post/121-sensores-vestiveis>>. Acesso em: 09, maio de 2022

PROJETANTO O FUTURO. **Construtoras apostam no uso de projetores de argamassa para melhorar a produtividade e a qualidade dos revestimentos de fachada.** – Revista Técnica. Edição 110 – São Paulo 2006. – Disponível em:

<<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/110/artigo284995-1.aspx>>. Acesso em: 06, maio de 2022

RENDER. **Curso Revit Architecture 2017 Fundamentos**, 2017. Disponível: <<https://www.render.com.br/cursos/revit/revit-architecture-2017-fundamentos>>. Acesso em: 12, maio de 2022

RISMEDIA. **Drones for real estate marketing: are they worth it?** 2016. Disponível em: <<https://www.rismedia.com/2016/12/20/drones-real-estate-marketing/>>. Acesso em: 11, maio de 2022

ROSSO, Teodoro. **Racionalização da Construção**. São Paulo: CEFET. CAMPOS DOS GOYTACAZES. RJ 107 FAUUSP, 1980.

SABBATINI, Fernando Henrique. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos – formulação e aplicação de uma metodologia**. 1989. Tese - Escola Politécnica da USP, São Paulo, 1989.

SCHREIBER, D., & PINHEIRO, I. A. (2016). **Analysis of the Innovative Practices at Construction Industry (Análise das Práticas de Inovação em Construção Civil)**. *Contextus – Revista Contemporânea De Economia E Gestão*, 14(2), 6-35.

SMARTUS. **Utilização de drones pode aumentar em até 68% vendas de imóveis**. Por: Luiza Bellintani. 2020. Disponível em: <<https://smartus.com.br/utilizacao-de-drones-pode-aumentar-em-ate-68-vendas-de-imoveis/>>. Acesso em: 12, maio de 2022.

TULLIO, Franciele Braga Machado. **Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil 2**. 2019. Atena editora, 2019. Disponível em: <<https://sistema.atenaeditora.com.br/index.php/admin/api/artigoPDF/10830>>. Acesso em : 01 nov.2021.

TUTIKIAN, Bernardo Fonseca; DAL MOLIN, Denise Carpena. **Concreto auto-adensável**. São Paulo: Pini, 2008.

VARALLA, R. **Planejamento e controle de obras**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2003.

VIOTTI, E. B. **Fundamentos e evolução dos indicadores de CT&I**. In E. B. Viotti, M. de M. Macedo (Org). *Indicadores de ciência, tecnologia e inovação no Brasil* (pp. 45-87). Campinas: UNICAMP, 2003.

WALRAVEN, J. **Structural aspects of SCC**. In: Fourth International RILEM Symposium on Self-compacting concrete. Chicago, EUA, 2005.

ZAPAROLLI, D. **Canteiros de obra high tech**. Engenharia Inovação Tecnologia. Edição 278. abr. 2019

ZIMERMANN, C. **Softwares BIM: veja quais são as plataformas disponíveis no mercado**. AltoQI, 2019. Disponível em: <<http://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/software-bim-veja-quais-sao-as-plataformas-disponiveis-no-mercado/>>. Acesso em: 01, maio de 2022