



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS DE BALSAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

JULIANA FERREIRA COSTA

**A UTILIZAÇÃO DO BIM 4D PARA O PROCESSO DE PLANEJAMENTO E
CONTROLE DE OBRAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA
ENTRE OS ANOS DE 2018 E 2023**

Balsas - MA

2023

Juliana Ferreira Costa

A UTILIZAÇÃO DO BIM 4D PARA O PROCESSO DE PLANEJAMENTO E
CONTROLE DE OBRAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA ENTRE
OS ANOS DE 2018 E 2023

Trabalho de Conclusão de Curso na modalidade Monografia, submetido à Coordenação de Engenharia Civil da Universidade Federal do Maranhão como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Esp. Willame Braga Lima.

Co-orientador: Prof. Me. Moisés de Araújo Santos Jacinto.

Balsas - MA

2023

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Ferreira Costa, Juliana.

A utilização do BIM 4D para o processo de planejamento e controle de obras: uma revisão sistemática da literatura entre os anos de 2018 e 2023 / Juliana Ferreira Costa. - 2023.

41 p.

Coorientador(a): Moisés De Araújo Santos Jacinto. Orientador(a):

Willame Braga Lima.

Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Maranhão, Balsas, 2023.

1. BIM. 2. BIM 4D. 3. Planejamento e controle de obras. I. Braga Lima, Willame. II. De Araújo Santos Jacinto, Moisés. III. Título.

JULIANA FERREIRA COSTA

**A UTILIZAÇÃO DO BIM 4D PARA O PROCESSO DE PLANEJAMENTO E
CONTROLE DE OBRAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA
ENTRE OS ANOS DE 2018 E 2023**

Relatório Final na modalidade Monografia, submetido à Coordenação de Engenharia Civil da Universidade Federal do Maranhão como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em: 07/07/2023

Banca Examinadora

Prof. Esp. Willame Braga Lima

Orientador

Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Prof. Dra. Carla Caroline Alves

Avaliador

Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Prof. Dr. Daniel Beserra Costa

Avaliador

Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Dedico este trabalho a todos aqueles que estiveram ao meu lado, tornando a caminhada mais leve até aqui.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida e pela força para superar as dificuldades. Aos meus pais, Ivan José Ribeiro da Costa e Sebastiana Ferreira Costa por todo amor e incentivo ao longo da minha vida.

Ao meu companheiro Kadson Luis de Araújo Silva por todo amor, carinho e incentivo aos meus projetos e sonhos.

Ao meu orientador, Professor Esp. Willame Braga Lima e ao meu co-orientador Prof. Me. Moisés de Araújo Santos Jacinto pelo apoio, pela instrução e pelo incentivo durante o desenvolvimento do trabalho.

À Universidade Federal do Maranhão (UFMA/Campus Balsas) pelo espaço e pela oportunidade de ter um ensino público de qualidade na cidade em que moro.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - O BIM e o ciclo de vida das edificações	17
Figura 2 - Ilustração de cronogramas gráficos de barra	21
Figura 3 - Sequenciamento de atividades em BIM 4D.....	211
Figura 4 - 3D and project shedule correlation	24
Figura 5 - Imagem do Software Navisworks mostrando layout do canteiro de obras no caminho crítico etapa de tarefas	25
Figura 6 - Imagem do Software Navisworks mostrando o layout do canteiro de obras no estágio final das principais tarefas do caminho crítico	25
Figura 7 - Imagem do Software Navisworks da instalação do bate-estacas para reservatório de água elevado	25
Figura 8 - Imagem do Software Navisworks mostrando a configuração do layout do canteiro de obras com os centros de materiais e o reposicionamento da estação do misturador de concreto	26
Figura 9 - Imagem do Software Navisworks mostrando a desmobilização das instalações provisórias	26
Figura 10 - RSL	29
Figura 11 - Processo de coleta das publicações para o RSL	30

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Busca inicial de artigos por revista	31
Gráfico 2 - Artigos selecionados para leitura completa	32

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Resultados das buscas nas bases de dados com a aplicação de filtragem pelo método RSL.....	31
Quadro 2 - Lista de artigos para leitura completa	32

LISTA DE SIGLAS

AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção
BIM	Building Information Modeling
BR	Brasil
CAD	Computer Aided Design
CO ²	Dióxido de Carbono
MEP	Mecânico, Elétrico e Hidráulico
PIB	Produto Interno Bruto
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
2D	Bidimensional
3D	Tridimensional
4D	Quadridimensional
5D	Cinco dimensões
6D	Seis dimensões
7D	Sete dimensões

RESUMO

O BIM (Building Information Modeling) propicia a administração da informação podendo suceder no decorrer de todas as etapas que são realizadas em uma obra, empregando um conjunto de informações do próprio projeto, estando aliado assim a uma modelagem que é feita em três dimensões. O presente trabalho tem como objetivo evidenciar as principais pesquisas relacionadas ao BIM 4D para o setor da construção civil. Com o intuito também de cooperar com estudos sobre o BIM e trazer mais informações à universidade e ao público em geral sobre essa temática. Devido ao grande avanço nas tecnologias utilizadas na construção civil, desde os anos 2000, o BIM se apresenta como uma nova metodologia de trabalho e uma nova tendência para a engenharia digitalizada. A metodologia adotada na presente pesquisa foi a Revisão Sistemática da Literatura (RSL) que resultou em um total de 423 trabalhos com dados qualitativos e quantitativos, e ainda divide-se em três pontos: planejamento, realização e divulgação. Os trabalhos foram analisados no mês de Maio de 2023, e sua distribuição ocorreu entre os anos de 2018 e 2023. A aplicação do BIM 4D que foi trazida para o planejamento e controle de obras, pode ser identificada por meio de um filtro nos artigos para que se pudesse direcionar melhor a temática da pesquisa. Por meio da leitura, foram levantados pontos em comum entre as pesquisas que colocaram em prática o gerenciamento de obras utilizando o BIM. Utilizando-se a especificação “BIM 4D” e a base de dados da Scielo, Periódicos Capes e Science Direct pode-se obter dados confiáveis e relevantes para a pesquisa. Percebe-se que, após a última filtragem dos trabalhos, na análise do gráfico de barras 2, que 54, 55% dos artigos são referentes ao ano de 2023, 18,19% são de 2022 e os 27,26% restantes são distribuídos igualmente entre os anos de 2021 (9,09 %), 2020 (9,09%) e 2018 (9,09%). As pesquisas mais relevantes foram as de 2023, visto que as essas são as mais atualizadas e relevantes para a temática abordada.

Palavras chaves: BIM. BIM 4D. Planejamento e controle de obras.

ABSTRACT

The BIM (Building Information Modeling) platform provides the management of information that can occur during all the stages that are carried out in a work, using a set of information from the project itself, thus being combined with a modeling that is done in three dimensions. The present work aims to highlight the main researches related to BIM 4D for the civil construction sector. Also, with the aim of cooperating with studies on BIM and bringing more information to the university and the general public on this topic, as it is necessary to understand how this work methodology works. Due to the great advances in the technologies used in civil construction, since the 2000s, BIM presents itself as a new work methodology and a new trend for digitized engineering. The methodology adopted in this research was the Systematic Review of the Literature (RSL) which resulted in a total of 423 studies with qualitative and quantitative data, and is further divided into three points: planning, realization and dissemination. The works were analyzed in the month of May 2023, and their distribution occurred between the years 2018 and 2023. The application of BIM 4D that was brought to the planning and control of works, can be identified through a filter in the articles for that could better direct the theme of the research. In the considered databases, a search was performed with the keyword “BIM 4D”. Through reading, common points were raised between the researches that put into practice the management of works using BIM. Using the “BIM 4D” specification and the Scielo, Periódicos Capes and Sience Direct databases, reliable and relevant data for the research can be obtained. It is noticed that, after the last filtering of the works, in the analysis of bar chart 2, that 54, 55% of the articles refer to the year 2023, 18.19% are from 2022 and the remaining 27.26% are distributed equally between the years 2021 (9.09%), 2020 (9.09%) and 2018 (9.09%). The most relevant surveys were those from 2023, as these are the most up-to-date and relevant to the topic addressed. From this, it can be verified that the adoption of the systematic literature review as a methodology was efficient to carry out the investigation on the impact of BIM 4D during the process to carry out the planning, as well as the control of works during the years of 2018 and 2023.

Keywords: BIM. BIM 4D. Planning and control of works.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	JUSTIFICATIVA.....	14
3	OBJETIVOS.....	15
3.1	Objetivo geral.....	17
3.2	Objetivos específicos.....	17
4	REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
4.1	Modelagem da informação da construção-BIM e o ciclo de vida da edificação.....	18
4.2	Planejamento e controle de obras.....	20
4.3	Planejamento para projeto de canteiro de obra com o uso de modelagem BIM 4D.....	22
4.3.1	Disposição e necessidade dos objetos à medida que o trabalho se desenvolve.....	23
4.4	A segurança na construção com o uso do BIM 4D.....	27
4.5	A tecnologia BIM 4D e a construção industrial pesada.....	28
5	METODOLOGIA DE PESQUISA.....	29
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	31
6.1	Vantagens e desvantagens do BIM 4D.....	36
7	CONCLUSÕES.....	37
	REFERÊNCIAS.....	38

1 INTRODUÇÃO

Sabe-se que a plataforma BIM propicia a administração da informação podendo suceder no decorrer de todas as etapas que são realizadas em uma obra, empregando um conjunto de informações do próprio projeto, estando aliado assim à uma modelagem que é feita em três dimensões. Dessa maneira, os sistemas incorporam modelos que fazem o uso dos parâmetros e dos elementos construtivos que integram uma edificação e que podem permitir, assim, como estabelecer as mudanças nos processos do modelo gráfico, que devem ser distribuídas para todas as pranchas que são parte do desenho, da mesma maneira nas tabelas que compõem o orçamento e as especificações (NOBERTO *et al.*, 2020).

O Building Information Modeling (BIM) é caracterizado como uma filosofia de trabalho que é capaz de possibilitar a conexão que faz parte das áreas de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) durante todo o ciclo de vida do projeto. O BIM apresenta um alto potencial para que ocorra uma otimização do planejamento e da execução de projetos multidisciplinares, causando muitos impactos, sendo eles vistos como positivos na qualidade dos projetos e na produtividade das equipes de trabalho (ABED; ADNAN, 2019).

Diversas pesquisas ao longo dos últimos anos têm buscado responder algumas lacunas na literatura sobre a tecnologia BIM e seu impacto no planejamento e no controle de obras. Logo, a presente pesquisa que se utiliza da Revisão Sistemática da Literatura (RSL) tem extrema relevância para o conhecimento e aprimoramento da temática.

Este trabalho, portanto, orientar-se-á no sentido de evidenciar as principais pesquisas relacionadas ao BIM 4D para o setor que se inclui na construção civil, assim como no setor da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), a crescente busca por moradia a preços acessíveis, o aumento dos custos de construção, a baixa taxa de produtividade e a maior preocupação com a eficiência energética e a sustentabilidade levam a indústria da construção a reconhecer os inúmeros benefícios do sistema construtivo digitalizado (JANCHIKOSKI; BARDELLI; CRIPPA, 2022).

Portanto, essa pesquisa busca responder, com dados qualitativos e também quantitativos, à questão norteadora do trabalho: “Quais pesquisas nos últimos anos estão voltadas para o estudo do BIM 4D no planejamento e no controle de obras?” Toda a pesquisa, que é baseada no caráter acadêmico, sendo efetuada mediante uma revisão sistemática da literatura para compor os dados e compreendê-los.

2 JUSTIFICATIVA

Percebe-se que o BIM está transformando a maneira de como será realizado o planejamento para fazer o controle de obras que é disposto na engenharia, na arquitetura e na construção. Isso faz com que sejam adicionados diversos quesitos como redução de custos, previsão de falhas, inteligência e eficiência ao longo de todo processo construtivo da edificação, conectando na nuvem diversos profissionais, informações e fluxos de trabalho (ABED; ADNAN, 2019).

Uma semelhança entre o sistema CAD e o BIM é que ambos são utilizados para ajudar os envolvidos em todos os processos das etapas da construção e para assimilar o que e como a edificação precisa ser construída, por meio da representação dos desenhos. Porém, o BIM traz outros benefícios como o suporte à criação e gestão das informações no decorrer de todo ciclo de vida realizado no projeto de arquitetura, engenharia e construção. Os dados em nuvem podem ser acessados desde o 2D, 3D ou até mesmo tabelas por toda a equipe multidisciplinar, diferente do que acontece no sistema CAD (NOBERTO *et al.*, 2020).

Diversas pesquisas, ao longo dos últimos anos, têm buscado responder a algumas lacunas na literatura sobre a tecnologia BIM e seu impacto no planejamento e controle de obras. Sendo assim, a presente pesquisa tem extrema relevância para o conhecimento e o aprimoramento dos profissionais da construção civil.

Por conseguinte, o presente trabalho tem como intuito cooperar com estudos sobre o BIM e trazer mais informações à universidade e ao público em geral sobre essa temática, pois, é necessário entender como funciona essa metodologia de trabalho e devido ao grande avanço nas tecnologias utilizadas na construção civil, desde os anos 2000, o BIM se apresenta como uma nova metodologia de trabalho e uma nova tendência para a engenharia digitalizada.

Portanto, esta pesquisa torna-se muito relevante e significativa nos estudos que envolvem a construção mediante do BIM, pois essa maturidade BIM fala sobre a capacidade de gestor e do seu conhecimento sobre a realidade do empreendimento, assim como a correção de erros e a potencialização dos acertos dela.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Investigar as principais pesquisas relacionadas ao BIM 4D durante o processo de planejamento e controle de obras entre os anos de 2018 e 2023, com o auxílio de uma revisão sistemática da literatura.

3.2 Objetivos específicos

- Realizar uma revisão sistemática da literatura das pesquisas feitas sobre BIM 4D e o planejamento e controle de obras em artigos científicos e textos acadêmicos;
- Verificar quais são as pesquisas que foram publicadas sobre a utilização do BIM 4D no planejamento e controle de obras entre os anos de 2018 e 2023;
- Considerar as aplicações do BIM 4D em conjunto ao planejamento, assim como no controle de obras, listando as principais contribuições de diversos autores, assim como também suas vantagens e desvantagens.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

Para início, é necessário compreender o que é o BIM e quais as suas funções dentro de uma construção. Como discutido e ressaltado anteriormente, ele é descrito como sendo um processo para efetivar a evolução de um modelo digital de um certo empreendimento, sendo uma tecnologia que segue a obra durante o ciclo de vida, conseguindo, assim, prevenir as manifestações patológicas com uma maior facilidade, em que é um instrumento para a gestão das informações obtidas, assim como os fluxos de trabalhos e seus procedimentos (SAMPAIO; FERNANDES; GOMES, 2023).

Essa tecnologia (BIM) é um processo inteligente de modelagem 3D que põe à disposição as ferramentas e os conhecimentos aos profissionais para que, dessa maneira, consigam planejar, projetar, construir e gerenciar edificações e infraestruturas de forma mais eficiente. Miranda e Salvi (2019, p.19) afirmam que o BIM proporciona a construção de:

um modelo digital do edifício que retrata não somente as características geométricas, mas além disso o inter-relacionamento através de componentes e os muitos parâmetros e características destes, fornecendo também informações relevantes para a tomada de decisão (MIRANDA *et al.*, 2019, p.19).

4.1 Modelagem da informação da construção–BIM e o ciclo de vida da edificação

O método BIM é empregado e manuseado no decorrer do desenvolvimento da construção. Conseqüentemente, torna-se possível alcançar o processo de gestão da infraestrutura (manutenção). Dessa maneira, o modelo BIM é parte de todos os dados que são relativos a espaços, a acabamentos e a equipamentos instalados na construção, as informações que são indispensáveis para a realização da operação e manutenção e, a sua utilização pode trazer uma diminuição que pode ir de 3% a 6% nos custos ocasionados devido ao contrato de manutenção. Com isso, as atividades se tornam mais breves, com um tempo reduzido para obter a resposta desse modo tem-se os menores custos com água, energia e materiais (SOTÉRIO; MACHADO, 2018).

A disposição bem como a forma de realizar a organização dos elementos técnicos atuais vêm tornando mais fácil as inevitáveis reformas, assim como as adaptações no decurso da vida útil da edificação, em que é útil em possíveis demolições, reuso ou comissionamento de edificações, podendo ocasionar outros benefícios, sendo elas a administração dos sistemas de condicionamento de ar, tornar mínima as paradas para concretizar a manutenção que não foi planejada e também o aumento da vida útil de equipamentos, dentre outros (SAMPAIO;

FERNANDES; GOMES, 2023).

Entre esses impactos positivos, é possível destacar o ganho de produtividade, a ampliação de eficiência, a previsão das incompatibilizações multidisciplinares, a melhor visualização dos projetos, ter uma gestão mais rápida de alternativas de projeto, análises críticas, diminuição de custos, automatização de processos construtivos e de projetos, projetos em multiplataformas, realizar as trocas de informações entre profissionais, modelagem de projetos, promoção da colaboração entre equipes, fazer o controle de dados e informações técnicas (BRITO; FERREIRA, 2020).

Recentemente, na tecnologia BIM, ocorreu uma evolução que foram de dimensões em 3D e 4D para as mais aperfeiçoadas em 5D, 6D e 7D, sendo planejadas para gerar uma mudança futura da indústria de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), tornando, assim, a engenharia cada vez mais digitalizada. A dimensão 3D realiza a renderização tridimensional do artefato, sendo assim, umas das maneiras mais usadas do BIM. Esse é um processo que agrega as instruções gráficas e não gráficas para ocasionar a criação de modelos 3D (SOTÉRIO; MACHADO, 2018).

Na dimensão 4D, advém a análise de compatibilidade em relação à realização do planejamento para o canteiro de obras e programa os dados que ajudam a discorrer o quanto de tempo poderá realizar o projeto, assim como toda a sua evolução, podendo se observar na Figura 1.



Fonte: Autodesk (2013)

A dimensão 5D concretiza a análise de custos que terão, isso em tempo real, informando quais serão as alterações; contagem automática dos componentes que estão relacionados a um projeto; fazendo uma análise simples tando dos custos como a análise orçamentária com o que será gasto, que são previstos e reais no decorrer do tempo (CALDART; SCHEER, 2022). Já na 6D, ocorre a avaliação da sustentabilidade, que permite um planejamento de atividades de

manutenção com antecedência, desenvolve perfis de gastos ao longo da vida útil na construção evitando reparações, como é possível observar na Figura 1.

Já a tecnologia 7D está relacionada à gestão de instalações, em que faz com que haja a substituição simples de peças e reparos que podem ocorrer a qualquer instante. Assim acontece o processo de manutenção simples para empreiteiros. Com isso, essa tecnologia vem sendo empregada como uma plataforma de comunicação online, pois integra a realidade virtual e as tecnologias de comunicação on-line, sendo um instrumento de troca de informações entre os projetistas e os construtores (SOTÉRIO; MACHADO, 2018).

Assim, a tecnologia BIM faz com que, no decorrer da fase de projeto, possa-se rastrear todas as alterações feitas nos elementos de projeto com seus níveis de detalhes, com isso, os gerentes vão monitorar o progresso real de modelagem do projeto na realização de cada fase, como nas datas de início e término para tomada de decisões. A realização do projeto causa impressões, aparências gráficas ou dados vinculados no modelo BIM que podem ser usuais para acompanhar (AZEVEDO, 2019).

O modelo BIM vem originando vantagens para as empresas, diminuindo custos, prevenindo patologias e ainda otimizando os processos para a sociedade com a diminuição de resíduos e ocasionando o aumento da sustentabilidade, e ainda para a economia do país, acelerando os processos construtivos, acrescentando o Produto Interno Bruto (PIB) (SAMPAIO; FERNANDES; GOMES, 2023).

Essa ferramenta permite realizar projetos mais assertivos, pois sugere uma visão para que se obtenha o melhor entendimento das estruturas, dos projetos que estão advindos dentro da obra e, sobretudo, dos dados, ficando mais fácil prever, fazer o controlar dos erros, planejando a reestruturação da agenda com atrasos que possam aparecer no cronograma da construção (SOTÉRIO; MACHADO, 2018).

A tecnologia BIM necessita ser observada como uma ferramenta para aumentar a qualidade dos projetos. Abed e Adnan (2019) já falam sobre a melhoria da documentação técnica dos projetos de edificação e das características do BIM que melhoram além disso o processo de projeto (NOBERTO *et al.*, 2020).

Em se tratando das pessoas que fazem o uso de software CAD tradicionais, a elaboração de desenhos técnicos vai depender do trabalho manual realizado pelo cadista ou projetista. Softwares BIM originam os desenhos técnicos automaticamente, rápido, sem trabalhos manuais sendo mais livre de erros (MIRANDA; SALVI, 2019).

A tecnologia BIM consente que a documentação técnica seja feita de forma mais consistente, detalhada, assim como dados mais precisos, podendo ter todas as elevações do

projeto, assim como os melhores cortes e mais representativos, sendo o bastante para o entendimento do projeto, sobreposição de pranchas, entre outros (ABED; ADNAN, 2019).

O BIM também é uma tecnologia que agrega aplicativos, software e ferramentas de tecnologia da informação com desígnio de projetar um edifício em uma plataforma comum que não depende do software usual (AZEVEDO, 2019).

Uma ferramenta fundamental para os projetos no decorrer do planejamento e da construção, destacando os seus principais benefícios, como os de coordenar projetos arquitetônicos e estruturais com os sistemas MEP (Mecânico, Elétrico e Hidráulico) um modelo multidisciplinar tido como único e, assim, podendo diminuir os desperdícios, economizar recursos, tempo e auxiliar no gerenciamento de projetos (BRITO; FERREIRA, 2020).

Com relação ao levantamento de quantidades e custos, torna-se possível vincular os dados do BIM a um software de estimativa que levam as quantidades para uma planilha eletrônica. O BIM permite, além disso, a exportação de informações para plataformas que são dedicadas para a realização dos cálculos de custos, digitalizando o modelo para fazer a identificação de itens em conflito entre o modelo, códigos e padrões de informação, acrescentando a confiabilidade das informações e economizando com isso o tempo em comparação com métodos tradicionais de levantamento de quantidades (SAMPAIO; FERNANDES; GOMES, 2023).

Uma pesquisa BIM, que é referente ao levantamento de quantidades, categorizou cinco importantes itens: a automação de quantidades; a economia de tempo; uma melhor qualidade da decisão; a coordenação de dados; e a melhora da qualidade do projeto (MIRANDA; SALVI, 2019).

BIM serve como plataforma para estabelecer a comunicação virtual agregando a outras tecnologias de comunicação on-line, proporcionando a capacidade para se compartilhar as mesmas informações visuais no ambiente em comum ao mesmo tempo, podendo com isso reduzir as chances de ocorrer a falta de comunicação através de seus participantes em locais distintos (CALDART; SCHEER, 2022).

Destacando uma aplicação que pode ser avaliada como interessante da tecnologia digital BIM, que é a visualização de progresso. Dessa maneira, fornecer informações de progresso na forma de relatórios textuais pode não levar aos gerentes feedback intuitivo sobre o progresso real. Azevedo (2019) sugere um método para realizar a exibição do progresso visual. Gerentes podem visualizar o canteiro de obras a qualquer momento que desejarem e, com isso, obter conhecimento intuitivo sobre o progresso da obra, tolerando que tomem decisões mais rápidas e precisas.

A partir da plataforma BIM, torna-se possível antecipar a realidade que trata da elaboração de um conjunto de representações, ou seja, modelos de informação da construção, tornando mais fácil a construção de uma base de dados com relação ao projeto, a qual pode ser atualizada no decorrer de todo o ciclo de vida dele, que vai desde a sua concepção até a fase de uso-operação e manutenção da edificação (JANCHIKOSKI; BARDELLI; CRIPPA, 2022).

As funcionalidades que são ofertadas pela plataforma BIM podem ajudar na elaboração do projeto de qualidade ambiental, atribuindo aos profissionais da área da construção civil, a necessidade para estabelecer novos métodos para a organização, para a gestão do processo e para a efetivação do projeto e da construção, que permitam a viabilização da incorporação dos princípios essenciais para a sustentabilidade do projeto em questão.

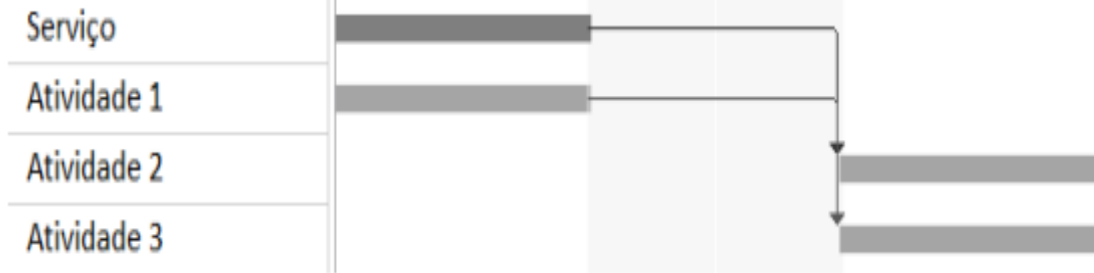
O Governo Federal do Brasil tem buscado meios para impulsionar e disseminar a plataforma BIM, mediante as Estratégias BIM BR e dos decretos, que têm objetivos abrangentes, por meio da estruturação do setor público; qualificação dos profissionais empregados; desenvolver a aplicação das tecnologias ligadas; criação de legislação que regulamente a compra; e licitação de obras públicas que utilizem a plataforma, bem como o desenvolvimento de normas técnicas, manuais e protocolos específicos para introdução dessa nova metodologia que está revolucionando a engenharia digitalizada (AZEVEDO, 2019).

Em meio às inovações tecnológicas disponíveis no mercado atual, o BIM pode realizar, de forma eficaz, a sustentabilidade do setor da construção civil, gerando, assim, o conceito de construção inteligente como ilustra a figura 1. Permitindo a conjugação de todos os aspectos que são envolvidos no processo do projeto, a verificação dos impactos ambientais, pois sabe-se que esse setor da construção civil é o responsável pelo consumo de maior parte dos recursos naturais, assim como por geração de resíduos sólidos no meio ambiente.

4.2 Planejamento e controle de obras

A construção civil está em constante mudança e é impensável negar que as novas tecnologias que vêm surgindo com bastante frequência, em todas as áreas da indústria, não tenham chegado também à construção civil. Essas mudanças chegaram para a melhoria dos processos. A metodologias do caminho crítico, assim como os cronogramas gráficos de barras, sendo observado na Figura 2, oferecem informações abstratas sobre o planejamento de uma obra (BASTOS, 2023).

Figura 2-Ilustração de cronogramas gráficos de barra

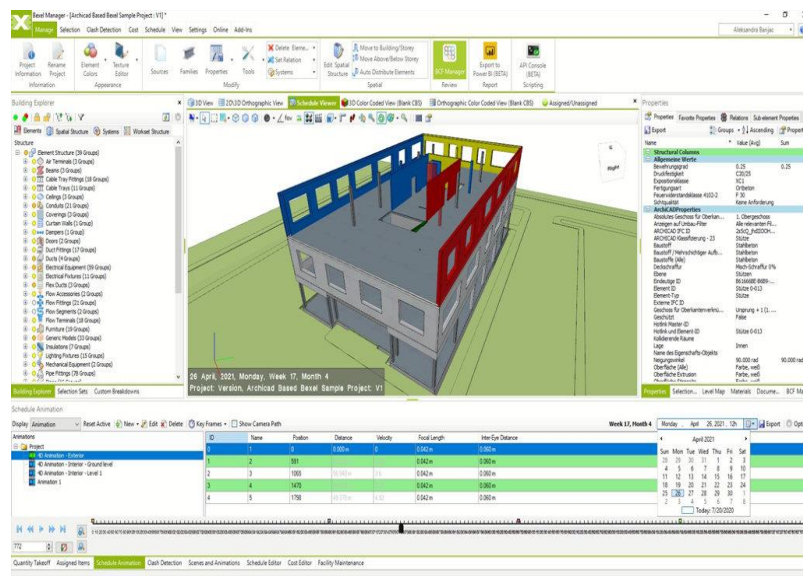


Fonte: Bastos (2023)

Bastos (2023) afirma que a realização do planejamento de maneira comum ocasiona obstáculos para poder associar e com isso observar as informações no decorrer de cada etapa do projeto, originando dificuldade no trabalho dos projetistas quanto ao método mais favorável de construção escolher. Sendo assim, modelos 4D fazem a inserção dos modelos 3D, ou melhor, a visibilidade do planejamento da obra no espaço. Dessa maneira, essa ferramenta dispõe aos seus planejadores, realizar a reparação de instabilidade no escopo, junção de variados profissionais em um modelo impar e a efetivação de cronogramas mais perceptíveis.

Percebe-se que a gestão de projetos tem se tornado fundamental para alcançar o melhor desempenho possível de uma empresa, o Project Management Body of Knowledge (PMBOK) opera de maneira a ser um manual de boas práticas, diretrizes e definições de um projeto, com isso é um guia às partes interessadas. Dessa forma, a Figura 3 (a seguir) mostra um sequenciamento de atividades em BIM 4D.

Figura 3-Sequenciamento de atividades em BIM 4D



Fonte: Google Images

4.3 Planejamento para projeto de canteiro de obra com o uso de modelagem BIM 4D

Faz um planejamento apropriado de canteiro, origina ganhos com produtividade e segurança e ainda pode diminuir os custos que podem ocorrer com transporte de materiais. Apesar disso, por assentir com as estruturas dinâmicas, algumas vezes, a maneira como foi idealizado o planejamento do layout do canteiro de obra acaba se tornando uma tarefa difícil, podendo ser ainda ineficiente.

Com isso, o uso da modelagem BIM 4D pode ajudar na visualização do arranjo espacial dos objetos no canteiro ao longo da evolução do empreendimento, buscando trazer as suas alocações em um espaço de tempo específico, ocasionando melhores resultados para o aproveitamento físico do espaço (CALDART; SCHEER, 2022).

Os autores afirmam que, nesta fase da pesquisa, na observação passiva do planejamento do canteiro de obras, foi utilizado o processo de coleta de dados. A obra é um hotel torre de 14 andares localizado no centro de São Paulo-Brasil que possui uma área com tráfego ativa de veículos e pedestres. O canteiro de obras possui um espaço restrito e confinado e de difícil acesso, bem como limitações para manobras de veículos.

Para planejar e monitorar o desenvolvimento da obra, a empresa contratou uma empresa especialista em tecnologia BIM para desenvolver o 4D BIM e o 5D. Os modelos 3D foram desenvolvidos usando o software Autodesk Revit e sua integração com o cronograma (elaborado no software Microsoft Project) foi feita pela Software Navisworks.

A empresa especializada elaborou os modelos 3D dos projetos arquitetônicos e complementares projetos baseados nos projetos em formato 2D fornecidos pela construtora e, assim, interferências e incompatibilidades foram verificadas para então elaborar um modelo executável que atenderia melhor à produção dentro do contexto da obra. O modelo 4D BIM teve como objetivo analisar e validar o planejamento da obra, verificando possíveis inconsistências e incompatibilidades.

Nesta etapa, dados como prazos previstos, sequência das atividades, definição das atividades críticas e definições dos equipamentos, equipes de trabalho e sua contratação formato foram coletados. Documentos como estudos de logística do local e projetos arquitetônicos foram obtidos. Os principais tópicos para o desenvolvimento do estudo de logística do site podem analisados, bem como as observações para determinação de armazenamento de materiais, equipamentos (SAMPAIO; FERNANDES; GOMES, 2023).

A construtora contratou uma empresa especializada para desenvolver um layout de canteiro de obras, estudo de planejamento para resolver a logística de inserção de objetos em

um espaço físico reduzido e otimizar a produção durante as etapas da obra. O planejamento foi dividido em três etapas: (1) Plano de ataque; (2) Macrologística de transporte (3) Projeto canteiro de obras. O Projeto de canteiro de obras, assim como a demanda por materiais, mão de obra qualificada e equipamentos são quantificados e, assim, determinam o espaço necessário para o canteiro de obras.

O conjunto de informações contribui para a proposição de uma ou mais opções para o canteiro de obras. Cada proposta é avaliada até sua aprovação para implementação. Na etapa do plano de ataque, são definidos a sequência das atividades e os prazos. O cronograma estratégico lista as atividades que serão executadas em cada mês, levando em conta as especificidades envolvendo o ambiente externo e o canteiro de obras.

4.3.1 Disposição e necessidade dos objetos à medida que o trabalho se desenvolve

Esta etapa visa prever a organização logística de materiais e equipamentos para execução de tarefas, bem como a distribuição de objetos do canteiro de obras para auxiliar com eficiência o desenvolvimento da obra. Para cada logística de adaptação de materiais, layouts espaciais e modificação na logística de materiais, é feita uma análise do layout do canteiro de obras e é desenvolvido um estudo 2D mostrando sua configuração (CALDART; SCHEER, 2022).

A etapa de macrologística e transporte analisa os processos internos dos materiais transporte e sua logística de entrega e armazenamento. Para os materiais verticais, os transportes que vão para dentro do canteiro de obras, optou-se pela utilização de elevador de cremalheira levando em conta o número de cabines necessárias, a capacidade de carga do equipamento, utilizando tempo, seu posicionamento no local e a necessidade de equipamentos auxiliares de transporte. Também foram feitas considerações sobre os tipos de equipamentos de descarga de materiais e percebeu-se que a utilização de alguns equipamentos era inviável devido às condições físicas do canteiro de obras. É necessário determinar com antecedência o equipamento adequado para os principais insumos, recebimento e armazenagem no canteiro de obras.

A última etapa do planejamento (design do local) refere-se à identificação de construções temporárias como áreas comuns e alocação de material de armazenamento em diferentes locais de construção fases de trabalho. Para estabelecer instalações de áreas comuns, o cronograma de trabalho foi dividido em três etapas, propondo uma estruturação dessas instalações para cada etapa. Processo semelhante foi aplicado para determinar o

posicionamento de armazenamento de material, no entanto, o cronograma foi dividido em cinco etapas, estabelecendo o posicionamento do layout das estruturas em cada estágio.

A primeira fase do projeto definiu o modelo 3D. As construções, o lote de terreno e os principais componentes da infraestrutura foram modelados. O projeto arquitetônico, estrutural, projetos de instalações e nivelamento 2-D desenvolvidos pela construtora foram usados como referência. O modelo foi executado usando o software Autodesk Revit.

Para cada elemento modelado, foi estabelecido um parâmetro de projeto, relacionando o objeto a um item específico do cronograma de construção. O mesmo ocorreu para o canteiro de obras, elementos com áreas comuns, centros de materiais ou equipamentos que se encontram interligados ao cronograma que faz parte do canteiro de obras. A Figura 4 mostra a ligação estabelecida entre um modelo 3D, o item e o cronograma do MS-Project.

Para o objeto que representa a cravação de estacas-equipamento, que executa a fundação do reservatório elevado de água, um novo parâmetro de dados denominado EDT foi criado, dentro das propriedades do modelo 3D, com a mesma correspondência no cronograma, usando o software MS-Project.

Figura 4 - 3D and project schedule correlation



Fonte: Caldart e Scheer (2022)

Vários elementos de modelo de canteiro de obras 3D foram importados do Sketchup software, como caminhões, escavadeiras, bate-estacas e bombas de concreto. Esses objetos são não parametrizados, tendo finalidade meramente representativa. Ainda assim, foram relevantes para o projeto, pois sua visualização e seu posicionamento no espaço físico permitem análise de conflitos de ocupação e acessibilidade do espaço.

Os modelos 3D e o cronograma foram importados para o software Navisworks, que

vincula o Modelo 3D parametrizando os objetos ao fator tempo, criando um planejamento de terreno verdadeiramente dinâmico. Uma vez desenvolvido o projeto, toda a estrutura da obra pode ser avaliada, verificando a disposição espacial de todos os objetos, equipamentos materiais e áreas comuns necessários para suportar o cronograma do empreendimento (CALDART; SCHEER, 2022).

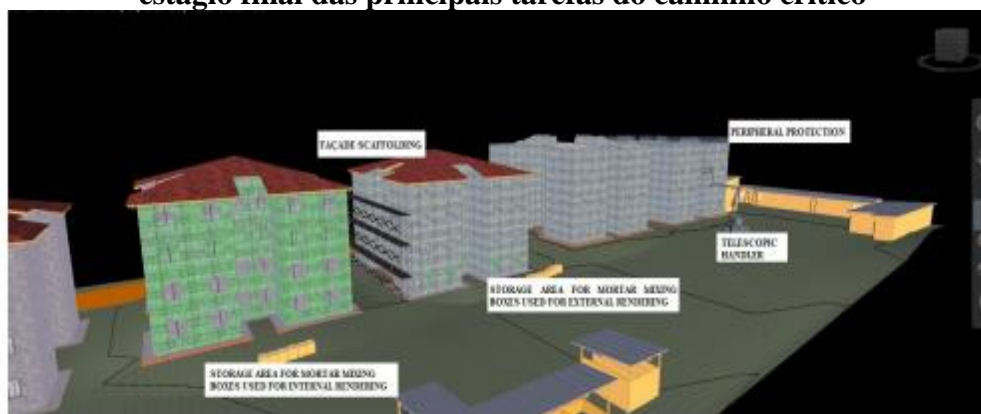
As figuras 5 a 9, obtidas do software Navisworks, referem-se ao produto do desenvolvimento dinâmico do planejamento do canteiro de obras.

Figura 5 - Imagem do Software Navisworks mostrando layout do canteiro de obras no caminho crítico etapa de tarefas



Fonte: Caldart e Scheer (2022)

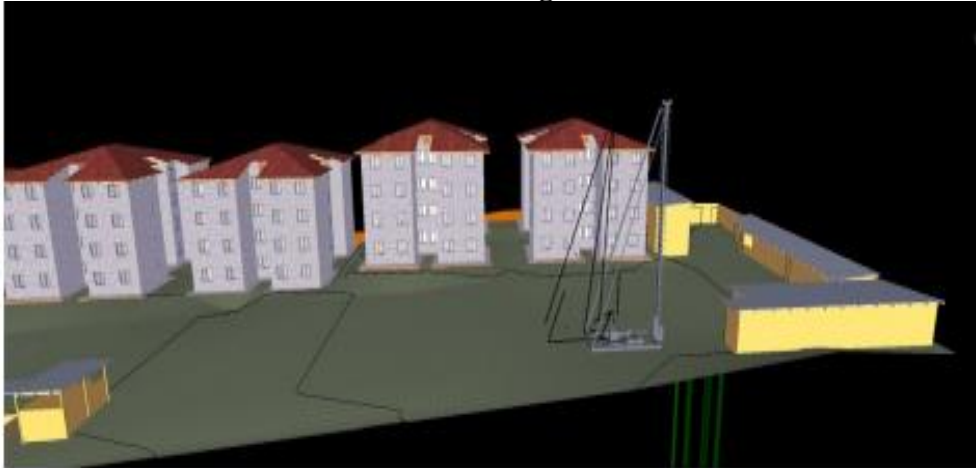
Figura 6 - Imagem do Software Navisworks mostrando o layout do canteiro de obras no estágio final das principais tarefas do caminho crítico



Fonte: Caldart e Scheer (2022)

Figura 7-Imagem do Software Navisworks da instalação do bate-estacas para

reservatório de água elevado



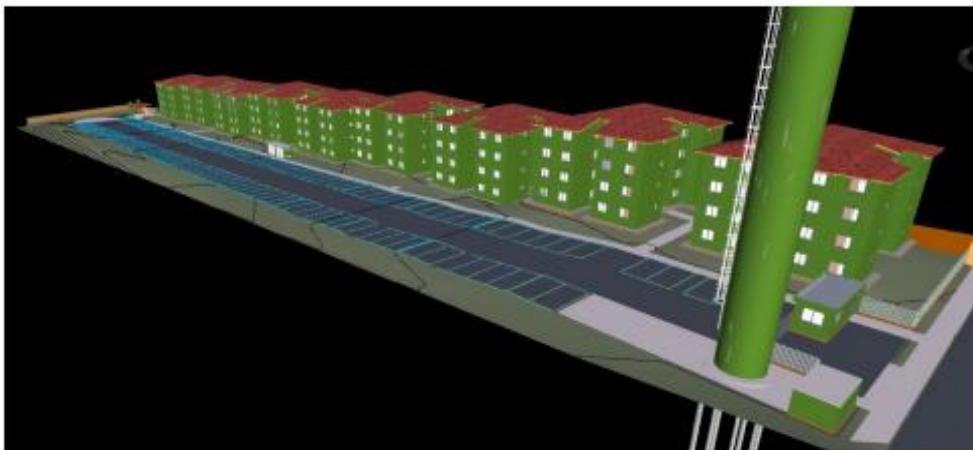
Fonte: Caldart e Scheer (2022)

Figura 8-Imagem do Software Navisworks mostrando a configuração do layout do canteiro de obras com os centros de materiais e o reposicionamento da estação do misturador de concreto



Fonte: Caldart e Scheer (2022)

Figura 9 - Imagem do Software Navisworks mostrando a desmobilização das instalações provisórias



Fonte: Caldart e Scheer (2022)

4.4 A segurança na construção com o uso do BIM 4D

As câmeras de vigilância tornaram-se cada vez mais importantes no campo do monitoramento de segurança da construção. Com informações visuais, essas câmeras ajudam os gerentes de segurança a identificar os perigos potenciais e fornecer feedback imediato. No entanto, desenvolver o plano de câmeras de vigilância continua sendo um desafio considerando o espaço de trabalho de atividades em altura e a natureza dinâmica do canteiro de obras. um plano de instalação de câmera considerando diferentes layouts de site com tempo durante a otimização para resolver esse problema (TRAN *et al.*, 2022).

Uma Abordagem para Geração de Planejamento para Instalação de Câmeras de Vigilância de Segurança em Obras em Ambiente 4D BIM, denominada SCI4D. O SCI4D é composto por três módulos: O módulo de perfil do terreno (SPM), que extrai as informações espaciais e temporais de um BIM 4D; módulo de modelagem paramétrica (PMM), que simula câmeras e calcula o desempenho de sistemas de vigilância, módulo de planejamento de instalação (IPM) sugere as soluções adequadas que atendem aos requisitos.

A eficiência da abordagem SCI4D é validada por meio do teste de um projeto de construção de 3000 metros quadrados. O SCI4D determinou 45 soluções com cobertura ideal dentro do orçamento, US\$ 2.500 (TRAN *et al.*, 2022).

4.5 A tecnologia BIM 4D e a construção industrial pesada

As tecnologias de visualização baseadas em Building Information Modeling (BIM), particularmente a modelagem quadridimensional (4D), são de suma importância quando se trata de desenvolver operação automática de guindastes e planejamento no local. As ferramentas e as tecnologias baseadas em BIM podem servir como um recipiente para dados relacionados à construção, incluindo informações geométricas de vários componentes, informações espaciais e topográficas no local, informações temporais e de cronograma, recursos e informações de custo, entre muitos outros (TAK *et al.*, 2021).

O BIM também pode melhorar o gerenciamento de dados, facilitando a coleta dinâmica de informações e modelando os relacionamentos complexos entre entidades para agilizar a comunicação entre os tomadores de decisão. Portanto, uma quantidade enorme de armazenamento e processamento de dados é necessária para expressar os modelos 3D enriquecidos com dados e seus relacionamentos, que geralmente são manipulados por intermédio de um banco de dados central (CALDART; SCHEER, 2022).

A construção industrial pesada, particularmente quando a modularização é adotada, requer estudos minuciosos de levantamento pesado para gerenciar o uso extensivo de guindastes móveis em layouts dinâmicos e congestionados. O estudo analisado mostra a simulação integrada de guindaste 4D e uma estrutura de gerenciamento de operação no local para várias operações simultâneas de guindaste móvel no ambiente BIM com o suporte de um banco de dados abrangente. Ao contrário de esforços recentes semelhantes, a estrutura proposta é construída sobre sistemas de planejamento e otimização de guindastes previamente desenvolvidos, o que permite gerar planos de operação precisos tanto em escalas micro (objetos) quanto macro (site). Essa estrutura aborda cinco componentes diferentes em relação ao gerenciamento de operação de guindaste no local, incluindo animação de levantamento de vários guindastes baseada em BIM, programação e análises de custos, controle de movimento no ambiente BIM, monitoramento de segurança e detecção de conflito e análises espaço-temporais do local (TAK *et al.*, 2021).

5 METODOLOGIA DE PESQUISA

A metodologia adotada na presente pesquisa foi a Revisão Sistemática. Tendo, assim, como seu principal objetivo a RSL em questão buscando fazer a identificação, catalogar e avaliar os estudos que foram efetivados sobre BIM 4D e planejamento e controle de obras (BASTOS, 2023).

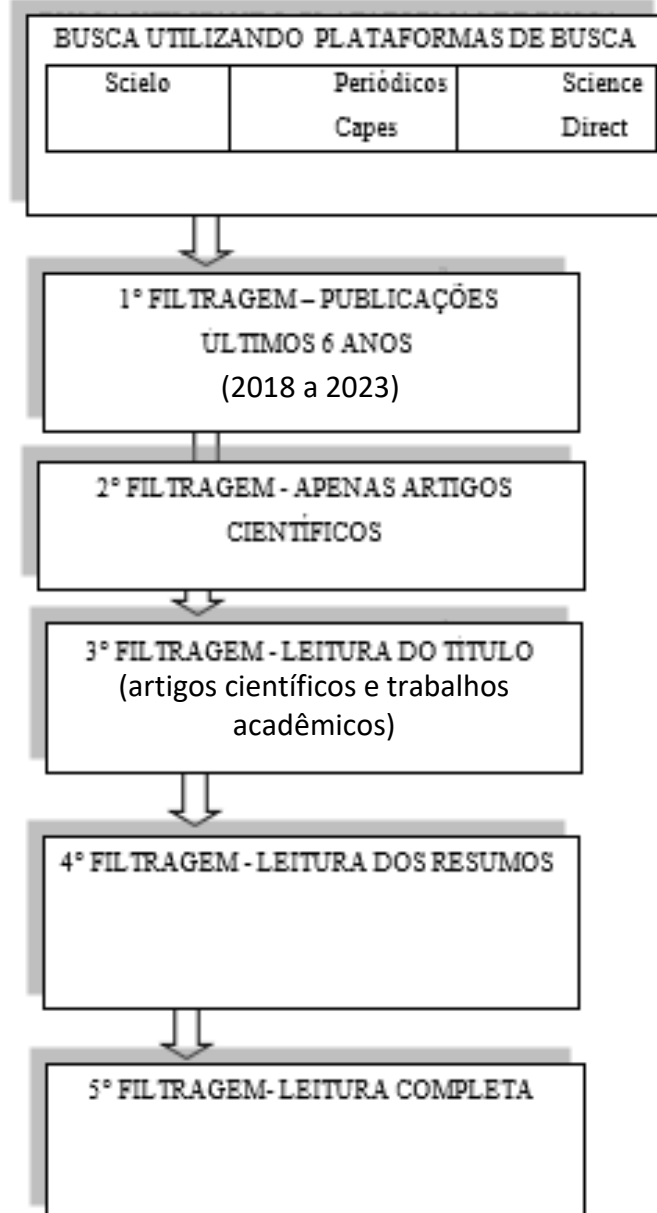
Diante do exposto, procura-se responder, por meio de dados qualitativos e quantitativos, à questão que norteia a pesquisa: Qual o impacto do BIM 4D para realizar o planejamento e o controle de obras?. Definiu-se ainda, que mais estudos eletrônicos fossem analisados e discutidos no período de 2018 a 2023. A Figura 10, logo abaixo, mostra-nos o modelo RSL, em que se divide em três pontos: planejamento, realização e divulgação.

Figura 10- RSL



Fonte: Bastos (2023)

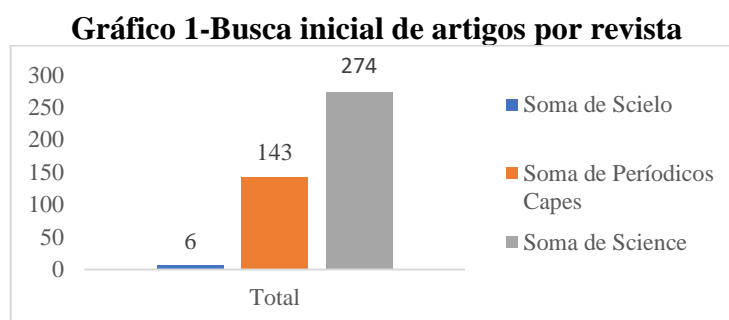
A pesquisa resultou em um total de 423 trabalhos. Os trabalhos foram analisados no mês de Maio de 2023, e sua distribuição ocorreu entre os anos de 2018 e 2023. De acordo com a Figura 11, o processo de coleta das publicações foi dividido em 6 etapas, conforme didatizado a seguir:

Figura 11-Processo de coleta das publicações para o RSL

Fonte: Autor (2023)

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A pesquisa resultou em um total de 423 trabalhos. Os trabalhos foram analisados no mês de Maio de 2023, e sua distribuição ocorreu entre os anos de 2018 e 2023. A seguir, no Gráfico de barras 1, analisaremos a distribuição inicial de artigos por revista.



Fonte: Autor (2023)

O gráfico de barras 1 apresenta a busca inicial de artigos por revista, tendo como total da Science Direct, 274 artigos, 143 artigos dos Periódicos da Capes e 6 da revista Scielo. Percebe-se, na análise do gráfico de barras, que 64,78 % dos artigos foram retirados da plataforma Science Direct, 33,81% de Periódicos da Capes e 3,41% da Scielo. Analisaremos os resultados das buscas nas bases de dados de acordo com a filtragem, como ser analisado no quadro 1.

Quadro 1-Resultados das buscas nas bases de dados com a aplicação de filtragem pelo método RSL

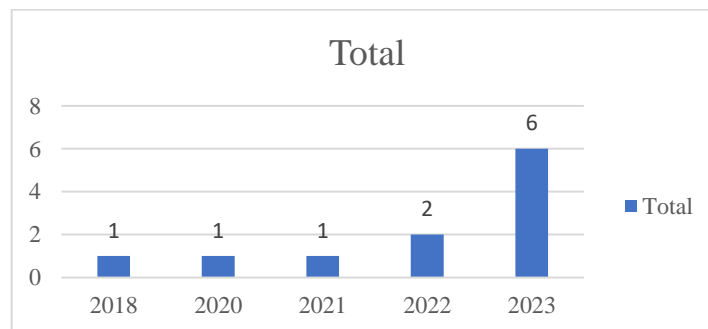
Palavras-chaves	Especificações	Scielo	Periódicos Capes	Science Direct	Total
	“BIM 4D”	6	143	274	423
Filtros	1º filtro- (publicações de 2018-2023)	6	118	179	303
	2º filtro- (apenas artigos científicos)	6	70	124	200
	3º filtro- (leitura do título)	6	30	24	60
	4º filtro- (leitura dos resumos)	6	15	12	36
	5º filtro- (leitura completa)	6	3	2	11
Total de pesquisas relevantes		6	3	2	11

Fonte: Autor (2023)

A aplicação do BIM 4D para o planejamento e controle de obras, pode ser identificada por meio de um filtro nos artigos para que se pudesse direcionar melhor a temática da pesquisa. Nas bases de dados consideradas, foi realizada uma busca com a palavra-chave “BIM 4D”, tendo como resultado inicial 6 trabalhos na Scielo, 143 no Periódicos da Capes e 274 trabalhos na Science Direct, resultando num total de 423 artigos. O primeiro filtro utilizado foram as pesquisas dos últimos 6 anos, resultando um total de 6 trabalhos da base de dados Scielo, 118 no Periódico da Capes e 124 trabalhos na Science Direct.

No segundo filtro, foram selecionados apenas artigos científicos, sendo 6 artigos na Scielo, 70 no Periódico da Capes e 124 artigos na Science Direct. Para o terceiro filtro, o critério utilizado foi a leitura dos títulos, resultando em 6 trabalhos da base de dados Scielo, 30 no Periódico da Capes e 24 trabalhos na Science Direct. No quarto filtro, foi realizada a leitura dos resumos, sendo 6 trabalhos da base de dados Scielo, 15 no Periódico da Capes e 12 trabalhos na Science Direct. E, para finalizar, foi aplicado o quinto filtro, tendo como parâmetro a leitura completa dos artigos sendo 6 trabalhos da base de dados Scielo, 3 no Periódico da Capes e 2 trabalhos na Science Direct. No gráfico 2, pode-se identificar a distribuição dos artigos selecionados para leitura completa, após a filtragem, por ano de publicação. No gráfico 2, analisamos os artigos para leitura completa pelo ano de publicação.

Gráfico 2-Artigos selecionados para leitura completa



Fonte: Autor (2023)

Na análise do gráfico, observa-se que 6 artigos são do ano de 2023, 2 de 2022 e 1 para 2021, 1 em 2020 e 1 também em 2018. Para discutir e enfatizar os resultados e discussões dos dados, buscou-se analisar cada artigo selecionado para leitura completa, cuja relação está listada no quadro 2.

Quadro 2-Lista de artigos para leitura completa

ARTIGOS PARA LEITURA	CITAÇÃO	ANO
4D-BIM Dynamic Time-Space Conflict Detection and	(MIRZAEI, 2018)	2018

Quantification System for Building		
Metodologia BIM para controle de obras públicas.	(DA SILVA QUINTAS, 2020)	2020
BIM-based 4D mobile crane simulation and onsite operation management	(TAK <i>et al.</i> , 2021)	2021
Generative planning for construction safety surveillance camera installation in 4D BIM environment	(TRAN <i>et al.</i> , 2022)	2022
Construction Projects Construction site design planning using 4D BIM modeling	(CALDART; SCHEER, 2022)	2022
Planejamento e gerenciamento de obras civis	(SOUSA; SCHUMANN, 2023)	2023
Causas de atrasos na conclusão de obras públicas: uma análise comparativa por pesquisa bibliométrica e estudo de caso	(GUIMARÃES; VALE; D'ANGELO, 2023)	2023
A implantação do GEBIM na UFAL	(SANTOS <i>et al.</i> , 2023)	2023
O multiverso do BIM aplicado ao mercado da construção civil.	(LOBO; LOBO; BOTELHO, 2023)	2023
Percepção do BIM por projetistas da AECO em Pernambuco	(VASCONCELOS; GERMANO, 2023)	2023
Otimização computacional para desenvolvimento de projetos sustentáveis em BIM	(JANCHIKOSK; BARDELLI; CRIPPA, 2023)	2023

Fonte: Autor (2023)

Vasconcelos e Germano (2023) afirmam que a construção civil, por ser um setor antigo e complexo em meio aos outros tipos de construções (indústrias), acaba sofrendo com o excesso de desperdícios e prejuízos que podem se originar, sobretudo, com a omissão de planejamento e de controle da realização de um empreendimento, o que interfere, assim, em elevados gastos, que não eram previstos e em atraso em relação ao prazo planejado.

Dias (2020) afirma que a particularidade do processo de planejamento de um projeto e o reconhecimento de inconsistências e falhas nos projetos e plantas das diversas especialidades são fatores pertinentes que influenciam o sucesso da execução de um projeto global. A implantação da metodologia Building Information Modeling (BIM) vem aumentando a competência no setor da construção. O autor ainda afirma que o relatório NBS BIM de 2016, emitido pelo UK Institute of Civil Engineering (ICE), esclarece que um modelo BIM não é apenas uma versão geométrica melhorada de um modelo CAD, mas também está associado a melhorar a gestão da informação.

Esse conceito é importante porque suporta todo o ciclo de vida de um edifício, a agregação das informações geradas ao longo do desenvolvimento de múltiplos projetos. A

utilização de plataformas BIM também transmite a comunicação entre o profissional e a prestação de serviços (CALDART; SCHEER, 2022).

O conceito de planejamento é definido como processo gerencial que compreende os objetivos e a decisão de procedimentos fundamentais para alcançá-los, de maneira que seja eficaz apenas ao ser concretizado conjuntamente com o controle (BRITO; FERREIRA, 2020). Podemos concluir então que não existe controle sem planejamento e vice-versa. Existem dois tipos de cronogramas, um deles é o cronograma em redes e o outro se refere ao cronograma em barras (BOJE *et al.*, 2022).

D'Angelo e Guimarães (2023) afirmam em seu estudo que há graves problemas nas obras da administração pública na atualidade, como atrasos no cronograma e nas adições financeiras em obras firmadas por Instituições de Ensino Público. Os autores concluem em seu estudo que é de suma importância que haja capacitação de todos os profissionais e investimento em softwares específicos para gestão de projetos para que tais problemas em obras públicas sejam eliminados.

Caldart e Scheer (2023) relatam sobre esse tema e mencionam que, em relação ao cronograma de barras, o mais usado nos empreendimentos construtivos é o Gráfico de Gantt, conhecido ainda, como Diagrama de Barras. Sendo que o motivo para isso é justamente o manuseio e, basicamente, a visualização por técnicos e leigos, o que esclarece o relacionamento inicial em meio aos serviços (quem contrata e quem está contratando).

Esse diagrama não mostra certos benefícios que são trazidos por meio do diagrama de rede Pert/CPM (Program evaluation and review technique/Critical Path Method), como a implantação de sucessoras e predecessoras, de maneira a interdependem as etapas construtivas; a simplicidade de reprogramações, o que se torna comum nas obras; e a descrição de etapas ou serviços em atividades de interesse próprio.

Assim, com essas desvantagens, os diagramas de Gantt são moderadamente proveitosos para realizar a programação e, com isso, o controle de projetos. O planejamento BIM 4D é o planejamento tradicional planejado e construído a partir da modelagem 3D. Esta dimensão BIM proporciona algumas competências, como a visão do processo da construção, a compreensão do cronograma, a identificação de erros e potenciais dificuldades ou até mesmo problemas antes da execução (SAMPALIO; FERNANDES; GOMES, 2023).

Santos *et al.* (2023) ainda indaga sobre “Building Information Modeling” (BIM), afirmando que é uma representação digital de um projeto de construção ou infraestrutura que é usado para contribuir com o projeto, com a construção e a com a sua manutenção. Os estudos de Santos *et al.* (2023) contribuem também com a pesquisa quando ele aborda dizendo que é

uma perspectiva virtual em que os dados do projeto de construção e as informações relacionadas ao seu grau de execução são modelados e rastreados por meio de pacotes de software no computador para capacitar as equipes de projeto e planejamento.

A utilização desse método é útil para progredir a cooperação entre diferentes grupos de design e ajuda a diminuir alguns erros. Se cada grupo trabalhar sozinho, sem compartilhar informações com outros grupos, o processo de exame é realizado para os diferentes projetos depois que eles são coletados em um modelo, e isso dará uma visualização fantástica, excelente visualização 3D, além de revelar os confrontos antes de iniciar o trabalho de construção. A constatação de conflitos é o processo de identificação e resolução de conflitos entre diferentes componentes de construção em um modelo BIM (SAMPAIO; FERNANDES; GOMES, 2023).

Outra técnica BIM para essa constatação de conflitos é o uso do software Revit. O Revit é um software BIM amplamente usado na indústria da construção para projeto de construção e coordenação de construção. O Revit possibilita que os usuários possam criar modelos 3D com mais detalhes de componentes de construção e detectam conflitos entre diferentes sistemas no modelo. Ele também afirmou que o uso do Revit para detecção de conflito melhora a eficiência e a precisão da construção processo. Além do Revit, existem vários outros softwares BIM que podem ser utilizados para a descoberta de conflito. Isso inclui Solibri Model Checker, Autodesk BIM 360 e BIMcollab. Cada um desses apps de software têm seus próprios manuseios e capacidades exclusivas e podem ser utilizados para detectar e resolver conflitos em modelos BIM (JANCHIKOSKI; BARDELLI; CRIPPA, 2022).

Como é mencionado no estudo BOJE *et al.* (2022), salvante custos adicionais não previstos na construção, atrasos no cronograma, ainda existem muitos casos de gambiarra em obra, o que leva a uma redução da qualidade do empreendimento (improvisos em obra).

Brito e Ferreira (2020), em seu estudo de caso, na fase de realização das instalações, registraram interferências entre as instalações hidrossanitárias de água, esgoto e gás em conflito com as instalações elétricas, em que os autores relatam atrasos em obra pela falta de planejamento, tendo em vista que a solução teve que ser desenvolvida com a obra em andamento.

Outro estudo realizado por Quintas (2020) mostra as interferências, em que os eletrodutos passam nas instalações elétricas e que estão em conflito com vigas, e trazendo como solução um rebaixamento do forro de gesso, o que ocasiona mudanças estéticas não previstas e aumento dos custos da obra.

6.1 Vantagens e desvantagens do BIM 4D

Por meio da leitura, foram levantados pontos em comum entre as pesquisas que colocaram em prática o gerenciamento de obras utilizando o BIM. Utilizando-se a especificação “BIM 4D” e a base de dados da Scielo, Periódicos Capes e Science Direct pode-se obter dados confiáveis e relevantes para a pesquisa.

Podendo, assim, destacar como os principais resultados: a melhoria com relação à segurança que se tem no ambiente de trabalho; o melhor entendimento sobre as informações de logística; a eficácia no processo de planejamento da disposição do layout do canteiro; a diminuição dos prazos e além disso dos custos; o melhoramento da gestão de recursos; a melhora e a elucidação do processo construtivo; o mapeamento e a diminuição de riscos; o aumento na colaboração, assim como na comunicação das equipes (CALDART; SCHEER, 2022).

Zamani *et al.* (2018) afirma que em outras aplicações da modelagem quadridimensional ocorrem vantagens do mesmo modo que a facilidade de se observar os erros de sequenciamento das atividades, bem como as dificuldades apresentadas entre equipamentos, o limite físico do canteiro de obras, atividades apresentam risco aos trabalhadores e probabilidades de intervenções entre equipamentos e instalações de canteiros. A literatura que fala sobre a aplicação do modelo BIM 4D é vasta, merecendo uma atenção especial, pois sabe-se que a indústria da construção civil busca entender melhor e amplamente como aplicar modelos BIM para a gerência de projetos.

Evidenciando ainda as desvantagens e os desafios mapeados que foram encontrados: a falta de habilidade por parte dos profissionais para ocorrer o desenvolvimento e ainda o entendimento da metodologia; a necessidade de se alcançar a melhora para o quesito da interoperabilidade, de maneira que exista a troca de informações entre os distintos modelos, o que não ocorre de maneira tão natural quanto deveria ser (SAMPAIO; FERNANDES; GOMES, 2023).

7 CONCLUSÕES

Diante do exposto ao longo de todo o trabalho, enfatizamos aqui a RSL que nos norteou a identificar, a classificar e a analisar os estudos mencionados neste trabalho sobre o BIM 4D, assim como o planejamento e o controle de obras. Sabe-se que, para um bom resultado, é necessário primeiramente de um planejamento rico em detalhes e em qualidade, e o método RSL entra com total força nessa parte. Também entendemos e concluimos que esse método é de suma importância para um bom planejamento e um resultado de excelência.

Percebe-se que, após a última filtragem dos trabalhos, na análise do gráfico de barras 2, que 54,55% dos artigos são referentes ao ano de 2023, 18,19% são de 2022 e os 27,26% restantes são distribuídos igualmente entre os anos de 2021 (9,09%), 2020 (9,09%) e 2018 (9,09%). As pesquisas mais relevantes foram as de 2023, visto que as essas são as mais atualizadas e relevantes para a temática abordada. A partir disso, pode-se verificar que a adoção da revisão sistemática da literatura como metodologia foi eficiente para realizar a investigação sobre o impacto do BIM 4D durante o processo para efetuar o planejamento, assim como o controle de obras no decorrer dos anos de 2018 e 2023.

Portanto, o BIM se torna uma plataforma que supre as necessidades de comunicar virtualmente a obra ou construção, agregando juntamente outras plataformas de tecnologia digital/comunicação visual, dando oportunidade de compartilhar as mesmas informações visuais no ambiente simultaneamente, facilitando a comunicação e o trabalho em equipe quando os participantes estiverem em locais diferentes.

Conclui-se, portanto, que a plataforma BIM é considerada relevante para um bom trabalho e execução de obras e construções, sejam elas públicas ou privadas. Todas as suas funcionalidades e opções oferecidas dentro da plataforma podem ajudar na elaboração do projeto, dando qualidade ao trabalho para os profissionais da área da construção civil. Esse método e gestão (uso do BIM 4D em construção e obras) estão cada vez mais crescendo no Brasil, tornando-se, assim, um trabalho eficiente, prático e de colaboração múltipla.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Maria Naiane Ferreira *et al.* A utilização do metodologia BIM no planejamento e fiscalização de obras públicas. **Revista Multidisciplinar do Sertão**, v. 5, n. 1, p. 73-82, 2023.

AZEVEDO, O. J. M. D. **Metodologia BIM - Building Information Modeling na Direcção Técnica de Obras. 2019.** (Mestrado). Engenharia Civil, Reabilitação, Sustentabilidade e Materiais de Construção, Universidade do Minho, 2019.

BASTOS, Marina Sacchetto Ribeiro. **O uso do BIM 4D para o processo de planejamento e controle de obras: uma revisão sistemática da literatura entre os anos de 2020 e 2022. 2023.** Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto. 2023.

BATAGLIN, F. S. *et al.* BIM 4D aplicado à gestão logística: implementação na montagem de sistemas pré-fabricados de concreto engineer-to-order. **Ambiente Construído**, 18(1); 173-192; 2018-03. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ac/a/SRK3mtwKNpcpTL3jmjPqvBF/?lang=pt>>. Acesso em 05/06/2023.

BIOTTO, Clarissa Notariano; FORMOSO, Carlos Torres; ISATTO, Eduardo Luis. Uso de modelagem 4D e Building Information Modeling na gestão de sistemas de produção em empreendimentos de construção. **Ambiente Construído**, 15(2); 79-96; 2015-06. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ac/a/b6h7YZsWrcRXfknMN6jftKM/abstract/?lang=pt>>. Acesso em 05/06/2023.

BOJE, Calin *et al.* Semântica para vincular dados de 4D BIM ao suporte colaborativo digital. **Fronteiras da Gestão da Engenharia**, v. 9, n. 1, pág. 104-116, 2022.

BRITO, Douglas Malheiro de; FERREIRA, Emerson de Andrade Marques. Avaliação de estratégias para representação e análise do planejamento e controle de obras utilizando modelos BIM 4D. **Ambiente Construído**, 15(4); 203-223; 2015-12. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ac/a/ZKqzKCDhhNTWHw6sFFMpd6w/>> Acesso em 05/06/2023.

CALDART, Caroline Wilsek; SCHEER, Sérgio. Construction site design planning using 4D BIM modeling. **Gestão e Produção**, 2022. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/gp/a/GqSVgv7TT9CNSKsfVw5fL9n/>>. Acesso em 05/06/2023.

CAMPESTRINI, Tiago Francisco *et al.* **Entendendo BIM**. Curitiba, PR, 2015.

CARDOSO, Renato Rezende *et al.* Aspectos construtivos no uso do bim no Brasil. **Episteme Transversalis**, [S.l.], v. 14, n. 1, p. 225-238, abr. 2023. ISSN 2236-2649. Disponível em: <<http://revista.ugb.edu.br/ojs302/index.php/episteme/article/view/2694>>. Acesso em: 16/05/2023.

CARNEIRO, Nathalia *et al.* O uso da metodologia 4D e 5D para o gerenciamento e planejamento de obras: revisão sistemática da literatura. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DE PROJETO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, v. 7, p. 1-10, 2021.

CATELANI, Wilton Silva; SANTOS, Eduardo Toledo. Normas brasileiras sobre BIM. **Revista**

Concreto & Construções, [S. l.], v. 84, p. 54-59. out./dez. 2016.

COSTA, Giovani Cecatto Lopes Ribeiro *et al.* Estudo Comparativo da Tecnologia CAD com a Tecnologia BIM. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 34, n. 2, p. 11-18, 2015.

DA SILVA QUINTAS, Maria Carolina. **Metodologia BIM para controle de Obras Públicas**. Boletim do Gerenciamento, v. 15, n. 15, p. 13-21, 2020.

D'ANGELO, A. C. A.; GUIMARÃES, I. F. G.; VALE, C. M. Causas de atrasos na conclusão de obras públicas: uma análise comparativa por pesquisa bibliométrica e estudo de caso. **Revista de Gestão e Projetos (GeP)**, p. 190-218, jan./abr, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.5585/gep.v14i1.22740>. Acesso em: 28 jun. 2023.

DIAS, David Passos Barbosa. Planejamento em BIM 4D comparado ao planejamento tradicional. **Engineering Sciences**, v. 8, n. 2, p. 26-44, 2020.

GUIMARÃES, Irce Fernandes Gomes *et al.* **Causas de atrasos na conclusão de obras públicas: uma análise comparativa por pesquisa bibliométrica e estudo de caso**. Gestão e Projetos: GeP, v. 14, n. 1, p. 190-218, 2023.

JANCHIKOSKI, F. R.; BARDELLI, G.; CRIPPA, J. Otimização Computacional para desenvolvimento de projetos sustentáveis em Bim: uma revisão sistemática da Literatura. SIMPÓSIO DE PESQUISA E SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA. **Anais**. [S. l.], v. 1, n. 7, 2023. Disponível em: <https://sppaic.fae.emnuvens.com.br/sppaic/article/view/218>. Acesso em: 28 jun. 2023.

LOBO, Antonio Victor Rodrigues; LOBO, Fernando Henrique Rodrigues; BOTELHO, Maria Augusta Rodrigues Lobo. O multiverso do BIM aplicado ao mercado da construção civil. **Revista On-line IDD**, ed. 1, v. 1, n. 1º, 2023.

MIRZAEI, Ali *et al.* **4D-BIM dynamic time–space conflict detection and quantification system for building construction projects**. Journal of construction engineering and management, v. 144, n. 7, p. 04018056, 2018.

NEIVA NETO, Romeu da Silva; RUSHELL, Regina Coeli. BIM aplicado ao projeto de fôrmas de madeira em estrutura de concreto armado. **Ambiente Construído**, 15(4); 183-201; 2015-12. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/ac/a/zg8Ftj89RT6DbSzqhnzLvqd/abstract/?lang=pt>>. Acesso em 05/06/2023.

NOBERTO, Camila *et al.* Revisão sistemática da literatura: uso do 4D BIM no planejamento de canteiros de obra e na otimização da segurança. **Anais**, p. 1–8, 4 nov. 2020.

PAIVA, Daniel Capistrano Sarinho. **Uso do BIM para compatibilização de projetos: barreiras e oportunidades em uma empresa construtora**. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

QUINTAS, Maria Carolina da Silva. Metodologia BIM para controle de Obras Públicas. **Boletim do Gerenciamento**, [S.l.], v. 15, n. 15, p. 13-21, jun. 2020. ISSN 2595-6531. Disponível em: <<https://nppg.org.br/revistas/boletimdoGerenciamento/article/view/262>>.

Acesso em: 16/05/2023.

RECK, Raquel Hoffmann *et al.* Diretrizes para a definição de lotes de montagem de sistemas pré-fabricados de concreto do tipo engineer-to-order. **Ambiente Construído**, 20(1); 105-127; 2020-03. Disponível em:

< <https://www.scielo.br/j/ac/a/C4gBWxJrcCcwqXy3MshShfv/?lang=pt> >. Acesso em 05/06/2023.

SAMPAIO, Alcinia Zita; FERNANDES, Vitor; GOMES, Augusto. O uso de ferramentas baseadas em BIM para melhorar projetos de construção colaborativos. **Procedia Ciência da Computação**, v. 219, 2023, p. 2027-2034. Disponível em <<https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.01.504>>. Acesso em: 12/06/2023.

SANTOS, Giovane Bernardes dos; SILVA, Claudio da; BRITO, Giziane. Compatibilização de projetos através da tecnologia bim: project compatibility through bim technology. **Revista UNICREA-Revista Técnico Científica da Universidade Corporativa do CREA/SC**, v. 1, n. 1, p. 129-160, 2023.

SANTOS JÚNIOR, C. dos. *et al.* A Implantação do Gebim na Ufal. **Revista Eletrônica Extensão em Debate**, [S. l.], v. 12, n. 13, 2023.

Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/index.php/extensaoemdebate/article/view/14400>. Acesso em: 28 jun. 2023.

SOTÉRIO, Laura Menegaz; MACHADO, Vinícius Cardoso. **Análise da disseminação da plataforma BIM no setor da construção civil voltado para fase de gestão e planejamento**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, 2018.

SOUSA, Eduardo Marques de; SCHUMANN, Renato. Planejamento e Gerenciamento de Obras Civis. **Boletim do Gerenciamento**, v. 35, n. 35, p. 1-9, 2023.

TAK, Ala Nekouvaght *et al.* BIM-based 4D mobile crane simulation and onsite operation management. **Automation in Construction**, v.128, 2021. Disponível em:

< <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103766>>. Acesso em: 05/06/2023.

TRAN, Si Van-Tien *et al.* Generative planning for construction safety surveillance camera installation in 4D BIM environment. **Automation in Construction**, v. 134, 2022,104103,ISSN 0926-5805. Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580521005549#preview-section-cited-by>>. Acesso em: 05/06/2023.

VARGAS, Fabrício Berger de; FORMOSO, Carlos Torres. Método para planejamento e controle da produção baseado em zonas de trabalho com o apoio de BIM. **Ambiente Construído**, 20(1); 129-151; 2020-03. Disponível em: < [SciELO - Brasil](#)> Acesso em 05/06/2023.

VASCONCELOS, B. M.; GERMANO, J. V. M. de A. Percepção do BIM por projetistas do setor da AECO em Pernambuco. **Revista Projetar - Projeto e Percepção do Ambiente**, [S. l.], v. 8, n. 1, p. 132–142, 2023. DOI: 10.21680/2448-296X.2023v8n1ID29542. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/revprojetar/article/view/29542>. Acesso em: 17 jun. 2023.