



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

CARLOS ROBERTO DE SOUZA COSTA FILHO

**IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA BIM NOS PROJETOS DA SECRETARIA
DE ESPORTES DO RECIFE**

RECIFE

2023

CARLOS ROBERTO DE SOUZA COSTA FILHO

**IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA BIM NOS PROJETOS DA SECRETARIA
DE ESPORTES DO RECIFE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Graduado em Engenharia Civil.

Área de concentração: Engenharia Civil

Orientador: Prof. Tibério Wanderley Correia de Oliveira Andrade

RECIFE

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Costa Filho, Carlos Roberto de Souza.

Implementação da metodologia BIM nos projetos da secretaria de esportes do Recife / Carlos Roberto de Souza Costa Filho. - Recife, 2023.

41 : il., tab.

Orientador(a): Tibério Wanderley Correia de Oliveira Andrade
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Engenharia Civil - Bacharelado, 2023.

1. BIM. 2. Revit. 3. AutoCAD. I. Andrade, Tibério Wanderley Correia de Oliveira. (Orientação). II. Título.

620 CDD (22.ed.)

CARLOS ROBERTO DE SOUZA COSTA FILHO

**IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA BIM NOS PROJETOS DA SECRETARIA
DE ESPORTES DO RECIFE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Graduado em Engenharia Civil.

Aprovada em: 02/06/2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Tibério Wanderley Correia de Oliveira Andrade (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Rubens Alves Dantas (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Eng. Ricardo Maciel Castro Huttli (Examinador Externo)
Tecomat Engenharia

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus, ser de luz, por possibilitar essa conquista.

Gostaria de começar agradecendo à minha família pelo amor e apoio incondicionais durante toda a minha jornada acadêmica. Sempre me incentivaram a perseguir meus sonhos e foram meu porto seguro em momentos difíceis. Meus pais (Sandra e Roberto), irmãs (Carini e Roberta), irmão (André), avó, tias e tios que são minha fonte de inspiração e motivação, e sou imensamente grato por tê-los em minha vida.

Aos meus amigos, que sempre estiveram ao meu lado, oferecendo palavras de encorajamento e um ombro amigo quando necessário. Foram muitas noites de estudo e trabalho em equipe, e sem a ajuda de vocês, certamente não teria chegado até aqui. Sou grato por ter amigos tão incríveis e especiais.

E, finalmente, mas certamente não menos importante, quero agradecer à minha esposa Daniele. Você é minha melhor amiga, confidente e parceira de vida. Seu amor, paciência e apoio ao longo dos últimos anos foram inestimáveis. Obrigado por sempre me apoiar em todas as decisões e projetos, e por ser meu porto seguro em todas as tempestades. Você é meu grande amor, e sem você, nada disso seria possível.

Ao meu orientador, pelos seus ensinamentos, dedicação, paciência e incentivo, contribuindo com a minha formação.

Ao corpo docente do departamento de engenharia civil, por todo o processo de aprendizado com o compromisso à profissão.

A todos vocês, minha família, amigos e esposa, meu sincero agradecimento. Este TCC não é apenas meu, mas também de vocês, que estiveram ao meu lado nesta jornada. Sou grato por cada um de vocês, e espero poder retribuir todo o amor e apoio que recebi.

Enfim, a todos que, de alguma forma, contribuíram para esta conquista.

RESUMO

O *Building Information Modeling* (BIM) é uma das tecnologias que está revolucionando o setor da construção civil. A transição de uma metodologia de projeto arquitetônico baseada em CAD (*Computer Aided Design*) para uma metodologia BIM transformou um sistema que simula o desenho manual em um que simula o processo de construção. Ferramentas aprimoradas para visualização e compatibilidade de sistemas de construção relacionados ao BIM podem fornecer soluções que levam a menos erros de projeto e, conseqüentemente, menos erros de construção. Apesar desse potencial e dos incentivos da legislação brasileira, a implantação do BIM no Brasil ocorre lentamente, devido, principalmente, a falta de capacitação técnica. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é fazer um estudo de caso na elaboração de um projeto da Secretaria de Esportes do Recife (SESP), utilizando as tecnologias CAD e BIM. O elemento estudado é o projeto de um parque com um complexo esportivo. A elaboração do projeto arquitetônico foi feita nos *softwares AutoCAD e Revit*. A renderização do projeto foi feita no próprio *Revit*, bem como, no *Lumion*. Foi aplicado a realidade aumentada no *Augin* e a realidade virtual no *BIMx*. A utilização do *Revit* em detrimento do *AutoCAD* proporcionou uma diminuição de erros, diminuição de tempo e uma maior qualidade do trabalho. A capacidade de criar imagens renderizadas no sistema BIM (*Revit e Lumion*) forneceu uma melhor compreensão dos itens, além de criar uma aparência mais realista. Além das apresentações, o uso de softwares como *BIMx e AuginAPP* também contribuiu para uma melhor visualização dos interessados no projeto, pois há a possibilidade de criação de modelos de realidade virtual e aumentada. Dessa forma, a abordagem de projeto BIM trouxe grandes ganhos em termos de produtividade, detalhamento, economia de tempo e redução de erros. No entanto, observa-se que ainda existem algumas barreiras ao uso do BIM pois, é necessário a utilização de computadores mais potentes, a curva de aprendizado mais rápida e falta de profissionais treinados.

Palavras-chave: BIM; Revit; AutoCAD.

ABSTRACT

Building Information Modeling (BIM) is one of the technologies that is revolutionizing the civil construction sector. The transition from a CAD (Computer Aided Design) based architectural design methodology to a BIM methodology has transformed a system that simulates manual drawing into one that simulates the construction process. Improved tools for visualization and compatibility of BIM-related building systems can provide solutions that lead to fewer design errors and, consequently, fewer construction errors. Despite this potential and the incentives of Brazilian legislation, the implementation of BIM in Brazil is slow, mainly due to the lack of technical training. In this sense, the objective of this work is to make a case study in the elaboration of a project of the Secretariat of Sports of Recife (SESP), using CAD and BIM technologies. The studied element is the design of a park with a sports complex. The elaboration of the architectural project was done in AutoCAD and Revit software. The rendering of the project was done in Revit itself, as well as in Lumion. Augmented reality was applied in Augin and virtual reality in BIMx. The use of Revit instead of AutoCAD provided a reduction in errors, a reduction in time and a higher quality of work. The ability to create rendered images in the BIM system (Revit and Lumion) provided a better understanding of the items, as well as creating a more realistic appearance. In addition to the presentations, the use of software such as BIMx and AuginAPP also contributed to a better visualization of those interested in the project, as there is the possibility of creating virtual and augmented reality models. In this way, the BIM design approach brought great gains in terms of productivity, detailing, time savings and error reduction. However, it is observed that there are still some barriers to the use of BIM, since it is necessary to use more powerful computers, a faster learning curve and a lack of trained professionals.

Keywords: BIM; Revit; AutoCAD.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Gráfico comparativo entre o processo tradicional de desenvolvimento de projetos (CAD) e o processo BIM.....	15
Figura 2 - Principais softwares BIM presentes no mercado.....	16
Figura 3 - Os fundamentos do BIM.....	21
Figura 4 - Organograma Secretaria de Esporte do Recife (SESP).....	25
Figura 5 - Organograma Secretaria Executiva de Infraestrutura.....	26
Figura 6 - Localização do Parque Caiara.....	26
Figura 7 - Fluxograma das atividades desenvolvidas.....	27
Figura 8 - Projeto da praça Caiçara.....	29
Figura 9 - Modelagem tridimensional arquitetônica.....	30
Figura 10 - Modelo tridimensional.....	31
Figura 11 - Fachada utilizando Revit.....	31
Figura 12 - Corte automático utilizando Revit.....	32
Figura 13 - Quantitativos de Paredes.....	33
Figura 14 - Quantitativos de portas.....	33
Figura 15 - Renderização utilizando o <i>Revit</i>	34
Figura 16 - Renderização utilizando o Lumion.....	34
Figura 17 - Visualização do AuginApp.....	35
Figura 18 - Realidade virtual (AuginApp).....	35
Figura 19 - Visualização do BimX.....	36
Figura 20 - Realidade aumentada (BimX).....	36
Figura 21 - Detalhes utilizando o BIMx.....	37

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO.....	11
1.2	OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	CAD x BIM	13
2.2	SOFTWARES CAD	16
2.3	SOFTWARES BIM	17
2.3.1	Revit.....	17
2.3.2	Lumion.....	17
2.4	SOFTWARES DE REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA	18
2.4.1	Augin.....	18
2.4.2	BIMx	19
2.5	GESTÃO DE PROJETOS	20
2.6	SISTEMA BIM PARA PROJETOS	20
2.7	DECRETO Nº 10.306, DE 2 DE ABRIL DE 2020	22
2.8	LEI DE LICITAÇÃO Nº 14.133, DE 1º DE ABRIL DE 2021	23
3	MATERIAIS E MÉTODOS	24
3.1	DESCRIÇÃO DA SESP	24
3.2	DESCRIÇÃO DO PROJETO	26
3.3	MODELAGEM	27
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	29
4.1	PROJETO ARQUITETONICO.....	29
4.2	LEVANTAMENTO DE QUANTITATIVOS.....	32
4.3	RENDERIZAÇÕES	33
4.4	REALIDADE VIRTUAL X REALIDADE AUMENTADA	34
5	CONCLUSÃO.....	38
6	REFERÊNCIAS	39

1 INTRODUÇÃO

Com avanço da tecnologia no mundo, foram desenvolvidos diversos *softwares* para a substituição da elaboração dos projetos a mão. Dentre eles, surgiu o sistema *Computer Aided Design* (CAD), que segundo Nunes e Leão (2018), trouxe uma grande melhoria no setor da construção civil. Apesar de ter inicialmente havido uma resistência de implementação, a utilização do CAD permitiu que os projetos fossem executados de maneira mais rápida e a suas alterações fossem mais facilmente feitas.

Após o surgimento da tecnologia CAD, percebeu-se a necessidade de o surgimento de novos *softwares* para auxiliar a construção civil. Assim, ocorreu o desenvolvimento de sistemas baseados na tecnologia *Building Information Modeling* (BIM). De acordo com Coelho e Novaes (2008), o BIM transmite uma quantidade de informações maior do que em modelos CAD tradicionais. Em consequência disso, tem-se a diminuição dos conflitos entre os elementos construtivos.

Com o modelo BIM pode-se compatibilizar diversos projetos com uma simulação digital, podendo assim, mostrar em quais pontos está tendo conflito, e em quais projetos ocorreram esse conflito, com maior facilidade de alteração nos projetos. Além disso, é permitido fazer uma modelagem tridimensional (3D) que no sistema CAD não é viável de ser feito. No BIM, também é possível obter quantitativos que auxilia na elaboração de orçamentos, o que no CAD é feito de modo manual. De acordo com Carvalho (2018), a implantação do BIM vai exigir mudanças em toda cadeia da construção civil, esforço de implementação e investimentos.

Apesar do BIM trazer diversos benefícios, tais como, a melhoria na qualidade dos projetos, as reduções nos erros e também a redução no tempo de elaboração e de prazo de entrega, ainda assim, existe um pouco de resistência na construção civil. Isso se deve ao fato de ainda não haver mão-de-obra qualificada para operar esses *softwares*. Segundo Steiner (2016) é por isso que muitas empresas de engenharia não se sentem seguras para investirem em uma transformação do modelo CAD para o modelo BIM. É preciso ter em mente que a migração para a tecnologia BIM é uma transição de longo prazo para que toda equipe de projetos consiga acompanhar o processo.

Além de auxiliar no processo decisório, a utilização do BIM também está conforme o Decreto n.º 10.306 (BRASIL, 2020). Esse decreto trata da implantação do BIM no Brasil e estipula que, até 2028, deverá ser utilizado para novos projetos, orçamentos, construção, gestão e manutenção de prédios públicos. A Lei de Licitações n.º 14.133 (BRASIL, 2021) estabelece,

em seu artigo 19, parágrafo 3, a preferência pela utilização do BIM ou tecnologias e processos integrados similares ou mais avançados nas licitações de obras e serviços de engenharia e arquitetura.

Em vista disso, este trabalho tem como objetivo fazer um estudo de caso na elaboração de um projeto da Secretaria de Esportes do Recife (SESP), comparar o seu desenvolvimento utilizando as tecnologias CAD e BIM, bem como, apresentar as principais vantagens e desvantagens no decorrer do processo.

1.1 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO

De acordo com Eastman et al. (2014), com a utilização do BIM pode-se ter um ganho importante para todos os envolvidos nos projetos de construção. Ganha-se muito em produtividade e eficácia, pois se têm uma maior quantidade de informações, diminuindo assim os custos e tendo uma obra de melhor qualidade, além de ter um ganho de rapidez através da inovação tecnológica.

Ao utilizar a tecnologia BIM, todos os envolvidos no ciclo de vida de uma edificação se beneficiarão dela. Os projetistas ganham produtividade e eficiência por meio de informações mais profundas e consistentes; os construtores obtêm uma engenharia mais previsível e de custo mais baixo; os proprietários se beneficiam de custos operacionais mais baixos e períodos de construção mais longos, devido à maior qualidade do produto; e, finalmente, os fornecedores de produtos e materiais podem se beneficiar de uma comunicação mais fácil com os clientes e parceiros, logística mais rápida e melhor monitoramento do ciclo de vida do produto (KASSEM; AMORIM, 2015).

De acordo com Kassem e Amorim (2015), governos, clientes-chave e agências regionais em todo o mundo, estão desenvolvendo e implementando programas nacionais de BIM. Os direcionadores de todas essas iniciativas incluem: melhorar a eficiência e sustentabilidade dos projetos e da construção civil em geral; melhorar a previsibilidade dos resultados dos projetos e o retorno do investimento; aumentar as exportações e estimular o crescimento econômico. Além disso, segundo os autores, foram percebidos durante a implantação do BIM algumas vantagens e desvantagens, dentre elas então:

Vantagens: Beneficia os clientes e a administração em todos os níveis; promove a implementação de políticas públicas; facilita a relação entre necessidades e planejamento; monitora facilmente - ativos, propriedades, processos e desempenho; colaboração interdisciplinar; padronização de processos - reduzindo erros e aumentando a produtividade;

gestão da informação nos setores público e privado – dinâmica e transparente; facilitar os elos na cadeia produtiva; possibilidade de representar todo o ciclo de vida do empreendimento; permite medir com precisão espaços, materiais e elementos arquitetônicos; crie análises de eficiência, sustentabilidade e segurança.

Desvantagens: os *softwares* BIM são caros; alta curva de aprendizado; pedido de mudança na forma de projetar pode levar à resistência dos membros da equipe; falta de interoperabilidade entre aplicativos de diferentes disciplinas; dificuldade da adaptação de *software* estrangeiro às especificações técnicas e padrões de projeto específicos do país.

Nesse contexto, o BIM pode proporcionar uma produção mais automatizada e, assim, ter um ganho de tempo na elaboração dos projetos da Secretaria de Esportes da Cidade do Recife. Além de facilitar a modelagem 3D, a implantação do BIM na secretaria também viabiliza que o quantitativo para elaboração de orçamentos seja feito com uma maior precisão e executados em um tempo relativamente menor.

1.2 OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS

O objetivo geral do trabalho é apresentar os principais pontos em que o BIM é uma alternativa para a elaboração de projetos da Secretaria de Esportes do Recife em comparação ao sistema CAD, utilizando um projeto da secretaria desenvolvido em CAD e em BIM.

Como objetivos específicos, pode-se listar:

- Avaliar os benefícios e as dificuldades do emprego do BIM nos projetos.
- Analisar o projeto com foco em: concepção do projeto, extração de quantitativos.
- Analisar e identificar as vantagens e limitações do uso de cada *software*.
- Analisar a viabilidade do emprego da metodologia BIM na concepção de projetos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo serão apresentados conceitos referentes aos sistemas BIM e CAD, bem como as plataformas atuais que utilizam o sistema BIM com o objetivo de trazer a base teórica desse trabalho. Neste projeto, para embasar a análise e desenvolvimento, foram utilizados o *REVIT* e o *AUTOCAD*. Será introduzido conceitos sobre planejamento de projetos e as novas diretrizes e políticas do serviço público com a nova Lei de Licitação, a Lei n.º 14.133, de 1º de abril de 2021 e também do Decreto n.º 10.306 do dia 2 de abril de 2020.

2.1 CAD x BIM

Segundo Costa G., Figueiredo e Ribeiro (2015), na década de 1970, a introdução da tecnologia de desenho assistido por computador (CAD) pegou todo o projeto de construção de surpresa. Com este novo sistema, o trabalho que antes era feito inteiramente por humanos passa a ser desenvolvido por computadores, garantindo melhor qualidade e eficiência.

Além disso, Costa G., Figueiredo e Ribeiro (2015), avaliaram que um dos melhores *softwares* do período foi o *AutoCAD*, que originalmente possuía uma versão de modelagem do sistema 2D que foi posteriormente aprimorada para permitir a modelagem 3D. O *AutoCAD* é amplamente utilizado no mercado porque as recomendações feitas são melhores do que as atividades manuais. Ao utilizar este *software*, garante-se uma melhor apresentação do projeto, economia de tempo e melhor gestão.

O BIM não deve ser confundido com um *software* de modelagem específico ou mesmo com uma classe de aplicativos como o CAD (BAIA, 2015). Neste sistema que contém ferramentas capazes de manipular partes representativas através de objetos para funcionar dentro da modelagem do BIM.

O BIM é um meio pelo qual as características de um projeto podem ser representadas desde o ciclo de vida arquitetônico até as características físicas. É um sistema que permite a conversão mais eficiente da modelagem 2D em 3D, oferecendo a possibilidade de simular a construção de protótipos, permitindo melhor visualização e análise, principalmente entre as equipes envolvidas no processo de formulação do projeto.

Os sistemas baseados em BIM permitem inserir mais informações sobre o projeto, como dimensões dos elementos, tipos de revestimento e outras informações. Essas informações são inseridas durante a fase de concepção do projeto e podem ser facilmente consultadas em

qualquer etapa. Desta forma, além da modelagem 3D, mais detalhes do trabalho podem ser obtidos.

Com isso pode-se montar um quadro comparativo (Tabela 1) entre dois *softwares* que são o *AUTOCAD* que utiliza os sistemas CAD e o *REVIT* que utiliza o sistema BIM.

Tabela 1 - Comparativo *AUTOCAD/REVIT*

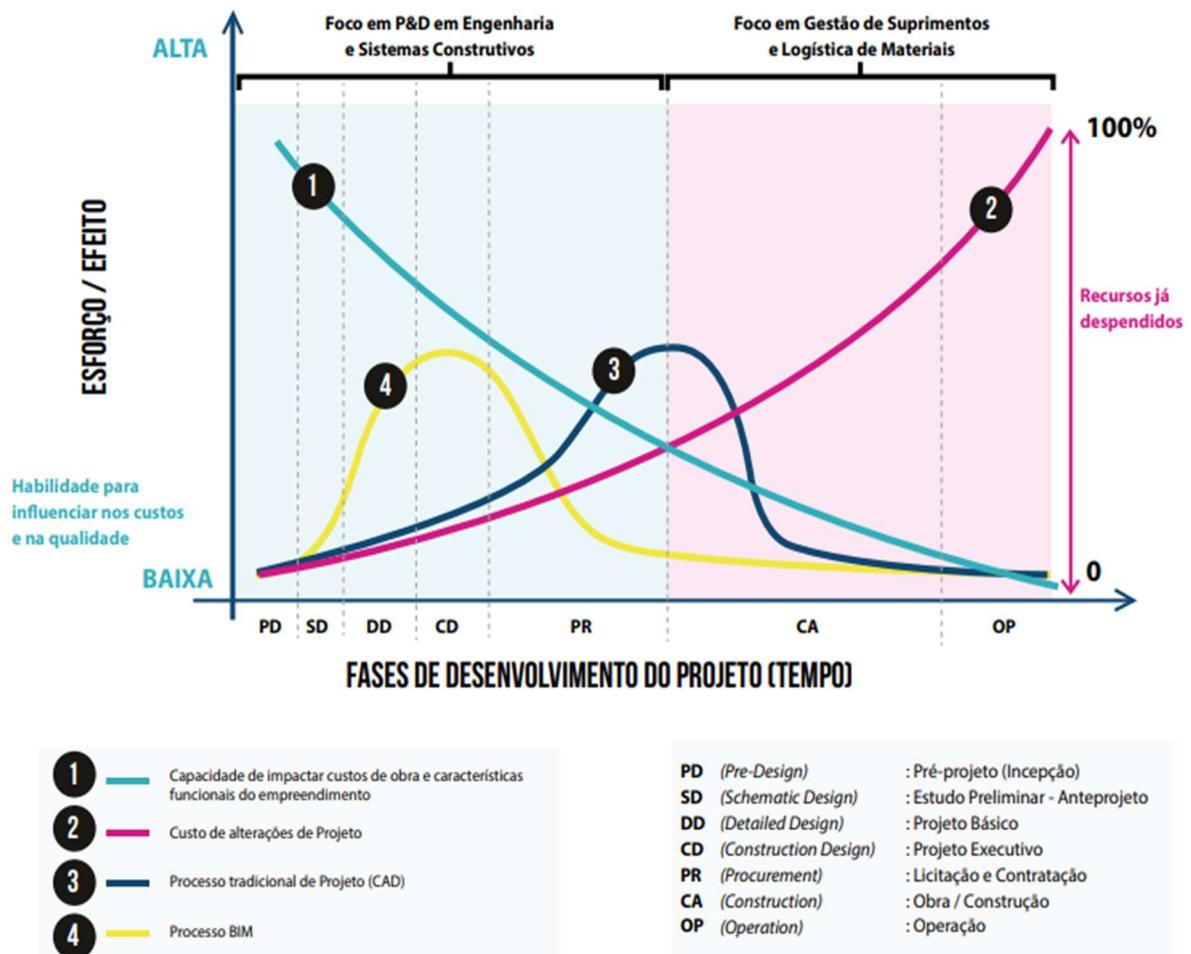
	<i>AUTOCAD</i>	<i>REVIT</i>
PRODUTO	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Software</i> utilizado para CAD 2D e 3D. - Criação de geometrias que representam a vida real. - Excelente para desenhos de linha precisa. 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Software</i> BIM para projetistas. - Criação de um modelo unificado com informações reais. - Excelente para modelar e detectar interferências e possíveis mudanças.
FERRAMENTAS	<ul style="list-style-type: none"> - Ferramenta de projeto com base em elementos gráficos como linhas, arcos, polígonos e círculos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Utilização de parâmetros, como paredes, portas, janelas, escadas, forros, pisos, entre outros.
FLUXO DE TRABALHO	<ul style="list-style-type: none"> - Suporta um fluxo de trabalho de desenho, no qual são criados e editados desenhos individuais e independentes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tem um fluxo de trabalho de modelagem, em que os itens de engenharia vêm de um modelo unificado. Onde todas as alterações são atualizadas de forma automática nas vistas do modelo.
MODELAGEM	-	<ul style="list-style-type: none"> - Está presente algumas informações de elementos de construção, como fabricante, modelo, custo, estrutura, entre outros.
INDÚSTRIA	<ul style="list-style-type: none"> - Empregado em uma grande variedade de indústrias, utilizado por arquitetos e engenheiros, entre outras pessoas deste ramo. 	<ul style="list-style-type: none"> - É utilizado principalmente por engenheiros, arquitetos e designers.
USABILIDADE	<ul style="list-style-type: none"> - Cria-se com linhas geométricas para representação da vida real. 	<ul style="list-style-type: none"> - A geometria possui informações da vida real. Como visão de um plano com semelhança ao plano real.
VISÃO DE MERCADO	<ul style="list-style-type: none"> - Considerado melhor para trabalhos em 2D, onde apenas o desenho é levado em consideração. 	<ul style="list-style-type: none"> - Considera-se melhor para modelagem, pois gera uma facilitação para mudanças.

Fonte: AX4B Enterprise Solutions (2022).

A diferença entre BIM e CAD é que os designers usam objetos, não apenas linhas (Figura 1). O BIM é caracterizado pela quantidade de material envolvido e pode produzir dados precisos nas fases iniciais do desenho do projeto. O foco é integrar todas as informações multidisciplinares geradas pelo trabalho e otimizar seu uso. Dessa forma, é possível ter uma visão concreta do que será quantificado, permitindo que diferentes possibilidades sejam investigadas.

A Figura 1 mostra um diagrama retirado do volume 1 da Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras (CBIC, 2016) comparando o desenvolvimento do projeto CAD e o desenvolvimento usando uma plataforma BIM, considerando a capacidade de impactar custo e qualidade durante a fase de desenvolvimento.

Figura 1 - Gráfico comparativo entre o processo tradicional de desenvolvimento de projetos (CAD) e o processo BIM



Fonte: CBIC (2016).

A fase de projetos de uma obra é quando se idealiza como a construção ficará assim que ela que for concluída. Nesta fase é mais fácil e mais barato realizar alterações necessárias de

acordo com o objetivo. E como observado na Figura 1, a utilização do BIM adianta a observação de erros de projeto, evitando observar esse tipo de erro durante a construção. Além disso, segundo Koch (2022) as ferramentas BIM exigem mais esforço nas etapas iniciais, como o desenvolvimento do projeto básico e o projeto de execução. Por outro lado, o CAD exige mais esforço na parte de licitação e contratação e no início da obra/construção, quando as decisões devem ser tomadas.

A utilização de ferramentas que simulem e antecipem as decisões trazem grandes benefícios para a elaboração dos projetos, já que a modificação antes da obra começar desprende muito menos tempo e muito menos recurso, e isso por exemplo, pode acontecer fazendo a compatibilização dos projetos.

Atualmente, existem cada vez mais programas baseados em BIM no mercado, tanto gratuitos quanto pagos. Pode-se ver na Figura 2, alguns programas atualmente no mercado.

Figura 2 - Principais *softwares* BIM presentes no mercado



Fonte: BIMrevit (2017).

2.2 SOFTWARES CAD

Segundo Costa, G., Figueiredo e Ribeiro (2015) o AutoCAD é uma tecnologia que surgiu em 1982 como elo entre o departamento de projetos e o de produção. Com isso o tempo gasto

para os projetos foram reduzidos, pois ocorreram menos erros dimensionais e teve uma maior clareza, detalhes e padronização no projeto por completo.

Ainda de acordo com Costa, G., Figueiredo e Ribeiro (2015) uma das dificuldades iniciais apresentadas era o custo de aquisição do software e também a necessidade de computadores de melhor qualidade para que fosse implantado o sistema CAD, além disso também necessitava do treinamento dos profissionais para a utilização da tecnologia.

O programa AutoCAD o traçado é feito através de vetores que mesmo possibilitando uma visão tridimensional de elementos, o programa exige um conhecimento mais apurado de noção espacial pelo projetista, então será gasto mais tempo para esse desenvolvimento. Também podemos ressaltar que esta plataforma não permite a inserção de informações para que seja realizado o orçamento. Informações como: características dos materiais, preço, fabricante e até mesmo um cronograma físico financeiro.

2.3 SOFTWARES BIM

2.3.1 Revit

Segundo Costa, G., Figueiredo e Ribeiro (2015) por outro lado, a decisão de usar outro software da área da construção, especialmente em ambientes industriais. O *Revit* é um software que faz a modelagem 3D e o processo de confecção dos projetos é feito através de representações reais de objetos usados na obra, por exemplo, portas, paredes, piso, cor, etc. Ou seja, além das feições geométricas, também possui características como cor, tipo de material, rugosidade, fabricante etc. O projeto no *Revit* já é visto como uma construção, pois nele já se reúnem as informações associadas a cada elemento.

Além disso permite que sejam feitos cortes, vistas e perspectivas automaticamente, basta que seja determinado na planta por onde os cortes irão passar, no *AutoCAD* esse passo é feito manualmente, o que faz com que o projeto demore mais tempo para ser finalizado. Pode-se dizer também que o *Revit* é um *software* MEP (*Mechanical, Eletrical, Pumbling e Pinping*) pois ele consegue trabalhar em diversas disciplinas além da parte estrutural, como o a parte de instalações mecânicas, elétricas e tubulações de esgoto e água.

2.3.2 Lumion

O *software Lumion*, não é um *software* de modelação, é uma ferramenta de visualização 3D, realista, uso fácil e de alta qualidade (RIBEIRO, 2018). É um *software* muito popular para

arquitetos. De acordo com as estatísticas de seu site, 51 das 100 maiores empresas de arquitetura usam esse *software* (SMIRNOV, 2015).

É ideal para criar vídeos com animações e apresentações interativas, de maneira rápida, eficiente e com boa qualidade (RIBEIRO, 2018). O *Lumion* é capaz de criar vídeos e imagens com qualidade HD. Este programa pode converter um modelo de esboço em uma imagem realista próxima a uma foto (SMIRNOV, 2015).

Tem as vantagens de alta fidelidade, tipos de materiais abrangentes, fácil de usar e alta eficiência de pós-renderização. É um dos mais rápidos para criar um modelo ou cena 3D pois, leva apenas um minuto para criar uma cena (SHAN; SUN, 2021). O *Lumion* é o *software* que oferece o caminho mais curto para criar uma apresentação de alto nível (SMIRNOV, 2015).

É rico em materiais de design de fundo, integrando som, natureza, personagens e outros elementos, de acordo com os padrões de design personalizados dos usuários (SHAN; SUN, 2021). Por ter uma biblioteca de materiais muito rica, o *software* permite escolher a natureza e as condições climáticas. Existem ferramentas especiais para sol, céu, nuvens, água e vento. Assim, o *Lumion* garante todas as sombras, brilho e reflexo do modelo (SMIRNOV, 2015).

No entanto, é um programa que necessita que o *hardware* tenha uma especificação mais avançada. Nem todo computador ou sistema operacional pode suportar este *software*. Assim, o *Lumion* é a melhor solução para visualização no caso de ter um equipamento suficientemente potente para isso (SMIRNOV, 2015).

2.4 SOFTWARES DE REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA

2.4.1 Augin

Segundo Silva, F., Giesta e Câmara (2020) o *Augin*, do Brasil, usa a tecnologia de Realidade Aumentada para construir processos automatizados que enviam arquivos de imagem 3D por meio de um plugin, permitindo que os usuários usem todos os recursos disponíveis gratuitamente. *Augin* permite coordenar diferentes disciplinas BIM como arquitetura, estrutura e disciplinas complementares no mesmo modelo 3D para depois filtrá-las em realidade aumentada, ou seja, cria um modelo conjunto ou integrado a partir de um arquivo IFC. O objetivo é demonstrar o potencial dos aplicativos e seus diferenciais, como a necessidade de usar os objetivos padrão do *Augin* em telefones ou tablets que não podem rodar a plataforma.

De acordo com da (SILVA, L., 2020) embora o *Augin* seja novo no mercado, já possui um grande número de ferramentas na área de realidade aumentada, como Tutoriais de uso; identificação de superfícies sem o uso de marcadores (alvos padrão de impressão); os *softwares*

Revit, ArchiCAD, Tekla, SketchUp, TQS, Active3D, Add-ins para Arqui_3D e BricsCAD que facilitam sua aplicabilidade. Todas as tecnologias fornecidas pelo aplicativo são gratuitas.

2.4.2 BIMx

O *BIMx* é um *software* colaborativo *ArchiCAD* que pode ser executado independentemente no dispositivo móvel. Esse aplicativo é uma extensão do *ArchiCAD* e permite visualizar os resultados da modelagem por dispositivos móveis com modelo 3D e desenhos 2D correspondentes (LIANG; CHANG; TSAI, 2019).

Esse aplicativo é capaz de combinar planos bidimensionais e tridimensionais em um único modelo e, por isso, a *Graphisoft* refere-se aos modelos *BIMx* como “hipermodelos” (ŠKROVINA, 2015). Por possuir a tecnologia *Hyper-model*, que possibilita uma navegação integrada entre o modelo geométrico e sua documentação (CANUTO; SALGADO, 2020), o *BIMx* proporciona ao usuário um ambiente interativo que lhe permite mover-se entre os espaços digitalizados das instalações (ÁGUAS *et al.*, 2022).

O *BIMx* apresenta opções de realidade virtual, conjunto de informações personalizadas por elemento e integração do *BIMCloud* para mensagens de equipes (CANUTO; SALGADO, 2020). Para a fase de projeto do modelo, ele pode ser usado por clientes ou construtoras para mostrar uma compreensão mais clara da estrutura externa e interna do edifício (LIANG; CHANG; TSAI, 2019).

Esse *software* apresenta duas versões, a gratuita (*BIMx*) e a paga (*BIMx PRO*), mais voltada para profissionais do setor de Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO) com a diferença de possuir ferramentas para se obter medidas, criar vistas e vídeos, integração com bancos de dados externos ativos na *web* e comunicação entre aplicativos. Para *desktop* tem-se o *BIMx Desktop Viewer*, que apresenta apenas o recurso de visualização do modelo 3D (CANUTO; SALGADO, 2020).

Além disso, o *BIMx* consegue gerar uma apresentação de forma interativa e de fácil manipulação, sendo utilizado principalmente por profissionais da área e estudantes de arquitetura, podendo atingir outros públicos pela facilidade da interação (CANUTO; SALGADO, 2020).

2.5 GESTÃO DE PROJETOS

A gestão de projetos é a aplicação dos conhecimentos adquiridos com o objetivo de otimizar os processos resultando em maior qualidade, menos desperdício e maior agilidade em todos os subprojetos que compõem a construção.

De acordo com Müller (2015) por meio do uso de *software* BIM, obtém-se uma maior automatização de tarefas, como o MS PROJECT, que é amplamente utilizado na construção civil e é responsável por controlar e gerenciar planos de obra, avaliar orçamentos e elaborar planos. Neste programa temos como colocar os nomes das tarefas, as suas durações e datas, assim como qualquer outra informação importante para cada etapa.

Segundo Müller (2015), os auxílios quantitativos fornecidos pelo *Revit* reduzem significativamente o tempo gasto nesses serviços. A principal vantagem está nas fases de pré-execução e execução da obra, pois toda a base de dados de geração de orçamento e planejamento do projeto em si pode agora ser feita com base na quantificação precisa fornecida pelo modelo digital no *Revit*. O planejamento é uma parte essencial do sucesso e do alcance das metas estabelecidas pelo projeto. Integrar um modelo BIM com um cronograma detalhado é muito importante pois o modelo fornece as informações necessárias para um cronograma detalhado, enquanto o plano fornece cenários e estudos a serem executados.

Segundo Baia (2015), um planejamento bem preparado permite a solução estruturada de problemas e a descoberta uma solução que elimina o retrabalho e o desperdício para a economia recursos, canalizá-los e alocá-los corretamente, não os desperdiçar e, além disso, outros fatores. Portanto, as empresas que criam uma cultura de planejamento são sucesso, foco no negócio e melhoria da qualidade e melhor controle litígio.

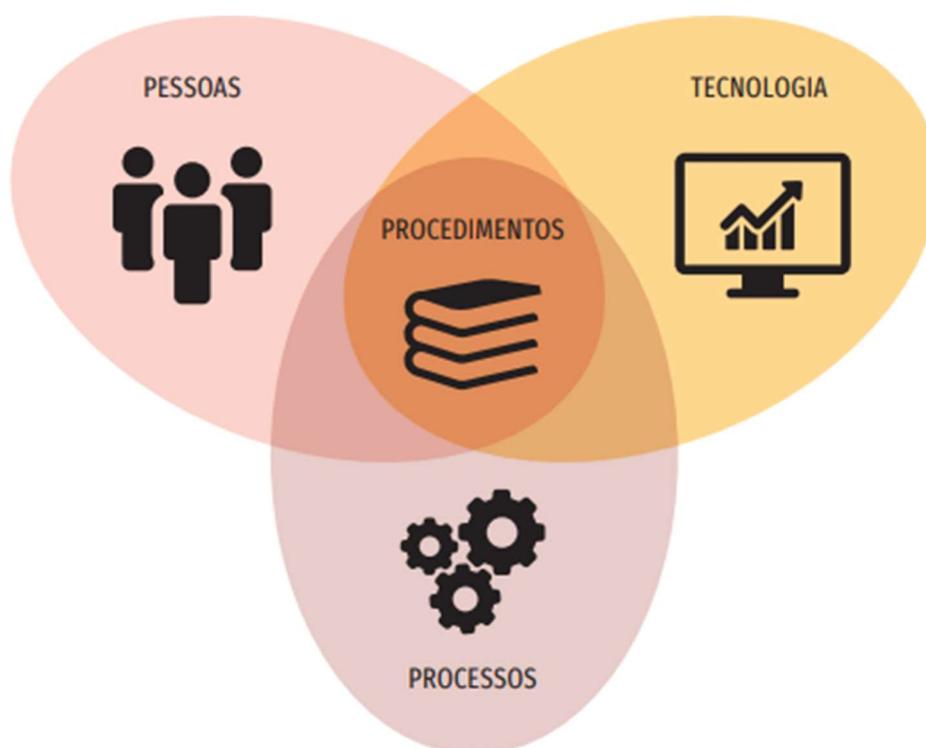
2.6 SISTEMA BIM PARA PROJETOS

A metodologia BIM é uma modalidade de construção virtual de última geração que, além da visualização e desenho 3D do projeto, permite a interoperabilidade entre vários programas, ou seja, através da *Industry Foundation Classes* (IFC), os *softwares* BIM podem conversar entre si, onde podem ser compatíveis e em execução diferente no *software*.

Segundo Castro (2019), o processo de projeto BIM é classificado como uma inovação disruptiva porque altera profundamente as soluções tecnológicas, trazendo novas soluções e abordagens de mercado. À medida que esta situação se desenvolve, novos mercados podem ser criados, tornando-se uma inovação radical. Pelo menos em maior ou menor grau, trata-se de

uma mudança na cultura da organização e de todos os envolvidos. A implementação do BIM em uma organização é um processo complexo que envolve todos os seus aspectos. Quando se fala em BIM, geralmente se fala em *software* e computadores, mas quando se fala em mudança cultural, isso inclui pessoas e processos e a forma como as organizações resolvem problemas e desenvolvem produtos. Portanto, é certo que a implementação efetiva de uma abordagem BIM se baseia em três dimensões fundamentais: tecnologia, pessoas e processos, interligados por procedimentos, padrões e boas práticas. A seguir será apresentado o esquema na Figura 3.

Figura 3 - Os fundamentos do BIM



Fonte: Adaptado de Succar (2009).

Segundo a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI (2017), o conceito de "etapas de projeto" pode derivar da necessidade de especificar entregas ou marcos no desenvolvimento do projeto. A rigor, no decorrer de um projeto BIM, não é necessário definir etapas, mas simplesmente indicar a associação das informações necessárias com cada elemento projetado em cada etapa do desenvolvimento do projeto.

No entanto, o BIM é conhecido por fornecer facilidades, pois permite a parametrização das informações entre os objetos e suas especificações, enquanto o CAD é mais limitado. Essa informação pode ser corroborada pelos resultados obtidos por Souza, Amorim e Lyrio (2009) ao analisar as vantagens do BIM, que apontou que as mais relevantes são a redução de erros de

projeto (14,28%), a facilidade de modificação do projeto (14,28%) e através da visualização 3D Melhor compreensão (14,28%).

2.7 DECRETO Nº 10.306, DE 2 DE ABRIL DE 2020

Estabelecido para uso em obras e serviços de engenharia executados direta ou indiretamente por órgãos e entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia BIM Nacional - Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019.

De acordo com o decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020 a implementação do BIM deve seguir 4 etapas estabelecidas no artigo 4º deste decreto, nele diz que o deve ser implementado de forma gradual de acordo com as etapas descritas na Tabela 2:

Tabela 2 - Fases de implementação do BIM de acordo com o Decreto nº 10.306

	Data de início	Descrição
1ª Fase	1º de janeiro de 2021.	Projetos de arquitetura e engenharia voltados para construção nova, ampliação ou restauração, considerando a estreita relação com a disseminação do BIM. Nesta etapa, serão feitos os requisitos para o BIM no refinamento dos modelos arquitetônicos e de engenharia, detecção de distúrbios, revisão dos modelos arquitetônicos e de engenharia, extração quantitativa e geração de documentação gráfica, a partir desses modelos.
2ª Fase	1º de janeiro de 2024.	Deve incluir as etapas que envolvem o trabalho, como o planejamento da execução da obra, construção nova, reformas, ampliações ou restaurações, bem como a atualização do modelo e suas informações de como construído (<i>as built</i>), projetos de engenharia que foram implementados ou executado em BIM.
3ª Fase	1º de janeiro de 2028.	O BIM será aplicado no desenvolvimento de projetos de arquitetura e engenharia e na gestão de obras relacionadas a construção nova, reforma, ampliação e restauração, quando considerada a média ou alta relevância para a divulgação do BIM e gestão pós-projeto e manutenção de sua construção, seus projetos de construção e engenharia e suas obras foram desenvolvidos ou executados em BIM.

Fonte: Brasil (2020).

De acordo com as informações adquiridas a partir deste decreto podemos dividir a implantação do BIM na Secretaria de Esporte do Recife em 4 etapas.

A etapa I seria feita a adequação das máquinas e aquisição dos *softwares* necessários. A etapa II seria de treinamento e suporte para a equipe envolvida no processo de transição. Já na etapa III seria feito um projeto piloto para ser colocado em prática a nova metodologia,

definindo assim análises, críticas e os padrões a serem seguidos. E por último na etapa IV seria para se avaliar os resultados e definição de novas metas.

2.8 LEI DE LICITAÇÃO Nº 14.133, DE 1º DE ABRIL DE 2021

Este tópico tem por finalidade apresentar a nova Lei de Licitações e Contratos Administrativos Lei nº14.133/2021, junto com sua conceituação e adoção do BIM.

O artigo 19 da nova Lei de Licitações estipula que o órgão administrativo com autoridade reguladora sobre as atividades de gestão de materiais, obras e serviços e licitações e contratos deve promover a adoção progressiva de modelos digitais que permitam a criação, utilização e atualização de obras e serviços.

O §3º deste artigo estipula expressamente que na adjudicação de obras e obras e serviços de construção, será dada prioridade ao chamado BIM ou tecnologias e processos integrados, sempre que adequado ao objeto do concurso ou mais avançado irá substituí-lo.

De acordo com Costa, A. (2021), do ponto de vista da auditoria, o BIM proporciona mais transparência aos trabalhos de projeto e engenharia, possibilitando o controle social, reduzindo custos, reduzindo conflitos entre disciplinas e trazendo para a administração pública o ônus de erros, por meio do uso de aditivos resultantes de um planejamento deficiente. Projetos que estendem contratos e controle sobre a execução da obra, muitas vezes resultando em obra paralisada ou abandonada. Por outro lado, a plataforma proporciona uma quantificação mais precisa de orçamentos, projetos mais precisos, aumento da eficiência e competitividade do setor público, bem como a possibilidade de solicitar a execução de contratos, melhorar a execução de obras de qualidade e cumprimento dos preços contratuais e termos.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa realizada neste trabalho consistiu, quanto à forma de abordagem, de uma pesquisa qualitativa pois, analisa de forma subjetiva os sistemas CAD e BIM. Pode também, quanto aos procedimentos, ser considerada como estudo de caso, envolvendo as fases exploratória, sistematização de coleta de dados e delimitação do estudo, e a análise e interpretação das descobertas. Assim, essas informações foram analisadas e interpretadas com base na fundamentação teórica com o objetivo de elucidar o problema em questão.

O trabalho em questão utilizou um estudo de caso de um projeto elaborado na Secretaria de Esportes do Recife. Este projeto foi realizado através da metodologia CAD e BIM. Sendo assim, foi feito o comparativo entre os dois métodos apresentando as vantagens e desvantagens de cada um.

A seguir, apresentam-se as etapas metodológicas deste trabalho.

3.1 DESCRIÇÃO DA SESP

A SESP tem o intuito de gerar oportunidades sociais e a promoção da saúde através do incentivo da prática de atividades físicas, realizando reuniões estratégicas com equipe de engenharia, arquitetura e planejamento para alinhar os projetos e convênios que estão sob a sua gestão. A equipe de engenharia e arquitetura é composta por dois Engenheiros Civis, uma arquiteta, dois estagiários de engenharia civil e quatro estagiários de arquitetura.

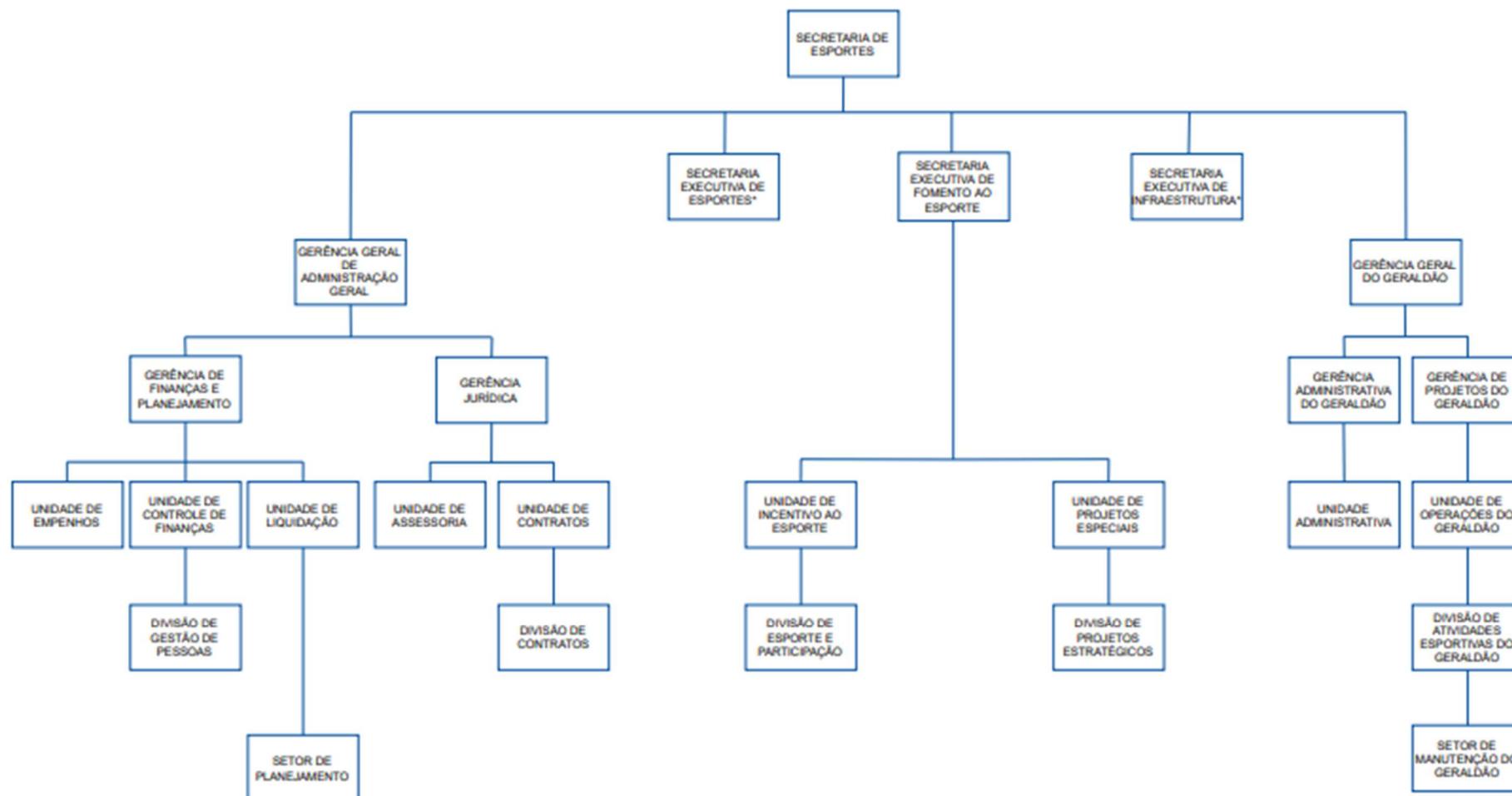
A secretaria é responsável por coordenar ações e políticas públicas, com foco na divulgação do esporte amador e profissional nas mais diversas formas na cidade do Recife. Também facilita e incentiva o intercâmbio com organizações e instituições esportivas nacionais e/ou internacionais. Além disso, a pasta administra as instalações esportivas públicas da cidade e é responsável por todas as obras e os projetos no tocante a esportes, como: quadras, campos de futebol, parques e praças poliesportivas.

A secretaria é subdividida em 3 outras secretarias (Figura 4): secretaria executiva de esportes, secretaria executiva de fomento ao esporte e a secretaria executiva de infraestrutura. A implementação do *Building Information Modeling* (BIM) está ligada a secretaria de executiva de infraestrutura (Figura 5), possuindo como atribuição planejar, executar e acompanhar obras realizadas na cidade do Recife abrangendo o desporto educacional de participação, rendimento e inclusão.

Figura 4 - Organograma Secretaria de Esporte do Recife (SESP)

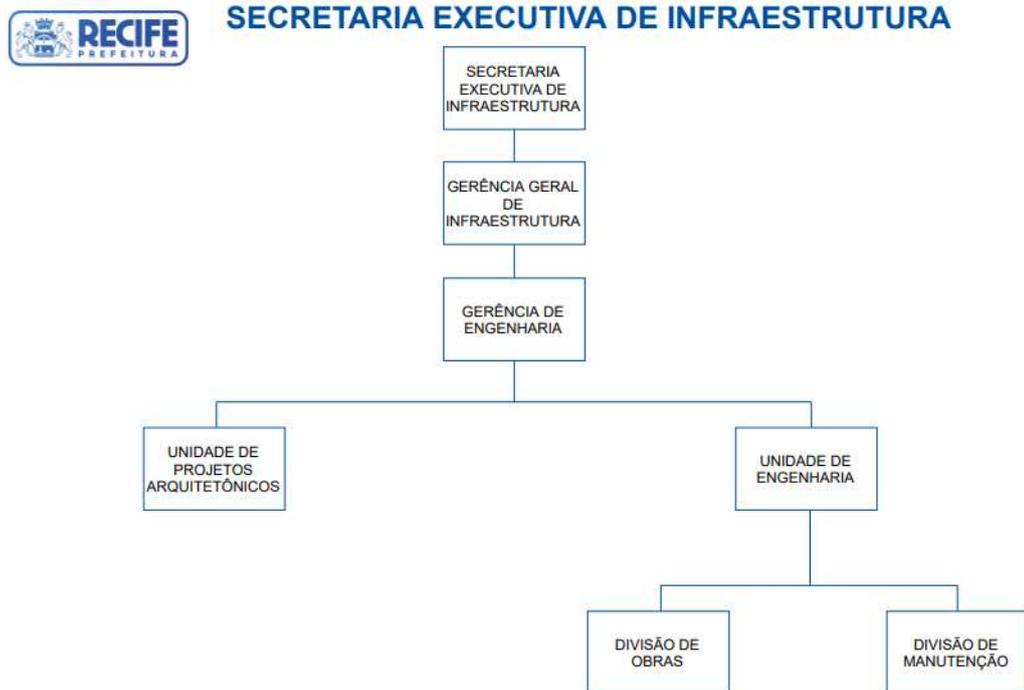


SECRETARIA DE ESPORTES



Fonte: Secretaria de Esporte do Recife (SESP).

Figura 5 - Organograma Secretaria Executiva de Infraestrutura



Fonte: Secretaria de Esporte do Recife (SESP).

3.2 DESCRIÇÃO DO PROJETO

O elemento que será estudado nesse trabalho é baseado no projeto de um parque com um complexo esportivo que apresenta: *skate park*, pista de *cooper*, 3 (três) quadras poliesportivas, 2 (dois) campos de futebol e também possui estrutura de vestiário. Segue a Figura 6 com a vista aérea da localização através do Google.

Figura 6 - Localização do Parque Caiara



Fonte: O Autor (2023).

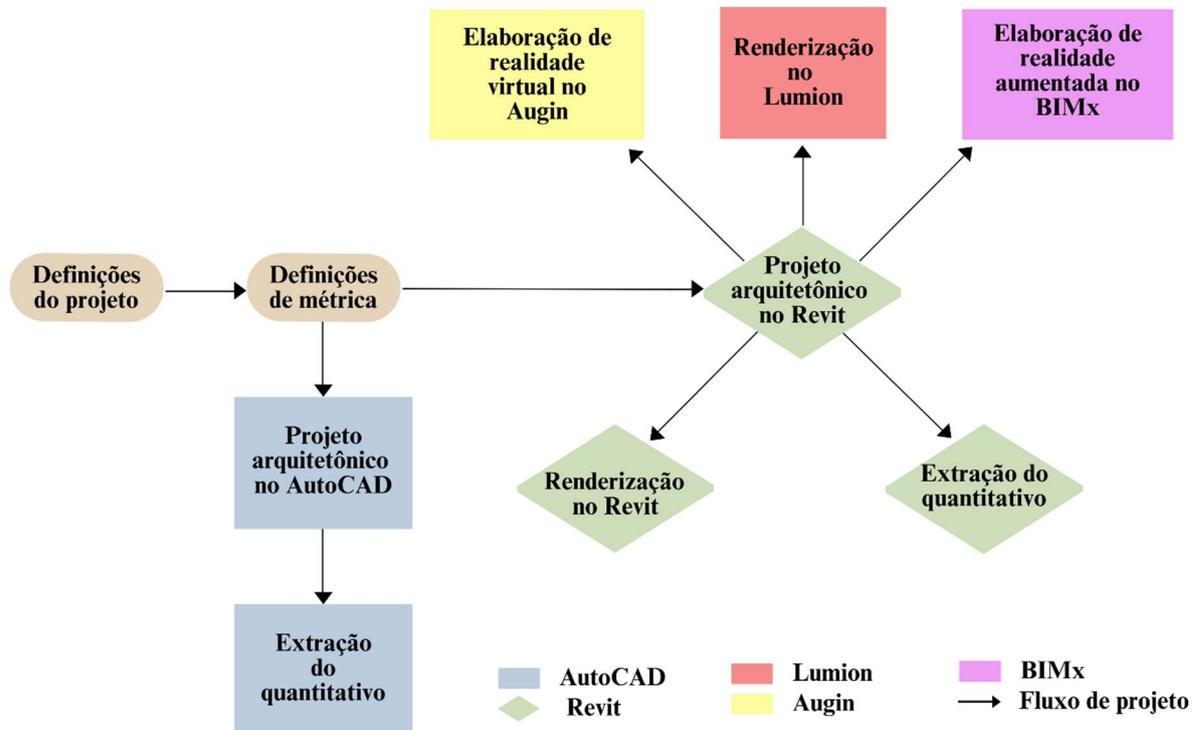
O Parque Caiara está localizado na Avenida Mauricio de Nassau no Bairro da Iputinga as margens do Rio Capibaribe, apresenta uma área de aproximadamente 18 hectares (180.000,00 m²).

3.3 MODELAGEM

Os principais fatores que influenciam a evolução do processo construtivo são a utilização da tecnologia, a qualificação e especialização profissional. Para o desenvolvimento do projeto arquitetônico, os programas utilizados foram o *AutoCAD* e o *Revit*, ambos na versão estudantil. Os projetos desenvolvidos em BIM podem apresentar uma sofisticação maior aos realizados por outros métodos, pois com o BIM podemos realizar uma apresentação mais real do projeto, além de apresentar uma quantidade maior de informações.

Por fim, podemos ter uma maior facilidade no acesso das informações desenvolvidas no projeto do *Revit*, pois nele conseguimos extrair uma maior quantidade de informações, seja em planta ou no 3D, nos auxiliando também na extração de quantitativos de materiais que auxiliará na elaboração do orçamento. Segue o fluxograma das atividades na Figura 7:

Figura 7 - Fluxograma das atividades desenvolvidas



Fonte: Autor (2023).

A renderização do projeto foi feita tanto no *Revit* como no *Lumion*. Também foi utilizado o *software Augin* para aplicar a realidade aumentada e o *software BIMx* para aplicar a realidade virtual.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 PROJETO ARQUITETÔNICO

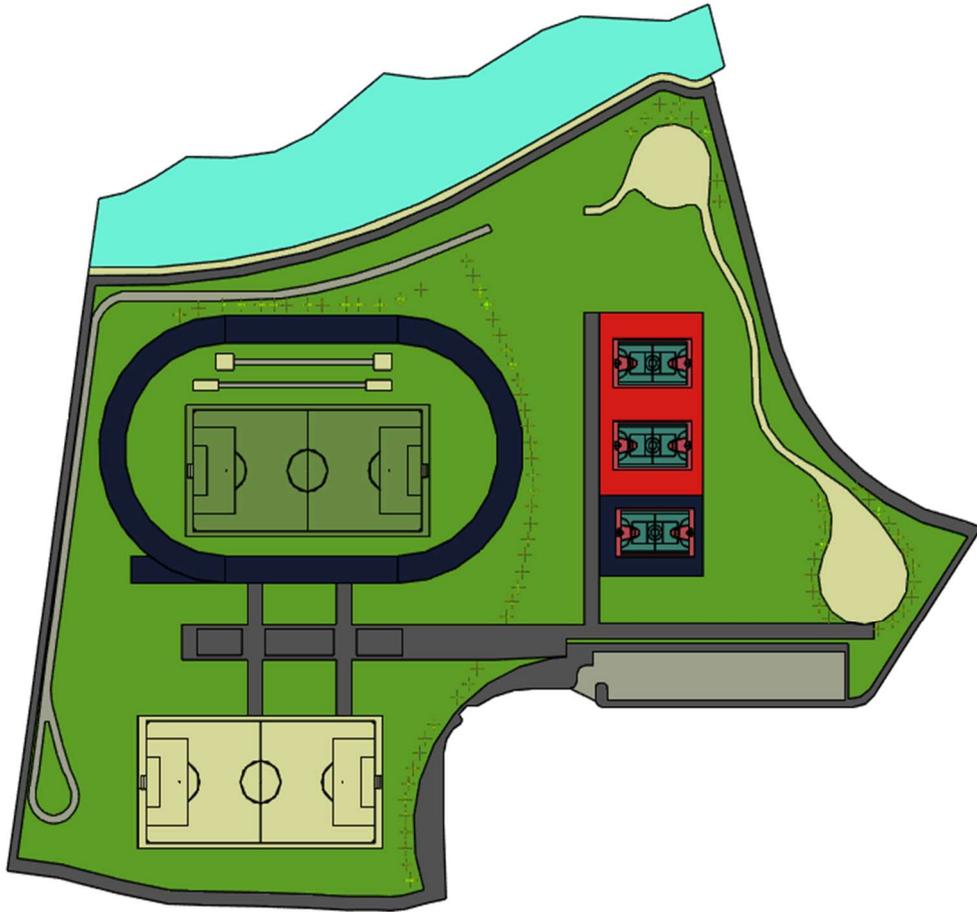
O projeto arquitetônico do empreendimento apresenta de 74.075,60 m², sendo divididos em áreas de areia, gramas rasteiras de decoração, gramas específicas para o gramado de futebol, piso intertravado, pisos de concreto, pisos para quadras esportivas azul e vermelho. Além dos pisos, foi construído 3 quadras poliesportivas, um campo de futebol de grama e um campo de futebol de areia, além de pista de atletismo, caixa de areia para saltos, estacionamento e 3 salas auxiliares. O projeto elaborado em *AutoCAD* pela prefeitura municipal de Recife pode ser visto na Figura 8 e a modelagem pode ser vista na Figura 9.

Figura 8 - Projeto da praça Caiçara



Fonte: Recife (2021).

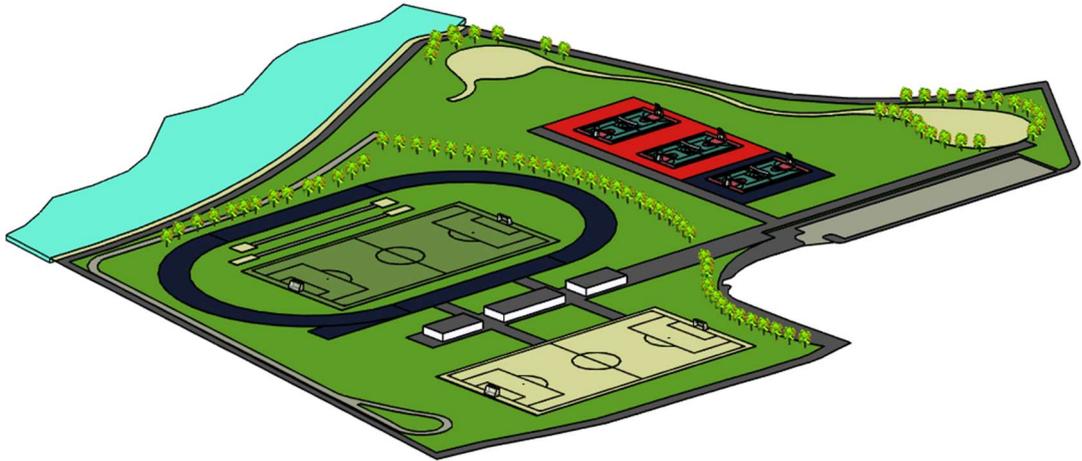
Figura 9 - Modelagem tridimensional arquitetônica



Fonte: O Autor (2023).

Um dos benefícios encontrados da utilização do *Revit* foi a elaboração do modelo tridimensional de forma automática, coisa que é impossível de se realizar com a planta obtida com a prefeitura. Esta ação possibilita um maior entendimento do empreendimento, assim como, uma melhor visualização do terreno. Na Figura 10 é possível verificar o modelo 3D do projeto do parque do Caiara.

Figura 10 - Modelo tridimensional



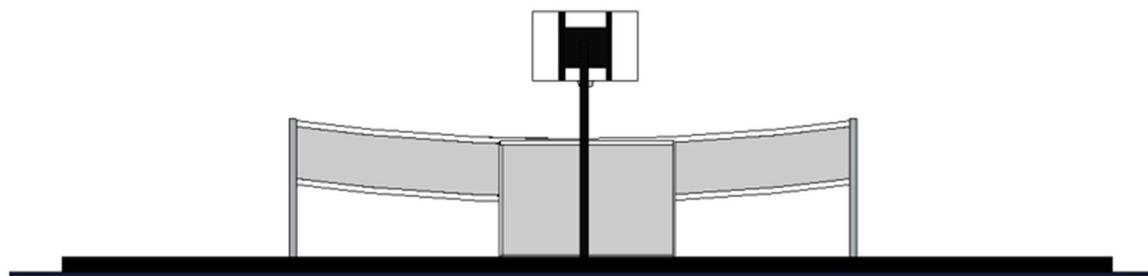
Fonte: O autor (2023).

Para a realização desta modelagem foram gastos cerca de 6 horas, dentre a criação de famílias e a modelagem das geometrias do local. Além disso, foi utilizado um *template* desenvolvido pelo engenheiro Thiago Castanhari e disponível em (<https://plugin.revitmodels.com.br/>) para se obter as famílias de forma simplificada e otimizar o tempo da modelagem.

Além da visualização 3D facilitada, a utilização de *softwares* BIM oferece a possibilidade da geração fachadas e de cortes automáticos, uma vez que apresenta todo o volume da edificação, facilitando a elaboração desses detalhes que demandam um tempo elevado quando feitos em CAD, pode ser visto uma das fachadas do empreendimento na Figura 11 e um corte da quadra poliesportiva na Figura 12.

Figura 11 - Fachada utilizando *Revit*

Fonte: O autor (2023).

Figura 12 - Corte automático utilizando *Revit*

Fonte: Autor (2023).

Essa ferramenta de elaboração de cortes e obtenção de fachadas de forma automática é muito importante para os projetos de construção civil, pois assim, é possível ter um maior detalhamento e de forma síncrona, ou seja, quando você muda qualquer parte do projeto em uma das vistas ou no projeto tridimensional, esta alteração é levada automaticamente para os demais cortes, fachadas, detalhamentos em 3D. Isso é um grande benefício, já que para os projetos em CAD caso houve alguma alteração do projeto, seria necessário mudar em todas as vistas onde a determinada mudança foi feita, otimizando assim, o tempo de elaboração de projetos e diminuindo o tempo com retrabalho.

4.2 LEVANTAMENTO DE QUANTITATIVOS

O levantamento de quantitativos utilizando a planta da prefeitura, apresenta grande dificuldade e gasto de tempo. Para tal é necessário a utilização do comando “área” em todas as superfícies que for necessário. Para a elaboração do quadro resumo das áreas foram necessários cerca de 45 minutos, entre a contagem de cada ponto com um determinado material e posterior contagem utilizando o Excel.

Com a utilização do *Revit*, foi possível obter os quantitativos automáticos dos diversos materiais encontrados na localidade, como por exemplo, a Tabela 3, que mostra os quantitativos de áreas de cobertura terrestres encontradas no trabalho.

Tabela 3- Levantamento de áreas automático

Tipo de piso	Área (m ²)
Areia	8330,90
Gramma rasteira	39685,73
Gramma futebol	4689,51
Piso intertravado	9733,40
Piso de concreto	3310,68
Piso Esportivo (vermelho)	2758,65

Piso Esportivo (Azul)	5566,73
Fonte: Autor (2023).	

Além disso, a modelagem permitiu o levantamento de área de paredes (Figura 13) e quantitativos de portas (Figura 14). Esses dados são de grande valia para a obra, podendo ser exportados para o Excel ou até mesmo, utilizando *softwares* de orçamentação como utilizado por Mattana e Librelotto (2018). As autoras, mostraram as estratégias para o ensino de orçamentação com adoção do BIM. Após a realização da modelagem tridimensional feita com *software ArchiCAD*, utilizaram o *software VICO OFFICE*, através de um plugin para realizar de forma automática todo o orçamento do projeto.

Figura 13 - Quantitativos de Paredes

<TABELA DE PAREDES>	
A	B
Tipo	Área
15cm (tinta - emboço - bloco cerâmico - emboço - tinta)	649,623 m ²

Fonte: Autor (2023).

Figura 14 - Quantitativos de portas

<TABELA DE PORTAS>					
A	B	C	D	E	F
CÓDIGO	LARGURA	ALTURA	QTDE	ESPECIFICAÇÃO	NOME FAMÍLIA (remover este cam
P11	1,080	2,100	8		100cm

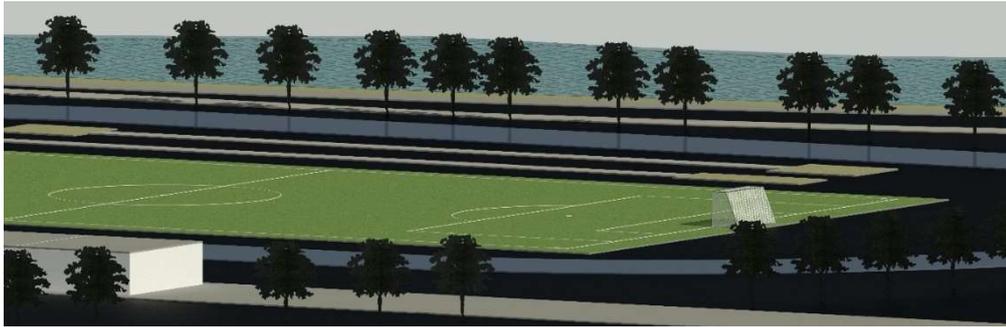
Fonte: Autor (2023).

O levantamento de quantitativos de forma automática, possibilitam um ganho de agilidade para a elaboração de orçamentos de forma detalhada, além de uma maior segurança e uma maior confiabilidade dos orçamentos. Informação também observada por Eastman et al. (2014).

4.3 RENDERIZAÇÕES

Após a realização da modelagem tridimensional, existe uma grande variedade de programas para realizar as renderizações. Essas, podem trazer uma maior qualidade de imagem quando comparado a modelagem, facilitando a realização de apresentações do projeto e melhorando o entendimento. É possível verificar renderizações realizadas pelo próprio *software* de modelagem (*Revit*), Figura 15 e a renderização pelo *Lumion* na Figura 16.

Figura 15 - Renderização utilizando o *Revit*



Fonte: Autor (2023).

Figura 16 - Renderização utilizando o *Lumion*



Fonte: Autor (2023).

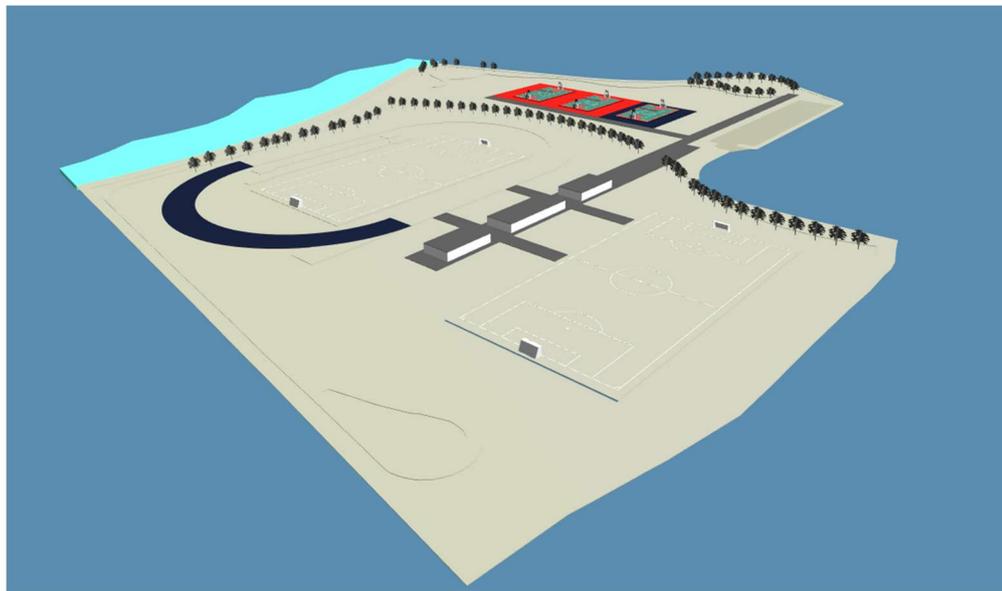
Ao analisar as Figura 15 e Figura 16 pôde-se perceber que a renderização pelo *Lumion* apresenta maior detalhamento quando comparado com o *software* da modelagem. Isso se dá devido ao *Lumion* fazer a renderização utilizando a GPU (Placa de vídeo), enquanto o *Revit*, utiliza a CPU (Processador).

4.4 REALIDADE VIRTUAL X REALIDADE AUMENTADA

Um dos benefícios encontrados ao se realizar modelagem tridimensional, é a utilização da linguagem IFC, que possibilita a importação da modelagem para os *softwares* auxiliares. O *AuginApp*, possibilita a visualização de projetos tridimensionais, em quaisquer dispositivos com acesso à internet (

Figura 17). Celulares, tablets ou computadores podem abrir e obter informações acerca do projeto, assim como, realizar uma visita virtual (Figura 18).

Figura 17 - Visualização do *AuginApp*



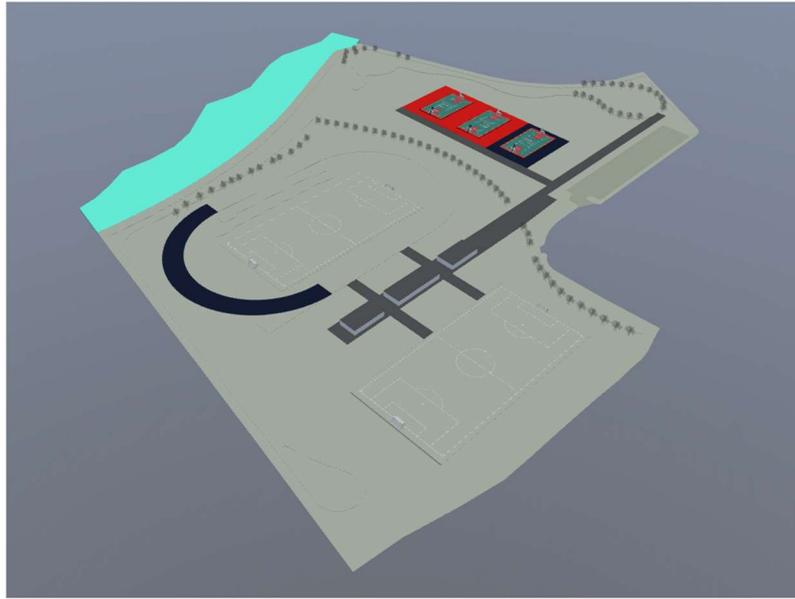
Fonte: Autor (2023).

Figura 18 - Realidade virtual (*AuginApp*)

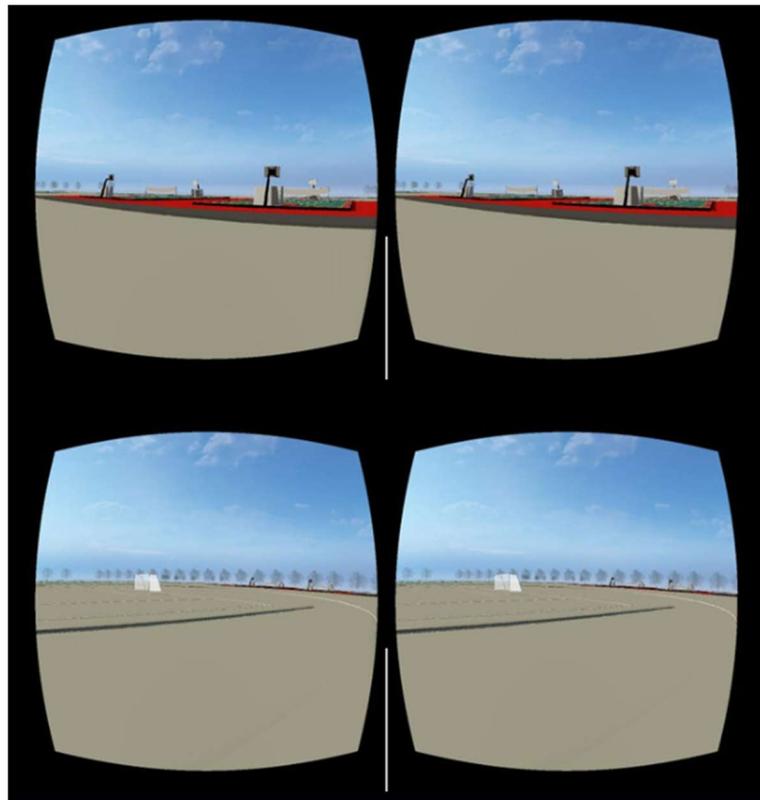


Fonte: Autor (2023).

Com a utilização do *BIMx*, foi possível obter além do modelo virtual (Figura 19), um modelo de realidade aumentada (Figura 20). Este *software* está disponível para dispositivos *Android* e *IOS*, nos celulares. Para os computadores o *BIMx* é um complemento do *ArchiCAD*, ou seja, não necessita de uma instalação adicional para ser visualizado.

Figura 19 - Visualização do *BimX*

Fonte: Autor (2023).

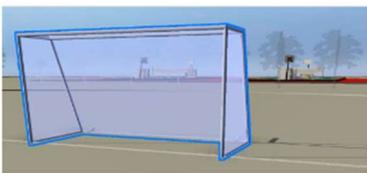
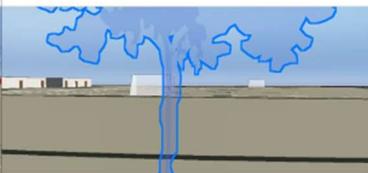
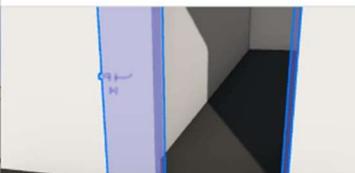
Figura 20 - Realidade aumentada (*BimX*)

Fonte: Autor (2023).

A utilização do *BIMx* apresenta praticidade aos projetistas, por poder obter informações da modelagem direto do celular, como pode ser visto na Figura 21. Esse resultado também foi possível notar no trabalho de Amorim e Lima (2021), onde os autores criaram uma modelagem

utilizando o *Revit* de uma edificação de 7 pavimentos, e exportaram para o *ArchiCAD* através do IFC e, posteriormente elaboraram um modelo de realidade virtual utilizando o *BIMx*. Essa metodologia possibilitou a obtenção de informações sobre o projeto, como largura, altura, tipo de janelas e localização.

Figura 21 - Detalhes utilizando o *BIMx*

Info do Elemento	Info do Elemento	Info do Elemento
		
Tipo Objeto	Tipo Objeto	Tipo Porta
ID trave de futebol Society 5m:trave de futebol S...	ID Árvore 01:Árvore 01:3231061	ID Porta Aberta Madeira 100cm:100cm:3234812
Altura 2,52 m	Altura 5,99 ²⁶ m	Altura 2,10 m
Largura 2,38 ⁸ m	Largura 5,27 ⁰⁶ m	Largura 1,08 m
Área da Superfície 62,06 m ²	Área da Superfície 53,50 m ²	Área da Superfície 6,28 m ²
Volume Líquido 0,8286 m ³	Volume Líquido 0,0198 m ³	Volume Líquido 0,0991 m ³
Material / Composição / Perfil / Trama Trama Vazia	Material / Composição / Perfil / Trama Trama Vazia	Material / Composição / Perfil / Trama Trama Vazia
Comprimento 4,99 ⁸⁶ m	Comprimento 5,27 ⁰⁶ m	Altura Nominal da Soleira J/P 0,00 m

Fonte: Autor (2023).

É possível analisar ao observar a Figura 21, que existem várias características possíveis de observar nos objetos da modelagem tridimensional. Além dos parâmetros geométricos, também podem ser adicionados características do material, como tipo do material, cor, propriedades mecânicas, além de observações de instalação ou qualquer informação pertinente.

5 CONCLUSÃO

O uso do CAD causou uma grande revolução histórica, quando comparado com a realização de projetos a mão. Foram observadas diversas melhorias, como diminuição de erros, diminuição de tempo e uma maior qualidade do trabalho. No entanto, com o desenvolvimento tecnológico houve a criação de uma nova forma de projetar, o BIM.

O sistema BIM apresenta grandes benefícios, que puderam ser mostrados ao longo do trabalho. A geração de modelos 3D de forma automática. Possibilita uma melhor visualização, maior entendimento e maior detalhamento do projeto. Levantamento de quantitativos, traz um grande auxílio para os projetistas na realização de orçamentos, cronogramas de compra, cronograma de obras. No quesito de cortes automáticos e geração de fachadas, pode gerar uma grande quantidade de informações e nível de detalhamento para os projetos, sem a necessidade de se gastar um tempo adicional, que é muito grande para projetos no CAD.

Além dos quesitos relacionados a modelagem em si, a utilização de *softwares* BIM apresenta uma grande interoperabilidade, ou seja, possibilita a utilização de um grande leque de ferramentas adicionais, como as utilizadas no presente trabalho. A possibilidade de criar imagens renderizadas possibilita uma maior percepção do projeto, assim como a criação de um aspecto mais realístico, podendo ser usado para vender ou promover o projeto. Além da renderização, a utilização de *softwares* como o *BIMx* e o *AuginAPP* também promovem a maior percepção dos interessados no projeto, obtendo, além disso, a possibilidade de gerar modelos de realidade virtual e realidade aumentada, respectivamente.

Dessa forma, a metodologia de projeto BIM, possibilita um ganho enorme de produção, de detalhamento, de ganho de tempo e de redução de erros, entretanto a utilização do BIM apresenta algumas barreiras, a necessidade de computadores mais potentes, a curva de aprendizados mais demorada e a falta de profissionais capacitados.

6 REFERÊNCIAS

ABDI – AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Processo de Projeto BIM: Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC**. Brasília, DF: ABDI, 2017. vol. 1.

AGUAS, L. F.; CORAL, R.; MORALES, F. D.; TOASA, R. M. 3D Modeling for virtual tour of a Higher Education Institution. 22 jun. 2022. **2022 17th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)**: IEEE, 22 jun. 2022. p. 1–5. <https://doi.org/10.23919/CISTI54924.2022.9820366>.

AMORIM, A. R.; LIMA, N. A. da S. **A importância do uso do BIM nos projetos hidrossanitários**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2021.

AX4B ENTERPRISE SOLUTIONS. REVIT vs AUTOCAD – Entenda a diferença entre as duas soluções. 2022. Disponível em: <https://ax4b.com/REVIT-vs-AUTOCAD-entenda-a-diferenca-entre-as-duas-solucoes/>. Acessado em: 27 abr. 2022.

BAIA, D. V. S. **Uso de ferramentas BIM para o planejamento de obras da construção civil**. 2015. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2015. <https://doi.org/10.26512/2015.09.D.22996>.

BIMREVIT. Software BIM. 2017. Disponível em: <http://www.bimrevit.com/2017/12/software-bim.html>. Acessado em: 27 abr. 2022.

BRASIL. Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020. Estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de disseminação do Building Information Modelling - Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/d10306.htm. Acessado em: 27 abr. 2022.

BRASIL. Lei nº 14.133, de 1 de abril de 2021. Lei de Licitações e Contratos Administrativos. 2021. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/14133.htm. Acessado em: 27 abr. 2022.

CANUTO, C. L.; SALGADO, M. S. Modelo BIM do Palácio Gustavo Capanema 1937-1945: pela preservação digital do patrimônio moderno. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, vol. 15, nº 1, p. 101–116, 2020. <https://doi.org/10.11606/gtp.v15i1.152823>.

CARVALHO, H. E. W. **Implementação do BIM em escritórios de arquitetura**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gerenciamento de Obras) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

CASTRO, L. C. L. B. de. **Aplicação do building information modeling (bim) em projetos de infraestrutura nas fases pre-completion e/ou post-completion**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Políticas de Infraestrutura) – Controladoria Geral da União, Brasília, 2019.

CBIC – CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Fundamentos BIM - Parte 1: Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras**. Brasília: CBIC, 2016. vol. 1, .

COELHO, S. S.; NOVAES, C. C. Modelagem de Informações para Construção (BIM) e ambientes colaborativos para gestão de projetos na construção civil. 2008. **Anais do VIII Workshop Nacional de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios**. São Paulo: 2008.

COSTA, A. S. A adoção do BIM na nova Lei de Licitações. 2021. **Instituto Brasileiro de Auditoria de Obras Públicas**. Disponível em: <https://www.ibraop.org.br/wp-content/uploads/2021/05/A-adocao-do-BIM-na-Nova-Lei-de-Licitacoes-Aristoteles-Sampaio-TCE-RR.pdf>. Acessado em: 26 abr. 2022.

COSTA, G. C. L. R.; FIGUEIREDO, S. H.; RIBEIRO, S. E. C. Estudo Comparativo da Tecnologia CAD com a Tecnologia BIM. **Revista de Ensino de Engenharia**, vol. 34, nº 2, p. 11–18, 2015. <https://doi.org/10.15552/2236-0158/abenge.v34n2p11-18>.

EASTMAN, Charles; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **Manual de BIM: Um guia de modelagem a informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

EASTMAN, Chuck; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

KASSEM, M.; AMORIM, S. R. L. **Diálogos setoriais para BIM: Building information modeling no Brasil e na União Europeia**. Brasília: MDIC/UE, 2015.

KOCH, D. **Comparação de custos de construção obtidos a partir do CAD e do BIM com os levantados em obra**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2022.

LIANG, T.-W.; CHANG, P.-H.; TSAI, C.-F. Research on the Technical Integration of Heterogeneous Materials into Building Information Modeling. out. 2019. **2019 IEEE Eurasia Conference on IOT, Communication and Engineering (ECICE)**: IEEE, out. 2019. p. 313–315. <https://doi.org/10.1109/ECICE47484.2019.8942684>.

MATTANA, L.; LIBRELOTTO, L. I. Estratégias para ensino de orçamentação com adoção de BIM em ambiente acadêmico. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, vol. 13, nº 3, p. 97–118, 2018. <https://doi.org/10.11606/gtp.v13i3.139505>.

MÜLLER, L. S. **Utilização da Tecnologia Bim (Building Information Modeling) Integrado a Planejamento 4D na Construção Civil**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

NUNES, G. H.; LEÃO, M. Estudo comparativo de ferramentas de projetos entre o CAD tradicional e a modelagem BIM. **Revista de Engenharia Civil**, vol. 55, p. 47–61, 2018.

RIBEIRO, M. T. P. A. **O contributo das ferramentas digitais no processo projetual**. 2018. Relatório de Estágio (Mestrado em Arquitetura Paisagista) – Universidade do Porto, Porto, 2018.

SHAN, P.; SUN, W. Auxiliary use and detail optimization of computer VR technology in landscape design. **Arabian Journal of Geosciences**, vol. 14, n° 9, p. 798, 2021. <https://doi.org/10.1007/s12517-021-07131-1>.

SILVA, F. H. L.; GIESTA, J. P.; CÂMARA, R. R. D. Avaliação das potencialidades da inserção da realidade aumentada em canteiro de obras. 2020. **Anais do 3º Congresso Português de Building Information Modelling**. Porto, Portugal: ptBIM, 2020. p. 111–120.

SILVA, L. M. **Novas tecnologias para concepção e representação de projetos: uso de realidade aumentada e aplicação em canteiro de obra pública na cidade de Paulista-PB**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2020.

ŠKROVINA, M. **Visualization of 3D Architectural Models on Apple iOS Platform**. 2015. Bachelor Thesis – Masaryk University, Brno, Autumn, 2015.

SMIRNOV, A. **The comparison of the architectural design softwares**. 2015. Bachelor's Thesis (Degree in Civil and Construction Engineering) – Saimaa University of Applied Sciences, Lappeenranta, 2015.

SOUZA, L. L. A.; AMORIM, S. R. L.; LYRIO, A. D. M. Impactos do uso do bim em escritórios de arquitetura: Oportunidades no mercado imobiliário. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, vol. 4, n° 2, 2009. <https://doi.org/10.4237/gtp.v4i2.100>.

STEINER, L. R. **Análise da implementação da plataforma BIM no setor da AEC do estado de Santa Catarina**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2016.

SUCCAR, B. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in Construction**, vol. 18, n° 3, p. 357–375, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2008.10.003>.