



2023

Estudo de caso: Aplicação da realidade aumentada utilizando o software Augin

Patrick Deni Souza Lopes^a; Andrés Batista Cheung^b

^a Aluno de Graduação em Engenharia Civil, patrick.deni@ufms.br

^b Professor Orientador, Doutor, andres.cheung@ufms.br

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

RESUMO

O presente trabalho pretende apresentar a utilização de software de realidade aumentada para construção civil. A tecnologia desenvolvida para dispositivos móveis tem como objetivo simplificar a interpretação dos projetos bidimensionais impressos em papel, otimizar processos, prever possíveis erros e melhorar a comunicação. Através de um aplicativo dedicado, os arquivos em formato BIM podem ser renderizados e apresentados tridimensionalmente na tela de um smartphone ou tablet. Este trabalho utiliza a técnica e apresenta a aplicação em um estudo de caso de uma obra utilizando software experimental para coletar dados e destacar situações que podem ser resolvidas com realidade aumentada, onde a tecnologia disponível permite visualizar projetos antes mesmo de serem efetivamente executados. Com o auxílio do aplicativo Augin foi possível realizar uma observação com relevância, pois a técnica de RA apresentada é simples tanto para o cliente final, que terá uma melhor visualização do resultado da obra, quanto para os gerenciadores e executores da obra, pois, conseguirão observar os principais detalhes dos projetos e etapas da obra. Tendo uma experiência de visualizar seu projeto em tamanho real, ampliando os limites de visualização de projeto, representando com maior clareza os modelos mais complexos. Alocando o modelo in loco, permitindo encontrar problemas de maneira rápida ao ativar e desativar os materiais de projeto, podendo solucioná-los com maior eficiência confirmando dados, parâmetros e informações dos elementos de seu modelo.

Palavras-chave: BIM, realidade aumentada, realidade virtual, software augin, projeto.

ABSTRACT

This paper intends to present the use of augmented reality software for civil construction. The technology developed for mobile devices aims to simplify the interpretation of two-dimensional projects printed on paper, optimize processes, predict possible errors and improve communication. Through a dedicated application, BIM format files can be rendered and presented three-dimensionally on the screen of a smartphone or tablet. This paper uses the technique and presents the application in a case study of a construction site using experimental software to collect data and highlight situations that can be solved with augmented reality, where the available technology allows visualizing projects before they are executed. With the help of the Augin application it was possible to carry out an observation with relevance, since the AR technique presented is simple both for the final client, who will have a better visualization of the result of the work, and for the managers and executors of the work, since they will be able to observe the main details of the projects and stages of the work. Having an experience of visualizing your project in real size, expanding the limits of project visualization, representing more clearly the most complex models. Allocating the model in loco, allows you to find problems quickly when activating and deactivating the project materials, being able to solve them more efficiently by confirming data, parameters and information of the elements of your model.

Keywords: BIM, augmented reality, virtual reality, augin software, design.

1. INTRODUÇÃO

A Realidade Aumentada (RA) já está presente em várias áreas do nosso cotidiano, em jogos, aplicativos de entretenimento, publicidade,

educação, entre outros lugares. Na construção civil, a tecnologia tem sido amplamente utilizada para melhorar a eficiência e a precisão do trabalho dos profissionais da área.

Com o uso das tecnologias disponibilizadas atualmente pode-se realizar projetos de arquitetura, estruturas e instalações, com maior complexidade. Assim gerando uma dificuldade de visualização na hora de apresentar ao cliente ou para a equipe executora, pois, demanda uma maior habilidade de leitura das informações e suas exigências de projeto.

Apesar de soar futurista, essas tecnologias não servem apenas para vídeo games e sistemas de entretenimento, aliás, já existem aplicações de relevância ao nosso setor da construção civil, que proporcionam a visualização de elementos ainda não construídos, promovendo controle da qualidade dos materiais e na colaboração em tempo real entre equipes. A realidade aumentada é uma tecnologia que aguçava a curiosidade do setor, já pensou em visualizar o projeto no próprio local antes mesmo de ser construído? Desde já, adianta que com a realidade aumentada é totalmente possível, bem como, pode ser usada no processo de construção. Por exemplo, no canteiro de obras é possível visualizar todas as camadas de materiais e instalações que, muitas vezes, são complicadas de se entender. A realidade aumentada pode facilitar a compreensão do projeto, assim evitando possíveis falhas de forma mais rápida e precisa, economizando tempo e dinheiro.

2. OBJETIVOS

O intuito deste trabalho é descrever e mostrar a aplicação da Realidade Aumentada na apresentação de um estudo de caso de um projeto estrutural.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. O Surgimento Da Realidade

Na década de 1960 Ivan Sutherland formado em engenharia elétrica, desenvolveu o primeiro dispositivo que foi o propulsor de grande destaque na comunidade científica, dois projetos revolucionários foram idealizados por ele. Em 1963 foi desenvolvido o primeiro projeto, que se baseava em desenhar objetos na tela de um computador, utilizando uma caneta ótica. Tratando-se desse assunto é inevitável não pensar no *software* de desenho AutoCAD, que tem relação direta com a invenção de Sutherland, já que ele foi um dos pioneiros da atual indústria de *Computer-Aided Design* (CAD) ou desenho auxiliado por computador. Na Figura 1 pode-se visualizar a tecnologia conhecida como *Sketchpad*.

Figura 1 - Sketchpad, Ivan Sutherland (1963).
Fonte: Anaapramos (2013).

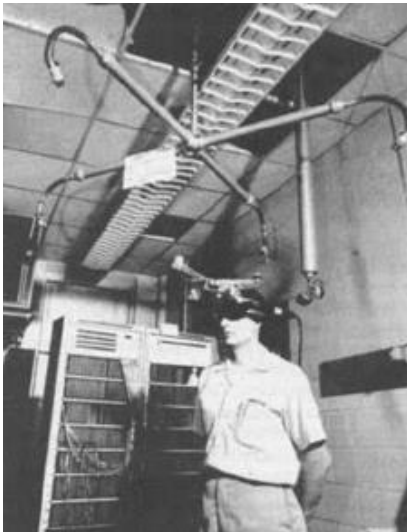


Porém o invento que encabeçou tal façanha foi o seu segundo projeto, o vídeo-capacete, *Head Mounted Display* (HMD), o modelo era totalmente funcional para a computação gráfica no projeto conhecido por “*The Ultimate Display*”, ele permitia a inserção do usuário em um ambiente construído no formato de arame, que se resumia a um cubo flutuando no espaço, construído através de um conjunto de linhas (PIMENTEL, 1995). Era construído por um capacete acoplado a um pequeno *display* conforme a Figura 2, que fazia imagens realistas de objetos tridimensionais sólidos, o capacete era pesado e então era fixado ao teto, a Figura 3 retrata a inserção por meio do HMD.

Figura 2 - Head Mounted Display (HMD) desenvolvido por Ivan Sutherland. Fonte: SUTHERLAND (1968).



Figura 3 - Primeiro dispositivo desenvolvido por Ivan Sutherland. Fonte: SUTHERLAND (1968).



Em razão da carência de tecnologias mais avançadas da época, o sistema possuía imagens de pouca qualidade, já que eram constituídas apenas por *Wireframes*, ou seja, representando apenas por linhas.

Ivan Sutherland contribuiu para uma série de pesquisas, colaborando com o desenvolvimento e avanço significativo para a época, anos mais tarde com aprimoramentos observou-se uma evolução relevante dos equipamentos *Head Up Displays* (HUDSET). Robinett e Rolland (1991) construíram um *display* usando *Liquid Crystal Display* (LCD) colorido e lentes de aumento mostrando diferenças com relação ao *display* de Sutherland que usava *Cathodic Ray Tube* (CRT) monocromático conforme a Figura 4. Caudell e Mizell (1992) apresentaram uma aplicação onde o HUDSET foi usado para marcar dinamicamente a posição de um furo de broca/rebite dentro da fuselagem de uma aeronave. Esta tecnologia foi utilizada para “aumentar” o campo visual do

usuário com informações necessárias na realização da tarefa, e recebeu o nome de “realidade aumentada”.

Figura 4 - Head-Mounted Display. Fonte: Head-mounted display.



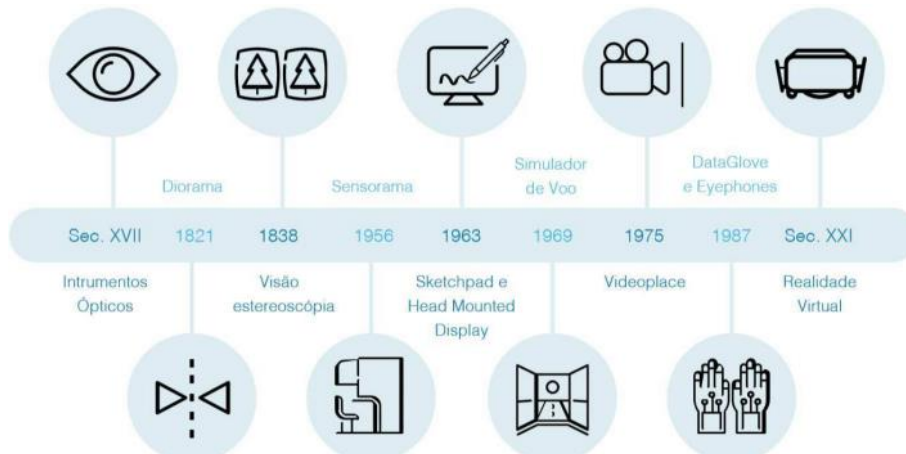
Temos que diferenciar a realidade virtual (RV) da realidade aumentada (RA), apesar de terem conceitos de estratégia semelhantes possuem diferenças, e falar sobre a realidade misturada (RM).

3.2. Realidade Virtual (RV)

“A Realidade Virtual é, antes de tudo, uma interface avançada do usuário para acessar aplicações executadas no computador, tendo como características a visualização de, e movimentação em, ambientes tridimensionais em tempo real e a interação com elementos desse ambiente. Além da visualização em si, a experiência do usuário de RV pode ser enriquecida pela estimulação dos demais sentidos, como tato e audição.” (TORI; KIRNER; SISCOUITTO, 2006).

Cunha (2017) resumiu toda a evolução da Realidade Virtual ao longo do tempo ao cronograma apresentado na Figura 5. É possível identificar que a tecnologia começou a ser mais utilizada apenas na década de 90.

Figura 5 - Cronograma, origem da Realidade Virtual. Fonte: CUNHA (2017).



Logo pode-se dizer que objetivo do conceito envolve elaborar uma simulação com o uso de tecnologia para gerar uma experiência imersiva, onde a pessoa é transportada para outra realidade se sentindo como se realmente estivesse em um mundo completamente digital. Por exemplo, o uso no mercado imobiliário, o cliente pode visualizar o ambiente partindo de uma simulação onde vivenciará uma visita em um imóvel, simulando uma decoração do ambiente e criando uma noção de suas dimensões mesmo que ainda estiverem apenas em planta, exibindo por meio aplicativos, *smartphones* ou computadores ou óculos de realidade virtual que enviam imagens e sons em 3 dimensões. Através de um *display* LCD ou dois, onde ajusta um para cada olho, as lentes são capazes de dar uma nova forma à maneira que enxergamos conforme a Figura 6. Já a Figura 7 mostra um dispositivo leve e principalmente muito barato que roda no *smartphone*, acoplado a uma carcaça artesanal.

Figura 6 - Óculos RV. Fonte: Forbes.



Figura 7 - Óculos Cardboard. Fonte: TechTudo (2014).



3.3. Realidade Aumentada (RA)

A realidade aumentada surgiu devido o avanço da tecnologia e da realidade virtual, com um maior poder de processamento dos computadores iniciou-se a integração com o ambiente físico, este feito permitiu ao usuário se manter no seu ambiente físico e transportar o ambiente virtual para ele, causando uma integração com o mundo virtual de maneira natural. Desde então vem crescendo o desenvolvimento de interfaces para facilitar a manipulação dos objetos virtuais no espaço do usuário proporcionando a mesclagem entre os elementos

virtuais com nosso ambiente real, com isso pode-se dizer que a RA abrange mais que a RV, enriquecendo uma cena real a fim de permitir aplicações inovadoras, como exemplo, filmar o cômodo vazio de sua casa, permitindo o usuário incluir diferentes cores de tinta na sua parede de forma digital e assim testar qual seria a opção de pintura que melhor lhe agrada, na Figura 8 mostra a aplicação, já a Figura 9 fornece uma visualização de um projeto arquitetônico. Pois, o sistema é implementado de tal forma que fornece conteúdo digital que completa o que está diante dos olhos, onde o cenário real e os objetos virtuais permanecem ajustados mesmo tendo movimentação do usuário no ambiente, podendo ser visto com uso de óculos especiais de RA, pela câmera do celular ou de *tablet*.

Figura 8 - Utilize a realidade aumentada e veja o resultado nas suas paredes. Fonte: Coral Visualizer.

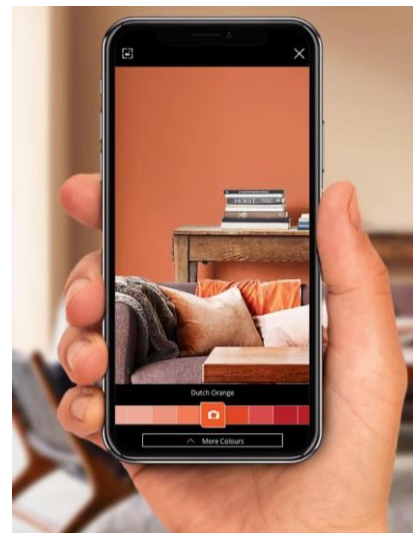
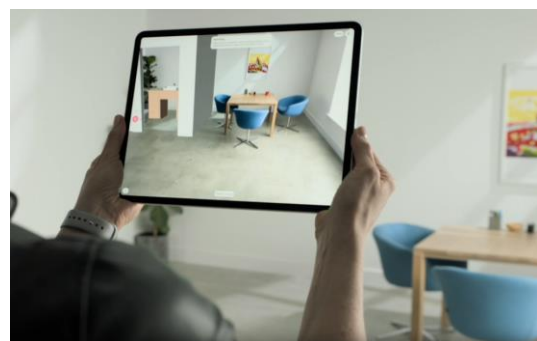


Figura 9 - Exemplo de uso de RA em projeto arquitetônico. Fonte: Apple.



Assim, a realidade virtual e a realidade aumentada permitem ao usuário retratar e interagir com situações imaginárias, como os cenários de ficção, envolvendo objetos reais e virtuais estáticos e em movimento, podendo também reproduzir com fidelidade ambientes da vida real de forma que o usuário possa entrar nesses ambientes e interagir com

seus recursos de forma natural, dispositivo de exemplo na Figura 10.

Figura 10 - Dispositivo Microsoft HoloLens. Fonte: Microsoft.



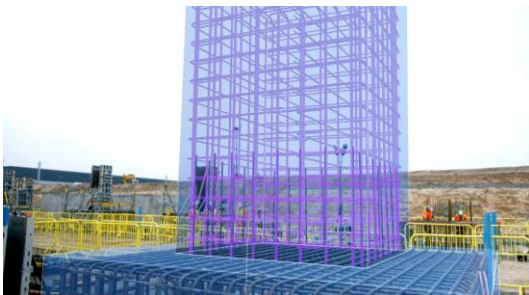
Na Figura 11, outra forma de se utilizar o *software* de RA é aplicado no modelo de cobertura, nele é possível visualizar todo o modelo, assim contribuindo para identificar possíveis interferências ou erros entre o executado e o projeto estipulado.

Figura 11 - Visualização de cobertura metálica. Fonte: CSD Group Australia.



Já na Figura 12 é possível visualizar as armaduras do bloco de fundação e visualizar a armadura do arranque e observar em realidade aumentada posicionamento da armadura do pilar.

Figura 12 - Bloco de Fundação em RA. Fonte: Xyzreality.



3.4. Realidade Misturada (RM)

A Realidade Misturada é a junção da realidade virtual e aumentada, onde descreve o continuum entre ambientes totalmente reais e totalmente virtuais. Atualmente, a realidade misturada descreve ambientes em que pessoas e objetos reais e virtuais interagem em tempo real. Ela requer um *headset* com uma lente transparente ou uma câmera,

para que você ainda possa ver o mundo real, a Figura 13 e Figura 14 mostra experiências imersivas.

Figura 13 - Headsets de realidade misturada. Fonte: Adobe.



Figura 14 - Ambiente em realidade misturada. Fonte: Dynamics Microsoft (2023).



3.5. Evolução Das Tecnologias Para Projetos

Não faz tanto tempo que a forma de realizar nossos projetos mudou, provavelmente já ouviu algum engenheiro(a) comentando que os desenhos eram realizados em grandes mesas, no caso prancheta de madeira, com papel vegetal conforme a Figura 15, onde era necessário muito foco e paciência para não cometer erros, pois não havia tecnologia para ajudar como hoje e o trabalho era mais difícil, demorado e com demanda maior de pessoas para ser realizado conforme a Figura 16.

Figura 15 - Projetista antes da tecnologia CAD. Fonte: <https://i0.wp.com/engenharia360.com/wp-content/uploads/2020/09/arquiteto-desenhando-1050x821-1.gif?resize=1024%2C801&ssl=1> (2020).



Figura 16 - Projetistas antes da tecnologia CAD. Fonte: <https://i0.wp.com/engenharia360.com/wp-content/uploads/2020/09/arquiteto-desenhando-1050x821-1.gif?resize=1024%2C801&ssl=1> (2020).



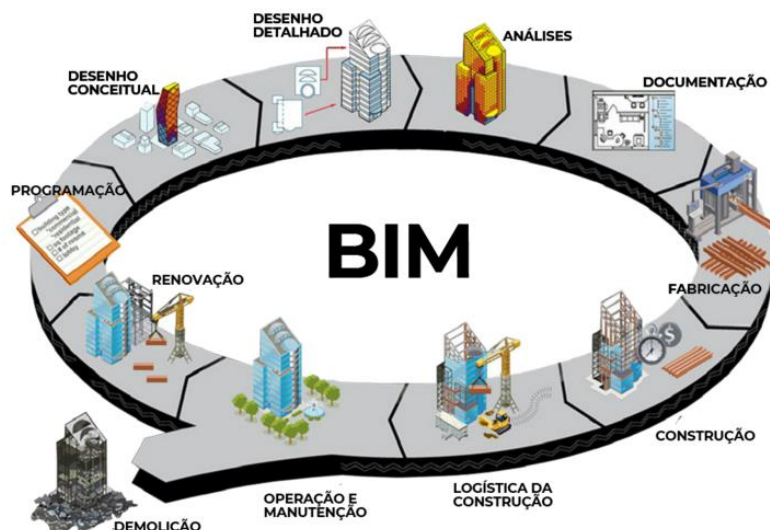
A expansão do avanço tecnológico mudou a forma de se desenvolver, com o aumento dos acessos aos computadores e com o uso de *softwares* voltados para a engenharia. Com o surgimento e expansão da tecnologia CAD na década de 1990, criou-se o AutoCAD um dos *softwares* mais utilizados no mundo para a produção de desenhos com ênfase no 2D, assim ganhou-se produtividade e qualidade, até que chegamos a um momento em que só o 2D já não era o suficiente, pois, sempre buscamos uma melhora de tecnologia para aprimorar a compressão de um projeto, assim houve o surgimento do REVIT na década de 2000, que já foi um grande salto proporcionando visualizar facilmente um modelo 3D, realizando cortes automáticos, renderização, entre outras funções. Essa mudança proporcionou uma agilidade no processo de dimensionamento e detalhamento dos projetos comparados ao processo antigo de se conceber um projeto.

Entretanto, percebeu-se que os projetos complexos exigem um processo colaborativo, envolvendo muitos profissionais e devido às dificuldades presentes na forma tradicional de desenvolvimento de projetos e sua compatibilização passou-se a discutir uma metodologia que valorizasse a integração, de tal forma que houvesse um trabalho simultâneo das equipes, com uma visão abrangente do projeto/execução, assim surgiram os projetos em *Building Information Modeling* (BIM) (MENEZES et al. 2012).

Segundo Mendes (2017) o BIM é muito mais que um *software* criado para o desenvolvimento de projetos. Pode-se dizer que é uma tecnologia que revolucionou a indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), sugerindo um nova maneira de projetar e planejar um empreendimento, já que o acompanhamento da obra é realizado em todo o ciclo de vida da construção, não apenas no intervalo entre a concepção do projeto e entrega da construção final.

Para Santos (2007) o BIM é capaz de circundar todo o ciclo de vida de uma construção, pois através dele pode-se desenvolver um modelo integrado e digital de toda a edificação. Para que isso seja possível, o projetista deve abastecer o modelo com as informações de cada disciplina do projeto, para ao finalizar poder visualizar o protótipo com todas as características determinadas. A Figura 17 mostra o ciclo de vida citado acima:

Figura 17 - Ciclo de Vida BIM. Fonte: Adaptado diversas por CREASA (2020).



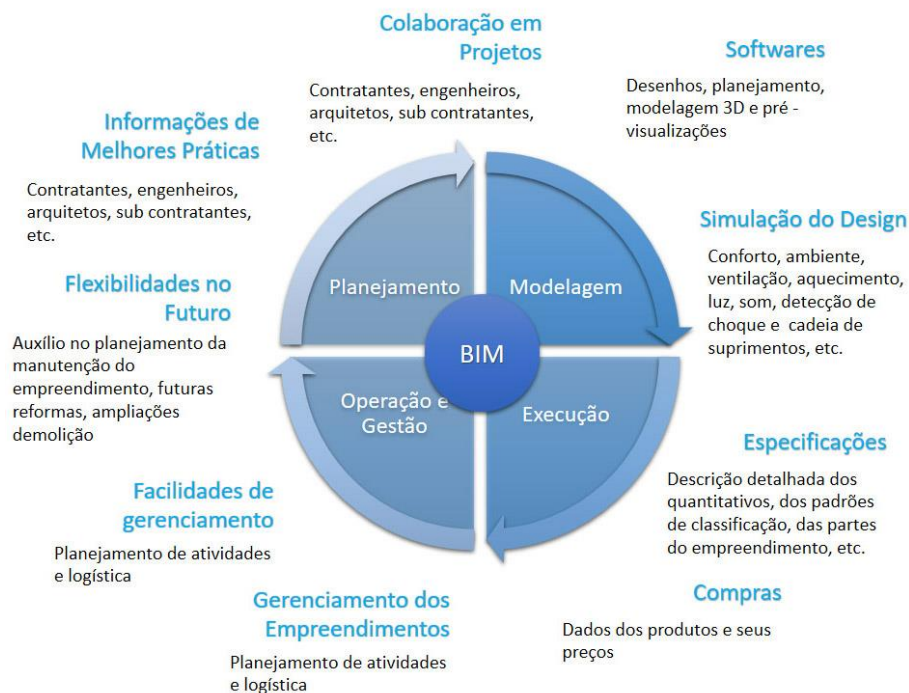
Para o Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços o conceito de BIM, ou Modelagem da Informação da Construção, é o conjunto de tecnologias e processos integrados que

permite a criação, utilização e atualização de modelos digitais de uma construção, de modo colaborativo, de forma a servir a todos os participantes do empreendimento, potencialmente durante todo o ciclo

de vida da construção. O modelo é utilizado para demonstrar todo o ciclo de vida da construção, incluindo os processos construtivos e fases de instalação, e para fornecer informações sobre qualidade e quantidades de materiais, segurança, custos, prazos de construção, eficiência energética e periodicidade de manutenções preventivas. Sua utilização eleva o nível de confiabilidade dos projetos e processos de planejamento e controle de obras,

gerando aumento da produtividade, além de resultar em diminuição de custos e de riscos relacionados a construção de edificações e infraestrutura. Esse modelo tem se consolidado mundialmente como um novo paradigma no desenvolvimento de projetos e na gestão e manutenção de obras. A Figura 18 mostra o ciclo citado acima.

Figura 18 - Ciclo BIM. Fonte: BIM MG GOV.



Com isso o Ministério criou o decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019 que Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM e institui o Comitê Gestor da Estratégia do *Building Information Modelling*. Além disso criou outro decreto nº 10.306, de 02 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 BIMBR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019.

Do mesmo modo, Campbell (2007) argumenta que o BIM é uma ferramenta importante, pois ele acredita que o *software* seja capaz de auxiliar na integração dos processos da indústria, para que minimize as ineficiências e repetições que ainda ocorrem. Além da melhora de comunicação e colaboração que a plataforma oferece, melhorando resultados e trazendo maior produtividade.

Segundo Eastman et al. (2014, p.16-21) o modelo BIM traz benefícios que vem desde a fase de elaboração de projeto até a execução do empreendimento, como a facilidade e precisão de visualização, geração instantânea dos desenhos no 2D, retificação automática de alterações realizadas, a compatibilização gerada entre as diversas disciplinas de projeto, criação de tabela de quantitativos, planejamento sincronizado e melhor administração e operação dos empreendimentos.

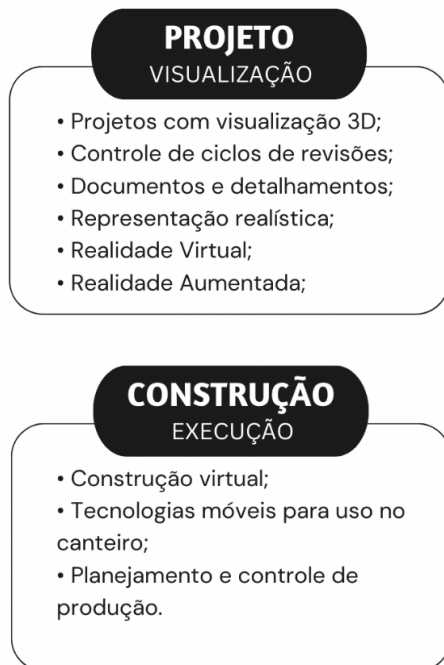
O BIM tem diversas utilidades, Succar (2009) comprovou que até mesmo a Realidade Aumentada está inclusa nesse modelo de desenvolvimento. Pode-se dizer que esse novo modelo está revolucionando as formas de se projetar, apenas pelos conceitos acima citados.

O BIM não é uma plataforma que consiste em um *software* em específico, mas sim uma base em um modelo inteligente e habilitada por uma plataforma na nuvem, a metodologia BIM trata-se de um processo

que cria e gerencia informações de determinada edificação antes, durante e depois da construção com *softwares* específicos visando a compatibilização entre eles, onde todas as informações podem ser acessadas pelos profissionais envolvidos no empreendimento, desde o planejamento do projeto até a construção e as operações. Além disto, reduz conflitos entre elementos construtivos assim diminuindo a possibilidade de erros e retrabalho, com isso reduz os prazos de execução dos projetos e ainda melhora sua qualidade.

Assim como a grande quantidade de *softwares* existentes, poderia acontecer também o surgimento de inúmeros ficheiros de armazenamento. Para eliminar essa possibilidade foi criado um consórcio chamado de *Industry Alliance for Interoperability* que se trata da Aliança da Indústria para a Interoperabilidade, que mais tarde passou a ser chamado de *buildingSMART* (MINEIRO, 2016). Assim surgiu o formato *Industry Foundation Classes* (IFC) contêm tipicamente modelos arquitetônicos 3D, o formato IFC é um padrão oficial *International Organization for Standardization* (ISO) definido na ISO 16739-1:2018 que se trata de um modelo que define como será a troca e o compartilhamento das informações do edifício. Figura 19.

Figura 19 - Usos do BIM. Fonte: Adaptado de Succar (2009).



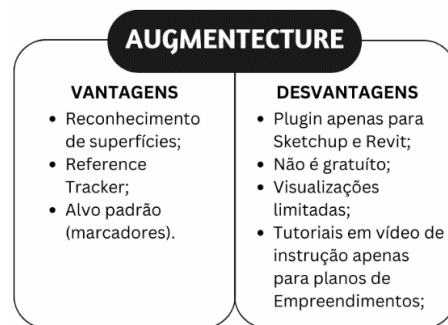
Apesar de parecer muito interessante, será que existe mesmo aplicações práticas para a RA na construção civil? Existem algumas formas de se usar a realidade aumentada? Abordar-se-á a utilização de

instrumentos desenvolvido especialmente para o uso na construção civil.

Atualmente tem-se algumas tecnologias de Realidade Aumentada que podem revolucionar a indústria da construção civil, há alguns *softwares* de realidade aumentada populares no mercado atual, abaixo mostra-se um resumo das vantagens e desvantagens presentes nos *softwares* citados.

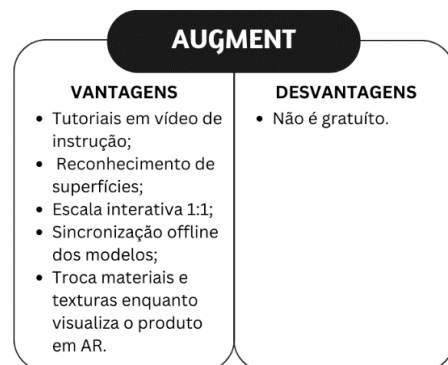
- AUGmentecture: fundada em 2014 na cidade de Los Angeles, California, a AUGmentecture tem como seu principal intuito trazer a Realidade Aumentada para o contexto da arquitetura. Os dispositivos criados não são concedidos de maneira gratuita, existem planos mensais variados que oferecem boas relações entre custo e benefício (AUGMENTECTURE, 2018). A Figura 20 mostra as vantagens e desvantagem do aplicativo.

Figura 20 - Vantagem e Desvantagem. Fonte: Autor (2023).



- Augment: aplicativo gratuito disponível nas plataformas Android e iOS, fundada em 2011 com objetivo de aplicar os métodos de visualização de Realidade Aumentada e 3D escalável *end-to-end* AUGMENT, 2011). A Figura 21 mostra as vantagens e desvantagem do aplicativo.

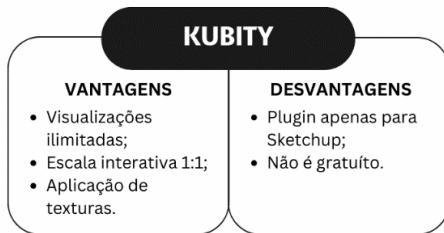
Figura 21 - Vantagem e Desvantagem. Fonte: Autor (2023).



- Kubity: idealizada em 2012 com o objetivo de facilitar a entrada aos modelos 3D em computadores e *smartphones*, o Kubity foi criado por

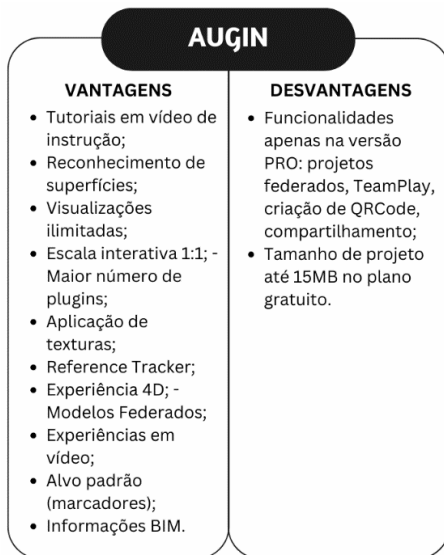
um grupo de engenheiros de *software* contratados pelos idealistas do projeto para desenvolver uma plataforma interativa com navegação 3D instantânea e fluída. Porém, apenas em novembro de 2017 aconteceu o lançamento dos aplicativos, Kubity RA para uso da realidade aumentada e o Kubity VR para a realidade virtual (KUBITY, 2020). A Figura 22 mostra as vantagens e desvantagem do aplicativo.

Figura 22 - Vantagem e Desvantagem. Fonte: Autor (2023).



• Augin: vista como a plataforma brasileira de Realidade Aumentada de maior destaque voltada a construção civil, o Augin é capaz de transmitir uma visualização 3D de um projeto em qualquer dispositivo móvel, *smartphone* ou *tablet*, podendo ter sistema Android ou iOS (AUGIN, 2018). A Figura 23 mostra as vantagens e desvantagem do aplicativo.

Figura 23 - Vantagem e Desvantagem. Fonte: Autor (2023).



Diante dos aplicativos apresentados e das comparações feitas, foi escolhido o Augin para desenvolvimento do presente estudo. Ele oferece ótimas funcionalidades e com um custo de uso zero, aplicativo desenvolvido por brasileiros e lançado em 2019 na *Construtech*, no maior evento de tecnologia voltado para a construção civil no Brasil, com o intuito de mostrar que há um meio mais interessante de se comunicar.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais utilizados para a elaboração do estudo.

1. Computador;
2. Celular;
3. Modelo 3D/BIM;
4. *Software* Augin APP e Augin Hub;
5. *Software* REVIT;
6. *Software* TQS.

Para este estudo foi proposto produzir conhecimentos aplicáveis e úteis para a resolução de problemas, ou seja, melhorar os sistemas existentes, envolvendo a compreensão de um projeto estrutural de concreto armado, buscando o uso da Realidade Aumentada para auxiliar o processo de entendimento na hora de execução/montagem e assim ser utilizado como uma conferência em caso de dúvidas para evitar erros.

Foi utilizado o BIM como fonte de dados para o aplicativo de RA. A modelagem estrutural de um edifício do curso disponível no engenhaBIM onde o curso aborda o desenvolvimento completo do projeto estrutural de um edifício com auxílio do TQS para cálculo, análise, dimensionamento e detalhamento composto por 4 pavimentos, sendo um térreo, dois pavimentos tipos e a cobertura, foi utilizado o *software* TQS Estudantil para a concepção estrutural, análise estrutural e armaduras.

A estrutura é composta por vigas de seção 19x55 cm, pilares com seções de 19x80 cm e lajes de 16 cm de espessura. As dimensões dos pavimentos estão representadas na Figura 24 e Figura 25.

Figura 24 - Pavimento tipo medidas em centímetros. Fonte: Autor (2023).

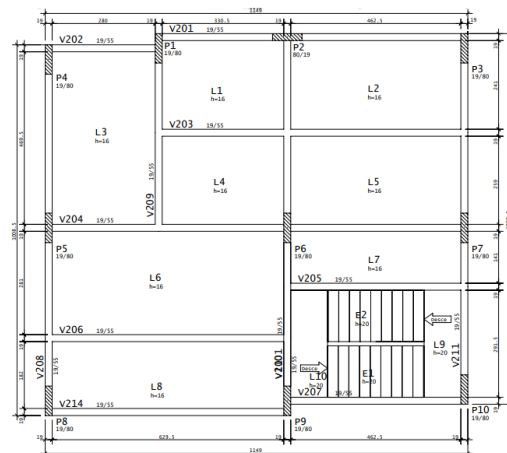
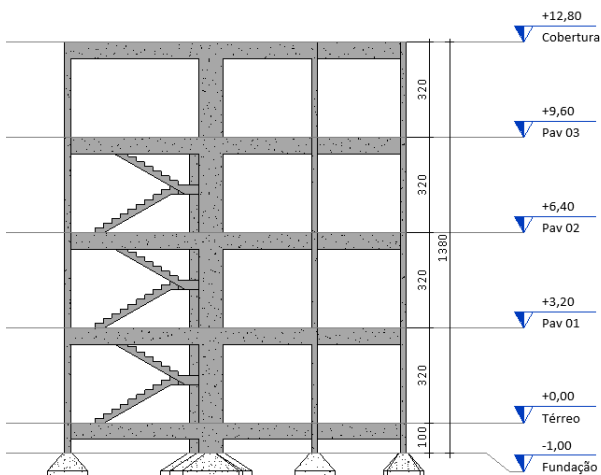


Figura 25 - Corte Leste. Fonte: Autor (2023).



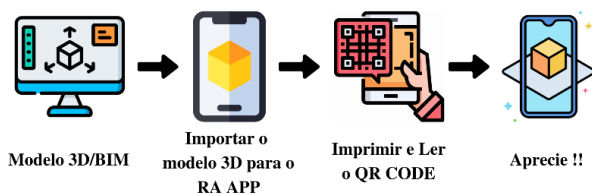
O modelo de edifício em questão foi desenvolvido sem que sejam considerados diversos componentes comuns de uma edificação, sendo os resultados esperados para este trabalho não representativos de um projeto real. O presente estudo foi direcionado sobre os resultados relativos para a aplicação e observar situações em que as pessoas interagem com a tecnologia atualmente.

O *software* utilizado como dito anteriormente será o Augin APP, pois, a proposta é trazer facilidade para os usuários e ajudá-los a utilizar RA na construção civil.

O comportamento do App se dá da seguinte forma, o objeto real de referência é colocado na frente da câmera, ela captará a imagem e fará a transmissão ao equipamento que interpretará o contexto, a câmera faz o envio das imagens em tempo real para a geração do objeto virtual, o *software* retornará o objeto virtual, a partir do item real apresentado na câmera. O dispositivo de saída como o celular mostra o objeto virtual sobreposto ao real, como se ambos estivessem no mesmo plano.

A geração de um projeto em RA é intuitiva conforme a Figura 26.

Figura 26 - Fluxo de Trabalho para Uso de Realidade Aumentada. Adaptado: Souza (2022).



O primeiro passo: a concepção de um projeto em um modelo 3D/BIM em um *software* compatível com a RA, pois há uma variedade de *softwares* que geram modelos 3D e com isso pode ocorrer

incompatibilidade com o aplicativo, o *software* utilizado foi o TQS.

Segundo passo: será acessar o *software* de modelagem e salvar o seu projeto pelo formato IFC e ir ao RA APP para importar o seu modelo, ou dependendo do aplicativo de RA pode instalar o *plugin* em seu *software* de modelagem/dimensionamento para fazer a exportação de forma direta.

O terceiro passo: acessar o sistema escolhido e gerar um *QR Code* e colocar em sua prancha de apresentação, instale o aplicativo de RA para ter todos os seus modelos disponíveis a qualquer momento.

O quarto passo: para realizar a visualização é necessário fazer a leitura do *QR Code* via aplicativo, assim o usuário pode visualizar, analisar e explorar o elemento.

A plataforma possui *plugins* para os *softwares* de modelagem mais utilizados no mercado, como: Revit, Archicad, Tekla, TQS, SketchUp, Alto3D, Active3D e BricsCAD.

Conforme dito anteriormente o aplicativo tem suas vantagens;

- Alvo padrão (marcadores);
- Aplicação de texturas;
- Escala interativa 1:1;
- Experiências em vídeo;
- Informações BIM.
- Modelos Federados;
- Reconhecimento de superfícies;
- *Reference Tracker*;
- Tutoriais em vídeo de instrução;
- Visualizações ilimitadas;

Alvo Padrão e Reconhecimento de Superfícies servem para visualização de um projeto em Realidade Aumentada, eles conseguem fazer a leitura de superfícies apenas com o simples ato de apontar a câmera do aparelho para o local, enquanto aqueles que não possuem, precisam de algum marcador, impresso ou digital, que servirá como base para inserção do modelo, é possível observar primeiramente uma projeção em forma de *gride* fazendo o reconhecimento da superfície, depois disso, basta dar um toque na tela, e o modelo em RA aparecerá.

Experiência em vídeo veio para somar, no que se trata de levar informações para o canteiro de obras,

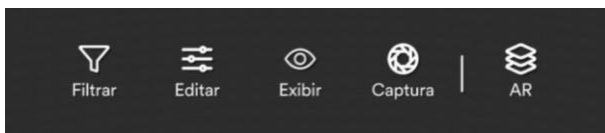
e aumentar os níveis de detalhamentos das pranchas de projeto. Com ela, o usuário só precisa apontar o aplicativo para a imagem presente na folha e um vídeo inicia-se em RA (AUGIN, 2018).

A função dos modelos federados consiste em coordenar em um mesmo modelo 3D, diferentes disciplinas, como por exemplo, os modelos: estrutural, arquitetônico, hidrossanitário e elétrico, para posteriormente filtrá-las em realidade aumentada, podendo visualizar cada uma individualmente ou no conjunto com as demais selecionadas (AUGIN, 2018). O uso dessa ferramenta possibilita a visualização completa da construção. Sua principal utilidade está relacionada a análise de conflitos/incompatibilidades entre disciplinas.

O *reference tracker* possibilita estabelecer um vínculo entre um ponto no canteiro de obras e um no modelo digital. Essa referência é basicamente um código visual no formato de folha, tendo o seu formato digital, que pode mover e dispor em alguma coordenada do projeto, e o formato real em PDF, que deverá ser impresso e disposto no mesmo local escolhido como referência. O local mais indicado para fixar os símbolos é na placa de indicação da obra, já que é um elemento exigido por Norma nas construções, essa placa deverá ser inserida também no ambiente virtual. Por fim, será possível visualizar o projeto virtual no terreno em que a edificação será construída. Para isso, basta apontar a câmera do aplicativo Augin para a folha impressa e automaticamente o protótipo aparecerá na posição, rotação e escala correta.

Na visualização de projeto está disponível menus de elementos com camadas de funções para melhorar a experiência e visualização do projeto conforme a Figura 27.

Figura 27 - Menu de elementos Augin. Fonte: Augin (2023).



Ao selecionar um elemento no modelo, é possível obter as informações que estão disponíveis no projeto, como as dimensões e tipo de material do elemento conforme a Figura 28.

Figura 28 - Camadas no Augin App. Fonte: Autor (2023).



Através do filtro é possível desativar partes dos elementos da estrutura, deixando por exemplo apenas as informações de fundações ou pilares, alternar a visibilidade dos materiais deixando visíveis as armaduras ou deixar visível apenas a seção de concreto do modelo. Por meio do menu editar pode-se realizar cortes no modelo, editar a altura e alinhar a escala, basta regular a proporção na barra de ajustes caso não tenha anexado um *reference tracker* no projeto, por fim, permitindo comparar a realidade da obra com as informações de planejamento contidas, garantindo um fluxo ininterrupto de informações em todas as etapas do projeto, tendo também a função de modelo federado, onde pode-se explorar diferentes disciplinas de seu projeto.

5. ANÁLISE E RESULTADOS

Executando os passos descritos anteriormente, portanto, baixe e instale o Augin aplicativo em RA escolhido para esse procedimento, tem versão disponível para aparelhos *mobile*, *tablet* e computador, direcione o celular para o *QR Code* na Figura 29.

Figura 29 - Download do aplicativo Augin APP. Fonte: Autor (2023).



Conforme dito utilizou-se um projeto em modelo 3D/BIM realizado pelo *software* TQS, apresentado nas Figura 30, Figura 31 e Figura 32.

Figura 30 - Modelo 3D TQS. Fonte: Autor (2023).

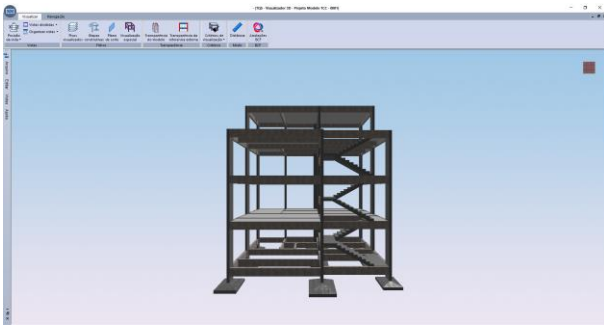


Figura 31 - Modelo 3D TQS. Fonte: Autor (2023).

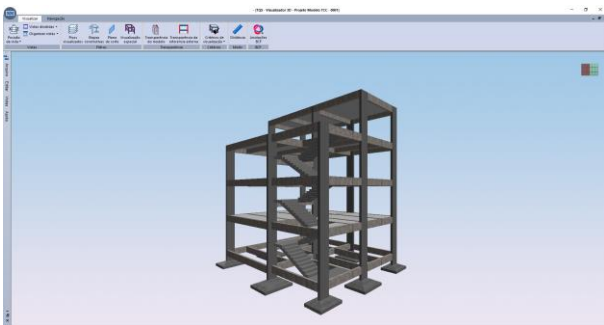
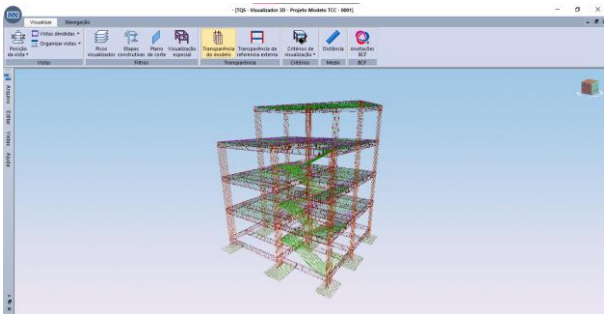


Figura 32 - Modelo 3D TQS das Armaduras. Fonte: Autor (2023).



Na Figura 33 foi exportado o projeto diretamente do *software* TQS, por ser compatível com o encaminhamento direto ao *software*. A Figura 34 mostra a geração do formato IFC diretamente no Augin Hub.

Figura 33 - Exportação TQS - Augin. Fonte: Autor (2023).

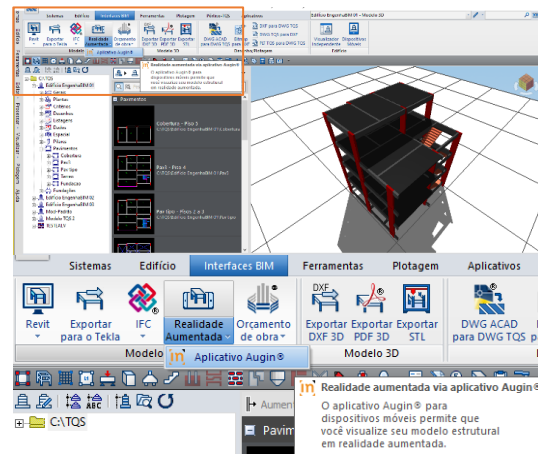
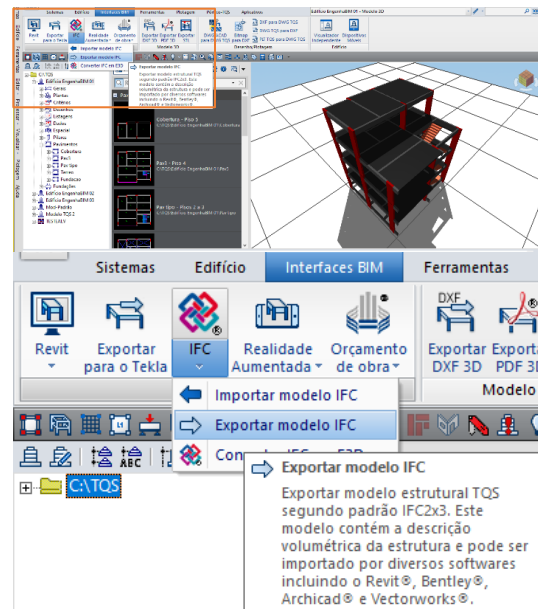
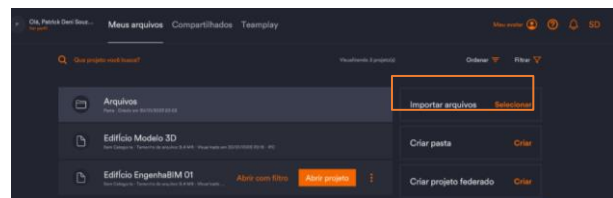


Figura 34 - Exportação TQS IFC. Fonte: Autor (2023).



Para fazer a importação no Augin Hub basta ir à área marcada e selecionar o arquivo IFC salvo anteriormente conforme a Figura 35.

Figura 35 - Importação em Augin Hub. Fonte: Autor (2023).



Com isso pode-se gerar o *QR Code*, acessando o aplicativo para visualização com a RA. Como o *software* tem o seu armazenamento na nuvem o modelo estará disponível a qualquer momento, na Figura 36 está o *QR Code* do modelo no Augin.

Figura 36 - Modelo disponível no Augin APP. Fonte: Autor (2023).

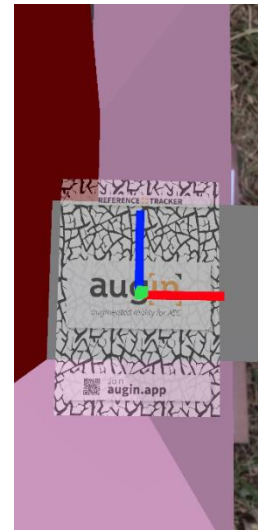


Para realizar a visualização é necessário acessar o aplicativo e abrir diretamente o Augin APP ou fazer a leitura do *QR Code* quando estiver alocado no canteiro de obra, o algoritmo do Augin APP reduz em até 60% os polígonos do gráfico, tornando a experiência ainda mais leve e fluida. Importante notar que se você precisa de uma experiência 100% fiel com a projetada, sugere-se manter a opção desligada. Feito isto, abrirá um visualizador em 3D, terá a opção de abrir com RA, é necessário que o usuário defina uma superfície apenas fazendo uma varredura com o APP no ambiente e o elemento aparecerá na tela do aparelho do usuário conforme o fluxo de trabalho na Figura 37.

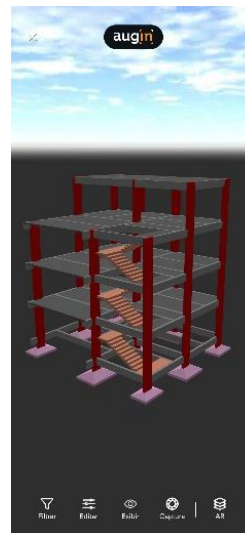
Figura 37 - Fluxo de Trabalho, sendo a) Tela inicial do Augin APP, b) Visualização após a seleção do modelo, c) Opções de carregamento inicial, d) Visualização do modelo em 3D, e) Varredura para inserção do modelo em RA, f) Referência do Eixo 0,0,0, g) Modelo em RA. Fonte: Autor (2023).



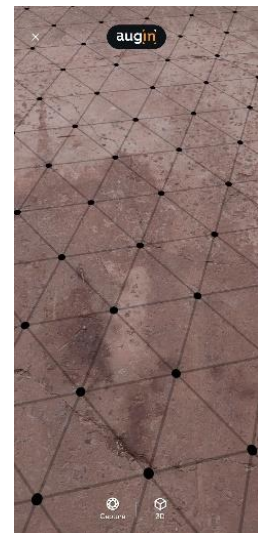
(c)



(d)



(e)



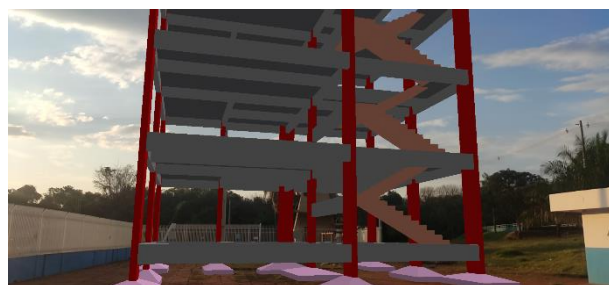
(f)



(a)



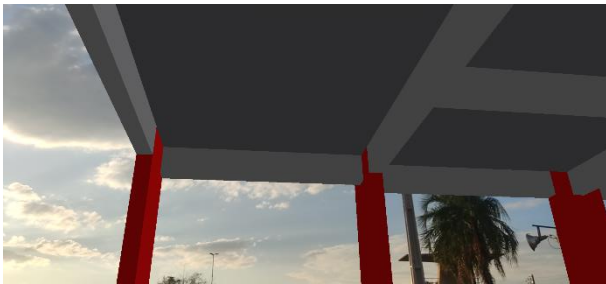
(b)



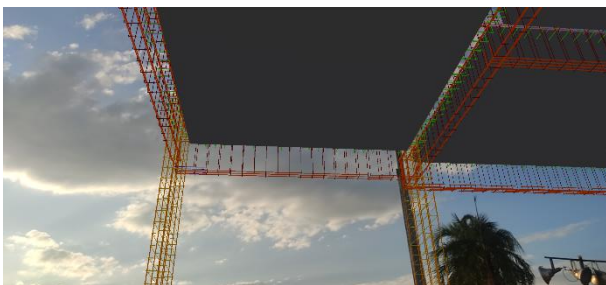
(g)

Segue na sequência as fotos realizadas do modelo em escala 1:1, com variações de visualização, por meio da função de exibição de armadura ativada em algumas imagens e desativada em outras, para as Figura 38 a Figura 42.

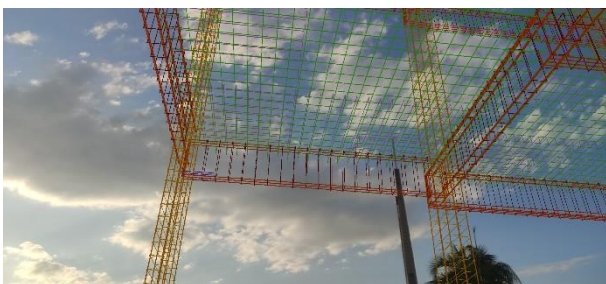
Figura 38 - Estrutura em realidade aumentada, sendo a) Visualização pilares, vigas e lajes do primeiro piso, b) Visualização da armadura dos pilares e vigas, c) Visualização completa das armaduras. Fonte: Autor (2023).



(a)

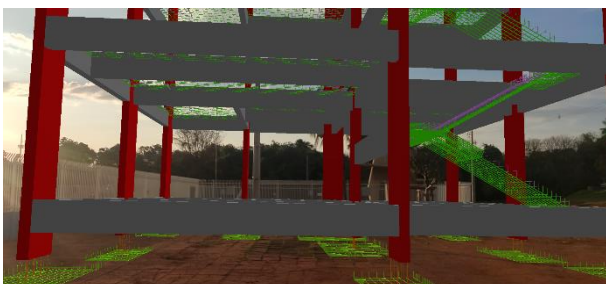


(b)

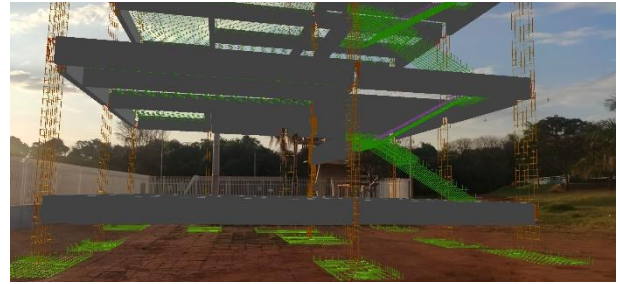


(c)

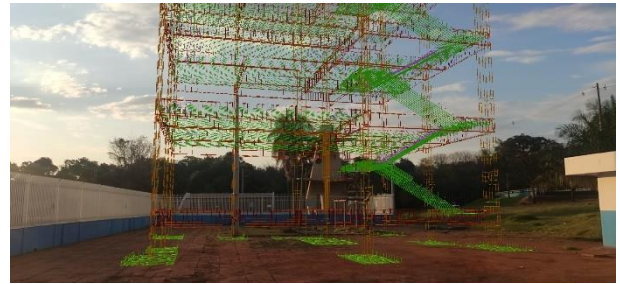
Figura 39 - Estrutura em realidade aumentada, sendo a) Visualização pilares, vigas e lajes do primeiro pavimento, b) Visualização da armadura dos pilares e vigas, c) Visualização completa das armaduras. Fonte: Autor (2023).



(a)

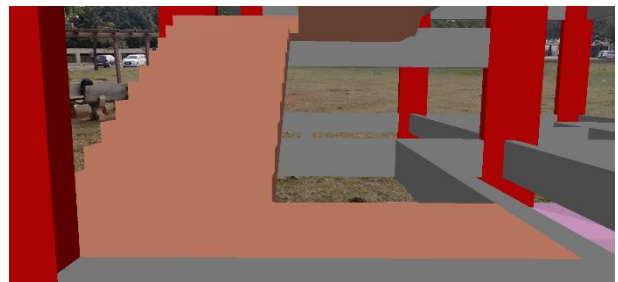


(b)

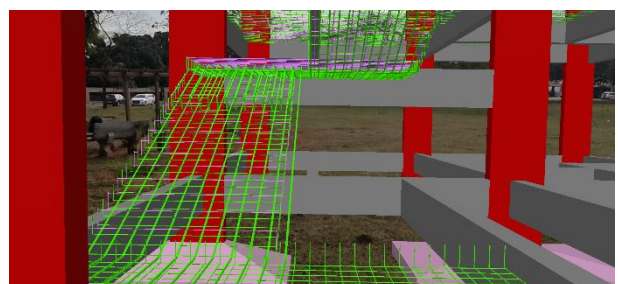


(c)

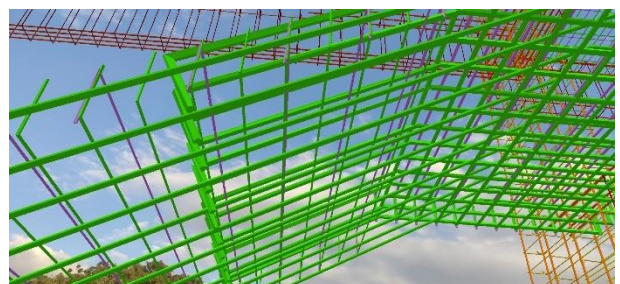
Figura 40 - Escada piso térreo em realidade aumentada, sendo a) Visualização escada, b) Visualização da armadura da escada, c) Visualização das armaduras ligação patamar-escada. Fonte: Autor (2023).



(a)



(b)



(c)

Figura 41 - Estrutura em realidade aumentada, sendo a) Visualização ligação viga-pilar, b) Visualização da armadura ligação viga-pilar. Fonte: Autor (2023).

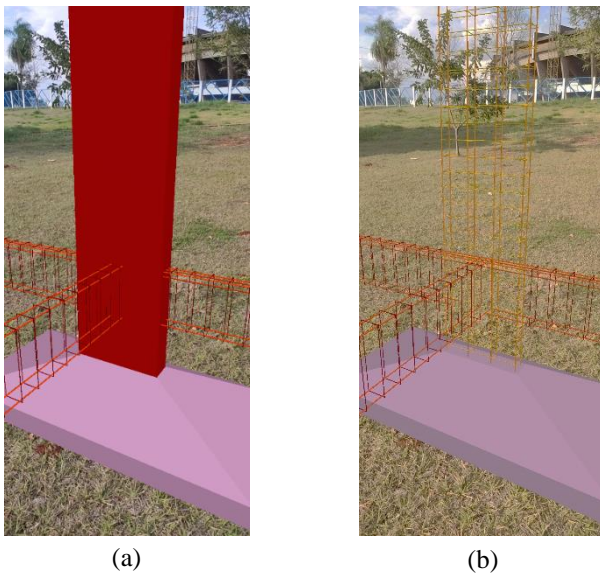
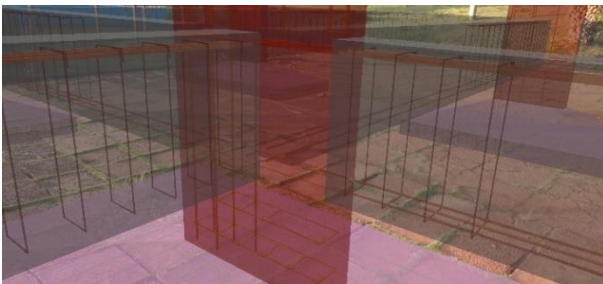


Figura 42 - Visualização em raio-x em realidade aumentada. Fonte: Autor (2023).



Apesar de constatar algumas demonstrações e protótipos de tais aplicações de RA/RV na construção, não existem muitos casos de utilização no cenário atual, isto acontece por a tecnologia ser relativamente nova e experimental. É provável que esta tecnologia tenha o potencial de aumentar a eficiência, produtividade, melhorar a colaboração e reduzir os erros.

O mercado da construção civil é enorme, mas no geral se move lentamente para se adaptar às novas tecnologias e requer frequentemente uma quantidade significativa de convencimentos e aprovações antes de investir em novas ferramentas como esta. Para se ter uma vantagem sobre os concorrentes e proporcionar uma construção mais tecnológica e eficiente, é importante estar sempre atento as principais novidades do ramo, para adquirir ganho de tempo, redução de custos e mais segurança na obra para todos os envolvidos.

Além disso, a tecnologia pode ser usada para treinamento de funcionários, permitindo que eles aprendam e pratiquem técnicas de construção em um

ambiente virtual antes de aplicá-las no mundo real e isso auxilia muito no momento de pôr a mão na massa. Outra aplicação da RA na construção civil é a manutenção e inspeção de equipamentos e estruturas. Com a tecnologia, é possível visualizar informações detalhadas sobre os equipamentos e suas partes em tempo real, facilitando a identificação de problemas e a realização de reparos.

6. CONCLUSÃO

Este trabalho aponta alternativas para as dinâmicas de apresentação de projetos e mostra-se possível e benéfica. Onde as ferramentas tecnológicas são uma realidade no atual contexto e vem se tornando cada vez mais um ponto de interesse do mercado da construção civil, graças à metodologia BIM.

Com o auxílio do aplicativo Augin, foi possível realizar uma observação inteligente de grande relevância, pois a técnica de RA apresentada é relativamente simples tanto para o cliente final, que terá uma melhor visualização do resultado da obra, quanto para os gerenciadores e executores da obra, pois, conseguirão observar os principais detalhes, os projetos e etapas da obra. Tendo uma experiência de visualizar seu projeto em tamanho real, ampliando os limites de visualização de projeto, representando com maior clareza os modelos mais complexos, encontrando problemas de maneira rápida ao ativar e desativar os materiais de projeto, podendo solucioná-los com maior eficiência confirmando dados, parâmetros e informações dos elementos de seu modelo.

O aplicativo se mostrou de fácil utilização, melhorando o entendimento da estrutura e o posicionamento das suas armaduras, o que ajudaria em um melhor entendimento do projeto e assim contribuindo para o orçamento e medição de forma mais precisa.

Entretanto há desvantagem relacionadas ao uso do *software* em aparelhos que não tem condições suficientes para o seu funcionamento, como exemplo na Figura 42 onde há falhas na visualização das armaduras com o filtro de raio-x ativado. Outra desvantagem foi na questão das qualidades das imagens feitas pelo modo de captura do próprio aplicativo.

Eventualmente, haverá necessidade de regulamentos para padronizar a utilização de RA/RV na construção e para ajudar a estabelecer as melhores práticas de utilização, assim garantindo que a tecnologia será utilizada de forma segura e eficaz. Com essas e outras aplicações, a Realidade

Aumentada promete ser uma tecnologia cada vez mais presente e importante na indústria da construção civil.

Recomenda-se realizar estudos e aplicações em outras áreas, assim verificando o impacto de apresentação que a realidade aumentada pode proporcionar, principalmente com o uso da função de modelo federado onde é possível agrupar todas as disciplinas de uma obra, realizar uma apresentação aos colaboradores e elaborar um questionário assim verificando o quanto facilitaria o entendimento com a realidade aumentada.

7. AGRADECIMENTOS

Primeiramente, quero agradecer a Deus por ter me ajudado a chegar até aqui. Depois dele, eu tenho todo o meu agradecimento aqueles que sempre se fizeram presente nos meus bons e maus momentos.

Agradeço a minha família por sempre me apoiar e incentivar, em especial a minha mãe Verônica, ao meu pai Fábio e agradecer também a minha namorada Isabela por sempre me apoiar ao longo do curso.

Agradeço a todos os professores da FAENG, em especial ao professor e orientador Andrés Batista Cheung, por todo conhecimento proporcionado e tempo dedicado ao longo da graduação. Agradeço ao curso de Engenharia Civil da UFMS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILAR, M.; AZEVEDO, W. **O Ensino/Aprendizado do BIM no curso de Engenharia Civil da UFJF**. In: Encontro Brasileiro De Tecnologia De Informação e Comunicação Na Construção, 7. 2015, Recife. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2015.
- AUTODESK INC. PROJETE E CONSTRUA COM BIM: Modelagem de informação da construção. Disponível em: <https://www.autodesk.com.br/solutions/bim>. Acesso em: 15 dez. 2022.
- BUILDING INFORMATION MODELLING - BIM. Disponível em: <https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/assuntos/competitividade-industrial/building-information-modelling-bim>. Acesso em: 05, ago. 2023.
- CAMPBELL, D. A. **Building information modeling: the Web3D application for AEC**. In Proceedings of the Twelfth international Conference on 3D Web Technology (Perugia, Italy, April 15 - 18, 2007). Web3D '07. ACM, New York, NY, 173-176. Disponível em: <http://doi.acm.org/10.1145/1229390.1229422>. Acesso em: 8 de fevereiro, 2023.
- CUNHA, Mariana M. S. B. **Ambientes Virtuais e Imersivos: Emprego da Realidade Virtual na concepção e na comunicação do projeto de arquitetura**. Orientador: Professor Doutor Nuno Montenegro. 2017. Dissertação (Mestrado Integrado em Arquitetura com especialização em Interiores e Reabilitação do Edificado) - Universidade de Lisboa, Lisboa-Portugal, 2017.
- CUPERSCHMID, A. R. M; RUSCHEL, R. C; FREITAS, M. R. **Tecnologia que Suporta Realidade Aumentada, Empregadas em Arquitetura e Construção**. PROARQ UFRJ. Rio de Janeiro: 2019, p. 48-69.
- EASTMAN, C. M. **Modeling of buildings: evolution and concepts. Automation in Construction**, v. 1, n. 2,1992, p. 99-109. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/0926-805\(92\)90001-](http://dx.doi.org/10.1016/0926-805(92)90001-). Acesso em: 18 de janeiro, 2023.
- FLORIO, W. **Contribuições do Building Information Modeling no processo de projeto em arquitetura**. In: Seminário TIC 2007 – Tecnologia da Informação e Comunicação na construção civil, 2007, Porto Alegre: TIC 2007, 2007.
- MAYR, LUIZ ROBERTO. **Falhas de projeto e erros de execução: uma questão de comunicação**. Florianópolis, 2000.
- MENDES, N. S. **Desafios na implantação da modelagem da informação da construção (BIM) na construção civil**. Orientador: Prof. Dr. Eduardo Marques Arantes. 2017. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Especialização: Produção e Gestão do Ambiente Construído) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017. f. 13.
- MENEZES, A. M.; PALHARES, Sérgio Ricardo; PEREIRA JUNIOR, Mario Lucio; VIANA, Maria de Lourdes Silva. **O impacto da tecnologia BIM no ensino de projetos de edificações**. In: COBENGE XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Belém, Pará, 2012.
- MILGRAM, P.; KISHINO, F. (1994). **A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays**. IEICE Transactions on Information and Systems, 77, p. 1321-1329.

- NASCIMENTO, L. A.; SANTOS, E. T. **A indústria da construção na era da informação**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 69-81, jan./mar. 2003b.
- REALITY, X. Y. Z. Home. Disponível em: <<https://www.xyzreality.com/>>. Acesso em: 06, ago. 2023.
- ROBINETT, W.; ROLLAND, J.P.; **A computational model for the stereoscopic optics of a head-mounted display**. Proc. SPIE 1457, Stereoscopic Displays and Applications II, Computer Science Department, University of North Carolina, Chapel Hill, 1991.
- SACKS, R. et al. **Manual de BIM** - 3.ed. [s.l.] Bookman Editora, 2021. Acesso em: 8 de fevereiro, 2023.
- SUCCAR, B. **Building Information Modelling Framework: a research and delivery foundation for industry stakeholders**. Automation in Construction, v. 18, n. 3, p. 357-375, 2009.
- SOUZA, Fabio Albino. **Utilização da Realidade Aumentada (RA) em Estruturas Protendidas (PT)**. Congresso Brasileiro do Concreto, Brasília, Distrito Federal, 2022.
- SUTHERLAND, I. E. **A head-mounted three-dimensional display**. Proceedings of the AFIPS Fall Joint Computer Conference. Washington D.C. Thompson Books, 1968, p. 757- 764.
- TORI, R.; KIRNER, C.; SISCOOTTO, R.A. **Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada**, Editora SBC,2006.