

PROTÓTIPO DE SIMULAÇÃO DIGITAL COM REALIDADE AUMENTADA PARA CONSTRUÇÃO CIVIL A PARTIR DE DISPOSITIVOS MÓVEIS

DIGITAL SIMULATION PROTOTYPE WITH AUGMENTED REALITY FOR CIVIL CONSTRUCTION USING MOBILE DEVICES

Vítor Mendes de Souza¹
Heloisa Nunes e Silva²

Resumo: Este artigo apresenta o desenvolvimento de uma ferramenta digital de visualização em realidade aumentada (RA), baseada na engine Unity e no pacote AR Foundation, voltada para simulações tridimensionais de reformas, decoração de interiores e organização de canteiros de obra em tempo real. A proposta busca oferecer aos profissionais da construção civil um recurso móvel, prático e acessível, capaz de sobrepor objetos virtuais ao ambiente real por meio do reconhecimento de superfícies, permitindo análises rápidas de layout e apoio à tomada de decisão. A metodologia adotada envolveu um processo experimental e interativo, contemplando definição de requisitos, configuração do ambiente Unity, implementação da cena de RA, importação de modelos tridimensionais, criação de scripts interativos e realização de testes de desempenho. Os resultados demonstraram boa estabilidade de ancoragem, facilidade de manipulação dos objetos e aplicabilidade tanto em ambientes internos quanto externos, embora limitações tenham sido observadas em superfícies verticais e condições de iluminação desfavoráveis. Conclui-se que a ferramenta é viável, funcional e promissora para uso profissional, representando uma alternativa eficiente às visualizações tradicionais que dependem de renderizações complexas.

Palavras-chave: Realidade aumentada; tecnologia para construção civil; Unity; AR Foundation; Visualização arquitetônica.

Abstract: This article presents the development of a digital augmented reality (AR) visualization tool, based on the Unity engine and the AR Foundation package, aimed at real-time three-dimensional simulations of renovations, interior decoration, and construction site organization. The proposal seeks to offer construction professionals a mobile, practical, and accessible resource capable of overlaying virtual objects onto the real environment through surface recognition, allowing for quick layout analysis and supporting decision-making. The methodology adopted involved an experimental and interactive process, including requirements definition, Unity environment configuration, AR scene implementation, import of three-dimensional models, creation of interactive scripts, and performance testing. The results demonstrated good anchoring stability, ease of object manipulation, and applicability in both indoor and outdoor environments, although limitations were observed on vertical surfaces and under unfavorable lighting conditions. It is concluded that the tool is viable,

¹ Discente do curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Santa Catarina. vitor.ms07@aluno.ifsc.edu.br.

² Docente do curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Santa Catarina. heloisa.nunes@ifsc.edu.br.

functional, and promising for professional use, representing an efficient alternative to traditional visualizations that depend on complex renderings.

Keywords: Augmented reality; technology for civil construction; Unity; AR Foundation; Architectural visualization.

1 INTRODUÇÃO

A aplicação de tecnologias imersivas na engenharia civil e no design de interiores tem se tornado cada vez mais comum, sobretudo no apoio à ferramentas de visualização e comunicação visual de projetos. Um exemplo disso, é a técnica de realidade aumentada (RA), que destaca-se por permitir a sobreposição de modelos virtuais tridimensionais no ambiente real, oferecendo uma percepção espacial realista e facilitando a compreensão de propostas arquitetônicas (AZUMA, 1997).

A construção civil vem sofrendo diversas transformações por conta da revolução tecnológica dos últimos anos. A forma que essa troca de informações ocorre ainda é ineficiente. Para contornar esse problema, tecnologias de visualização como a Realidade Aumentada e Virtual surgem como facilitadoras (SALGADO, 2020).

A realidade aumentada emergiu como uma ferramenta inovadora no campo da construção civil e da arquitetura, com a capacidade de melhorar a visualização de projetos, facilitar a colaboração entre equipes e otimizar o planejamento e gerenciamento de obras (ALMEIDA, 2025).

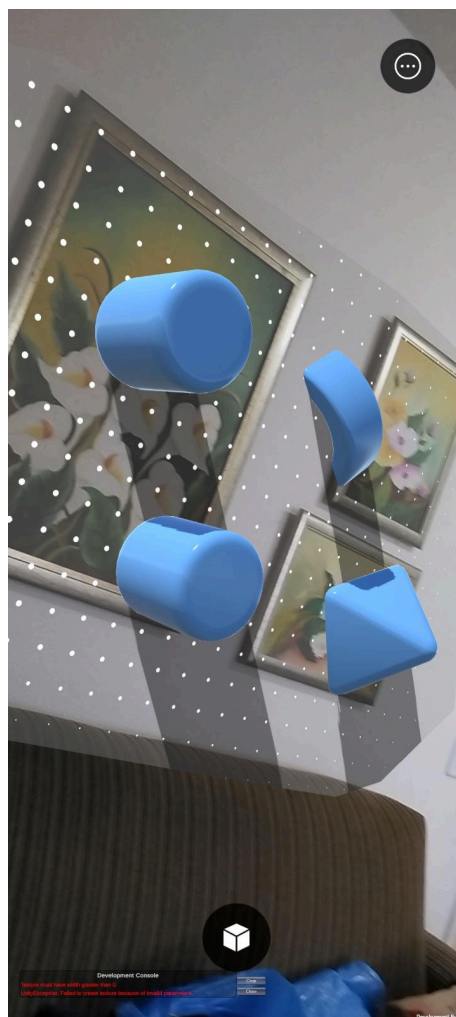
A dinâmica de um profissional de engenharia civil requer tomada de decisões sobre situações de organização de obra, de soluções técnicas em reformas de ambientes, de planejamentos de espaços e logística de produção, entre outros. E neste sentido, o uso de ferramentas de simulação em RA auxiliam muito este profissional, seja pela agilidade, precisão e ilustração da ideia proposta com fidedignidade. No entanto, muitos mecanismos existentes que utilizam RA demandam softwares complexos, hardwares potentes e apresentações pré-renderizadas, o que dificulta o uso em dispositivos móveis (celulares) em situações cotidianas de demonstração. Assim, este trabalho propõe o desenvolvimento de uma ferramenta de visualização de simulações tridimensionais em RA baseada na engine Unity e no AR Foundation, com o intuito de permitir que profissionais visualizem simulações tridimensionais em RA e em tempo real.

Esta proposta de ferramenta de visualização em tempo real será útil para aquelas situações em que o profissional necessita apresentar ideias de forma prática e visual, sem a necessidade de preparar um projeto detalhado ou renderizações demoradas.

2 REALIDADE AUMENTADA

A realidade aumentada combina informações virtuais e reais em um mesmo espaço, integrando o ambiente físico e o digital em tempo real (MILGRAM; KISHINO, 1994). Essa integração é especialmente útil na engenharia civil e na arquitetura, pois permite simulações espaciais mais compreensíveis para clientes e profissionais. Ver imagem 1.

Figura 1 - Exemplo de realidade aumentada



Fonte: do autor

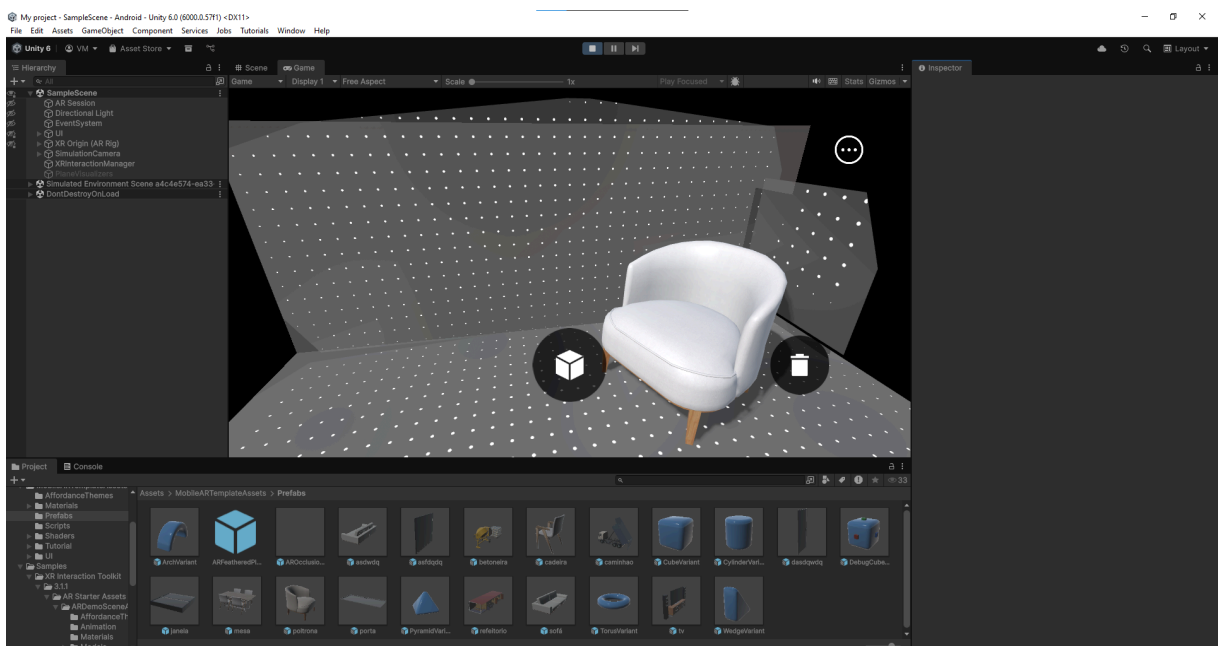
O *Unity 3D* é uma das principais plataformas para o desenvolvimento de aplicações interativas e tridimensionais. Com o pacote *AR Foundation*, a *Unity* fornece uma camada unificada de desenvolvimento de RA, que permite criar um único projeto compatível tanto com *ARCore (Android)* quanto com *ARKit (iOS)*. Essa integração dispensa *SDKs* externos, simplificando o processo e aumentando a portabilidade das aplicações (UNITY TECHNOLOGIES, 2023).

O *AR Foundation* oferece funcionalidades nativas como:

- Reconhecimento de planos e superfícies;
- Rastreamento de movimento e oclusão;
- Ancoragem de objetos virtuais;
- Interação com gestos manuais (toque, rotação e escala).

Esses recursos tornam possível criar sistemas interativos para visualização de reformas, mobiliário e decoração, contribuindo para decisões de projeto e aprimorando a comunicação entre profissional e cliente. Ver imagem 2.

Figura 2 - Tela de teste do projeto em Unity



Fonte: do autor

3 METODOLOGIA

O método hipotético-dedutivo é um procedimento científico estruturado que parte da formulação de um problema, seguida pela criação de hipóteses explicativas, e que avança por meio de processos lógicos para então testar empiricamente se essas hipóteses são confirmadas ou rejeitadas. Segundo Marconi e Lakatos (2004), o método hipotético-dedutivo inicia-se quando o pesquisador identifica uma lacuna, contradição ou insuficiência teórica, transformando-a em um problema científico.

Para as autoras, o problema é fundamental porque orienta a formulação das hipóteses, que constituem o eixo central do método. Após propor hipóteses, o método entra na etapa dedutiva, onde o pesquisador deriva consequências lógicas que devem ocorrer se a hipótese for verdadeira.

Segundo Gil (2002), esse encadeamento lógico é essencial porque permite transformar a hipótese em afirmações passíveis de teste, conectando teoria e observação. Por fim, o método culmina com uma síntese interpretativa, em que o pesquisador valida a hipótese ou a substitui por uma explicação mais adequada. Segundo Gil (2002), esse caráter cíclico e autocrítico do método hipotético-dedutivo o torna um dos pilares da pesquisa científica moderna.

Objetivo geral: criar ferramenta digital de visualização em tempo real e com uso de RA, para que o profissional de engenharia civil projete suas propostas de intervenção no espaço a partir do uso do dispositivo móvel (celular), facilitando a dinâmica de criação e visualização .

Objetivo específico é apresentado a seguir, conforme ilustra o quadro 1 :

- Definir um cenário de simulação tridimensional
- Estruturar o sistema digital de visualização tridimensional associando engine *Unity* e biblioteca *ARfoundation*
- Simular o espaço de reforma e layout a partir da ferramenta criada
- Verificar situações de conflitos e de funcionalidade

Quadro 1 - Estrutura de trabalho adotada .

Objetivo específico	Técnica aplicada	Resultado obtido
1- Definir um cenário de simulação tridimensional	Pesquisa bibliográfica	Local de aplicação do estudo
2-Estruturar o sistema digital de visualização tridimensional associando engine <i>Unity</i> e biblioteca <i>ARfoundation</i>	Elaboração de Protótipo	Estruturação de ferramenta para visualização em RA
3-Simular o espaço de reforma e layout a partir da ferramenta criada	Estudo de caso/ Laboratório de dados	Executar as ações no aplicativo para o local definido
4- Verificar situações de conflitos e de funcionalidade	Estudo de caso / Observação	Identificar situações de conflito na execução do aplicativo

Fonte: do autor

A pesquisa aplicada se organizou em um estudo de caso, e o desenvolvimento do protótipo foi conduzido com base em um processo experimental e interativo, utilizando as seguintes etapas, conforme mostra Figura 3:

Figura 3 - Etapas de desenvolvimento



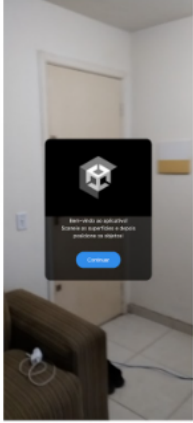


Fonte: do autor

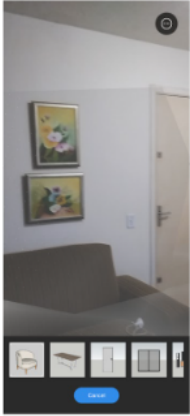


4 RESULTADOS

O projeto iniciou com a definição de tema de uso, no caso para simular espaços para visualizar alterações de layout de ambientes da construção civil (decoração ou reforma de espaços). A partir disso, foi escolhido o software *UNITY* para ser o motor do aplicativo, pois ele é amplamente utilizado para a criação de cenários de games e dispões de ferramentas de RA, além de possibilitar a criação de um aplicativo para download gratuito nas plataformas do Google.

Ao abrir o aplicativo, o usuário vê uma mensagem de boas-vindas explicando o funcionamento do aplicativo. O app funciona conforme descrito nestas 6 etapas apresentadas no quadro 2, a seguir.

Quadro 2 - Descritivo do processo de uso do aplicativo .

Imagem	Etapa e Descrição
<p>TELA INICIAL</p> 	<p>1 - Inicialização da Câmera de RA</p> <p>Quando o aplicativo inicia:</p> <ul style="list-style-type: none"> • O AR Session ativa o sistema de RA do dispositivo. • O AR Session Origin define a origem do mundo virtual, ajustando a escala e a posição entre o mundo físico e o mundo digital. • A câmera da Unity funciona como AR Camera, recebendo o feed do mundo real e as transformações de posicionamento provenientes do ARCore/ARKit.
<p>RECONHECIMENTO DO PLANO</p> 	<p>2 - Detecção de Superfícies (AR Plane Manager)</p> <p>O componente AR Plane Manager:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ativa a detecção de planos horizontais ou verticais (por exemplo: chão, mesa, parede). • Cria objetos do tipo ARPlane, que aparecem inicialmente como malhas translúcidas para representar a superfície encontrada. • Atualiza continuamente o formato dos planos conforme mais dados são coletados pela câmera.
<p>RECONHECIMENTO DO PLANO</p> 	<p>3 - Detecção de Toque na Tela (Raycast AR)</p> <p>Para permitir que o usuário coloque objetos, utiliza-se um <i>ARRaycastManager</i>.</p> <p>Quando o usuário toca na tela:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O aplicativo lança um raycast da posição do toque para dentro do mundo de RA. 2. O raycast verifica colisões com: <ul style="list-style-type: none"> ○ planos detectados (ARPlane) ○ pontos de features ○ áreas estimadas <p>Se o raycast encontrar um plano válido:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ele retorna um pose (posição + rotação) no mundo real.

<p>SELEÇÃO DE OBJETOS</p> 	<h4>4 - Colocação do Objeto 3D</h4> <p>Ao receber o pose do raycast, o aplicativo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Instancia um prefab 3D (objetos disponíveis no aplicativo). • Posiciona esse objeto exatamente na coordenada retornada pelo AR Foundation. <p>O objeto passa a existir no mundo virtual e permanece estável no local, mesmo com a câmera se movendo. Isso acontece porque:</p> <ul style="list-style-type: none"> • O AR Foundation mantém o rastreamento das posições do mundo real. • O ARCore/ARKit atualiza a pose das superfícies e ajusta os objetos para que permaneçam ancorados.
<p>CENA MONTADA PELO USUÁRIO</p> 	<h4>5 - Âncoras (Anchors) – Fixando o Objeto no Mundo Real</h4> <p>Âncoras são pontos fixos no espaço real. Ao criar uma âncora:</p> <ul style="list-style-type: none"> • O objeto 3D é associado a esse ponto. • Mesmo que o ARCore/ARKit refine a geometria do plano, a âncora garante que o objeto permaneça firme
<p>CENA MONTADA PELO USUÁRIO</p> 	<h4>6 - Atualização Contínua da Cena</h4> <ul style="list-style-type: none"> • Os planos são refinados dinamicamente. • A iluminação é ajustada com base nos dados de luz real. • Os objetos 3D permanecem fixos graças às âncoras. • O usuário pode mover a câmera livremente para observar os objetos em 360°

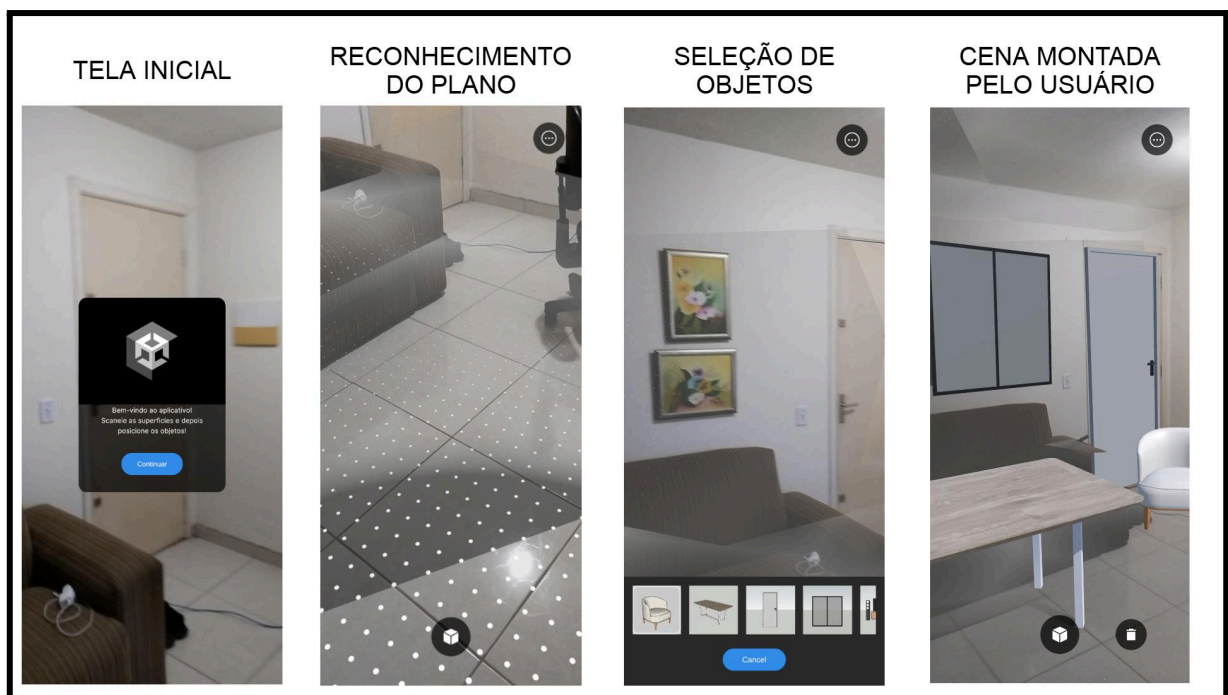
Fonte: do autor

Em relação às configurações do dispositivo móvel (celular) de acesso ao aplicativo desenvolvido, uma dificuldade encontrada logo no começo do desenvolvimento foi a portabilidade do aplicativo com o celular. Para a experiência em RA é necessário que o celular tenha a ferramenta API Depth na configuração do aparelho, pois ela ajuda a câmera de um dispositivo a entender o tamanho e a forma dos objetos reais em uma cena, possibilitando criar imagens de profundidade ou

mapas de profundidade. Isso possibilita experiências imersivas e realistas para o usuário. Conforme Google (2025), em outubro de 2025, mais de 87% dos dispositivos ativos são compatíveis com a API Depth, que é essencial para o funcionamento do aplicativo. Apesar disso, alguns dispositivos ainda muito usados, de gerações anteriores e novas, não têm compatibilidade com a API e não conseguem acessar o aplicativo desenvolvido. Link para download do aplicativo:

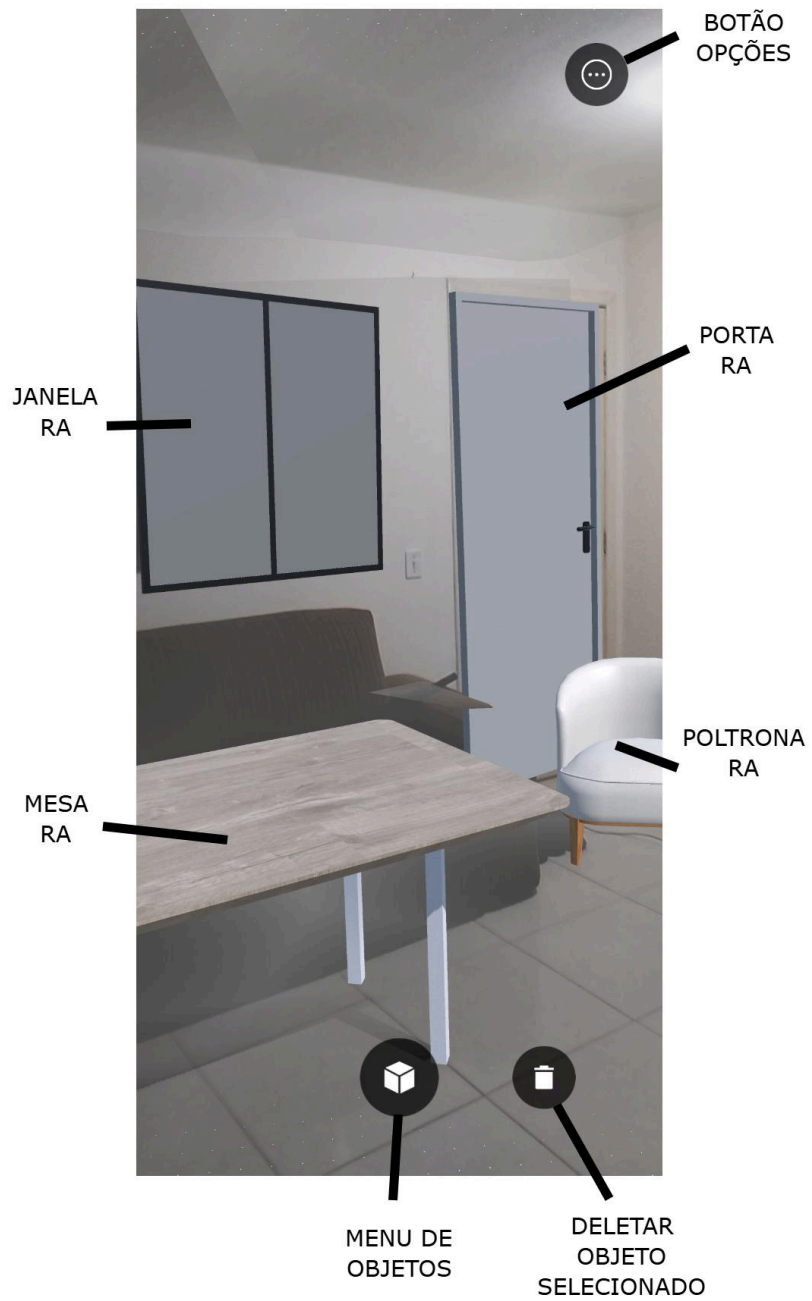
https://drive.google.com/file/d/1LU-xlycfM4TOKU62FdLcuDEQCOJkTciV/view?usp=drive_link

Figura 4 - Passo a passo para uso do app



Fonte: do autor

Figura 5 - Cena montada no app



Fonte: do autor

O app contava inicialmente com uma seleção de objetos incluindo: poltrona, sofá, mesa, janela, porta, tv. O aplicativo se mostrou funcional e estável, permitindo que o usuário interaja com os objetos em RA por diversos ângulos e distâncias sem perder a ancoragem. Ver imagens 3 e 4.

Durante a testagem do aplicativo, verificou-se outra possibilidade de sua aplicação na área da Construção Civil, como uma ferramenta para auxiliar na organização de espaços externos da construção. O próximo estágio do aplicativo foi direcionado para ambientes externos, como canteiros de obra. Para isso foram adicionados os objetos de caminhão, betoneira e refeitório. Ver imagens 5, 6 e 7.

Os objetos em 3D são modelos disponíveis na internet, gratuitos e também podem ser elaborados em softwares de desenho em 3D, como SketchUP, Revit, entre outros.

Figura 6 - Caminhão em RA



Fonte: do autor

Figura 7 - Refeitório em RA



Fonte: do autor

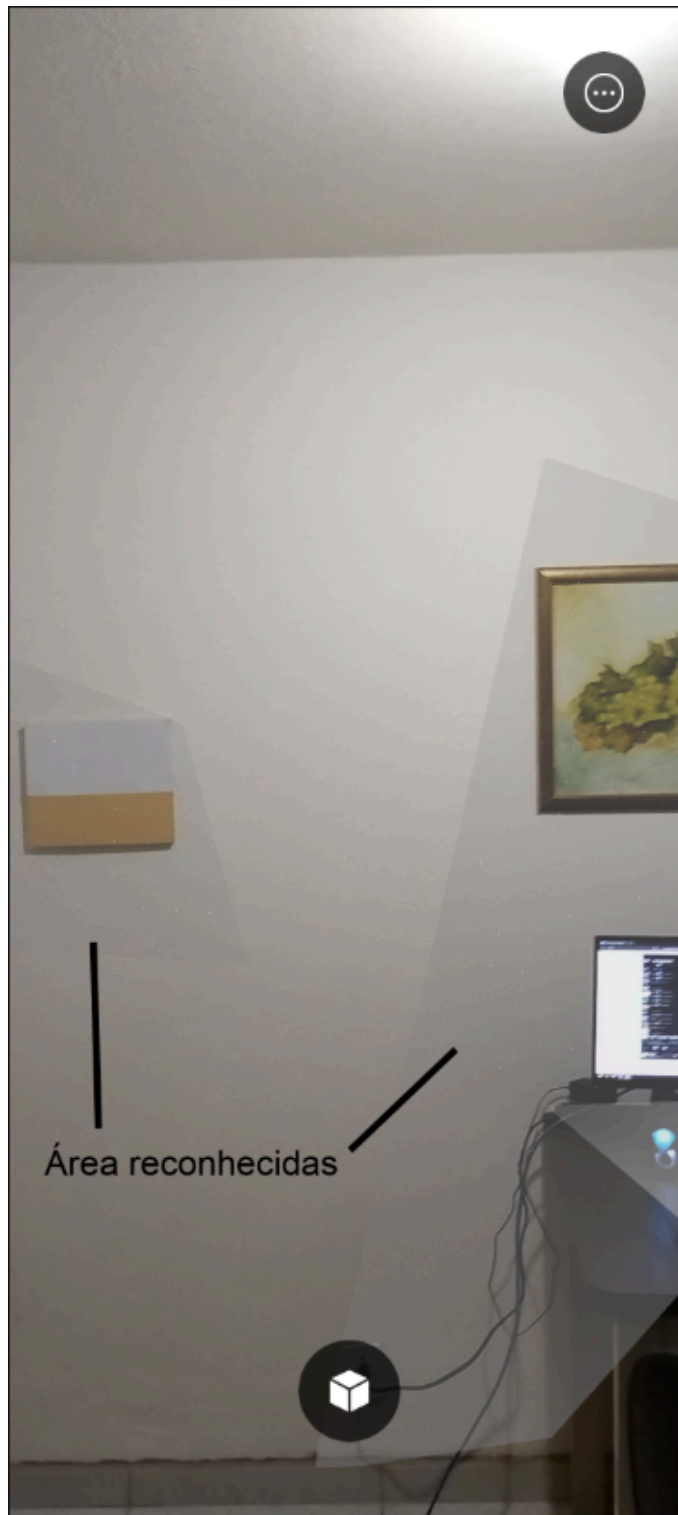
Figura 8 - Betoneira em RA



Fonte: do autor

Os resultados demonstraram que o uso do AR Foundation proporcionou reconhecimento de superfícies preciso e rápido para superfícies horizontais, apresentando porém certa dificuldade no reconhecimento de superfícies verticais, especialmente em casos de paredes lisas e brancas. Ver imagem 8. O aplicativo permitiu o posicionamento estável de objetos tridimensionais sobre pisos e diversos tipos de solo, como areia, brita e grama. A aplicação apresentou bom desempenho em dispositivos intermediários, sem necessidade de processamento gráfico avançado.

Figura 9 - Problema no reconhecimento de superfícies



Fonte: do autor

A experiência do usuário foi avaliada de forma empírica, destacando-se a facilidade de uso e a clareza visual das simulações. A possibilidade de manipular objetos tridimensionais em tempo real contribuiu significativamente para o entendimento das propostas de layout.

Em comparação a ferramentas tradicionais, como SketchUp ou Revit, o sistema desenvolvido possui a vantagem da instantaneidade visual: não requer renderização prévia, o que o torna ideal para situações inesperadas e em tempo real em visitas técnicas ou reuniões com clientes.

As principais limitações observadas (quadro 3) foram a dependência da iluminação ambiente e a dificuldade de detecção em superfícies reflexivas ou sem textura.

Quadro 3 - Sínteses de observações durante a elaboração do aplicativo .

Aplicação	Dificuldades	Bom desempenho
Ambiente interno (reforma de ambiente)	Objetos se sobrepõem aos objetos existentes, dificuldade para reconhecer os planos, pouco espaço para uso do app	Boa ancoragem, presença de planos verticais, uso para decoração
Ambiente externo (canteiro de obras)	Objetos somem quando distantes, ancoragem um pouco instável	Bom reconhecimento do plano horizontal, grande espaço para uso do app

Fonte: do autor

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento da ferramenta de realidade aumentada com base na Unity e na AR Foundation demonstrou ser viável e eficiente para aplicações voltadas à visualização de reformas e decoração de interiores, além de planejamento de canteiros de obra.

O protótipo possibilita ao profissional demonstrar ideias de forma prática e imediata, substituindo momentaneamente apresentações complexas e promovendo uma comunicação mais clara com o cliente. A utilização de recursos nativos da Unity garante portabilidade, estabilidade e escalabilidade, tornando o sistema adequado tanto para fins acadêmicos quanto profissionais.

Como trabalhos futuros, recomenda-se a inclusão de catálogos de objetos interativos, salvamento de cenas personalizadas e sincronização em nuvem, visando ampliar as possibilidades de aplicação e uso colaborativo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Nicolle Novato. Panorama Atual e Potencialidades da Realidade Aumentada na Construção Civil. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Instituto Federal de Goiás, Goiânia, 2025.

AZUMA, R. T. *A survey of augmented reality*. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, v. 6, n. 4, p. 355–385, 1997.

GIL, Antonio Carlos et al. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 2002.

Google. *Dispositivos com suporte ao ARCore*. Google Developers. Disponível em: <https://developers.google.com/ar/devices?hl=pt-br>.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, Eva Maria. Metodologia científica. São Paulo: Atlas, 2004.

MILGRAM, P.; KISHINO, F. *A taxonomy of mixed reality visual displays*. IEICE Transactions on Information and Systems, v. E77-D, n. 12, p. 1321–1329, 1994.

SALGADO, Hugo; PASDIORA, Livia; SERGIO, Scheer, SANTOS, Adriana. Aplicações de Realidade Aumentada e Virtual na Indústria da construção civil – revisão sistemática da literatura. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2020.

UNITY TECHNOLOGIES. *AR Foundation Manual*. Unity Documentation, 2023. Disponível em: <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.xr.arfoundation>. Acesso em: 19 out. 2025.