Uso de Realidade Aumentada para orientação e acesso à informação em espaços do IFPR Campus Paranavaí

Miguel Mundin Ferreira[1], **Felipe Melhado**[1], **Fabiano Utiyama**[1]

[1] IFPR - Instituto Federal do Paraná - Campus Paranavaí (IFPR)
Av. José Felipe Tequinha, 1400 - Jardim das Nações, Paranavaí - PR

{20241pvai0030043, 20223025581}@estudantes.ifpr.edu.br

fabiano.utiyama@ifpr.edu.br

Abstract. *This paper presents the development of a web-based prototype using location-based Augmented Reality to assist users in identifying and accessing information about spaces at the IFPR Paranavaí Campus. The project was developed from the difficulty that visitors and new students may have when locating different blocks and spaces of the institution. The system uses the smartphone camera, GPS and orientation sensors to display virtual markers over the real environment. Each registered location contains a name, description and geographic coordinates. The application was developed using HTML5, CSS3 and JavaScript, with the support of A-Frame, AR.js and Bootstrap. Tests were carried out to verify the operation of the location, identification and information display features.*

Resumo. *Este artigo apresenta o desenvolvimento de um protótipo web utilizando Realidade Aumentada baseada em localização para auxiliar os usuários na identificação e no acesso a informações dos espaços do IFPR Campus Paranavaí. O projeto surgiu a partir da dificuldade que visitantes e novos estudantes podem ter para encontrar os diferentes blocos e ambientes da instituição. O sistema utiliza a câmera do celular, o GPS e os sensores de orientação para apresentar marcadores virtuais sobre o ambiente real. Cada local cadastrado possui nome, descrição e coordenadas geográficas. A aplicação foi desenvolvida utilizando HTML5, CSS3 e JavaScript, com auxílio das bibliotecas A-Frame, AR.js e Bootstrap. Foram realizados testes para verificar o funcionamento dos recursos de localização, identificação e apresentação das informações.*

1. Introdução

A tecnologia pode facilitar a localização de espaços por meio de mapas e aplicativos móveis. No entanto, esses recursos nem sempre apresentam a organização de ambientes específicos, como blocos, salas e laboratórios de instituições de ensino. No IFPR Campus Paranavaí, visitantes e novos estudantes podem ter dificuldades para identificar esses espaços, especialmente durante eventos.

A Realidade Aumentada (RA) permite sobrepor elementos digitais à imagem do ambiente real [Azuma 1997]. Neste trabalho, utiliza-se a RA baseada em localização, que combina a posição obtida pelo GPS, as coordenadas dos locais cadastrados e a orientação do celular para apresentar marcadores relacionados aos blocos do campus.

O objetivo é apresentar o desenvolvimento de um protótipo web que auxilie estudantes e visitantes a identificar os espaços do IFPR Campus Paranavaí e consultar informações sobre eles, diretamente pelo navegador do dispositivo móvel.

2. Objetivos

O objetivo deste trabalho é desenvolver um protótipo web utilizando Realidade Aumentada baseada em localização para auxiliar na identificação dos espaços do IFPR Campus Paranavaí e apresentar informações relacionadas a esses locais por meio de dispositivos móveis.

2.1. Objetivos específicos

Para alcançar o objetivo principal, foram definidos os seguintes objetivos:

- Identificar espaços de interesse no campus e cadastrar suas coordenadas;
- Estudar RA baseada em localização e desenvolver uma interface web para dispositivos móveis;
- Integrar GPS e sensores de orientação para exibir e selecionar marcadores virtuais;
- Apresentar nome, descrição, distância e precisão estimada da localização;
- Disponibilizar cadastro, edição, exclusão e exportação de locais;
- Verificar o funcionamento do sistema em dispositivos móveis.

3. Justificativa

A proposta surgiu da dificuldade que pessoas pouco familiarizadas com o IFPR Campus Paranavaí podem encontrar para localizar blocos e laboratórios. Durante eventos e visitas, orientações verbais e sinalizações nem sempre eliminam as dúvidas de deslocamento.

A RA foi escolhida por permitir mostrar informações associadas aos espaços na imagem capturada pela câmera. A aplicação identifica pontos pela combinação de coordenadas geográficas e orientação do aparelho, sem reconhecimento visual das fachadas. Além da utilidade prática proposta, o desenvolvimento integrou conteúdos do curso Técnico em Informática, como programação web, APIs e interfaces.

4. Revisão Teórica

4.1. Realidade Aumentada

A Realidade Aumentada (RA) é uma tecnologia que permite adicionar elementos digitais ao ambiente real. Esses elementos podem ser textos, imagens, objetos tridimensionais ou outras informações que aparecem na tela de um dispositivo [Azuma 1997].

Diferentemente da Realidade Virtual, que cria um ambiente completamente digital, a Realidade Aumentada mantém a visão do ambiente real e adiciona informações virtuais sobre ele.

No projeto desenvolvido, a câmera do celular apresenta o ambiente real, enquanto os marcadores virtuais são posicionados de acordo com as informações de localização cadastradas.

4.2. Tipos de Realidade Aumentada

A Realidade Aumentada pode ser utilizada de diferentes formas. Entre elas está a RA por marcadores, que utiliza uma imagem ou símbolo específico para identificar onde o conteúdo virtual deve aparecer [Azuma 1997].

Outra forma é a RA sem marcadores baseada em localização, que utiliza informações como GPS e sensores de orientação para relacionar os elementos virtuais ao ambiente real. Essa é a abordagem utilizada neste projeto.

Também existem aplicações de RA por sobreposição, nas quais informações digitais são adicionadas sobre a imagem real, e RA por projeção, que utiliza projetores para apresentar conteúdos digitais diretamente sobre superfícies físicas.

4.3. Realidade Aumentada baseada em localização

Uma das formas de utilizar a Realidade Aumentada é por meio da localização. Nesse tipo de aplicação, as informações virtuais são relacionadas a coordenadas geográficas.

No projeto, cada bloco possui uma latitude e uma longitude cadastradas. O GPS do celular informa a posição aproximada do usuário e o sistema compara essa posição com as coordenadas dos blocos.

Além da localização, a aplicação utiliza os sensores de orientação do celular para descobrir a direção para a qual o aparelho está apontado. A Device Orientation API fornece informações sobre a orientação física do dispositivo [MDN Web Docs 2026a].

Dessa forma, os marcadores podem ser apresentados de acordo com a posição e a direção do usuário. Aplicações de Realidade Aumentada baseada em localização também utilizam a combinação entre GPS e sensores do dispositivo para posicionar objetos virtuais no ambiente real [AR.js 2026].

4.4. Dispositivos móveis

Os smartphones reúnem os recursos utilizados pela aplicação: câmera, serviços de localização e sensores de orientação.

A utilização do smartphone também facilita o acesso ao sistema, pois o usuário não precisa utilizar equipamentos específicos de Realidade Aumentada. Basta acessar a aplicação por meio de um navegador compatível e permitir as permissões solicitadas.

4.5. Geolocalização

A geolocalização permite obter a posição aproximada de um dispositivo por meio de coordenadas geográficas. A Geolocation API permite que aplicações web obtenham a localização do dispositivo, mediante a autorização do usuário [MDN Web Docs 2026b].

No projeto, essas coordenadas são utilizadas para relacionar a posição do usuário com os locais cadastrados.

Para calcular a distância entre o usuário e cada bloco, o sistema utiliza a fórmula de Haversine. Essa fórmula permite calcular a distância entre dois pontos da superfície terrestre utilizando suas latitudes e longitudes.

4.6. Aplicações da Realidade Aumentada

A Realidade Aumentada pode ser utilizada em diferentes áreas, como educação, indústria, comércio, entretenimento e navegação. Em contextos educacionais e colaborativos, a tecnologia também pode apoiar a criação de experiências interativas de aprendizagem [Kirner and Zorzal 2005, Rezende et al. 2021].

Na navegação, por exemplo, informações virtuais podem ser apresentadas sobre o ambiente real para ajudar o usuário a encontrar determinado local. Essa possibilidade possui relação direta com o projeto, que utiliza a tecnologia para identificar os blocos do campus e apresentar informações sobre eles.

5. Trabalhos correlatos

Existem aplicações que utilizam Realidade Aumentada para auxiliar na navegação e na apresentação de informações. O Google Maps, por meio do recurso Lens in Maps, apresenta orientações de navegação sobre a imagem capturada pela câmera do celular, auxiliando o usuário a se orientar durante trajetos a pé [Google 2026]. Essa aplicação tem como foco a navegação em trajetos, enquanto o protótipo deste trabalho prioriza a identificação de blocos cadastrados no IFPR Campus Paranavaí e a consulta a informações de cada espaço.

Na área de museus, Damala et al. [Damala et al. 2008] apresentam o desenvolvimento e a avaliação de um guia móvel de Realidade Aumentada voltado a complementar a experiência de visitação. Miyashita et al. [Miyashita et al. 2008] descrevem um guia de museu com Realidade Aumentada para apresentação de conteúdo associado à exposição. Esses trabalhos demonstram o emprego de conteúdo digital contextual em ambientes de visitação, mas foram desenvolvidos para finalidades e ambientes distintos dos de um campus escolar.

Outros estudos abordam a aplicação da Realidade Aumentada em contextos educacionais, turísticos e de exploração de espaços. Fritsch [Fritsch 2015] apresenta um jogo digital baseado em geolocalização e Realidade Aumentada, aproximando-se do presente trabalho pelo uso combinado dessas tecnologias, embora tenha finalidade distinta. Rezende et al. [Rezende et al. 2021] revisam a utilização da RA em situações de aprendizagem na educação básica. Silva et al. [Silva et al. 2023] descrevem um ambiente móvel gamificado que combina geolocalização e RA para o turismo. Esses trabalhos contextualizam usos da tecnologia em diferentes cenários, enquanto o presente protótipo se concentra na identificação dos blocos e no acesso a informações de um campus educacional.

A Tabela 1 resume as diferenças de escopo entre as soluções discutidas. A comparação é descritiva, pois não foram executados ensaios de desempenho com os demais sistemas.

Em comparação com sistemas de navegação mais abrangentes, o protótipo adota um escopo delimitado e não oferece traçado automático de rotas, navegação interna detalhada ou reconhecimento visual das fachadas. Sua contribuição está na combinação de geolocalização, orientação do celular e apresentação de informações cadastradas sobre a imagem da câmera.

Tabela 1. Comparação descritiva dos trabalhos correlatos.

Solução	Finalidade	Relação com este projeto
Google Maps	Orientação e navegação em trajetos	Abrangência geral, sem cadastro específico dos espaços internos do campus neste trabalho
Damala et al. (2008)	Guia móvel de RA para visitas a museu	Conteúdo contextual em ambiente de visitação
Miyashita et al. (2008)	Guia de RA para exposição em museu	Informações associadas a pontos de interesse
Fritsch (2015)	Jogo digital com geolocalização e RA	Combinação de geolocalização e RA com finalidade lúdica
Rezende et al. (2021)	Revisão sobre RA na aprendizagem da educação básica	Contextualização do uso educacional da tecnologia
Silva et al. (2023)	Ambiente móvel gamificado para turismo com geolocalização e RA	Uso conjunto de geolocalização e RA em outro contexto
Este protótipo	Identificação de blocos do IFPR por RA geolocalizada	Aplicação web estática com cadastro e informações dos blocos

6. Metodologia

O desenvolvimento do projeto foi dividido em algumas etapas. Primeiro, foi realizada uma pesquisa sobre Realidade Aumentada, geolocalização e tecnologias que poderiam ser utilizadas para desenvolver uma aplicação voltada para dispositivos móveis.

Depois, foi feita uma análise do ambiente do IFPR Campus Paranavaí para identificar os espaços que poderiam fazer parte do sistema. A partir dessa análise, foram definidas as informações que seriam necessárias para cada local, principalmente nome, descrição, latitude e longitude.

Em seguida, foi planejada a estrutura da aplicação. A escolha foi por uma aplicação web estática, permitindo que o sistema fosse acessado por um navegador de internet sem a necessidade de instalar um aplicativo. O projeto não utiliza banco de dados ou um servidor de backend.

O desenvolvimento foi realizado utilizando HTML5, CSS3 e JavaScript. Também foram utilizadas as bibliotecas A-Frame, AR.js e Bootstrap. O A-Frame foi utilizado para trabalhar com a cena e os elementos tridimensionais, enquanto o AR.js foi utilizado para os recursos de Realidade Aumentada baseada em localização [A-Frame 2026, AR.js 2026].

Para obter a posição do usuário foi utilizada a Geolocation API do navegador [MDN Web Docs 2026b]. Já a orientação do aparelho foi obtida por meio da Device Orientation API [MDN Web Docs 2026a].

A estrutura de armazenamento dos locais baseia-se no arquivo `locais.json` e no armazenamento local do navegador. Quando preenchido e publicado no ambiente de hospedagem, o arquivo `locais.json` fornece a lista base de blocos, incluindo seu identificador, nome, descrição, latitude e longitude.

Além disso, a aplicação possui um modo de cadastro que permite adicionar, editar e excluir locais. Os dados cadastrados são armazenados no `localStorage` do navegador, recurso que permite guardar dados localmente no dispositivo [MDN Web Docs 2026c], podendo ser utilizados diretamente nos testes no próprio aparelho ou exportados para

atualizar o arquivo `locais.json`.

6.1. Procedimentos de teste e avaliação com usuários

O funcionamento do protótipo foi observado no campus, considerando a obtenção da localização, a indicação do estado do GPS, a exibição dos marcadores, a identificação de um bloco e a apresentação das informações associadas. Também foram observadas situações em que a localização estava indisponível ou não possuía precisão suficiente. Essas verificações foram funcionais e não constituíram um experimento controlado de desempenho.

Para a avaliação exploratória, cinco colegas de turma foram convidados e utilizaram efetivamente a aplicação. Os participantes receberam o link e utilizaram o próprio celular, em momentos diferentes e sem uma sessão coletiva. Foram usados aparelhos iPhone e Android, incluindo dispositivos Xiaomi, mas os modelos específicos e navegadores não foram registrados. Os participantes puderam experimentar o aplicativo livremente, apontando a câmera para um bloco cadastrado e observando o marcador e as informações exibidas, sem um roteiro padronizado de tarefas.

O conteúdo apresentado depende dos dados dos locais cadastrados no dispositivo (via `localStorage`) ou carregados a partir do arquivo `locais.json` publicado no ambiente de teste. Embora a interface permita adicionar novos pontos localmente, esses registros não são automaticamente compartilhados com outros dispositivos: no repositório de código-fonte, o arquivo `locais.json` pode permanecer inicialmente como uma lista vazia (`[]`), exigindo a exportação e atualização do arquivo hospedado para disponibilizar os registros publicamente.

Após a experiência, os desenvolvedores conversaram pessoalmente com os cinco colegas e perguntaram o que acharam do aplicativo, incluindo a experiência de uso e a funcionalidade. Não houve aplicação de formulário formal, e as perguntas e respostas não foram registradas de maneira sistemática. Os comentários foram favoráveis, mas devem ser interpretados como impressões qualitativas dos participantes, não como uma medição objetiva da precisão.

Não foram medidos tempo de percurso, erros de orientação ou taxa de identificação correta. Por isso, a avaliação não permite generalizar os resultados para todos os visitantes nem concluir que o protótipo seja mais eficiente que mapas ou sinalização convencionais.

7. Desenvolvimento do sistema

O projeto foi desenvolvido como uma aplicação web formada principalmente pelos arquivos `index.html`, `app.js`, `style.css` e `locais.json`.

O arquivo `index.html` contém a estrutura das telas da aplicação. Nele estão presentes a câmera utilizada na experiência de Realidade Aumentada, a tela inicial, os indicadores de GPS, a mira utilizada para selecionar um bloco, o cartão com as informações do local e os painéis utilizados para cadastro e ajuda.

O arquivo `style.css` é responsável pela aparência da aplicação. Ele possui as regras utilizadas para deixar a interface adaptada para celulares, além dos estilos da câmera, cartões, formulário de cadastro, indicadores e mira.

Já o arquivo `app.js` concentra grande parte da lógica do sistema. Ele é responsável por carregar os locais (combinando o arquivo JSON e os registros salvos localmente), validar os dados, obter a localização do usuário, criar os marcadores, calcular distâncias, identificar o bloco que está sendo apontado e controlar o cadastro dos locais.

A aplicação utiliza o arquivo `locais.json` como estrutura para os locais publicados, no qual cada registro possui identificador, nome, descrição, latitude e longitude.

7.1. Funcionamento da experiência de Realidade Aumentada

Ao iniciar a experiência, o sistema solicita ao usuário permissão para utilizar a câmera, a localização e a orientação do dispositivo. Depois dessas permissões, o sistema começa a receber as informações do GPS e dos sensores do aparelho.

Com a posição do usuário, o sistema calcula a distância até os locais cadastrados. Para isso, é utilizada a fórmula de Haversine.

Ao mesmo tempo, o sistema utiliza a direção para a qual o celular está apontado. Os marcadores dos blocos são posicionados na cena de Realidade Aumentada e projetados sobre a imagem da câmera.

O usuário utiliza uma mira no centro da tela para apontar para um bloco. Quando um marcador permanece como o melhor candidato durante verificações consecutivas, o sistema confirma a identificação. Essa estabilização evita que o cartão de informações fique trocando rapidamente entre dois blocos.

Quando o bloco é confirmado, a interface apresenta informações como nome, descrição, distância aproximada, precisão atual do GPS e nível de confiança da identificação.

7.2. Critérios de seleção e confiança da identificação

A identificação utiliza parâmetros definidos na implementação do arquivo `app.js` do protótipo. O sistema verifica os candidatos a cada 200 milissegundos e suspende a seleção quando a precisão informada pelo GPS é superior a 15 metros. São considerados somente locais cadastrados a uma distância de até 150 metros do usuário, calculada com a fórmula de Haversine.

Para um marcador projetado à frente da câmera, o algoritmo utiliza sua posição normalizada na tela (`x`, `y`) e calcula um indicador de alinhamento dado por $a = \sqrt{x^2 + (0{,}75y)^2}$. O marcador é descartado se $|x| > 0{,}68$, $|y| > 0{,}82$ ou $a > 0{,}72$. Entre os candidatos restantes, seleciona-se o menor valor de $s = a + 0{,}12(d/150)$, em que d corresponde à distância em metros. Esse valor é uma pontuação de seleção, e não uma probabilidade estatística de acerto.

Existe uma regra de proximidade: para distância de até 8 metros e precisão do GPS de até 8 metros, o candidato recebe pontuação $s = d/1000$, priorizando a proximidade quando a projeção pode ficar instável, sem exigir nessa situação os filtros de alinhamento da projeção. O bloco só é confirmado após ser escolhido em duas verificações consecutivas. Quando não há candidato, três verificações consecutivas sem seleção levam à ocultação do cartão informativo.

O indicador textual de confiança é *Alta* quando a precisão do GPS é de até 8 metros e o alinhamento do candidato é de até 0,25; nos demais casos em que há confirmação, o

indicador é *Boa*. Na regra de proximidade, o algoritmo atribui alinhamento zero ao candidato; portanto, a indicação de confiança *Alta* nesse caso não comprova alinhamento visual. Trata-se de uma classificação heurística da interface, e não de uma taxa de acerto medida experimentalmente. O código-fonte da implementação pode ser consultado no arquivo `app.js` do repositório do projeto (`https://github.com/MiguelMundin/TCC`), no qual o arquivo `locais.json` do ramo principal é mantido inicialmente vazio (`[]`), cabendo o preenchimento por cadastro local ou pela exportação dos pontos coletados.

7.3. Módulo de cadastro

Além do modo de exploração, o sistema possui um modo destinado ao cadastro dos locais.

Para cadastrar um bloco, o responsável informa seu nome e descrição e utiliza o botão para capturar a localização. O sistema realiza leituras do GPS durante aproximadamente dez segundos e procura utilizar uma captura com melhor precisão.

O sistema também rejeita capturas quando a precisão ultrapassa o limite definido. Depois de salvar o local, ele pode ser editado ou excluído.

Os dados são armazenados no `localStorage` do navegador. Isso significa que eles ficam imediatamente disponíveis naquele dispositivo para utilização e testes locais. Para disponibilizar os dados em outros dispositivos, o sistema permite exportar a lista para o arquivo `locais.json` e publicá-la no ambiente de hospedagem.

7.4. Estrutura dos dados

Os locais são armazenados no formato JSON. Cada registro possui os seguintes dados:

- `id`: identificador único do local;
- `nome`: nome do bloco;
- `descricao`: descrição do espaço;
- `latitude`: latitude da localização;
- `longitude`: longitude da localização.

Essa estrutura permite que novos espaços sejam adicionados sem que seja necessário alterar diretamente a lógica principal da aplicação.

8. Tecnologias utilizadas

A interface utiliza HTML5 para sua estrutura, CSS3 e Bootstrap para a apresentação responsiva e JavaScript para a lógica da aplicação. A-Frame cria a cena tridimensional e AR.js fornece os recursos de RA baseada em localização [A-Frame 2026, AR.js 2026, Bootstrap 2026].

A Geolocation API obtém latitude, longitude e a estimativa de precisão informada pelo dispositivo [MDN Web Docs 2026b]; a Device Orientation API auxilia a orientação do aparelho [MDN Web Docs 2026a]. O `localStorage` guarda os locais cadastrados no próprio navegador [MDN Web Docs 2026c]. O protótipo é uma aplicação web estática, sem banco de dados nem servidor de backend.

9. Resultados

9.1. Resultados técnicos do protótipo

Como resultado do desenvolvimento, foi criado um protótipo web que utiliza câmera, GPS e sensores de orientação de dispositivos móveis para exibir marcadores relacionados aos espaços cadastrados. O modo de exploração carrega os locais disponíveis, estima distâncias, seleciona um candidato por proximidade e alinhamento e apresenta um cartão após a estabilização da identificação.

O modo de cadastro permite registrar novos locais, editar informações e excluir registros. Os dados permanecem salvos localmente no navegador e podem ser exportados para o arquivo `locais.json`. A aplicação também apresenta mensagens para casos de GPS indisponível ou impreciso e de problemas no acesso à câmera.

A Figura 1 ilustra uma execução do protótipo no campus utilizando registros previamente cadastrados no ambiente de teste. Na situação registrada, o cartão identifica o Bloco Administrativo, informa distância estimada de 17 metros, precisão indicada de $\pm$ 5 metros e classificação heurística de "Alta confiança". Esses números descrevem aquela captura de tela e não constituem medições de erro de posicionamento ou validação de desempenho.



Figura 1. Interface do sistema com identificação e telemetria do Bloco Administrativo em Realidade Aumentada.

9.2. Avaliação exploratória com estudantes

Os cinco colegas que experimentaram o aplicativo fizeram comentários favoráveis sobre a experiência e a funcionalidade percebida. Como a conversa ocorreu pessoalmente, sem formulário formal e sem registro sistemático das respostas, não há base documental para

apresentar uma contagem exata de respostas, percentuais ou notas médias. As observações são, portanto, qualitativas e servem apenas como indicação inicial de aceitação entre os participantes que testaram o protótipo.

9.3. Limitações da avaliação e do sistema

A avaliação foi informal e realizada com colegas de turma em momentos diferentes. Embora tenham sido utilizados iPhones e aparelhos Android, incluindo dispositivos da Xiaomi, não foram registrados os modelos específicos dos celulares. Também não foram documentadas medições de tempo para localizar blocos, contagem de erros de orientação, comparação controlada com mapas convencionais ou taxa de acerto calculada sobre identificações verificadas. Assim, os relatos sugerem interesse inicial entre os participantes, mas não demonstram superioridade ou eficácia consolidada.

Do ponto de vista técnico, a localização obtida pelo GPS pode apresentar variações, deslocando visualmente os marcadores em relação aos pontos físicos. O sistema não reconhece visualmente a fachada dos blocos: a identificação depende da posição, das coordenadas cadastradas e da direção do aparelho. Finalmente, como não existe banco de dados central e o arquivo `locais.json` do repositório público inicia vazio, a disponibilização de novos cadastros para outros dispositivos exige exportar os dados e atualizar o arquivo `locais.json` hospedado.

10. Conclusão

O projeto integrou conhecimentos do curso Técnico em Informática no desenvolvimento de um protótipo web de RA baseada em localização, voltado à identificação de espaços do IFPR Campus Paranavaí. Foram implementados recursos de cadastro, cálculo de distâncias, projeção de marcadores e apresentação de informações de acordo com a localização e a orientação do usuário.

Os testes funcionais e os comentários informais dos colegas oferecem indícios preliminares da utilidade da proposta, mas a ausência de medições controladas impede concluir que ela seja mais eficiente que métodos convencionais. Como trabalhos futuros, recomendam-se melhorias de precisão e armazenamento, além de avaliação com visitantes que desconheçam o campus, registrando modelos de dispositivos, tarefas, condições de teste, tempo de percurso, erros de orientação e acerto de identificação.

Referências

A-Frame (2026). A-Frame: Web framework for building virtual reality experiences. `https://aframe.io/`. Acesso em: 24 ago. 2026.

AR.js (2026). AR.js: Location-based augmented reality documentation. `https://ar-js-org.github.io/AR.js-Docs/location-based/`. Acesso em: 24 ago. 2026.

Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4):355–385.

Bootstrap (2026). Bootstrap. `https://getbootstrap.com/`. Acesso em: 24 ago. 2026.

Damala, A., Cubaud, P., Bationo, A., Houlier, P., and Marchal, I. (2008). Bridging the gap between the digital and the physical: Design and evaluation of a mobile augmented reality guide for the museum visit. In *Proceedings of the 3rd International Conference on Digital Interactive Media in Entertainment and Arts*, pages 120–127. ACM.

Fritsch, G. O. (2015). Jogo digital baseado em geolocalização e realidade aumentada. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Design), Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Google (2026). Use lens in google maps. `https://support.google.com/maps/answer/9332056`. Acesso em: 15 out. 2026.

Kirner, C. and Zorzal, E. R. (2005). Aplicações educacionais em ambientes colaborativos com realidade aumentada. In *Anais do XVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 114–124, Porto Alegre. Sociedade Brasileira de Computação.

MDN Web Docs (2026a). Deviceorientationevent. `https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/DeviceOrientationEvent`. Acesso em: 24 ago. 2026.

MDN Web Docs (2026b). Geolocation api. `https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Web/API/Geolocation_API`. Acesso em: 24 ago. 2026.

MDN Web Docs (2026c). Window: localstorage property. `https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/Window/localStorage`. Acesso em: 24 ago. 2026.

Miyashita, T., Meier, P. G., Tachikawa, T., Orlic, S., Eble, T., Scholz, V., Gapel, A., Gerl, O., Arnaudov, S., and Lieberknecht, S. (2008). An augmented reality museum guide. In *Proceedings of the 7th IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality*, pages 103–106. IEEE.

Rezende, S. M., Gonçalves, J. D. B., Pinto, S. C. C. S., and Delou, C. M. C. (2021). A realidade aumentada em situações de aprendizagem na educação básica: Uma revisão de literatura. In *Anais do Workshop sobre as Implicações da Computação na Sociedade (WICS)*, volume 2, pages 102–111.

Silva, A. C. W., Silva, L. F., and Henklain, M. H. O. (2023). Desenvolvimento de ambiente mobile gamificado com recursos de geolocalização e realidade aumentada para o fortalecimento do turismo. *Revista de Ciência e Tecnologia*, 9.