XXI ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
14 a 16 de outubro de 2026 | Goiânia-Brasil
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8573

Avaliação pós-ocupação digital em habitação social: integração de visão computacional e inteligência artificial no artefato MEU APÊ

Digital post-occupancy evaluation in social housing: integration of computer vision and artificial intelligence in the MEU APÊ artifact

Simone Barbosa Villa
Universidade Federal de Uberlândia | Uberlândia | Brasil | simonevilla@ufu.br
Maria Isabel Nogueira de Oliveira
Universidade Federal de Uberlândia | Uberlândia | Brasil | mariaisabel.nogueira@ufu.br
Luis Henrique Borges de Melo Xavier
Universidade Federal de Uberlândia | Uberlândia | Brasil | luisbmelo@ufu.br

Resumo

Este artigo apresenta o aprimoramento de um artefato digital de Avaliação Pós-Ocupação (APO), denominado MEU APÊ, voltado à análise da qualidade ambiental em habitações de interesse social. O objetivo é propor uma abordagem metodológica mais dinâmica e contextualizada, baseada na integração de Visão Computacional e Inteligência Artificial ao processo avaliativo. A pesquisa foi desenvolvida segundo a abordagem Design Science Research, estruturada nas etapas de diagnóstico, desenvolvimento e avaliação do artefato. O sistema foi reconfigurado para operar por meio da captura de imagens do ambiente, processamento por APIs de Inteligência Artificial e adaptação do fluxo de interação conforme as condições identificadas. Os resultados indicam redução da abstração das respostas, maior engajamento dos usuários e ampliação da precisão das informações coletadas. Como contribuição, o estudo propõe um modelo de APO digital mais adaptativo, no qual o ambiente atua como elemento ativo no processo de avaliação.

Palavras-chave: Avaliação Pós-Ocupação. Habitação de Interesse Social. Inteligência Artificial. Visão Computacional. Artefato Digital.

Abstract

This article presents the enhancement of a digital Post-Occupancy Evaluation (POE) artifact, named MEU APÊ, designed to assess environmental quality in social housing. The study aims to propose a more dynamic and contextualized methodological approach based on the integration of Computer Vision and Artificial Intelligence into the evaluation process. The research was conducted following the Design Science Research approach, structured into the stages of diagnosis, artifact development, and evaluation. The system was reconfigured to operate through environmental image capture, processing via Artificial Intelligence APIs, and adaptation of the interaction flow according to the identified conditions. The results indicate a reduction in response abstraction, increased user engagement, and improved accuracy of the collected information. As a contribution, the study proposes a more adaptive digital POE model in which the environment acts as an active element in the evaluation process.

Keywords: Post-Occupancy Evaluation. Social Housing. Artificial Intelligence. Computer Vision. Digital Artifact.

INTRODUÇÃO

A Avaliação Pós-Ocupação (APO) constitui um instrumento consolidado para análise do desempenho do ambiente construído em uso, permitindo compreender a relação entre usuários e espaço habitado [1][16]. Ao considerar a experiência real dos moradores, possibilita identificar inadequações, padrões de uso e níveis de satisfação, contribuindo para o aprimoramento dos processos projetuais e da qualidade do ambiente construído [4].

Nas Habitações de Interesse Social (HIS), especialmente no Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), sua aplicação é ainda mais relevante devido às limitações frequentemente associadas à produção habitacional padronizada, como problemas de conforto térmico, ventilação, iluminação e funcionalidade dos espaços [2][3][19]. Contudo, muitos instrumentos de APO ainda dependem de questionários aplicados fora do contexto físico avaliado, exigindo dos usuários a reconstrução mental de suas experiências, o que pode comprometer a precisão das respostas e reduzir o engajamento [1][4][20].

Nesse contexto, a transformação digital oferece oportunidades para reconfigurar esses instrumentos. Tecnologias como Visão Computacional (VC) e Inteligência Artificial (IA) permitem aproximar a coleta de dados do ambiente real, tornando o processo mais dinâmico, contextualizado e responsivo [11][12].

É nesse cenário que se insere o MEU APÊ[1], aplicativo digital integrante da pesquisa SISTEMA APO DIGITAL[2], vinculado ao grupo [MORA][3] – Pesquisa em Habitação da FAUeD/UFU. No contexto da Design Science Research (DSR), o aplicativo é compreendido como um artefato digital, entendido como um produto tecnológico desenvolvido para operacionalizar o processo de Avaliação Pós-Ocupação (APO), voltado à avaliação da qualidade ambiental de apartamentos por meio do acesso em dispositivos móveis [6]. O MEU APÊ opera por meio de smartphones, sendo disponibilizado aos participantes da pesquisa, por meio de divulgação na internet, permitindo a interação com questionários e recursos tecnológicos integrados ao processo avaliativo. A ferramenta contempla aspectos relacionados ao conforto térmico, lumínico e acústico, ventilação e eficiência energética (Figura 1). Sua principal contribuição reside na automatização, otimização e dinamização do processo de Avaliação Pós-Ocupação, tornando-o mais dinâmico, interativo e orientado ao

[1] **[MEU APÊ]:** Questionário digital que visa avaliar a qualidade ambiental dos apartamentos (produto do grupo [MORA]. Disponível em: <https://apodigital.wixsite.com/pesquisa/meu-ape>. Acesso em: abr. 2025.

[2] **[SISTEMA APO DIGITAL]** Disseminação e aprimoramento de interfaces digitais de avaliação pós-ocupação da qualidade ambiental no habitar. Disponível em: < https://morahabitacao.com/sistema-apo-digital-2-interfaces-digitais-de-avaliacao-pos-ocupacao-da-qualidade-ambiental-no-habitar/>. Acesso em: abr. 2026.

[3] **[MORA]:** Grupo de pesquisa que promove diversas discussões sobre o habitar, formado em junho de 2009 pela profª Drª Simone Villa, da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e Design (FAUeD) da Universidade Federal de Uberlândia. Disponível em: <https://morahabitacao.com/>. Acesso em: abr. 2026.

contexto de uso. A integração de tecnologias de Visão Computacional e Inteligência Artificial atua como elemento viabilizador dessa proposta, permitindo que o ambiente participe ativamente do processo avaliativo por meio da interpretação automática de informações e da adaptação das interações com os usuários. Dessa forma, o estudo contribui para o avanço metodológico da APO e para a comunidade científica na Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC).

Figura 1: Interfaces do artefato digital MEU APÊ



Fonte: [1].

Diante disso, este artigo tem como objetivo apresentar resultados do aprimoramento do artefato MEU APÊ por meio da integração de Visão Computacional e Inteligência Artificial, contribuindo para o avanço metodológico da APO em meios digitais.

AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO DIGITAL

A Avaliação Pós-Ocupação (APO) é uma metodologia fundamental para compreender o desempenho do ambiente construído em uso, integrando aspectos técnicos, funcionais e perceptivos das edificações [19]. Diferentemente das avaliações de projeto, concentra-se na experiência real dos usuários, permitindo identificar inadequações, padrões de uso e níveis de satisfação, além de fornecer subsídios para o aprimoramento de futuros projetos arquitetônicos e urbanísticos [2][7].

No contexto das Habitações de Interesse Social (HIS), a APO assume papel estratégico, uma vez que a padronização tipológica e a racionalização construtiva frequentemente desconsideram a diversidade de perfis dos moradores, condições climáticas e dinâmicas de uso [3]. Como consequência, são recorrentes problemas relacionados ao conforto térmico, ventilação, iluminação e flexibilidade espacial, reforçando a importância da APO como ferramenta de diagnóstico e retroalimentação projetual [4][15].

Apesar de sua relevância, a APO ainda enfrenta limitações nos instrumentos de coleta de dados. Métodos tradicionais, baseados em questionários, entrevistas e observações, geralmente exigem que os usuários reconstruam suas experiências, o que pode resultar em respostas imprecisas e descontextualizadas [2][5][7].

Nesse cenário, a transformação digital não se restringe à substituição de instrumentos analógicos por recursos computacionais, mas envolve a reconfiguração dos processos de coleta, análise e interpretação de dados. Na APO, isso representa a transição de métodos estáticos e baseados em autorrelato para sistemas digitais capazes de interagir com o ambiente, interpretar informações em tempo real e adaptar dinamicamente a experiência de avaliação [11][12][14].

Entre as tecnologias mais promissoras destacam-se a Visão Computacional (VC) e a Inteligência Artificial (IA). A VC permite reconhecer elementos do ambiente por meio de imagens, enquanto a IA amplia a interpretação dos dados e possibilita reorganizar as interações de forma adaptativa [9][11][13]. A integração dessas tecnologias reduz a abstração do processo avaliativo, aproxima a coleta da experiência real dos usuários, favorece respostas mais precisas e aumenta o engajamento dos participantes [17][18]. Assim, a transformação digital deve ser compreendida como uma oportunidade de redefinir a APO, tornando-a mais dinâmica, adaptativa e alinhada às complexidades do habitar contemporâneo.

FUNDAMENTOS TECNOLÓGICOS

VISÃO COMPUTACIONAL NO RECONHECIMENTO ESPACIAL

A Visão Computacional (VC) corresponde a um conjunto de técnicas voltadas à extração e interpretação de informações a partir de imagens digitais, permitindo que sistemas computacionais identifiquem objetos, padrões e características do ambiente [8]. No contexto do ambiente construído, essa tecnologia possibilita o reconhecimento de elementos espaciais como mobiliário, aberturas e equipamentos, contribuindo para a construção de sistemas mais responsivos e automatizados [9].

Na APO, a aplicação da VC permite incorporar dados capturados diretamente do ambiente, reduzindo a dependência exclusiva das respostas declaradas pelos usuários e ampliando a confiabilidade das informações coletadas [13]. A partir do reconhecimento automático de elementos espaciais, o sistema pode acionar perguntas específicas e adaptar o fluxo de avaliação de acordo com as características identificadas em cada unidade habitacional [9][19].

Essa capacidade de adaptação contribui para superar a rigidez dos instrumentos tradicionais de APO, que geralmente seguem estruturas pouco sensíveis às especificidades do ambiente avaliado [3][5]. Contudo, a aplicação da VC em contextos domésticos apresenta desafios relacionados à variabilidade das condições de iluminação, à diversidade de layouts e à complexidade visual dos espaços habitados, exigindo soluções que equilibrem precisão técnica e viabilidade operacional [8][13].

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E APIS INTERPRETATIVAS

A Inteligência Artificial (IA) amplia significativamente a capacidade interpretativa dos sistemas digitais ao possibilitar o reconhecimento de padrões complexos e a análise integrada de dados visuais e textuais [9]. No contexto da Avaliação Pós-Ocupação digital, essa tecnologia permite não apenas interpretar informações capturadas pelos

usuários, mas também reorganizar o processo avaliativo de forma dinâmica e adaptativa [13].

A utilização de APIs baseadas em IA configura-se como estratégia relevante para viabilizar o processamento das informações em dispositivos móveis, uma vez que permite o uso de modelos previamente treinados e reduz a necessidade de processamento local [10][12]. Essa abordagem amplia a estabilidade do sistema e possibilita a implementação de funcionalidades avançadas, como reconhecimento de imagens e geração de conteúdos interpretativos [11][12].

Além disso, a IA atua como elemento integrador entre a leitura do ambiente, realizada pela Visão Computacional, e a interface digital, permitindo a construção de um fluxo avaliativo contínuo, no qual coleta, interpretação e resposta ocorrem de forma articulada [15]. Apesar de seu potencial, a aplicação da IA também envolve desafios relacionados à privacidade dos dados e à dependência de serviços externos, especialmente em contextos de habitação de interesse social [3].

METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida com base na abordagem Design Science Research (DSR), adotada para a concepção, desenvolvimento e avaliação de soluções tecnológicas em contextos reais [6]. A operacionalização da DSR ocorreu por meio de três etapas principais: (i) diagnóstico do problema, com análise do instrumento e identificação de limitações relacionadas à linearidade do questionário e à ausência de contextualização espacial; (ii) desenvolvimento do artefato, envolvendo a proposição, prototipagem e implementação de funcionalidades baseadas em Visão Computacional e Inteligência Artificial; e (iii) avaliação, destinada à verificação do desempenho, estabilidade e potencial de aplicação da solução proposta [6][11][13].

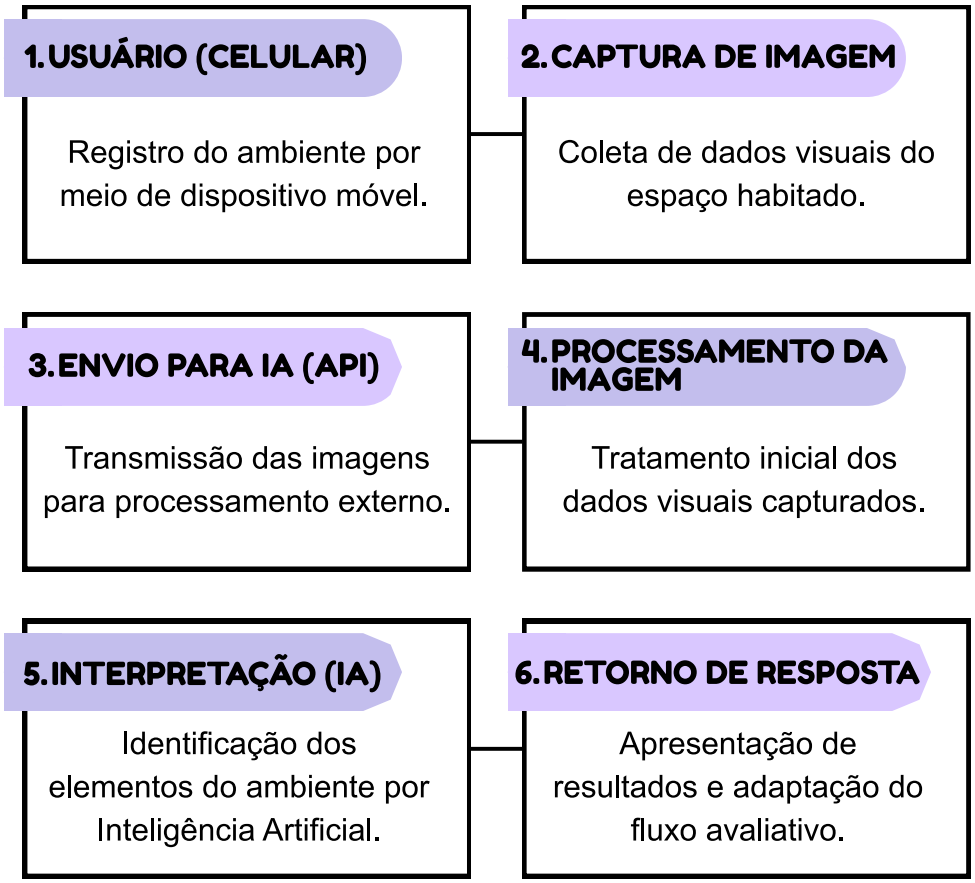
A etapa de desenvolvimento consistiu na proposição de uma lógica baseada na integração entre captura de imagens e processamento por Inteligência Artificial. Estudos indicaram limitações associadas à variabilidade dos ambientes, às condições de iluminação e ao desempenho dos dispositivos móveis [8]. Diante disso, optou-se por uma arquitetura com captura pontual de imagens e processamento externo por APIs de Inteligência Artificial.

Essa abordagem permite transferir o processamento para modelos previamente treinados, ampliando a capacidade interpretativa e reduzindo a carga computacional dos dispositivos móveis [3], além de favorecer estabilidade e viabilizar reconhecimento de elementos e adaptação do fluxo avaliativo. O desenvolvimento ocorreu de forma iterativa, com protótipos para verificar a integração entre captura, processamento por IA e interface, avaliados quanto à estabilidade, coerência das respostas e clareza da experiência do usuário.

A Figura 2 apresenta a arquitetura em fluxo contínuo entre captura, envio, processamento e retorno. Nesse processo, o usuário registra imagens, enviadas para processamento externo por IA e retornadas ao sistema como respostas interpretadas, permitindo a adaptação do fluxo avaliativo conforme características identificadas.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8573

Figura 2: Fluxo operacional do sistema baseado em IA e Visão Computacional



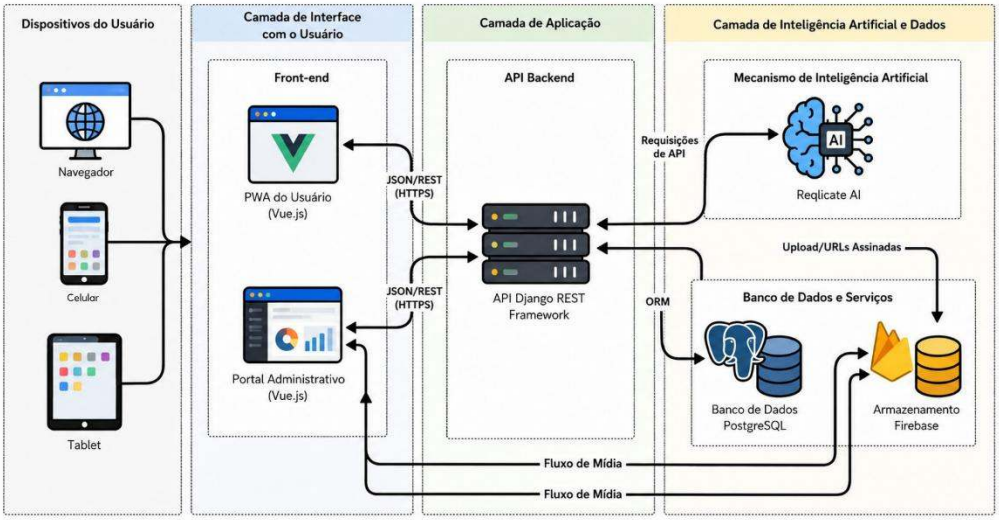
Fonte: o autor.

A etapa de avaliação, de caráter exploratório [6], concentrou-se na análise do desempenho do sistema e no seu potencial de engajamento, considerando aspectos como interatividade, clareza da interface e adequação das respostas ao contexto avaliado. Os resultados foram interpretados mediante às limitações identificadas nos instrumentos tradicionais de APO, permitindo analisar em que medida a abordagem proposta contribui para superar essas limitações [6][7].

ARQUITETURA COMPUTACIONAL E RECURSOS TECNOLÓGICOS DO MEU APÊ

A arquitetura computacional do aplicativo MEU APÊ foi estruturada em camadas, composta por interface de usuário, aplicação, inteligência artificial e armazenamento de dados. O sistema foi desenvolvido como uma Progressive Web Application (PWA) utilizando Vue.js no frontend e Django REST Framework no backend, com comunicação baseada em APIs REST e troca de dados em formato JSON por meio do protocolo HTTPS. A arquitetura também integra serviços de Inteligência Artificial para processamento das imagens capturadas pelos usuários, além de banco de dados PostgreSQL e armazenamento de mídia em Firebase, possibilitando escalabilidade e adaptação dinâmica do fluxo avaliativo (Figura 3) [21].

Figura 3: Arquitetura Computacional do aplicativo MEU APÊ



Fonte: [21].

A idealização do artefato partiu da compreensão de que a simples digitalização de questionários tradicionais não é suficiente para promover avanços na Avaliação Pós-Ocupação. A transposição de instrumentos lineares para ambientes digitais tende a reproduzir limitações já consolidadas, especialmente quanto à ausência de contextualização espacial e à baixa capacidade de adaptação ao ambiente avaliado [13].

Diante disso, propôs-se uma abordagem em que o ambiente habitado deixa de ser apenas objeto de análise e passa a atuar como elemento ativo no processo avaliativo. Essa mudança implica a construção de um sistema capaz de reconhecer características do espaço, interpretar informações e reorganizar o fluxo de avaliação de forma dinâmica, reduzindo a dependência de respostas baseadas na memória do usuário [19].

A arquitetura foi estruturada em um modelo composto por três etapas: captura, interpretação e resposta. Nesse modelo, o usuário registra o ambiente por meio de imagens, que são enviadas para processamento por Inteligência Artificial, retornando ao sistema como informações interpretadas que permitem adaptar perguntas e interações conforme as condições do espaço.

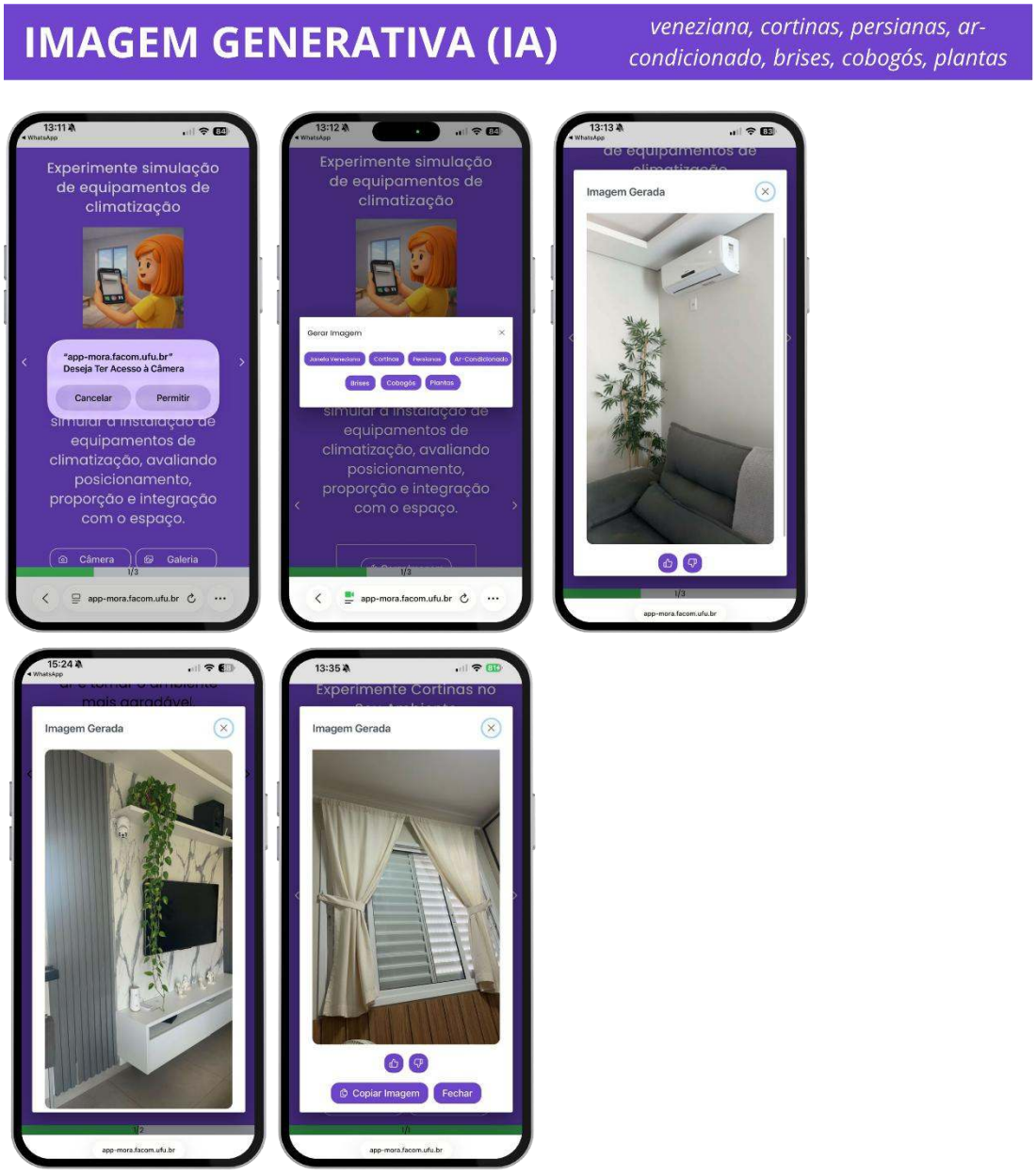
Essa lógica transforma o questionário tradicional em um sistema adaptativo, no qual o conteúdo deixa de ser fixo e passa a responder às características do ambiente, tornando o processo mais dinâmico, contextualizado e sensível às particularidades de cada unidade habitacional [10].

O sistema foi organizado em três componentes principais: (i) interface de interação; (ii) módulo de captura e envio de imagens; e (iii) núcleo de processamento baseado em Inteligência Artificial, responsável pela interpretação dos dados e adaptação do fluxo avaliativo [20] [21].

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8573

A Figura 4 apresenta as interfaces do artefato MEU APÊ associadas à aplicação de Inteligência Artificial, evidenciando a interpretação de imagens capturadas pelos usuários e a geração de respostas adaptadas ao contexto do ambiente analisado.

Figura 4: Interfaces do MEU APÊ com integração de IA

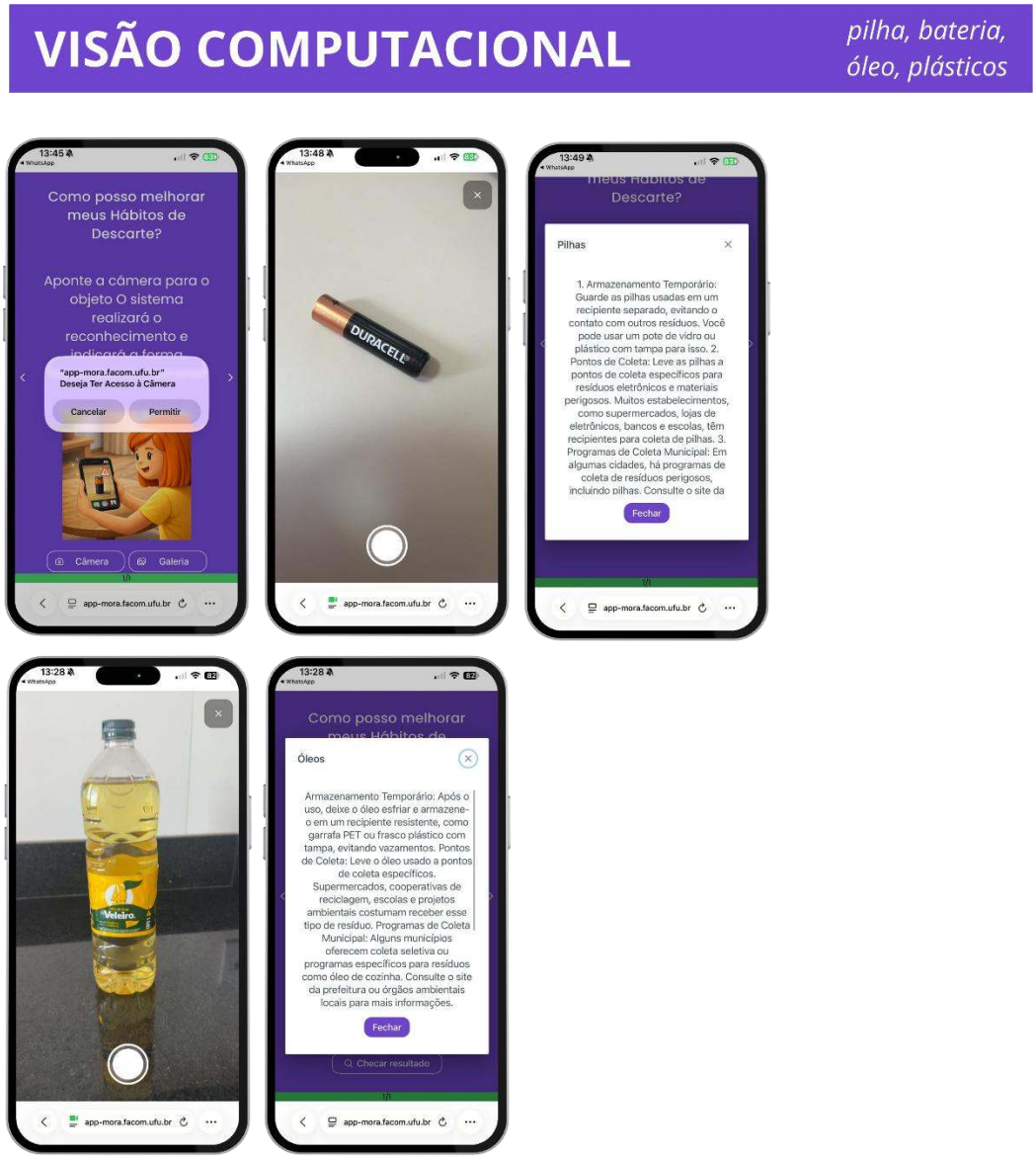


Fonte: o autor.

A Figura 5 apresenta exemplos de reconhecimento de elementos do ambiente por meio de Visão Computacional, evidenciando a identificação de objetos e características espaciais a partir de imagens capturadas no contexto habitacional.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8573

Figura 5: Interfaces do MEU APÊ com integração de Visão Computacional



Fonte: o autor.

Essa estrutura possibilita maior flexibilidade e escalabilidade do sistema, permitindo sua adaptação a diferentes contextos habitacionais e perfis de usuários. Além disso, ao integrar tecnologias capazes de interpretar e responder ao ambiente em tempo real, o artefato amplia o potencial da APO, que passa a incorporar não apenas uma dimensão diagnóstica, mas também orientativa, ao sugerir possíveis melhorias com base nas condições identificadas [6].

Dessa forma, a idealização e a arquitetura do artefato representam uma mudança significativa na lógica de funcionamento dos instrumentos de APO, ao substituir modelos estáticos e lineares por sistemas dinâmicos, adaptativos e sensíveis à experiência do usuário no ambiente construído [10][19].

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sob a perspectiva da transformação digital, os resultados demonstram que o MEU APÊ ultrapassa a simples digitalização de questionários de APO ao incorporar Visão Computacional e Inteligência Artificial capazes de interpretar informações do ambiente e adaptar automaticamente as interações com os usuários [10]. Nesse contexto, a transformação digital abordada está relacionada à modernização e à ampliação das capacidades de coleta e interpretação de dados. Essa abordagem promove uma reconfiguração metodológica da coleta e da análise de dados habitacionais, tornando o processo mais contextualizado, responsivo e orientado por dados [3][19][20].

A principal inovação está na etapa de coleta de dados, que passa a integrar informações obtidas diretamente do ambiente construído por meio da captura e interpretação de imagens. Isso favorece a contextualização espacial da avaliação, reduz a necessidade de abstração por parte dos usuários e contribui para respostas mais precisas e coerentes com a experiência real do espaço, representando um avanço em relação às metodologias convencionais baseadas em percepções retrospectivas [13].

A incorporação de recursos interativos e a adaptação dinâmica do fluxo avaliativo também aumentam o engajamento dos participantes, tornando o processo mais intuitivo e menos cansativo, o que contribui para a melhoria da qualidade dos dados coletados [1]. Além disso, a Inteligência Artificial amplia a capacidade de interpretação das informações ao integrar dados visuais e respostas dos usuários em um mesmo processo analítico, possibilitando uma compreensão mais abrangente das condições ambientais e de uso das habitações [15].

No contexto da APO, essa abordagem apresenta potencial para otimizar etapas como coleta, organização e interpretação inicial dos dados, favorecendo a identificação de elementos ambientais, a personalização dos questionários, a redução de inconsistências nas respostas e o fornecimento de orientações contextualizadas. Assim, o aplicativo não substitui a abordagem multimétodo da APO, mas amplia suas possibilidades operacionais por meio de recursos digitais mais dinâmicos, automatizados e responsivos [3][14][20].

Entretanto, desafios relacionados à variabilidade dos ambientes domésticos, às condições de iluminação, à diversidade de layouts e à dependência de serviços externos para processamento por IA podem impactar o desempenho, a conectividade e a escalabilidade da solução [8]. De modo geral, a integração entre Visão Computacional, Inteligência Artificial e interfaces digitais permite que o ambiente participe ativamente da avaliação, reduzindo a dependência exclusiva da memória dos usuários e ampliando a contextualização dos dados coletados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS

O presente estudo demonstrou que a integração de tecnologias digitais à APO pode promover avanços significativos na forma de coleta e interpretação de dados sobre o

ambiente construído. Ao propor um sistema baseado na captura e análise de imagens, o trabalho contribui para a construção de instrumentos mais contextualizados e alinhados à experiência real dos usuários [3][20].

Os resultados demonstram que a incorporação de Inteligência Artificial e Visão Computacional à Avaliação Pós-Ocupação pode contribuir para a construção de processos mais contextualizados, responsivos e orientados por dados. Mais do que digitalizar instrumentos existentes, a proposta busca ampliar a capacidade de interação entre usuários, ambiente construído e sistemas computacionais, fortalecendo o potencial da APO como ferramenta de apoio à análise e gestão da qualidade habitacional [3].

Como limitações, destacam-se questões relacionadas à variabilidade dos ambientes, às condições de uso dos dispositivos móveis e à dependência de infraestrutura tecnológica para processamento dos dados [8]. Esses aspectos indicam a necessidade de continuidade no desenvolvimento e refinamento das soluções propostas.

Apesar dos avanços observados, o estudo representa uma etapa inicial na investigação do potencial da Inteligência Artificial aplicada à APO. Pesquisas futuras deverão aprofundar a compreensão sobre como essas tecnologias podem apoiar a automatização de processos, instrumentos e métodos avaliativos, bem como ampliar a capacidade de análise das informações produzidas no contexto da Arquitetura e Urbanismo [8].

AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Projeto APQ 01727-24), ao CNPQ - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e à Universidade Federal de Uberlândia (UFU) pelo apoio e financiamento da pesquisa, instituições sem as quais não seria possível a realização deste trabalho.

DECLARAÇÃO

Durante a preparação deste artigo, todos os autores utilizaram o ChatGPT para a tradução, revisão, e melhoria de coesão do texto. Após a utilização da(s) ferramenta(s)/serviço(s), os autores revisaram e editaram o conteúdo conforme necessário e assumem total responsabilidade pelo conteúdo do artigo publicado.

REFERÊNCIAS

[1] **SISTEMA APO DIGITAL.** Disponível em: < https://morahabitacao.com/pesquisas-em-andamento-2/sistema-apo-digital-interfaces-digitais-de-avaliacao-pos-ocupacao-da-qualidade-ambiental-no-habitar/>. Acesso em: 6 abril. 2026.

[2] VILLA, S. B.; ORNSTEIN, S. W. **Qualidade ambiental na habitação: avaliação pós-ocupação.** São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

[3] VILLA, S. B.; GARCIA, L. M; BURIGO, R.; SARAMAGO, R. C. P. **Inovações tecnológicas no processo de APO da qualidade habitacional: uma breve revisão da literatura.** Simpósio Brasileiro De Qualidade De Projeto Do Ambiente Construído, 2023.

[4] BORTOLI, K. C. R; VILLA, S. B. **Resiliência do ambiente construído em habitações de interesse social no bairro Shopping Park (Uberlândia/MG).** XVII Encontro Nacional De Tecnologia Do Ambiente Construído, 2018.

[5] PREISER, W. F. E. **Post-Occupancy Evaluation: How To Make Buildings Work Better**. Facilities, 1995.

[6] DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; JÚNIOR, J. A. V. A. **Design Science Research: Método de Pesquisa para Avanço da Ciência e Tecnologia.** 2015.

[7] ORNSTEIN, S. W. **Aplicando Questionários Na Avaliação Pós-Ocupação Do Ambiente Construído: Ponderações Sobre Os Procedimentos Adotados Nos Últimos 20 Anos.** OLAM: Ciência & Tecnologia, 1(2), 2016.

[8] ONO, R.; ORNSTEIN, S. W.; VILLA, S. B.; FRANÇA, A. J. G. L. **Avaliação pós-ocupação: na arquitetura, no urbanismo e no design: da teoria à prática.** São Paulo: Oficina de Textos, 2018.

[9] SZELISKI, R. **Computer vision: algorithms and applications.** London: Springer, 2010.

[10] GOODFELLOW, I.; BENGIO, Y.; COURVILLE, A. **Deep learning.** Cambridge: MIT Press, 2016.

[11] MARIKYAN, D.; PAPAGIANNIDIS, S.; ALAMANOS, E. **A systematic review of smart home literature: a user perspective.** Technological Forecasting and Social Change, 2019.

[12] ELSAYED, M.; PELSMAKERS, S.; PISTORE, L.; CASTAÑO-ROSA, R.; ROMAGNONI, P. **Post-occupancy evaluation in residential buildings: A systematic literature review of current practices in the EU.** Building and Environment, 2023.

[13] ALAMIRAH, H.; SCHWEIKER, M.; AZAR, E. **Immersive virtual environments for occupant comfort and adaptive behavior research – A comprehensive review of tools and applications.** Building and Environment, 2022.

[14] TRIPATHI, I.; FROESE, T. M.; MALLORY-HILL, S. **Applicability of BIM-IoT-GIS integrated digital twins for post occupancy evaluations.** Frontiers in Built Environment, 2023.

[15] BOURIKAS, L.; TELI, D.; AMIN, R.; JAMES, P. A. B.; BAHAJ, A. S. **FACILITATING responsive interaction between occupants and building systems through dynamic post-occupancy evaluation.** Automation in Construction, 2020.

[16] LI, P.; FROESE, T. M.; BRAGER, G. **Post-occupancy evaluation: State-of-the-art analysis and state-of-the-practice review.** Building and Environment, 2018.

[17] MALLORY-HILL, S.; PREISER, W. F. E.; WATSON, C. G. **Enhancing building performance.** Oxford: Wiley-Blackwell, 2012.

[18] VANDE PUTTE, H. J. M.; VAN DER VOORDT, T.; VAN BORTEL, G. A. **Performance measurement in the built environment**. Delft University of Technology, 2023.

[19] VILLA, S. B.; BURIGO, R.; SARAMAGO, R. C. P. **Concepção e desenvolvimento da interface digital Meu Apê: instrumento de avaliação da qualidade ambiental em edifícios de apartamentos.** Gestão & Tecnologia de Projetos, 2025.

[20] VILLA, S. B; ORNSTEIN, S. W. **Avaliação pós-ocupação (APO) e novas tecnologias: pesquisas em cursos e perspectivas futuras.** VI Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, 2020.

[21] SILVA, V. B.; GUIMARÃES, V.; BARROS, L.; SILVA, A. J. M.; MOLINOS, D.; VILLA, S. B.; SILVA, F. O. **APODigital: A Flexible Platform for Smart Surveys**. International Conference on Computational Science and Its Applications (ICCSA), 2026. No prelo.