

SOLUÇÕES DE REALIDADE AUMENTADA LOW-CODE PARA PADRÕES DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA NA PRODUÇÃO DE CALÇADOS

GARCIA, Letícia Mandu
BONIFÁCIO, Marcos Antonio

leticia.garcia6@fatec.sp.gov.br
marcos.bonifacio@fatec.sp.gov.br

Fatec Jahu
Fatec Jahu

1. INTRODUÇÃO

A manutenção autônoma e a modernização dos processos de inspeção em ambientes industriais estão cada vez mais associadas ao uso de tecnologias digitais, que permitem eficiência e precisão elevadas. O presente projeto de iniciação científica tem como objetivo investigar a viabilidade da aplicação de soluções baseadas em Realidade Aumentada (RA) para a inspeção e manutenção de equipamentos e manutenção autônoma, utilizando como referência a Planta Modelo do Curso Superior de Tecnologia em Gestão da Produção Industrial da Fatec Jahu. Através do acesso a bases de dados disponíveis na internet e de plataformas de código aberto, este projeto busca desenvolver soluções de *low-code* para conversão de padrões tradicionais de inspeção, como o já existente para a "Máquina de Pesponto" e o "Balancim Ponte", em um formato digital aprimorado que incorpore a RA.

Ao propor uma metodologia de conversão de inspeções impressas para plataformas interativas e digitais, o projeto visa não apenas facilitar testes iniciais e prototipagem no ambiente acadêmico, mas também ampliar o potencial de aplicação prática. A possibilidade de inclusão de equipamentos adicionais e a colaboração entre docentes e alunos reforçam o impacto educacional e profissional do projeto, além de incentivar uma abordagem colaborativa e escalável. A expectativa é que essa iniciativa contribua para o desenvolvimento de sistemas de manutenção autônoma aplicáveis a diversos setores industriais, promovendo inovação no uso de tecnologias de baixo custo e ampliando a adoção de práticas digitais sustentáveis.

2. METODOLOGIA

Este projeto teve como referência metodológica a pesquisa Tecnológica ou Aplicada [1], que permite a aplicação de métodos visando buscar atender necessidades imediatas de diferentes setores, com o uso prático dos conhecimentos ou resultados adquiridos. Os dados foram coletados com base na pesquisa bibliográfica ou um levantamento dos principais trabalhos já desenvolvidos na área, fornecendo dados atuais e relevantes que pudessem dar base a pesquisa [2]. A proposta foi identificar soluções que permitam a criação de projetos em Realidade Aumentada (RA) com suporte de recursos *low-code* permitindo a criação de padrões da Manutenção Autônoma (MA) para a produção de calçados.

As pesquisas foram realizadas por meio da internet, utilizando bases de dados livres, Google e Google Acadêmico tendo como referências as *strings* descritas no Quadro 1.

Quadro 1 - *Strings* de Pesquisa

Palavra-chave (<i>string</i>)
Realidade Aumentada
Low-code
Manutenção Autônoma
Equipamentos
Produção de Calçados

Fonte: Autores (2025).

As *strings* foram combinadas para formar as expressões de pesquisa buscando identificar as soluções *low-code* que poderiam ser utilizadas para converter padrões tradicionais de inspeção de MA (impressos), para um formato digital RA, que facilite a inspeção e estimule a adoção da ferramenta e conservação de ativos.

Se identificadas soluções viáveis, o projeto se estenderá para criação e teste de protótipos em RA realizados planta modelo de produção da Fatec Jahu.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As pesquisas sobre o uso da realidade aumentada (RA) para manutenção autônoma vêm focando em desenvolver soluções que aperfeiçoem os processos de manutenção industrial, foi possível identificar que as propostas buscavam oferecer aplicações de RA que oferecem acesso aos técnicos ou operadores, à informações sobre os equipamentos (ativos) para a realização de inspeções e monitoramentos de condições, realização de poio técnico remoto, visualizando, de maneira interativa e intuitiva dos pontos críticos e de interesse que precisam de atenção nos equipamentos.

O uso da RA [3] é apresentado como uma alternativa para a redução de erros no manuseio dos equipamentos por meio da interação com a RA. Destacando ainda que a oferta de novas soluções de RA deverá crescer em muito nos próximos anos.

Existem um mercado em pleno crescimento [4] no direcionamento de recursos das empresas em RA, na identificação das melhores soluções/aplicações que justifiquem os investimentos de milhões de US\$ na busca de "ganhos do mundo real."

Corroborando a ideia do projeto [5] foi identificada empresa que oferece serviços de RA voltados à manutenção com uso de óculos de RA, embora não exatamente com vistas aos padrões de MA, já demonstra a aplicabilidade da proposta. Verificou-se que existem a relação direta entre a Indústria 4.0 com a RA e a Manutenção industrial [6], discutindo que a utilização da RA pode alavancar os resultados com base no envolvimento dos operadores, foco da MA [7].

Na linha das soluções, foi identificado um conjunto de aplicativos ligados a Vuforia® que oferece soluções para a integração de ações de manutenção com RA [8], com variações que vão desde a assistência remota com suporte às equipes de campo, passando por criação de rotinas e procedimentos de trabalho chegando à solução para desenvolvimento e execução das RAs.

Outro fornecedor significativo de equipamentos para a indústria, a Siemens, lançou em 2022 sua plataforma própria, o "Comos Mobile Worker" para gerenciamento da manutenção, também com base em RA, buscando integrar desde o comissionamento dos equipamentos passando pela inspeção e manutenção com o uso de RA [9].

Outra solução analisada foi o "eView AR" [10] que oferece a possibilidade de se criar o "gêmeo digital" (espelho do equipamento físico visto pelo operador em campo para um segundo equipamento para análise de técnico em sala de engenharia, por exemplo), diagramas, detalhes de componentes

e rotinas de manutenção. Permite gerar históricos e manter a rastreabilidade das ações.

Já o “META-aivi: AR + AI Vision System” é uma solução com acesso livre [11] que permite a criação de projetos em AR tendo uma das aplicações sugeridas sendo industrial, mas não focado na manutenção, que pode ser testada a aplicabilidade específica. Por fim, uma das soluções mais citadas é a “Unity + Vuforia Engine” que permite [12] a criação dos padrões de RA no Unity e executá-lo no Vuforia. A solução possibilita a criação de procedimentos de manutenção em RA; realizar treinamentos imersivos de operadores e técnicos; criar os “gêmeos digitais”, criação de espelhos dos equipamentos para serem monitorados em tempo real; e realizar análise preditiva sensível. Embora não seja totalmente *low-code*, se mostrou uma ótima solução para sequência do projeto.

Deve ser destacado que todo este processo deve permitir que o operador identifique previamente os locais que requerem manutenção ou no caso deste projeto, os pontos de inspeção, e, ao apontar seu dispositivo móvel (smartphone ou tablete) com câmera para o equipamento foco da atividade, a RA exibe esses pontos, com possibilidade de detalhamento visual. Além disso, o operador que realiza a inspeção fornece o feedback necessário ao sistema para a criação do histórico do equipamento, fundamental para a adequada gestão de manutenção.

Cabe ressaltar que empresas oferecem serviços de criação dos projetos de RA e o próprio monitoramento dos equipamentos, como por exemplo, a “Schwan Cosmetics” [13] ou mesmo a “Spie Rodias” [14] que especificamente se utilizam de soluções de mercado para criar os projetos e fazer a integração com as bases de dados para criação dos históricos.

As aplicações são, geralmente, estruturadas em três partes principais: a visualização remota por especialistas, a transmissão de dados, e a visão do operador no local. Utilizando softwares e ferramentas como Estas citações, mínimas estão sendo feitas apenas para reforçar a aplicabilidade da proposta deste projeto que propõe se diferenciar destas empresas oferecendo uma alternativa que possa ser utilizada por micro e pequenas empresas que compõe o APL de Calçados Femininos de Jaú/SP que não possuem técnicos especialistas de desenvolvimento de sistemas ou mesmo de manutenção, mas que podem usufruir das vantagens oferecidas pelas ferramentas de manutenção se tiverem acesso a uma possibilidade concreta de utilizar os operadores já presentes nas linhas em atividades de inspeção dos equipamentos que operam.

4. CONCLUSÕES

Esta pesquisa acabou identificando algumas possibilidades para realização dos futuros testes com RA para realização da MA. Foi possível verificar que a proposta é viável diante das bibliografias encontradas, empresas que já vem utilizando e as soluções possíveis.

Também por conta da bibliografia analisada foi possível inferir que o uso da RA pode otimizar os processos produtivos, com boa possibilidade de desenvolvimento de um modelo que permita à micro e pequenas empresas do APL de Calçados Femininos de Jaú/SP possam ter acesso à ferramentas de gestão de ativos que lhes permitam algum diferencial estratégico utilizando os recursos já disponíveis, principalmente os operadores que poderiam realizar inspeções de manutenção preventiva como sua rotina do dia a dia.

REFERÊNCIAS

- [1] MARCONI, M.de A.; LAKATOS, E.M. Fundamentos Metodologia Científica. 8.ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- [2] MARCONI, M.de A.; LAKATOS, E.M. Técnicas de Pesquisa. 9.ed. São Paulo: Atlas, 2021.
- [3] DACKO-PIKIEWICZ, Z.; SZCZEPAŃSKA-WOŚCZYN, K.; POZNAŃSKA, K. Innovation and Entrepreneurship. Dąbrowa Górnicza: Polonia, 2023. Disponível em: https://wsb.edu.pl/files/pages/1535/innovation_and_entrepreneurship_z_dacko_pikiewicz_k_szczepanska_woszczyna_k_poznanska.pdf#page=165. Acesso em: 08 ago. 2024.
- [4] TECHPLUS. Inove com realidade aumentada industrial. [sd]. Disponível em: <https://www.techplus.com.br/realidade-aumentada/>. Acesso em: 24 out. 2024.
- [5] ALEGER. Óculos de realidade aumentados. 2023. Disponível em: <https://alegerglobal.com/en/augmented-reality/ar-software/>. Acesso em: 08 ago. 2024.
- [6] DI BONA, G. et al. Implementation of Industry 4.0 technology: New opportunities and challenges for maintenance strategy. Procedia Computer Science, v. 180, p. 424-429, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187705092100301X>. Acesso em: 02 set. 2024.
- [7] VONGVIT, R.; CHURAKSA, T.; RATTANA, N. Enhancing Maintenance Training with Mobile AugmentedReality: An AHP-Based Development Approach. Proceedings of the 2023 7th International Conference on Computer Science and Artificial Intelligence, v.7, p. 429-435, 2023. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/epdf/10.1145/3638584.3638590>. Acesso em: 10 set. 2024.
- [8] ROCKWELL AUTOMATION. InnovationSuite – Augmented Reality. Disponível em: <https://www.rockwellautomation.com/pt-br/products/software/factorytalk/innovationsuite/augmented-reality.html>. Acesso em: 10 set. 2024.
- [9] SIEMENS. Siemens lança aplicativo que usa realidade aumentada para manutenção de indústrias de processo. 2022. Disponível em: <https://press.siemens.com/br/pt/comunicadodeimprensa/siemens-lanca-aplicativo-que-usa-realidade-aumentada-para-manutencao-de>. Acesso em: 20 set. 2024.
- [10] GOMES, G. EPLAN eView: Manutenção eficiente de máquinas com realidade aumentada. 2024. Disponível em: <https://blog.eplan.com.br/eplan-eview-ar-manuten%C3%A7%C3%A3o-eficiente-de-m%C3%A1quinas-com-realidade-aumentada>. Acesso em: 24 out. 2024.
- [11] SOLOMON. META-aivi - AR + AI Vision System. [sd]. Disponível em: <https://www.solomon-3d.com/products/meta-aivi-ar-ai-vision-system/>. Acesso em: 1 nov. 2024.
- [12] UNITY. Unity Learn. [sd]. Disponível em: <https://learn.unity.com/>. Acesso em: 17 set. 2024.
- [13] T-SYSTEMS. A Schwan Cosmetics emprega soluções de realidade aumentada. [sd]. Disponível em: <https://www.t-systems.com/br/pt/success-stories/digital/ar-wartung-schwan-cosmetics>. Acesso em: 30 out. 2024.
- [14] SPIE RODIAS. Augmented Reality in Action: Revolution in Industrial Maintenance. [sd]. Disponível em: <https://www.spie-rodias.de/en/news/augmented-reality-in-action-revolution-in-industrial-maintenance/>. Acesso em: 17 ago. 2024.

AGRADECIMENTOS

Ao Centro Paula Souza pelo programa MIDTI. Ao Prof. Dr. Marcos Bonifácio pela orientação e dedicação. E a Fatec Jahu pelo total apoio institucional.