



APLICATIVOS LOW-CODE PARA CRIAÇÃO DE PROJETOS DE REALIDADE AUMENTADA PARA MANUTENÇÃO AUTÔNOMA DE EQUIPAMENTOS HOSPITALARES

Vivianne Nayara Moreira Giberti¹, Marcos Antonio Bonifácio²

¹Graduanda em Gestão Hospitalar, Fatec Bauru, vivianne.giberti@fatec.sp.gov.br.

²Doutor, Fatec Bauru.

1 INTRODUÇÃO

A confiabilidade e a disponibilidade dos equipamentos médico-hospitalares são essenciais para garantir a qualidade e a segurança nos atendimentos em saúde. Esses equipamentos (ativos) são parte central dos processos clínicos e, por isso, devem estar sempre operando em condições ideais. Diante desse cenário, a manutenção deve ser entendida como um elemento estratégico para a gestão hospitalar, indo além das ações corretivas e integrando o planejamento preventivo das instituições. Este trabalho tem como objetivo principal **identificar soluções low-code para o desenvolvimento de projetos em Realidade Aumentada (RA) voltados à Manutenção Autônoma (MA)** de equipamentos médico-hospitalares. Por meio de uma revisão de literatura e prospecção online, foram analisadas ferramentas e dispositivos que possibilitem a aplicação prática da RA sem necessidade de programação avançada. Os resultados demonstraram que existem diversas soluções viáveis, tanto em dispositivos móveis quanto em óculos inteligentes, com destaque para plataformas como a EcoStruxure e dispositivos como o HMT-1, que reforçam o alinhamento do projeto com os princípios da Indústria 4.0 e a viabilidade de sua aplicação no setor hospitalar.

Palavras-chave: manutenção autônoma; realidade aumentada; low-code; equipamentos médico-hospitalares; Indústria 4.0.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A confiabilidade e a disponibilidade dos equipamentos médico-hospitalares são essenciais para garantir a qualidade e a segurança nos atendimentos em saúde. Esses equipamentos (ativos) são parte central dos processos clínicos e, por isso, devem estar sempre operando em condições ideais. Diante deste cenário, a manutenção, deve ser entendida como um elemento estratégico para a gestão hospitalar, indo além das ações corretivas e passando a integrar o planejamento preventivo das instituições.

Esta função estratégica da manutenção “industrial” – leia-se aqui engenharia clínica – que usualmente se posiciona como uma função de apoio nos processos de transformação das organizações. De acordo com a ABNT-NBR 5462 (1994) a manutenção industrial é definida uma sendo uma combinação de ações técnicas, administrativas e de supervisão, cujo objetivo é de manter ou recolocar um item (componente ou equipamento) em um estado no qual possa desempenhar sua função requerida, ou seja, fazer o que for



preciso para assegurar que os ativos/equipamentos operem dentro de condições mínimas requeridas se considerar calibrações, confiabilidade, capacidade produtiva, entre outras questões que possam garantir que os atendimentos feitos nas unidades médico-hospitalares, por sua vez, estejam nos padrões também esperados.

A ideia é pensar na manutenção ou na engenharia clínica como um setor que não deve economizar esforços para que manutenções ou correções de falhas não previstas sejam mínimas, nesta visão, até semântica é apresentada por Kardec e Ribeiro (2002) para reforçar a ideia da busca de ações estratégica por partes dos técnicos de manutenção para que não haja, falha que impeçam as empresas de entregar seus produtos conforme seu planejamento estratégico.

Por sua vez Slack, Chamber e Johnston (2018) e Corrêa e Corrêa (2019), consideram que na estratégia da gestão dos processos de transformação ou de produção das empresas é necessário incluir ações relacionadas à manutenção, pois estas ações se relacionam diretamente com a confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos (ativos) para que possam desempenhar sua função requerida no tempo e nas condições esperadas, sem desvios que precisem ser contingenciados e que possam alterar os custos calculados.

Já para Tavares (1999) a manutenção deve ser vista como uma atividade estratégica para as empresas, pois atua diretamente para garantir que os equipamentos estejam disponíveis e confiáveis para o processo, garantindo a segurança das pessoas envolvidas e o próprio patrimônio da empresa, resultando em determinada monta na adequação dos custos e volumes produzidos planejados.

Sugere-se desta forma que o importante é incorporar o tema nos momentos das respectivas decisões estratégicas globais da empresa, incluindo entre suas metas e objetivos pontos específicos relacionados com a manutenção dos equipamentos.

Mas, para poder utilizar a manutenção como estratégia é necessário que se adote alguma(s) ferramenta(s) destinada à esta finalidade. Que é o caso da Manutenção Produtiva Total (TPM), base deste projeto.

2.1 TPM – Manutenção Produtiva Total

Para Nakajima (1989) a TPM representa uma evolução dos conceitos da manutenção, pois a ferramenta sugere que os envolvidos com os equipamentos quebrem alguns paradigmas, promovendo a integração de todos os funcionários com sua gestão, independentemente do setor ou cargo que ocupem na hierarquia.

Já para Oprime, Monsanto e Donadone (2010), a TPM refere-se a um processo de qualidade ou de melhoria contínua que é corroborado por Nakajima (1989) que propõe que com a melhoria da estrutura de gestão dos equipamentos, o resultado seja, conseqüente, a melhoria dos resultados, contribuindo inclusive para a criação de um ambiente de trabalho mais agradável e favorável para os envolvidos.

Assim a TPM deve ser vista como uma ferramenta de apoio às ações da manutenção, mas não no reparo de falhas e sim na conservação dos ativos/equipamentos minimizando a ocorrência destas falhas. Este conceito



nasce nos Estados Unidos, mas encontra no Japão do pós-guerra o terreno favorável para sua disseminação de acordo com Palmeira e Tenório (2002). No pós-guerra os japoneses, que buscavam ferramentas que possibilitassem a eliminação de perdas dos processos, viram na TPM uma possibilidade de contribuição virtuosa já que parte destes desperdícios se relacionavam diretamente com as linhas de produção. (Freitas, 2007)

Com a TPM focando na integração de todos no objetivo único da gestão dos ativos/equipamentos e na busca de um melhor desempenho global possível com a redução de paradas e desperdícios, para Mirshawka e Olmedo (1994) e Moura (2003) a ferramenta viabilizava-se para atender aos propósitos das empresas japonesas naquele momento.

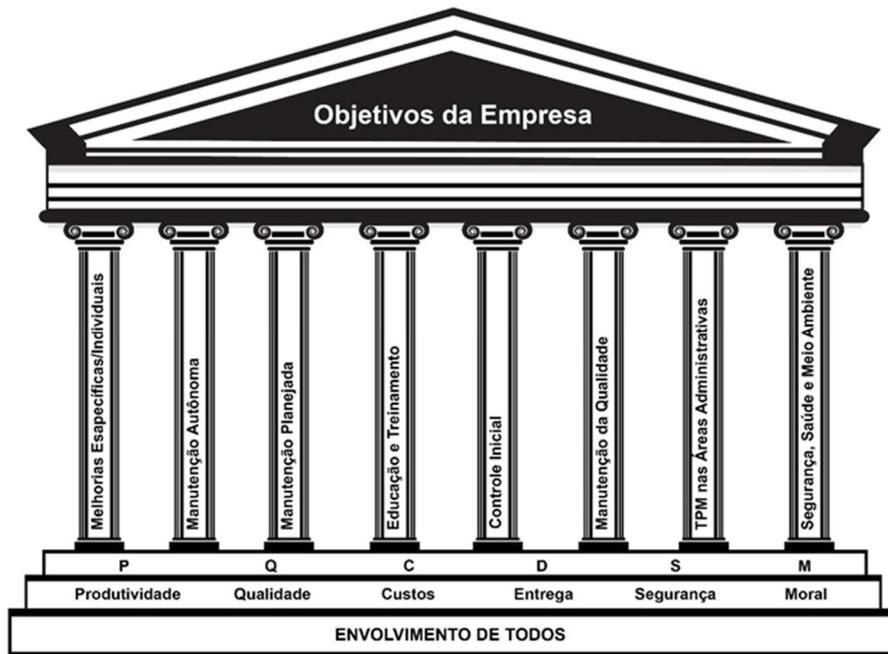
Takahashi e Osada (1993) sugerem que para se obter esta integração é necessário a preocupação com a proteção ambiental e segurança dos funcionários e, que estes recebessem investimentos em educação e treinamentos técnicos, despertando-lhes um interesse pelos equipamentos com os quais trabalham, levando-lhes a internalizar uma noção de respeito pelos equipamentos despertando o sentimento de pertencimento ao contexto no qual está inserido.

Este envolvimento devendo levar os funcionários, frequentemente atarefados, a pensarem nos ativos de forma diferenciada, como se fossem seus (Yamaguchi, 2005), é exatamente nesta visão que este projeto se apoia.

2.2 Manutenção Autônoma (MA)

A TPM é organizada em pilares (Figura 1), para Ribeiro (2010 e 2014) o pilar de MA, surge para desenvolver nos usuários/operadores dos equipamentos e demais envolvidos o sentimento de propriedade, zelo ou mesmo pertencimento, a partir da sua qualificação, lhes permitindo realizar com precisões inspeções preventivas e limpezas técnicas nos equipamentos que operam.

Figura 1 – Estrutura dos Pilares da TPM



Fonte: Adaptado de Freitas (2007).

Para uma implantação exitosa do pilar de MA, segundo Xenos (2004) é necessário qualificar minimamente os usuários dos equipamentos em alguns aspectos técnicos permitindo-lhes condições de realizarem algumas ações, mas não o especializando para realizarem reparos em substituição aos mantenedores, apenas para que entendam o que estão fazendo e estejam seguros para realizarem as atividades.

Kardec e Ribeiro (2002) destacam que a MA acaba por conseguir resgatar a sensibilidade do operador em relação ao equipamento que opera, passando a sentir-se como o seu “dono”.

Sendo as atividades propostas para serem realizadas pelos usuários simples e organizadas em padrões preestabelecidos que facilitem sua execução e entendimento. As atividades propostas usualmente resumem-se em inspeções preventivas, limpeza e, em alguns casos, lubrificação. Atividades já estando indiretamente relacionadas com seu dia a dia.

Estes padrões (impressos) devem ser adaptados às necessidades da organização, sendo usualmente elaborados a partir de um desenho esquemático ou foto do equipamento acrescido das respectivas ações a serem realizadas.

2.3 Realidade Aumentada (RA)

A RA que para Kirner e Kirner (2011) trata-se de uma realidade misturada que deve ser considerada quando se busca a definição de um ambiente no qual exista uma interface de imagens virtuais sobrepostas ao ambiente físico do usuário, que será percebida por ele, por meio de dispositivos tecnológicos.

Destaca-se que a RA é um dos temas inseridos nas discussões da Indústria 4.0, pois para Silveira (2016) o tema refere-se a um conceito que engloba as principais inovações tecnológicas no contexto da automação e tecnologia da informação.



Já Donavan (2014) cita que em função da evolução dos equipamentos, com a inserção de sensores cada vez mais envolvidos com os processos; possibilidade de feedback em tempo real para sistemas de controle; sistemas de controle mais complexos possibilitando flexibilizar processos; e ágeis o que demandará uma nova postura dos operadores. Neste contexto para que a Indústria 4.0 se torne possível, as organizações devem considerar a adoção de uma infraestrutura tecnológica formada por sistemas físicos e virtuais, sistemas de simulações, realidade aumentada e realidade virtual, internet das coisas, entre outras (Venturelli, 2021).

A aplicação da RA no contexto dos padrões de inspeção e conservação baseados na TPM em seu pilar de MA, busca oferecer um estímulo tecnológico que se somará aos potenciais estratégicos da manutenção, para que as unidades médico-hospitalares de Bauru e região possam ter mais uma opção estratégica para melhorarem seus resultados.

3 OBJETIVO

Este trabalho propõe a utilização da RA como suporte para esses padrões. A RA se apresentando como uma tecnologia inovadora, capaz de inserir elementos virtuais sobre o ambiente físico, facilitando o entendimento e a execução das atividades por parte dos operadores. Com o avanço das soluções em plataformas *low-code*, tornou-se mais viável o desenvolvimento de projetos em RA sem a necessidade de conhecimentos técnicos avançados em programação.

Desta forma o objetivo geral deste projeto foi definido como: Prospectar soluções de aplicativos *low-code* para serem utilizadas no desenvolvimento de projetos de RA que suportem padrões de inspeção e limpeza, base da Manutenção Autônoma (MA) para equipamentos médico-hospitalares.

4 MATERIAIS E MÉTODO

O desenvolvimento deste projeto seguirá a abordagem baseada na pesquisa Tecnológica ou Aplicada que para Marconi e Lakatos (2021), permite a aplicação de métodos que atendam às necessidades imediatas de diferentes setores, viabilizando o uso prático dos conhecimentos adquiridos. A coleta de dados foi realizada por meio de pesquisa bibliográfica, que consiste em um levantamento dos principais trabalhos já desenvolvidos na área, fornecendo dados atuais e relevantes para embasar a pesquisa (Marconi e Lakatos, 2021a). No desenvolvimento, a pesquisa e a identificação de soluções serão realizadas por meio da internet, utilizando bases de dados livres para identificar plataformas 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) a partir de padrões já criados no formato tradicional (impresso), sem a necessidade de equipes especialistas de TI para esta atividade.

As pesquisas se deram entre setembro e novembro de 2024 com o uso das *strings* de pesquisa descritas no Quadro 1.

Quadro 1. Strings de Pesquisa





Realidade Aumentada
Solução/Software/Aplicativo
Low-code
Manutenção Autônoma
Equipamentos
Médico-hospitalar

Fonte: Autores (2025).

Estas *strings* foram combinadas em expressões para serem pesquisadas nas plataformas livres Google e Google Acadêmico buscando identificar as soluções que melhor se apliquem ao propósito da pesquisa.

Caso fossem identificadas soluções específicas, esta seria testada com a criação de uma RA para uma Bomba de Infusão, disponível no laboratório da Fatec Bauru, que já possui Padrão de Inspeção de MA elaborado tecnicamente (impresso). Os testes, se realizados, deverão permitir analisar as reais condições de o aplicativo atender aos propósitos da pesquisa sem esgotar, neste momento, os recursos oferecidos por ele. Os testes serão realizados utilizando dispositivos móveis (tablets e smartphones) destinados ao projeto e executado.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da pesquisa realizada, foram identificados 44 estudos relevantes sobre a aplicação da Realidade Aumentada (RA) na manutenção, destacando diferentes perspectivas e abordagens tecnológicas, após uma rápida análise destes, os seguintes foram selecionados como os que mais poderiam contribuir com esta pesquisa, são eles:

1. O artigo "Aplicação na Indústria 4.0 nos Sistemas de Manutenção" discute os conceitos de manutenção autônoma e realidade aumentada, apresentando ferramentas e equipamentos aplicáveis a esse contexto. O estudo enfatiza que a RA é uma solução viável devido à sua baixa demanda por espaço físico e ao fácil acesso a informações por meio dessa tecnologia, mas não apresenta as soluções utilizadas para desenvolvimento dos projetos, apenas destaca sua presença e relevância para o futuro da manutenção industrial (Pereira; Rocha; Silva, 2022).

2. No artigo "Gestão da Manutenção de Edifícios", a RA é mencionada como um recurso para otimizar manutenções prediais. O estudo destaca o uso de óculos de RA, que permitem que técnicos acessem documentos, consultem especialistas remotos e realizem operações com maior eficiência, fazendo uma descrição dos principais recursos disponíveis em ferramentas de RA se utilizadas na manutenção de edifícios. Embora cite um desenvolvedor também não apresenta soluções possíveis de serem utilizados (Carvalho, 2019).

3. O estudo "Manutenção 4.0: Novas Tecnologias Aliadas à Gestão da Manutenção" de Uesugui *et al.* (2023), explora o uso de dispositivos móveis e sensores integrados a sistemas de RA para monitoramento e interação com equipamentos industriais. Uesugui *et al.* (2023) aborda também a utilização de



óculos de RA, destacando o Microsoft HoloLens 2 (Figura 2) como uma solução inovadora para operações *hands-free*.

Figura 2 – Óculos de RA – Microsoft HoloLens 2

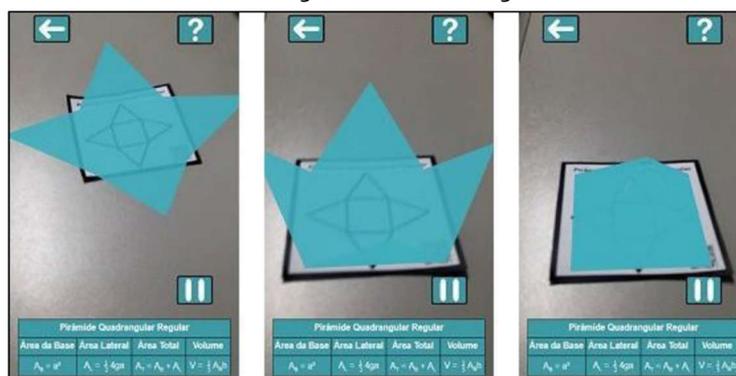


Fonte: Uesugui, et al. (2023).

Este trabalho já se aproximou das intenções desta pesquisa trazendo o uso efetivo da RA na manutenção com exemplo de aplicação e uso de óculos e mobile, mas sem se aprofundar em uma solução específica.

4. Além do setor industrial, a RA tem sido aplicada no ensino, conforme apontado nos artigos "Geometria: Aplicativo Educacional com Realidade Aumentada para Auxiliar o Ensino de Sólidos Geométricos" de Gomes *et al.* (2019) que demonstra a aplicabilidade de soluções de RA no apoio do ensino, conforme exemplo na Figura 3.

Figura 3 – Três frames da animação de formação de um sólido geométrico

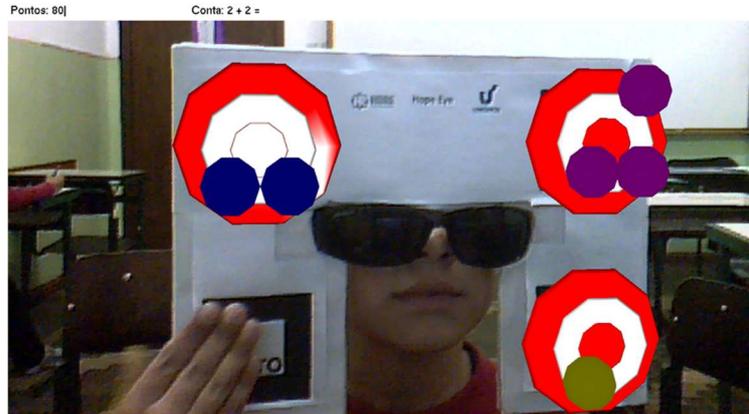


Fonte: Gomes, et al. (2019).

Já Frosi e Marson (2009) apresentam o projeto "Tapamática: Uma Aplicação de Realidade Aumentada com Enfoque Educacional para Estudantes das Séries Iniciais", demonstrando o impacto positivo da RA na aprendizagem interativa e na assimilação de conceitos matemáticos, com o uso de óculos de RA e projetos que envolvam conceitos das ciências exatas, conforme exemplo na Figura 4.



Figura 4 – Uso dos óculos de RA

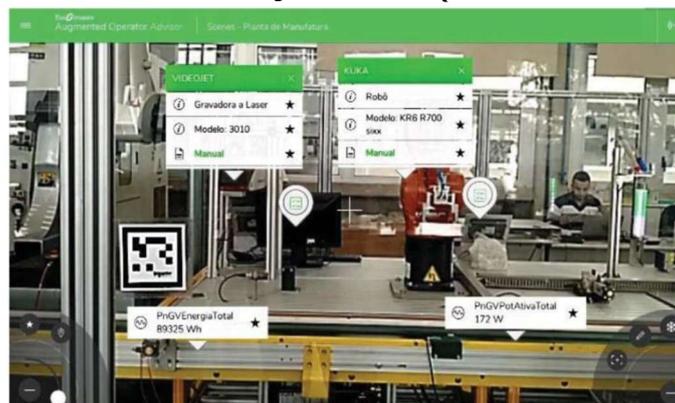


Fonte: Frosi e Marson (2009).

Ambos os trabalhos exploram os potenciais da RA nas áreas de educação reforçando sua aplicabilidade nas diversas áreas.

5. Outro estudo considerado relevante ao conteúdo pesquisado foi a "Utilização da Realidade Aumentada na Manutenção Industrial" de Gélio e César (2022), que apresenta a solução EcoStruxure Augmented Operator Advisor, que permite o monitoramento em tempo real de sistemas industriais, reduzindo custos e otimizando a produtividade, esta solução sendo low-code e diretamente atrelada ao procurado como solução (Figura 5). Complementando essa abordagem, o artigo "Equipamentos de RA para Manutenção" analisa o dispositivo HMT-1 da RealWear (MGUITec, 2021), sugerindo ser amplamente utilizado em ambientes industriais devido à sua robustez e capacidade de suporte remoto.

Figura 5 – Acesso à tela de informações da máquina – EcoStruxure



Fonte: Gélio e César (2022).

Esta solução foi a que mais se mostrou adequada aos propósitos da pesquisa, mas no momento não estava oferecendo acesso livre para os testes.

6. Um dos destaques identificados nas pesquisas foi a utilização dos óculos de RA que desempenham um papel central na aplicação da RA na



manutenção industrial, conforme exemplificado pelo caso da LATAM Airlines (Sebrae, 2023), que implementou o uso de SmartGlass para transmissão de imagens em tempo real, facilitando a assistência técnica à distância.

Dentre os dispositivos disponíveis, destacam-se o HMT-1 (Figura 6), reconhecido por seu design industrial e comandos por voz, e o Google Glass Enterprise Edition 2, voltado para diagnóstico e suporte técnico em tempo real (Eleger, 2024).

Figura 6 – Exemplo de SmartGlass – HMT-1



Fonte: Digital@Work ([sd]).

7. Além dos dispositivos vestíveis, também os aplicativos de RA para dispositivos móveis têm sido amplamente utilizados para otimizar processos de manutenção industrial. Para Convergint (2021) essas ferramentas permitem a visualização de instruções detalhadas sobre as atividades a serem executadas, conforme Figura 7, além da comunicação remota com especialistas, que permitirão uma maior precisão e segurança operacional durante a execução das intervenções.

Figura 7 – Exemplo de interação Homem/RA/Equipamento



Fonte: Convergint (2021)

A pesquisa permitiu reforçar o alinhamento do projeto com os princípios da Indústria 4.0, principalmente pela integração entre homem, máquina e



tecnologia. A utilização da RA nesse contexto estimula a inovação, melhora os processos de manutenção e oferece novas possibilidades para o setor da saúde, que pode se beneficiar de soluções tecnológicas acessíveis e sustentáveis.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa demonstrou que a aplicação da Realidade Aumentada (RA) como suporte visual aos padrões de Manutenção Autônoma (MA) é uma alternativa viável para o setor hospitalar, especialmente quando associada a ferramentas *low-code*. A proposta de transformar procedimentos simples, como inspeção e limpeza, em experiências visuais acessíveis por dispositivos móveis pode melhorar o engajamento dos operadores e contribuir diretamente para a conservação dos equipamentos.

A análise das plataformas identificadas reforça que a adoção da RA não exige, necessariamente, investimentos altos ou conhecimentos técnicos avançados. Com as ferramentas certas, é possível desenvolver soluções funcionais, intuitivas e de fácil implementação, inclusive em ambientes de ensino, como os laboratórios da Fatec Bauru.

Ainda que os testes práticos tenham se limitado à análise teórica e prospecção de ferramentas, os resultados obtidos são promissores e abrem espaço para futuras implementações e validações. A iniciativa também fortalece a importância de alinhar as práticas de gestão hospitalar com os conceitos da Indústria 4.0, aproximando os profissionais de saúde das novas tecnologias.

7 REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462: Confiabilidade e Manutenibilidade**, 1994.

ALEGER. **Óculos de realidade aumentada**. 2023. Disponível em: <https://alegrglobal.com/pt-pt/os-nossos-servicos/oculos-de-realidade-aumentada/>. Acesso em: 12 nov. 2024.

CARVALHO, A. R. L. da S. **Gestão da manutenção de edifícios**. Lisboa: Instituto Superior Engenharia de Lisboa, 2019. Dissertação de mestrado. Disponível em: Acesso em: 18 set. 2024.

CONVERGINT. **Realidade gerenciada na indústria: como a tecnologia otimiza os processos de manutenção**. 2021. Disponível em: <https://convergent.com.br/2021/01/19/realidade-aumentada-na-industria-como-a-tecnologia-otimiza-os-processos-de-manutencao/>. Acesso em: 12 nov. 2024.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de Produção e Operações: manufatura e serviços – uma abordagem estratégica**. 4. ed., São Paulo: Atlas, 2019.



DIGITAL@WORK. **Smart Glasses: Realwear HMT-1 im Test.** [sd]. Disponível em: <https://www.digital-at-work.de/smart-glasses-realwear-hmt-1-im-test/>. Acesso em 30 out. 2024.

DONAVAN, J. **Indústria 4.0 – O que é isso?** 2014. Disponível em: <https://www.newtonbraga.com.br/?view=article&id=7571:industria-4-0-o-que-e-isso-art1350&catid=52>. Acesso em: 20 set. 2024.

FREITAS, A. J. N. **TPM na Linha da Confiabilidade.** São Paulo: Loos Prevention / ABRAMAN, 2007.

FROSI, F. O.; MARSON, F. **Tapamática: Uma aplicação de Realidade Aumentada com Enfoque Educacional para Estudantes das Séries Iniciais.** 6º Workshop de Realidade Virtual e Aumentada, 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/267369621_Tapamatica_Uma_aplicacao_de_Realidade_Aumentada_com_Enfoque_Educacional_para_Estudantes_das_Series_Iniciais. Acesso em: 19 out. 2024.

GÉLIO, L. G.; CÉSAR, F. I. G. **Utilização da Realidade Aumentada na Manutenção Industrial.** Revista Científica ACERTE, São Paulo, v. 2, n. 2, p. e2262, 2022. DOI: 10.47820/acertte.v2i2.62. Disponível em: <https://acertte.org/acertte/article/view/62>. Acesso em: 10 nov. 2024.

GOMES, A. P. L. *et al.*, B. **GeometriAR: aplicativo educacional com realidade aumentada para auxiliar o ensino de sólidos geométricos.** RENOTE, Porto Alegre, v. 17, n. 1, p. 405–414, 2019. DOI: 10.22456/1679-1916.95848. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/95848>. Acesso em: 15 set. 2024.

KARDEC, A.; RIBEIRO, H. **Gestão Estratégica e Manutenção Autônoma.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

KIRNER, C.; TORI, R. **Realidade Virtual: conceitos, tecnologia e tendências.** São Paulo: Editora SENAC, 2004.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica.** 9. ed. São Paulo: Atlas, 2021.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa.** 9. ed. São Paulo: Atlas, 2021a.

MGUITec. **Vantagens do uso da Realidade Aumentada nas áreas de manutenção.** 2021. Disponível em: <https://blog.mgitech.com.br/blog/realidade-aumentada-nas-areas-de-manutencao>. Acesso em: 12 nov. 2024.



MIRSHAWKA, V.; OLMEDO, N. L. **TPM à moda brasileira**. São Paulo: Makron Books, 1994.

MOURA, R.A. **MPT Manutenção Produtiva Total**. São Paulo: IMAM, 2003.

NAKAJIMA, S. **Introdução ao TPM – Total Productive Maintenance**. São Paulo: IMC, 1989.

OPRIME, P.C.; MONSANTO, R.; DONADONE, J.C. **Análise da complexidade, estratégias e aprendizagem em projetos de melhoria contínua: estudos de caso em empresas brasileiras**, REVISTA GESTÃO & PRODUÇÃO. São Carlos: UFSCar Universidade Federal de São Carlos, v. 17, n. 4, p. 669-682, 2010.

PALMEIRA, N. J.; TENÓRIO, G. F. **Flexibilização Organizacional**. Rio de Janeiro: FGV, 2002.

PEREIRA, B. P.; ROCHA, G. C.; SILVA, L. A. **Aplicação na indústria 4.0 em sistemas de manutenção**. 2022. Fatec. Faculdade de Tecnologia de Itaquera. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso. Disponível em: <https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/24015>. Acesso em: 18 set. 2024.

RIBEIRO, H. **A bíblia do TPM: Como gerenciar a produtividade na empresa**. Santa Cruz do Rio Pardo: Viena, 2014.

RIBEIRO, H. **Desmistificando o TPM**. São Caetano do Sul: PDCA, 2010.

SEBRAE. **Saiba como a realidade aumentada facilita a manutenção de equipamentos**. 2023. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/saiba-como-a-realidade-aumentada-facilita-a-manutencao-de-equipamentos%2Cf1afc83eec486810VgnVCM1000001b00320aRCRD>. Acesso em: 10 jan. 2025.

SILVEIRA, C. B. **O que é Indústria 4.0 e como ela vai impactar o mundo**. Citisystems, 2016. Disponível em: <https://www.citisystems.com.br/industria-4-0/>. Acesso em: 21 set. 2024.

SLACK, N.; CHAMBER, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 8 ed., São Paulo: Atlas, 2018.

TAKAHASHI, Y; OSADA, T. **TPM/MPT Manutenção Produtiva Total**. São Paulo: IMAM, 1993.

TAVARES, L.A. **Administração moderna da Manutenção**. Rio de Janeiro: Novo Polo Publicações, 1999.



UESUGUI, E. A. *et al.* **A Manutenção 4.0: novas tecnologias aliadas à gestão da manutenção.** Revista Científica SENAI, São Paulo, p. 13 – 30p, v01, n2, 2023. Disponível em: <https://periodicos.sp.senai.br/index.php/rcsenaisp/article/view/24/16>. Acesso em: 08 out. 2024

VENTURELLI, M. **Panorama da inovação - Indústria 4.0: Internet das coisas.** 2021. Disponível em: <https://www.automacaoindustrial.info/internet-das-coisas-na-industria-4-0/>. Acesso em: 21 set. 2024.

XENOS, H. G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva: O caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade.** Nova Lima: Falconi, 2004.

YAMAGUCHI, C.T. **TPM – manutenção produtiva total.** São João Del Rei: ICAP, 2005.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Fatec Bauru pela oportunidade de desenvolvimento acadêmico e estrutura oferecida para o projeto. Agradeço também ao professor Dr. Marcos Antônio Bonifácio pela orientação, incentivo e apoio técnico durante todas as etapas da pesquisa. E, ao Centro Paula Souza pelo programa MIDTI.