

Artigo original

EngeControl: aplicativo para implementação da metodologia de manutenção centrada em confiabilidade

App for implementation of reliability centered maintenance methodology

Laura Adriana Ribeiro Lopes¹  | Maria Clara Alves Medeiros¹  | Matheus Trezena Silveira Leão¹ 

¹Centro Universitário FUNORTE, Montes Claros, Minas Gerais, Brasil.

Resumo

Objetivo: descrever o desenvolvimento e avaliar a aceitabilidade de um aplicativo de baixo custo destinado a apoiar a aplicação da metodologia de Manutenção Centrada em Confiabilidade (*Reliability-Centered Maintenance* [RCM]) em ambientes industriais, em atendimento às demandas da Indústria 4.0. **Materiais e Métodos:** estudo exploratório e experimental, com abordagem quantitativa. O aplicativo foi desenvolvido utilizando a linguagem *JavaScript* e projetado para receber informações previamente cadastradas sobre os ativos industriais, processando esses dados para subsidiar a aplicação da metodologia RCM. A aceitabilidade do aplicativo foi avaliada por meio de um questionário estruturado, aplicado a potenciais usuários utilizando a plataforma *Google Forms*. **Resultados:** o aplicativo, denominado *EngeControl*, incorpora funcionalidades essenciais para a aplicação da metodologia RCM, incluindo o cadastramento de ativos, a identificação dos modos de falha mais críticos, a análise de indicadores de desempenho e o suporte à tomada de decisão para o planejamento da manutenção. A avaliação de aceitabilidade demonstrou elevada aprovação pelos potenciais usuários, com aceitação de 100% da amostra investigada. **Conclusão:** o *EngeControl* demonstrou potencial para apoiar a aplicação da RCM, oferecendo funcionalidades compatíveis com as necessidades da gestão da manutenção industrial. Os resultados indicam elevada aceitabilidade entre os potenciais usuários, sugerindo que a ferramenta pode contribuir para a otimização dos processos de manutenção e para o aumento da confiabilidade dos ativos industriais.

Palavras-chave: Manutenção. Aplicativo. Confiabilidade. *Reliability-Centered Maintenance*.

Abstract

Objective: to describe the development and evaluate the acceptability of a low-cost application designed to support the implementation of the *Reliability-Centered Maintenance* (RCM) methodology in industrial environments, meeting the demands of Industry 4.0. **Materials and Methods:** this is an exploratory and experimental study employing a quantitative approach. The application was developed using *JavaScript* and designed to ingest pre-registered information regarding industrial assets, processing this data to facilitate the application of the RCM methodology. Application acceptability was assessed via a structured questionnaire administered to potential users using the *Google Forms* platform. **Results:** the application, named *EngeControl*, incorporates essential features for implementing the RCM methodology, including asset registration, identification of critical failure modes, performance indicator analysis, and decision-support capabilities for maintenance planning. The acceptability assessment showed high approval among potential users, with a 100% acceptance rate within the sample studied. **Conclusion:** *EngeControl* demonstrated potential to support the implementation of *Reliability-Centered Maintenance* by offering features aligned with the needs of industrial maintenance management. The results indicate high acceptability among potential users, suggesting that the tool can contribute to optimizing maintenance processes and increasing the reliability of industrial assets.

Keywords: Maintenance. App. Reliability. *Reliability-Centered Maintenance*.

Autor correspondente: Laura Adriana Ribeiro Lopes | laura.ribeiro@funorte.edu.br

Recebido em: 15|08|2022. **Aprovado em:** 02|09|2026.

Avaliado pelo processo de double-blind review.

Como citar este artigo: Lopes LAR, Medeiros MCA, Leão MTS. *EngeControl: Aplicativo para implementação da metodologia de manutenção centrada em confiabilidade*. *Humanidades* (Montes Claros). 2026;15:e489. <https://doi.org/10.53303/hmc.v15i1.489>





Introdução

Em um cenário atual de busca intensa por lucro por parte das empresas, tornou-se indispensável o uso de técnicas de contenção de custos e aumento de produção. Ao mesmo tempo, não se pode deixar de atender aos requisitos de qualidade e segurança exigidos pelo mercado¹.

Em vista disso, rotinas de manutenção de máquinas e equipamentos representam parte essencial de qualquer processo de produção. Sua definição corresponde a um conjunto de ações técnicas para corrigir ou reparar os ativos visando restaurar suas funções, envolvendo, ainda, cuidados para a prevenção de falhas e adequação de máquinas, ferramentas e equipamentos, de modo a proporcionar seu funcionamento regular².

Apesar de a produção mecânica ter tido início com a invenção da máquina a vapor entre os anos de 1760 e 1840³, menções ao termo manutenção aparecem com mais frequência somente por volta de 1930. Ela emerge em contexto militar e, a princípio, se definia unicamente como o mantimento dos equipamentos funcionando e em estado de conservação. Assim, até meados do século XX, a manutenção limitava-se à reparação de danos ou à substituição de peças quebradas⁴.

No entanto, após a Segunda Guerra Mundial, ocorreram grandes evoluções sociais que atingiram os setores econômicos de um modo geral. Com elas, as indústrias passaram a avaliar todos os custos da produção, buscando garantir sua competitividade global⁵. Mesmo com o avanço tecnológico, nessa fase industrial, a notificação e correção de falhas em máquinas, bem como seu funcionamento de um modo geral ainda eram dependentes de profissionais específicos⁶.

Somente mais tarde, já no século XXI, com o início da Indústria 4.0, surgiram diferentes maneiras de interagir com as tecnologias existentes⁷. A indústria 4.0 tem aumentado a competitividade e tornado as fábricas mais “inteligentes”. Nela, ocorre uma conexão entre máquinas, sistemas e ativos que podem ser controlados de forma autônoma, ao longo de todo o processo produtivo⁸.

Assim, a manutenção industrial precisa se adaptar ao novo cenário de operações mais contínuas. É, então, indispensável o uso de estratégias que permitam que as máquinas trabalhem cumprindo sua função com eficiência e sob condições especificadas⁹. Nesse sentido, já existem diversas possibilidades, dentro da manutenção, que geram o aumento da qualidade das operações, desde seu planejamento à sua execução técnica¹⁰.

É preciso, pois, buscar melhores níveis de disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos. Uma ferramenta que contribui com esses resultados é o método de Manutenção Centrada em Confiabilidade. Essa metodologia, também conhecida como RCM (*Reliability Centered Maintenance*), descreve procedimentos que contribuem para a obtenção de sistemas mais confiáveis.



A NBR 5462¹¹ define “confiabilidade” como a “capacidade de um item desempenhar uma função requerida, sob condições especificadas, durante um dado intervalo de tempo.” Ou seja, a confiabilidade apresenta o percentual de chance de o ativo funcionar bem, num estado ideal, em um período determinado, e ela pode ser aplicada com técnicas não só quantitativas, mas também qualitativas através da análise da severidade e ocorrência das falhas. É possível afirmar, portanto, que existe uma demanda real para a implementação dessas técnicas, já que as indústrias vêm buscando cada vez mais incluir o RCM ao seu processo¹².

Para a aplicação desse método, deve ser realizado um trabalho prévio detalhado de recolhimento, análise e registro das ocorrências de falha. Além disso, o funcionamento do equipamento deve ser supervisionado e os dados das intervenções para a manutenção corretamente armazenados¹³.

No entanto, em grande parte dos casos, esse registro minucioso e rigoroso não ocorre. Outro aspecto a ser considerado é que dificilmente o técnico de manutenção terá em mãos, durante a atividade, informações importantes de modos de falha dos componentes, detalhes técnicos de equipamentos e dos históricos das falhas, fato esse que acaba dificultando a tomada de decisões mais assertivas e estratégicas e não oferece a possibilidade de realimentação desse banco de dados pelo próprio técnico¹⁴.

Em parte, isso acontece por razões culturais. Atualmente, os dados ainda são gerenciados como independentes das pessoas que o utilizam. Além disso, muitas vezes, os próprios usuários alegam não possuir tempo suficiente para esse acesso, já que essa ação demanda tempo considerável¹⁵.

Isto posto, Fuentes¹⁶ ressalta que a necessidade de se acessar individualmente as informações de cada ativo em análise torna vantajoso o uso de softwares ou aplicativos específicos de manutenção, que possibilitem a coleta de dados e seu acesso facilitado.

Atualmente, existem opções de softwares de planejamento de recursos empresariais, como o SAP (*Systems Applications and Products in Data Processing*). Ferramentas como essa “têm muito sucesso por estar na forma de pacote padronizado [...], mas inclui um grande número de funções feitas para negócios, o que dificulta um acesso rápido às informações e sua análise para a tomada de decisões”¹⁷. Além disso, sua implementação requer um considerável investimento, o que pode ser um empecilho para o seu uso, principalmente em relação às pequenas empresas. Essas têm recursos limitados e, em sua maioria, não possuem uma informatização de seus sistemas nem um planejamento de avaliação dos problemas técnicos¹⁸.

Porém, é possível afirmar que, quando a manutenção é bem coordenada, ela proporciona uma vantagem competitiva principalmente no que se refere à produtividade e segurança¹⁹. O setor de



manutenção representa um papel importante para o alcance dos objetivos de desempenho, sendo capaz de influenciar toda a manufatura, direta ou indiretamente.

Considerando as informações apresentadas, percebe-se a necessidade de buscar alternativas rentáveis para a aplicação da metodologia de Manutenção Centrada em Confiabilidade, que garantam o registro e armazenamento adequado dos dados.

Nesse sentido, o objetivo deste artigo é descrever a criação e a aceitabilidade de um aplicativo de baixo custo que auxilie na aplicação da política de RCM em empresas de médio e grande porte localizadas no norte de Minas Gerais, que possuam setor de manutenção estruturado, em consonância com as demandas da Indústria 4.0.

Materiais e Métodos

Esta pesquisa caracteriza-se como exploratória e experimental. A análise dos dados foi realizada com abordagem quantitativa. Os dados foram coletados por meio de pesquisa de mercado e a validação do produto realizada com possíveis clientes.

Trata-se de pesquisa que desenvolveu um aplicativo intuitivo e de baixo custo capaz de auxiliar na implementação do método RCM em empresas de médio a grande porte da cidade de Montes Claros, atendendo às demandas da indústria 4.0. Essas empresas devem ter o setor de manutenção estruturado, visto que, para a aplicação do método RCM, faz-se necessário que a base da manutenção esteja consolidada.

O aplicativo é alimentado com informações prévias sobre os equipamentos existentes. Com base nessas informações, apresenta dados necessários às rotinas da RCM, como o histórico de falhas, dados técnicos e gera gráficos para a análise de indicadores indispensáveis à manutenção. Seu uso é voltado tanto para a equipe de manutenção, quanto para os operadores que estão em contato diário com o maquinário.

O responsável pelo acompanhamento e gerenciamento do aplicativo será definido pela empresa, inclusive para cadastrar os demais usuários. Para o acesso, utiliza-se de um dispositivo como tablet ou smartphone, com o sistema operacional Android.

O projeto foi desenvolvido a partir da execução das seguintes etapas: 1) Definição das funcionalidades do aplicativo; 2) Desenvolvimento do modelo gráfico da marca e do design do aplicativo; 3) Codificação realizada por meio de parceria com terceiros, utilizando a linguagem de programação Java; 4) Testes utilizando dados simulados; 5) Comercialização e implementação.

Para conhecer o nível de interesse de possíveis clientes na aquisição do produto, bem como para validar a proposta do aplicativo, foi realizada uma pesquisa através da ferramenta *Google Forms*, abordando 18 entrevistados, amostra definida de forma aleatória, composta por pessoas que atuam ou



têm experiência no setor de manutenção, engenheiros ou técnicos. A seleção do grupo foi feita com base na rede de contatos dos pesquisadores, já que esses atuam ou têm contato com profissionais da área. Cada entrevistado foi abordado formalmente pelo envio prévio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido Para Participação em Pesquisa, para confirmar seu consentimento ou não. Em caso positivo, eles receberam o questionário elaborado pelos pesquisadores, contendo 10 perguntas, com o objetivo de identificar a área de atuação do participante, além de confirmar a necessidade do aplicativo e estudar a adesão do mercado. Para a aplicação do questionário, utilizou-se a ferramenta *Google Forms*. A participação foi feita de forma remota e confidencial.

Cuidados éticos

Esta pesquisa foi submetida ao comitê de ética e pesquisa do Centro Universitário FUNORTE e foi aprovada pelo parecer nº 5.218.907.

Resultados

Aplicativo

EngeControl foi o nome fantasia definido para o produto. O aplicativo apresenta funções essenciais para a aplicação da metodologia RCM, como identificar os parâmetros dos ativos, diagnosticar os modos de falhas recorrentes mais críticos e relacioná-los com o desempenho, através da análise dos indicadores, atingindo o objetivo da pesquisa que é auxiliar na otimização e eficiência da manutenção, mantendo os equipamentos disponíveis, desempenhando sua função durante o intervalo esperado. Por se tratar de uma versão inicial, o aplicativo não contempla a leitura de QR Code, mas essa funcionalidade pode ser inserida conforme a demanda do cliente, principalmente quando este possui um número muito grande de ativos. O desenvolvimento do aplicativo ocorreu durante um período de três meses, que incluíram a estruturação definitiva da marca, do design do aplicativo e das telas pelos autores. A pesquisa contou com parceiros desenvolvedores que criaram o código da programação. Esses parceiros são da área de Tecnologia de Informação e os conceitos tidos como pilares da manutenção centrada em confiabilidade foram repassados pelos autores ao longo das reuniões programadas. A linguagem utilizada foi a JavaScript e a licença utilizada para a publicação no *Google Play Store* pertence aos programadores.

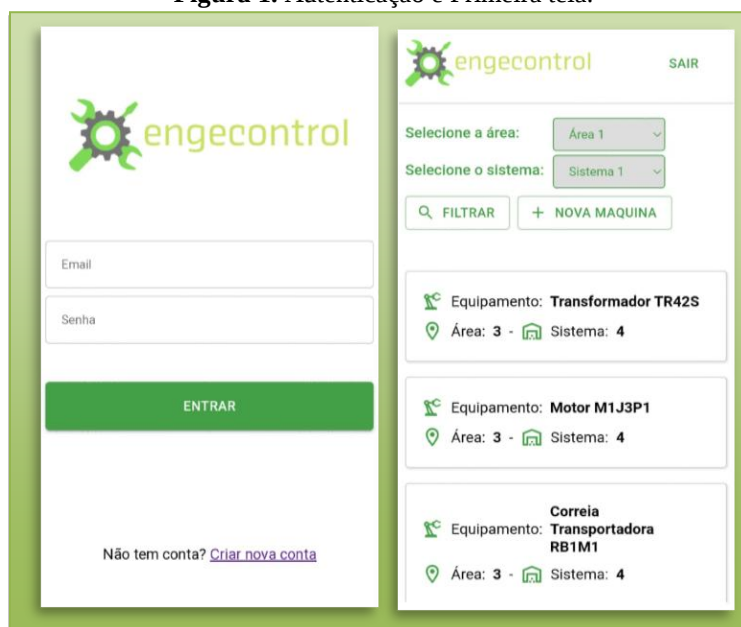
No que diz respeito ao funcionamento, pode-se acessar o *EngeControl* via *web* ou aplicativo disponível na *Play Store* para dispositivos Android. Os requisitos para o uso são o cadastro, a ser realizado pelo gestor do sistema e o acesso à internet. Essas etapas são descritas abaixo.



Autenticação

A Figura 1 apresenta a tela de autenticação do aplicativo *EngeControl*. Para realizar o primeiro acesso, o usuário deverá logar com o e-mail cadastrado e criar uma senha. Para os próximos acessos, basta inserir essas informações.

Figura 1. Autenticação e Primeira tela.



Navegação

Após logar, o usuário consegue navegar pelas funcionalidades do aplicativo. O menu principal (figura 1) contém os equipamentos cadastrados e a opção de filtrar esses equipamentos por áreas.

Selecionado o equipamento, um submenu com algumas opções é exibido (figura 2). A área de relatório de falhas apresenta os modos de falha do equipamento e informações, como data, duração, causa e comentários acerca dessas falhas. A área de relatórios de indicadores gera os relatórios dos principais indicadores relacionados à confiabilidade, apresentando gráficos de acordo com o período escolhido.

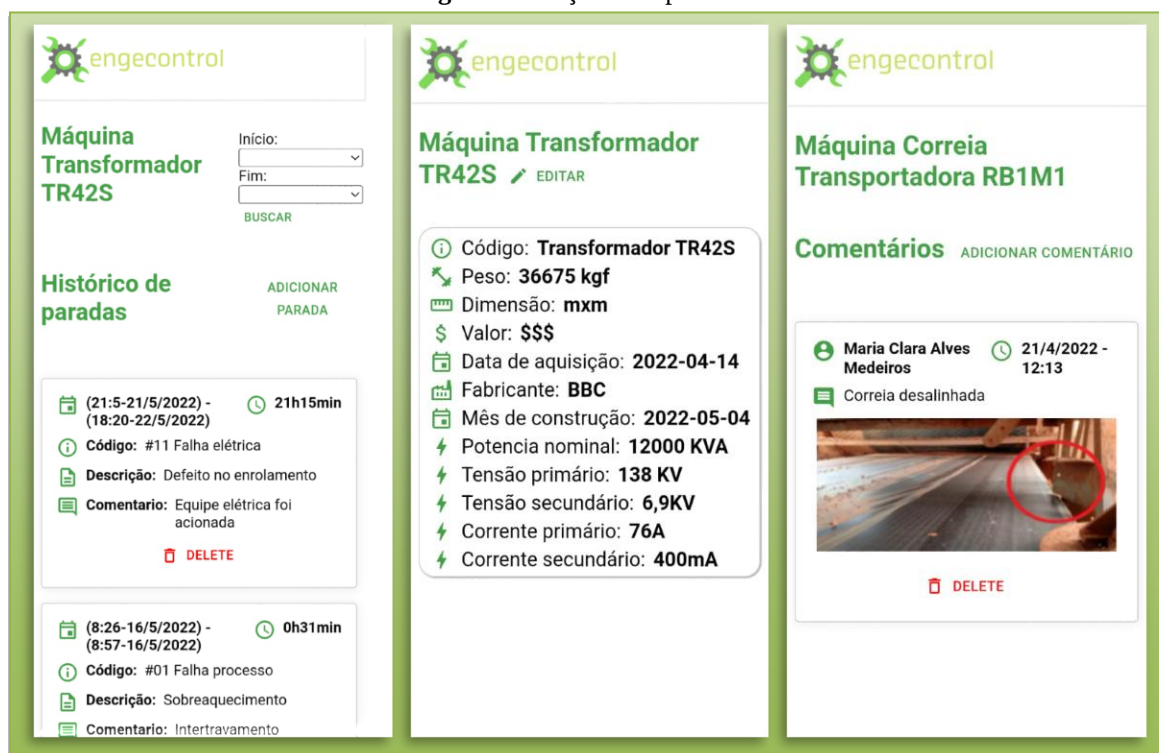
Figura 2. Submenu dos equipamentos e indicadores.





Além disso, quando necessário, para auxiliar em manutenções, é possível acessar os dados técnicos dos equipamentos, escolhendo a opção “informações técnicas”. Ainda há no aplicativo a área “Comentários” em que todos os usuários cadastrados conseguem mandar mensagens e fotos em um chat para fazer observações, registrar inspeções ou sugerir ações em relação a determinado equipamento (Figura 3).

Figura 3. Funções do aplicativo.



Navegação versão web

A versão web apresenta as mesmas funcionalidades da versão *mobile*, porém, por ser voltada para o gestor do sistema, permite modificações em áreas que só o usuário do aplicativo consegue visualizar. Nessa versão, é possível adicionar as paradas, equipamentos, usuários, inserir dados técnicos e gerenciar todo o sistema.

Validação do produto

A aceitabilidade do aplicativo foi avaliada por meio de um questionário eletrônico elaborado na plataforma *Google Forms* e aplicado a uma amostra por conveniência, composta por 18 profissionais com experiência na área de manutenção industrial. A escolha dessa estratégia teve caráter exploratório, buscando obter uma avaliação preliminar da percepção de potenciais usuários quanto às funcionalidades e à aplicabilidade do *EngeControl*.



Os dados foram analisados por meio de estatística descritiva. Todos os participantes classificaram o aplicativo como relevante ou muito relevante para apoio às atividades de manutenção, indicando elevada aceitabilidade na amostra investigada.

Quando questionados sobre as funcionalidades consideradas essenciais em um aplicativo de manutenção, aproximadamente 79% (n=14) dos participantes citaram espontaneamente recursos já incorporados ao *EngeControl*, sugerindo que as funcionalidades desenvolvidas estão alinhadas às necessidades percebidas pelos respondentes.

Observou-se ainda que 33,3% (n=6) dos participantes atuavam em empresas que não possuíam um plano de manutenção estruturado. Embora esse resultado não permita generalizações para o setor industrial, ele evidencia, no contexto da amostra estudada, uma possível limitação para a implantação imediata do aplicativo, uma vez que sua utilização pressupõe a existência de processos de manutenção previamente organizados. Esses achados reforçam a importância da estruturação da gestão da manutenção como etapa antecedente à adoção de ferramentas digitais de apoio à tomada de decisão.

Discussão

Os resultados obtidos neste estudo corroboram a literatura que aponta a digitalização dos processos de manutenção como um dos principais pilares da Indústria 4.0. A manutenção evoluiu de modelos baseados em inspeções periódicas para abordagens orientadas por dados, nas quais sistemas informatizados apoiam o monitoramento contínuo, a análise de informações e a tomada de decisão²⁰. Nessa perspectiva, o *EngeControl* contribui ao reunir, em uma única plataforma, funcionalidades para cadastro de ativos, registro de falhas, consulta a informações técnicas e acompanhamento de indicadores de confiabilidade, favorecendo uma gestão mais estruturada da manutenção.

A literatura também demonstra que os Sistemas Computadorizados de Gerenciamento da Manutenção (*Computerized Maintenance Management Systems – CMMS*) promovem maior rastreabilidade das intervenções, melhor planejamento das atividades e decisões fundamentadas em dados. Estudos evidenciam que a integração entre sistemas de gestão da manutenção e tecnologias da Indústria 4.0 amplia a eficiência operacional, melhora o gerenciamento das informações e favorece a evolução para estratégias de manutenção preditiva e inteligente²¹. As funcionalidades implementadas no *EngeControl* estão alinhadas a essa tendência, especialmente pela possibilidade de registrar históricos de falhas, gerar indicadores e facilitar a comunicação entre os membros da equipe de manutenção. Embora o aplicativo ainda não execute análises preditivas nem integração com sensores, sua arquitetura permite futuras ampliações compatíveis com os princípios da Maintenance 4.0.

Outro aspecto relevante refere-se à elevada aceitabilidade observada entre os profissionais participantes do estudo. Embora os resultados sejam restritos à amostra investigada e não permitam



inferências para a população de profissionais da área, a aprovação obtida indica que o aplicativo atende às necessidades percebidas pelos potenciais usuários, especialmente quanto às funcionalidades consideradas essenciais para a gestão da manutenção. Esse achado está em consonância com estudos que apontam que a adoção de tecnologias digitais depende da percepção de utilidade, facilidade de uso e aderência às necessidades operacionais das organizações, fatores considerados determinantes para o sucesso da transformação digital dos processos de manutenção.

Embora a leitura por QR Code, a integração com sensores, a Internet das Coisas (IoT) e técnicas de inteligência artificial não estejam disponíveis nessa versão, essas funcionalidades são amplamente reconhecidas como tendências da evolução da Manutenção Centrada em Confiabilidade no contexto da Indústria 4.0. A integração entre RCM, IoT, sistemas ciberfísicos e inteligência artificial representa o caminho para uma manutenção mais inteligente, preditiva e sustentável²². Dessa forma, o *EngeControl* constitui uma etapa inicial da digitalização da gestão da manutenção, apresentando potencial para incorporar essas tecnologias em versões futuras e ampliar sua capacidade de apoiar decisões em tempo real, aumentar a confiabilidade dos ativos e reduzir falhas operacionais.

Conclusão

A partir dos resultados obtidos, conclui-se que o objetivo do trabalho foi alcançado: o desenvolvimento de um aplicativo que auxilia na implementação da metodologia RCM. Ele traz as funcionalidades que foram planejadas de forma intuitiva e eficiente e está disponível para dispositivos *Android* na *Google PlayStore* ou pode ser acessado via web.

Ao longo do desenvolvimento, várias tecnologias foram utilizadas: JavaScript, HTML, CSS, *Firebase*, *React* e *React Native* e a codificação ocorreu conforme o previsto.

Na validação com possíveis clientes, pôde-se evidenciar a aceitação do mercado e relevância desse produto para a área de manutenção. Além disso, verificou-se que existe uma demanda por ferramentas que auxiliem na implementação de elementos básicos da gestão da manutenção nas empresas.

Nesse sentido, para estudos futuros torna-se viável a criação de uma versão do aplicativo que atenda a esse mercado, ou seja, empresas que ainda não possuem setor de manutenção estruturado, bem como inclusão de consultorias para esse fim como parte do negócio.

Contribuições dos autores

Concepção e desenho da pesquisa: Laura Adriana Ribeiro Lopes, Maria Clara Alves Medeiros, Matheus Trezena Silveira Leão. **Análise, interpretação dos dados e redação do manuscrito:** Laura Adriana Ribeiro Lopes, Maria Clara Alves Medeiros, Matheus Trezena Silveira Leão. **Administração dos recursos:** Laura Adriana Ribeiro Lopes, Maria Clara Alves Medeiros, Matheus Trezena Silveira Leão. **Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual e apresentação final:** Laura Adriana Ribeiro Lopes, Maria Clara



Alves Medeiros, Matheus Trezena Silveira Leão. Os autores aprovaram a versão final do manuscrito e se declararam responsáveis por todos os aspectos do trabalho, incluindo a garantia de sua precisão e integridade.

Conflito de interesses

Os autores declararam não haver conflitos de interesse.

Referências

1. ODA, L. K.; POSSETTI, A. Ferramentas administrativas para a constituição e manutenção de um empreendimento em Curitiba (MPES). **FESPPR Publica**, v. 2, n. 1, p. 20, 2018.
2. GUIMARÃES, L. M.; NOGUEIRA, C. F.; DA SILVA, M. D. B. Manutenção industrial: implementação da manutenção produtiva total (TPM). **E-xacta**, v. 5, n. 1, 175-197, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.18674/exacta.v5i1.735>
3. TARTAROTTI, L.; SIRTORI, G.; LARENTIS, F. Indústria 4.0: Mudanças e Perspectiva. In: Mostra de Iniciação Científica, Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão, 18., 2018, Caxias do Sul. **Anais...** Caxias do Sul: Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade de Caxias do Sul, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.18226/610001/MOSTRAXVIII.2018.80>
4. CARREIRA, F.; SILVA, L.; CARNEIRA, T. **Manutenção – Evolução e Sua Importância**. Lisboa: ISEL, 2010. Disponível em: https://www.academia.edu/38674322/Manuten%C3%A7%C3%A3o_Evolu%C3%A7%C3%A3o_e_Sua_Import%C3%A2ncia
5. QUEIROZ, L. M. A. Planejamento e controle da manutenção aplicados ao processo de manufatura no ramo alimentício. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), 35., 2015, Fortaleza. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2015. Disponível em: https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_206_224_28460.pdf
6. SILVA, E. P. A. **Transição da Manutenção Industrial Para o modelo do Novo Paradigma da Indústria 4.0**. 2018. 72f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Paulista (UNIP), Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2018. Disponível em: <https://repositorio.unip.br/engenharia-dissertacoes-teses/a-transicao-da-manutencao-industrial-para-o-modelo-do-novo-paradigma-da-industria-4-0/>.
7. SILVA FILHO, L. C. et al. Gestão da Manutenção na Indústria 4.0: Um paralelo entre o hoje e o futuro. **Revista Mythos**, v. 13, n. 1, p. 7-19, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.36674/mythos.v15i1.518>
8. KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W.; HELBIG, J. **Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0**. Frankfurt: National Academy of Science and Engineering/Federal Ministry of Education and Research, 2013. Disponível em: <https://en.acatech.de/publication/recommendations-for-implementing-the-strategic-initiative-industrie-4-0-final-report-of-the-industrie-4-0-working-group/>
9. FOGLIATTO, F.; S.; RIBEIRO, J.; L.; D. **Confiabilidade e Manutenção Industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2011.
10. CUNHA, L. M. et al. Proposta de plano de manutenção preventiva em equipamentos do laboratório de Farmácia – UFAM – ICET. In: SENHORAS, E. M. **Engenharia de produção**: além dos produtos e sistemas produtivos. 2021. p. 166-176. Disponível em: <https://atenaeditora.com.br/catalogo/post/proposta-de-plano-de-manutencao-preventiva-em-equipamentos-do-laboratorio-de-farmacia-ufam-icet>
11. TAVARES, H. D. F. **Aplicação de metodologias RCM nos planos de manutenção de sistemas de proteção, comando e controle**. 2012. 132f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de



Computadores Major Energia) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2012. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/68430/1/000154033.pdf>.

12. CORRÊA, R. F. **Otimização de periodicidade nos planos de manutenção preventiva: uma modelagem matemática**. 2015. 203 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/160785?show=full>.

13. AZEVEDO, A. A.; GONTIJO, T. S.; REIS, I. L. Um estudo sobre a geração de relatórios de manutenção através do uso de smartphones. **Revista Geintec - Gestão Inovação e Tecnologias**, v. 8, n. 1, p. 4173-4186, 2018.
https://www.researchgate.net/publication/323765463_UM_ESTUDO SOBRE A GERACAO DE RELAT ORIOS DE MANUTENCAO ATRAVES DO USO DE SMARTPHONES

14. CARVALHO, R. B.; FERREIRA, M. A. T. **Tecnologia da Informação Aplicada à Gestão do Conhecimento: Tipologia e Usos de Softwares**. 2012. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Tecnologia-da-informa%C3%A7%C3%A3o-aplicada-%C3%A0-gest%C3%A3o-do-e-de-Carvalho-Ferreira/bdfad4ae9c2c0f7b2260dcdd6f98fdd4b3f7d4e4#citing-papers>

15. FUENTES, F. F. E. **Metodologia para inovação da gestão de manutenção industrial**. 2006. 192f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, 2006. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/88894/232836.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

16. ROSSI, L. **ERP para pequenas empresas: 44% usam sistemas de gestão empresarial**. Capterra, 2021. Disponível em: <https://www.capterra.com.br/blog/952/erp-para-pequenas-empresas> .

17. LEMOS, M. A.; ALBERNAZ, C. M.; CARVALHO, R. A. Qualidade da Manutenção. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), 31., 2011, Belo Horizonte. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2011. Disponível em: https://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_TN_STO_135_859_18052.pdf

18. WERBIŃSKA-WOJCIECHOWSKA, S.; WINIARSKA, K. Maintenance Performance in the Age of Industry 4.0: A Bibliometric Performance Analysis and a Systematic Literature Review. **Sensors**, v. 23, n. 3, p. 1409, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/s23031409>.

19. SHAHEEN, B. W.; NÉMETH, I. Integration of Maintenance Management System Functions with Industry 4.0 Technologies and Features—A Review. **Processes**, v. 10, n. 11, p. 2173, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/pr10112173>

20. JENA, M. C.; MISHRA, S. K.; MOHARANA, H. S. Integration of Industry 4.0 with Reliability Centered Maintenance to Enhance Sustainable Manufacturing. **Environmental Progress & Sustainable Energy**, v. 43, n. 2, e14321, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/ep.14321>.