

CENTRO PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE ITAQUERA
PROFESSOR MIGUEL REALE
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

CARLOS ALEXANDRE DA SILVA – RA: 2570692221010
DIEGO AUGUSTO DA SILVA – RA: 2570692221014
FELIPE BRUNO RODRIGUES – RA: 2570692221011
PAULO ENRIQUE DE ALMEIDA – RA: 2570692221033

**IMPLEMENTAÇÃO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL E PREDIAL COM
GERENCIAMENTO VIA QR CODE: EFICIÊNCIA E REDUÇÃO DE CUSTOS**

SÃO PAULO

2025

CENTRO PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE ITAQUERA
PROFESSOR MIGUEL REALE
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

CARLOS ALEXANDRE DA SILVA – RA: 2570692221010

DIEGO AUGUSTO DA SILVA – RA: 2570692221014

FELIPE BRUNO RODRIGUES – RA: 2570692221011

PAULO ENRIQUE DE ALMEIDA – RA: 2570692221033

**IMPLEMENTAÇÃO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL E PREDIAL COM
GERENCIAMENTO VIA QR CODE: EFICIÊNCIA E REDUÇÃO DE CUSTOS**

Trabalho apresentado na disciplina de Trabalho de
Graduação de Manutenção como requisito à obtenção do
grau de Tecnólogo em Manutenção Industrial.

Orientador: Professor Dr. Leandro Cardoso da Silva.

SÃO PAULO

2025

FOLHA DE APROVAÇÃO

CARLOS ALEXANDRE DA SILVA – RA: 2570692221010

DIEGO AUGUSTO DA SILVA – RA: 2570692221014

FELIPE BRUNO RODRIGUES – RA: 2570692221011

PAULO ENRIQUE DE ALMEIDA – RA: 2570692221033

IMPLEMENTAÇÃO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL E PREDIAL COM GERENCIAMENTO VIA QR CODE: EFICIÊNCIA E REDUÇÃO DE CUSTOS

Trabalho apresentado na disciplina de Trabalho de Graduação de Manutenção como requisito à obtenção do grau de Tecnólogo em Manutenção Industrial.

Aprovado em: 02/11/2025.

Banca examinadora

Prof. Dr. Leandro Cardoso da Silva
Instituição FATEC ITAQUERA

Assinatura: _____

Data ____/____/____

Prof. Me. Daniel Rodrigues de Sousa
Instituição FATEC ITAQUERA

Assinatura: _____

Data ____/____/____

Prof. Esp. Alex Arnoso
Instituição FATEC ITAQUERA

Assinatura: _____

Data ____/____/____

RESUMO

Este estudo tem por finalidade analisar e apontar as aplicações e vantagens do uso de QR Codes na gestão da manutenção industrial e predial, permitindo uma redução dos custos e obtendo as informações de forma imediata. As informações abordadas visam mostrar a eficácia e, comprovar a maximização da vida útil dos equipamentos e máquinas através de uma gestão mais clara e acessível. Para tal, foi utilizada uma pesquisa com base em uma revisão bibliográfica, abrangendo sites especializados, publicações da área e alguns estudos de caso disponíveis na internet. Através dos dados levantados foi possível constatar que os QR Codes tornam instantâneo o acesso a todo o histórico de falhas e de operações realizadas na manutenção, tornando as manutenções mais assertivas, evitando situações corretivas e auxiliando a aplicação das manutenções preventivas e preditiva. Sendo assim, foi possível constatar uma redução no tempo de parada das máquinas e equipamentos, evitando retrabalho, danos e perda de funcionalidade das mesmas. Os resultados encontrados evidenciam os QR Codes como uma solução de baixo custo, de implantação rápida e fácil, sem necessidade de grandes investimentos em treinamentos ou equipe especializada, podendo ser utilizado em instituições de qualquer natureza de operação, independentemente de seu porte. Sua implementação requer apenas a adoção de uma nova rotina organizacional e orientação da equipe sobre a mesma e com pequena mudança estrutural. Em contrapartida foram encontrados resultados ganhos satisfatórios em relação a integridade das máquinas e equipamentos, uma melhora no ambiente e rotina para as equipes e um alavanque na produtividade em geral, podendo ser considerado como uma ferramenta estratégica dentro do processo de modernização e redução de perdas.

Palavras-chave: Manutenção. QR Code. Resultados. Produtividade.

ABSTRACT

This study aims to analyze and identify the applications and advantage of using QR Codes in industrial and building maintenance management, enabling cost reduction and immediate information retrieval. The information covered aims to demonstrate effectiveness and maximize the useful life of equipment and machinery through clearer and more accessible management. To this end, research was conducted based on a literature review, covering specialized websites, publications in the field, and some case studies available online. Through the data collected, it was possible to determine that QR Codes provide instant access to the entire history of failures and operations performed during maintenance, making maintenance more assertive, avoiding corrective situations, and aiding the implementation of preventive and predictive maintenance. Therefore, it was possible to observe a reduction in machine and equipment downtime, avoiding rework, damage, and loss of functionality. The results demonstrate that QR Codes are a low – cost solution that is quick and easy to implement, requiring no significant investment in training or specialized staff. They can be used in institutions of any type of operation, regardless of size. Implementation requires only the adoption of a new organizational routine and staff guidance, with minor structural changes. In contrast satisfactory gains were found regarding the integrity of machinery and equipment, and improve environment and routine for teams, and boost over all productivity. They can be considered a strategic tool within the modernization and loss reduction process.

Keywords: Maintenance. QR Code. Results. Productivity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – QR Code como Ferramenta na Gestão da Manutenção	9
Figura 2 – Tela inicial do Aplicativo de Manutenção	14
Figura 3 – Tela inicial do Aplicativo de Manutenção	14
Figura 4 – Alertas de estoque no aplicativo de manutenção	15
Figura 5 – Ações rápidas no aplicativo de manutenção	16
Figura 6 – Tela inicial do Aplicativo de Manutenção	16
Figura 7 – Barra de busca no aplicativo de manutenção	17
Figura 8 – <i>Card</i> de equipamentos: fresadora, no aplicativo de manutenção.....	17
Figura 9 – <i>Card</i> de equipamentos: torno mecânico, no aplicativo de manutenção.....	17
Figura 10 – Manutenções no aplicativo.....	18
Figura 11 – Barra de busca de manutenções	18
Figura 12 – <i>Card</i> de manutenção	19
Figura 13 – <i>Checklists</i>	19
Figura 14 – Barra de busca de modelos.....	20
Figura 15 – Área de listagem de <i>checklists</i>	20
Figura 16 – Estoque de peças	21
Figura 17 – Alerta de estoque baixo ou zerado	21
Figura 18 – Barra de busca.....	22
Figura 19 – <i>Card</i> de peças com estoque baixo.....	22
Figura 20 – <i>Card</i> de peças com estoque adequado	23
Figura 21 – Manual da tela <i>Scanner QR Code</i>	23
Figura 22 – Gestão da Manutenção por QR Code.....	24
Figura 23 – Fixação do QR Code no equipamento	28
Figura 24 – Emissão de Ordens de Serviço (O.S.)	37

LISTA DE FLUXOGRAMAS

Fluxograma 1 – Funcionamento do Aplicativo.....	25
Fluxograma 2 – Funcionamento do Processo	26

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Redução de tempo de parada de equipamentos	36
Gráfico 2 – Redução nos custos operacionais	36
Gráfico 3 – Aumento da vida útil dos equipamentos	37

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
1.1 Justificativa	10
1.2 Objetivo.....	10
2 DEFINIÇÃO E FUNCIONALIDADE DOS QR CODES.....	12
2.1 O desafio da manutenção nas empresas	12
2.2 Manutenção Industrial Preventiva e Corretiva: Integração com QR Codes.....	13
2.3 Funcionamento do Fluxograma do Aplicativo	25
2.4 Funcionamento do Fluxograma do Processo.....	27
2.5 As vantagens dos Aplicativos de Manutenção Industrial integrados aos QR Codes perante outras tecnologias de Gerenciamento de Manutenção	28
3 METODOLOGIA.....	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	32
5 RESULTADOS DA UTILIZAÇÃO DO QR CODE.....	35
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	38
REFERÊNCIAS.....	40

1 INTRODUÇÃO

O mercado competitivo atual traz como desafio para as empresas a busca por novas estratégias para alcançar uma melhor performance produtiva. Reduzir custos e maximizar os resultados dos recursos e equipamentos tem sido uma necessidade para se alcançar esse diferencial e melhorar os processos. Dentro desse cenário, a manutenção industrial e predial ascendeu como sendo um dos caminhos para a empresa melhorar seus processos produtivos e aumentar a produtividade. Para tal, a aplicação de novas tecnologias se torna uma realidade, sendo os QR Codes uma das ferramentas que podem auxiliar na agilização dos processos de manutenção. Os QR Codes têm a sua origem nas indústrias automobilísticas, sendo criados para o rastreio de peças. Mas devido sua fácil aplicação e utilização, seu uso se ampliou rapidamente, expandindo para diversos setores (Caixeta, 2024).

Essa ampliação se deu pela simplicidade e acessibilidade na implantação e na agilidade permitida no acesso das informações. Além disso, se percebeu que o uso dos QR Codes permitia o armazenamento e acesso de muitos dados, que poderiam ser acessados de forma simplificada (Optimus, 2023).

Conforme Figura 1, podemos observar a simplicidade de acesso no processo:

Figura 1 – QR Code como Ferramenta na Gestão da Manutenção



Fonte: QR Code como Ferramenta na Gestão da Manutenção.

Disponível em: <https://www.acritica.net/editorias/economia/senai-empresa-oferece-as-industrias-tecnologia-qr-code-em-sistema-de/331739/>.

As indústrias enfrentam grandes dificuldades em manter seu sistema produtivo funcionando de forma harmoniosa. São diversos fatores de tornam o ato de produzir em um processo complexo como, mão de obra, matéria prima, mudanças econômicas, custos e uma infinidade de outras coisas nas quais podemos também destacar a gestão da manutenção. A gestão da manutenção tem sido um grande desafio para as empresas, seus processos têm se mostrado ineficientes perante as necessidades propostas pelo mercado atual, tendo sido encarado como um problema que cresce na mesma proporção ao tamanho da empresa. Perdas financeiras consideráveis e aumento no tempo de inatividade das máquinas e equipamentos pela demora no acesso as informações do histórico de intervenções e manutenção são algumas das consequências demonstradas por estudos (Koss, 2024).

Um dos motivos dessa demora se dá pela utilização de ferramentas manuais, imprecisas e desatualizadas de registro do histórico de manutenção (Cordeiro, 2025).

É neste cenário, e tendo sido observado o ótimo resultado dos QR Codes no rastreo das peças das empresas automobilísticas, que se enxerga a possibilidade da utilização dos mesmos para melhorar os processos da Gestão da manutenção com a meta de melhorar a eficiência, diminuir os custos operacionais e agilizar os processos (Lima *et al.*, 2023).

1.1 Justificativa

O trabalho se justifica através do próprio cenário que as empresas enfrentam em relação aos seus processos de manutenção em contrapartida as crescentes exigências do mercado. A busca por soluções inovadoras e o uso da tecnologia como um fator de competitividade para as indústrias, incluindo todos os seus setores, inclusive a manutenção também torna o assunto uma necessidade a ser abordada. As empresas que já implementaram os processos de gestão da manutenção com o uso dos QR Codes puderam constatar uma redução de em média 30% de inatividade de suas máquinas e equipamentos, além de uma considerável melhoria nos processos, a diminuição de erros e retrabalhos e maior eficácia nos registros das intervenções de manutenção (MY QR CODE, 2024).

1.2 Objetivo

O objetivo geral deste estudo foi avaliar a viabilidade e a eficácia da implementação de QR Codes como ferramenta estratégica na gestão de manutenção industrial e predial das empresas. Em destaque se enfatizou buscar a compreensão de como essa tecnologia poderia

impactar de forma positiva na Gestão da Manutenção industrial e predial, trazendo redução dos custos operacionais e ampliando o acesso as informações do histórico de intervenções de manutenção e também o impacto dessas melhorias na maximização da vida útil e funcionalidade das máquinas e equipamentos (Paz *et al.*, 2022).

A relevância prática do estudo é de fácil percepção, pois evidencia os resultados de uma ferramenta de baixo custo, fácil implantação e utilização como uma opção de solução para empresas que ainda enfrentam dificuldades na gestão de seus processos de manutenção. Do ponto de vista teórico, o trabalho contribui para a literatura ampliando a visão sobre novas possibilidades de tecnologias que podem ser utilizadas na gestão da manutenção, uma prática ainda pouco explorada nas indústrias brasileiras (Limble CMMS, 2023).

2 DEFINIÇÃO E FUNCIONALIDADE DOS QR CODES

Segundo o artigo «Introdução aos QR Codes: Um Guia para Iniciantes», s.d., podemos definir o QR Code como sendo a forma 2D do código de barras, o que permitiu um aumento na quantidade e variedade de informações armazenadas. Quanto à sigla, corresponde a *Quick Response Code* que, numa tradução para o português, pode ser considerado como Código de Resposta Rápida. Sua capacidade de armazenagem é de 7089 caracteres numéricos ou 4296 caracteres alfanuméricos que incluem pontuação e todos os caracteres especiais. O QR Code pode armazenar textos, endereços da internet e, seu conteúdo impacta no seu design. Quanto maior o número de informações contidas mais complexa se torna a imagem do QR Code. Outra característica que aumenta a funcionalidade dos QR Codes é um sistema de prevenção de erros que foi introduzido à tecnologia. Esse sistema faz com que, mesmo que haja dano em até 30% da composição do QR Code, sua leitura ainda se torne possível.

A sua criação se deu devido a insatisfação da Denso Wave com os códigos de barras. O crescimento na indústria automobilística da época, 1994, precisava de um método mais rápido e que suportasse mais informações para fazer o rastreio de peças e automóveis.

Segundo o artigo «Introdução aos QR Codes: Um Guia para Iniciantes», s.d., sua criação é de responsabilidade de Masahiro Hara e mais duas pessoas que compunham a equipe desta subsidiária da Toyota. A equipe levou 1 ano para realizar a pesquisa e conseguir tornar os códigos bidimensionais em algo que pudesse ser legível com rapidez. O primeiro desafio foi fazer com que os marcadores de posição (*position detection pattern*) fossem reconhecidos e qual seria a proporção das áreas pretas e brancas. Após determinar a proporção e posição correta das áreas pretas e brancas para a detecção de posição, possibilitou que o QR Code possa ser scaneado independente do ângulo de leitura. Como não houve um registro de patente sobre a criação, a tecnologia QR Code tornou-se de código aberto, ampliando continuamente sua área de aplicação.

2.1 O desafio da manutenção nas empresas

Os processos de manutenção têm um impacto direto nos resultados e nos produtos e serviços da empresa, garantindo processos de qualidade e aumentando a funcionalidade e tempo de vida útil das máquinas e equipamentos. Esses resultados promovem uma diminuição dos custos, melhora a qualidade, aumenta a produtividade, reduz o tempo de parada e preserva a integridade da saúde dos operadores. Falhas nos processos da manutenção industrial podem

causar prejuízos relevantes nos processos da empresa, o que justifica um investimento em um sistema de gestão de manutenção que atendam as necessidades de seus processos e as obrigações legais de organização, planejamento e registro (Ricke, 2023).

A manutenção industrial pode ser dividida em três tipos, dos quais iremos focar em dois: corretiva e preventiva. A manutenção preventiva é uma estratégia aplicada para evitar que ocorram as paradas, são ações planejadas, com base em análise de dados e com cronograma pré-estabelecido. Este modelo de manutenção tem como diferencial a diminuição dos custos causados por paradas não planejadas e é a que apresenta maior impacto positivo na vida útil das máquinas e equipamentos. Em contrapartida, a manutenção corretiva tem por finalidade resolver fatos que, mesmo com as manutenções preventivas, não foi possível evitar. Quando a empresa se prepara para ter uma reação rápida e eficiente mediante as falhas, a manutenção corretiva continua sendo uma maneira assertiva para diminuir os impactos causados por elas (Caixeta, 2024).

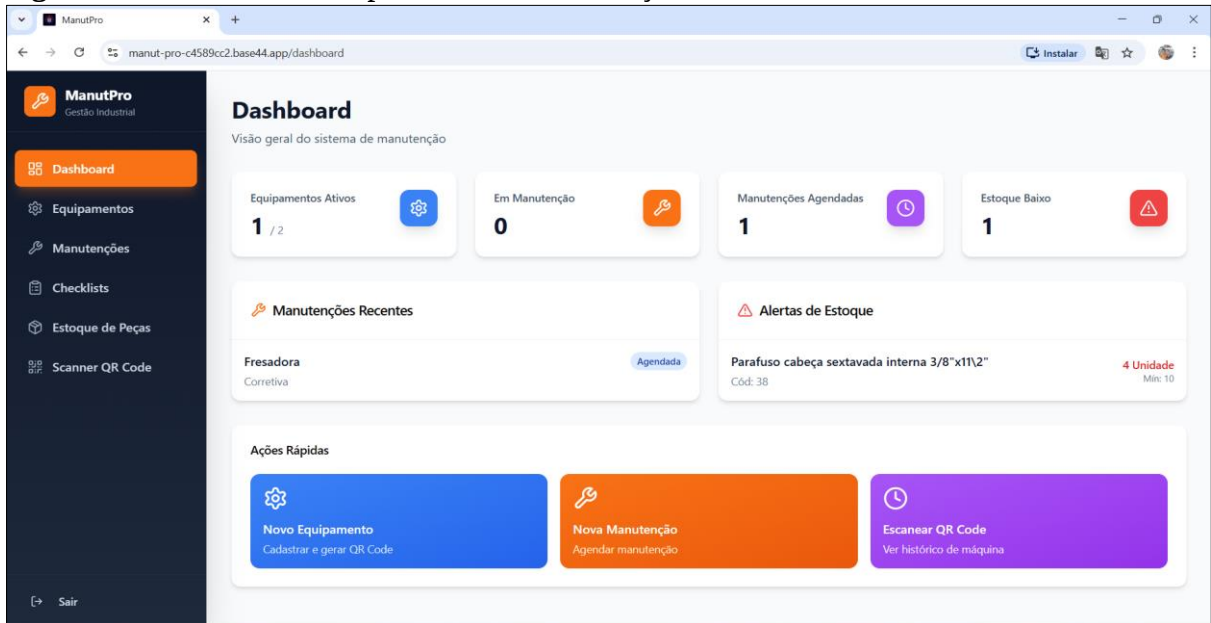
2.2 Manutenção Industrial Preventiva e Corretiva: Integração com QR Codes

Perante a complexidade e grau de importância da gestão da manutenção para os resultados na empresa, a busca pela integração de novas tecnologias que possam agilizar os processos poderá se tornar o diferencial entre as empresas. Os cronogramas da manutenção preventiva podem ser melhorados com a implementação dos QR Codes pois são elaborados de acordo com o histórico e necessidade de cada máquina ou equipamento. Neste ponto, o uso dos QR Codes entra como um diferencial pois permite o acompanhamento deste histórico de forma mais rápida e com informações mais abrangentes, ajudando a criar um cronograma mais assertivo (Cordeiro, 2025).

Já as manutenções corretivas precisam de uma agilidade maior para diminuir os impactos causados pela falha. Essa agilidade pode ser maximizada pelos QR Codes, principalmente devido a riqueza das informações que ele pode armazenar e pela facilidade no acesso (Lima *et al.*, 2023).

Outro fator a ser considerado é o fato de que a utilização dos QR Codes pode permitir uma comunicação mais ágil entre as equipes, evitando operações desencontradas e permitindo o registro de cada intervenção (Engeman, 2024). As informações são passadas de forma visual e unificadas, conforme Figura 2 e Figura 3:

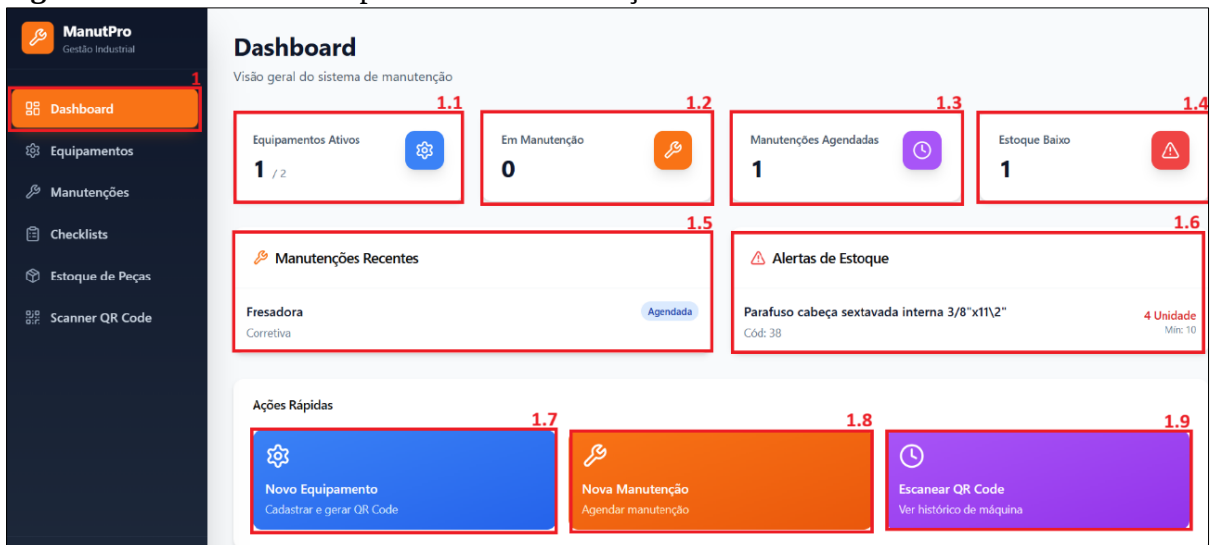
Figura 2 – Tela inicial do Aplicativo de Manutenção



Fonte: Autores QR Code como Ferramenta na Gestão da Manutenção (2025).

Disponível em: <https://manut-pro-c4589cc2.base44.app/dashboard>. Acesso em: 01 dez. 2025.

Figura 3 – Tela inicial do Aplicativo de Manutenção

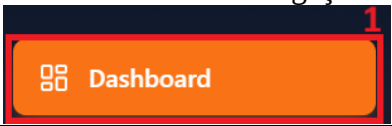
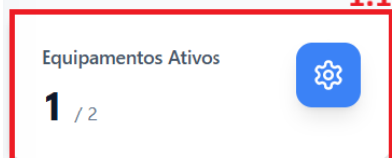
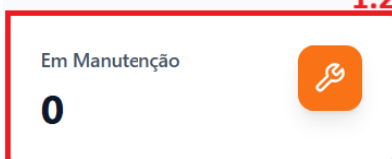
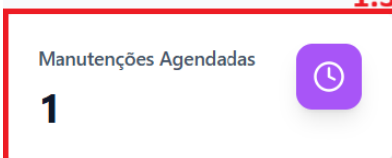
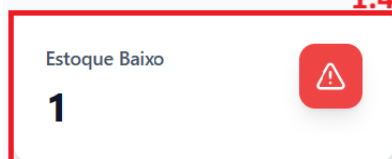
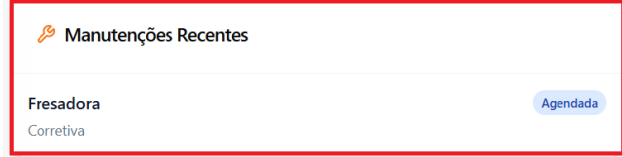


Fonte: Autores QR Code como Ferramenta na Gestão da Manutenção (2025).

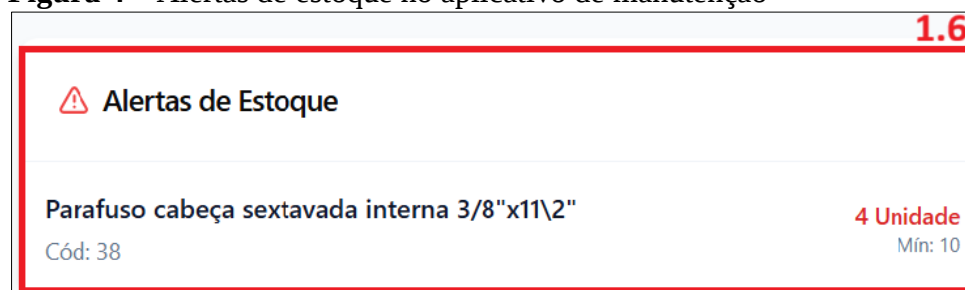
Disponível em: <https://manut-pro-c4589cc2.base44.app/dashboard>. Acesso em: 01 dez. 2025.

Para utilização do Dashboard do ManutPro, é necessário saber que o Dashboard oferece uma visão geral do sistema de manutenção, reunindo informações essenciais sobre equipamentos, manutenções e estoque. A seguir, no Quadro 1, cada área numerada na imagem é explicada.

Quadro 1 – Funcionalidades do aplicativo e explicações

	Localizado à esquerda da tela, permite acessar todas as funcionalidades do sistema.
	Mostra a quantidade de equipamentos cadastrados que estão ativos. Exibe: Quantidade atual / Total cadastrado. Ícone de engrenagem indica área relacionada a equipamentos.
	Mostra quantos equipamentos estão atualmente em processo de manutenção. Ajuda a visualizar rapidamente a carga operacional da equipe.
	Indica quantos serviços estão programados para ocorrer. Essencial para planejamento das equipes e previsibilidade de paradas.
	Informa quantos itens estão abaixo do estoque mínimo definido. Mostra alerta para reposição imediata de peças.
	Lista os últimos serviços realizados ou agendados. Para cada item, são exibidos: Nome do equipamento; Tipo de manutenção (ex.: corretiva, preventiva); Status (ex.: Agendada).

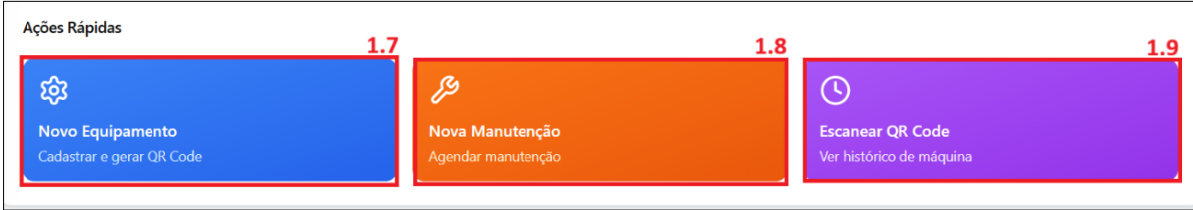
Fonte: Autores (2025).

Figura 4 – Alertas de estoque no aplicativo de manutenção

Fonte: Autores (2025).

1.6 – Alertas de Estoque: Mostra itens críticos no estoque, destacando: Nome da peça; Código; Quantidade atual; Quantidade mínima exigida. Essa área deve ser monitorada para evitar paradas por falta de peças.

Figura 5 – Ações rápidas no aplicativo de manutenção



Fonte: Autores (2025).

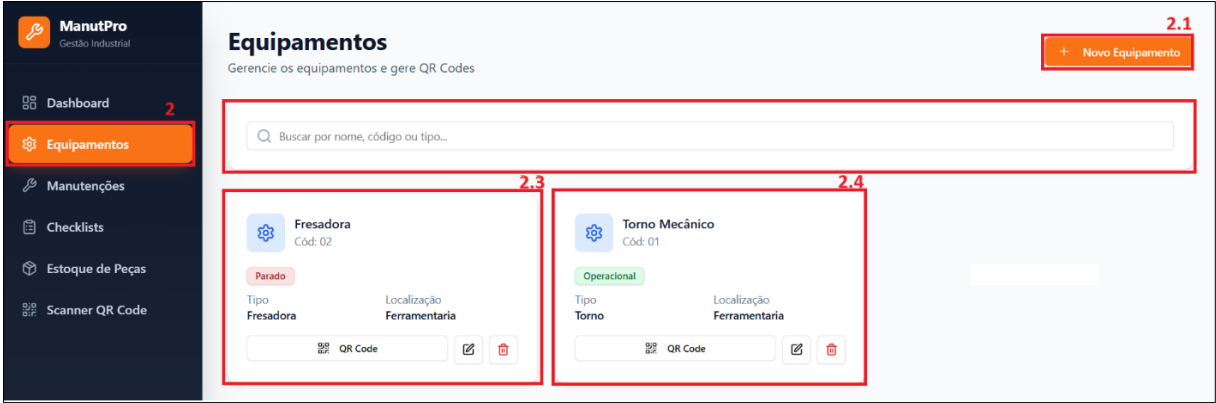
Os Acessos Rápidos da Figura 5,compõem um conjunto de atalhos para agilizar tarefas comuns.

1.7 – Novo Equipamento: Permite cadastrar um equipamento rapidamente. Inclui opção para gerar QR Code automático.

1.8 – Nova Manutenção: Atalho para abrir o agendamento de uma nova manutenção. Ideal para registrar serviços de forma imediata.

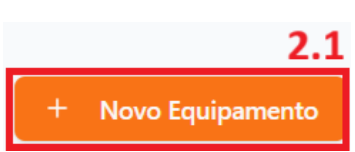
1.9 – Escanear QR Code: Abre a câmera de leitura para escanear o QR Code. Ao ler o código de um equipamento, o usuário vê: Histórico completo; Manutenções agendadas; Dados do equipamento.

Figura 6 – Tela inicial do Aplicativo de Manutenção

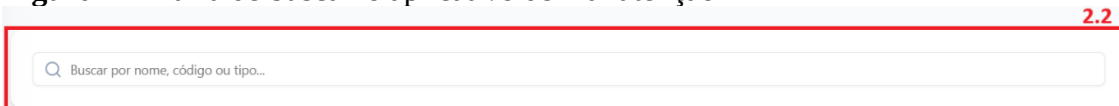


Fonte: Autores QR Code como Ferramenta na Gestão da Manutenção (2025). Disponível em: <https://manut-pro-c4589cc2.base44.app/equipamentos>. Acesso em: 01 dez. 2025.

Quadro 2 – Equipamentos no aplicativo de manutenção

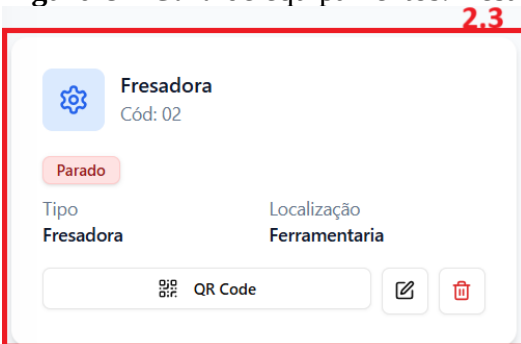
 2	Esta seção do menu lateral permite acessar o módulo de equipamentos. Ao selecionar o item Equipamentos, o usuário é direcionado à tela de gerenciamento, onde é possível visualizar, cadastrar, editar ou excluir máquinas da planta industrial.
 2.1	Localizado na parte superior direita da tela, este botão funciona como atalho para o cadastro de um novo equipamento. Ao clicar nele, o usuário abre o formulário de inclusão, onde poderá preencher: Nome do equipamento; Código identificador; Tipo da máquina; Localização. Também é possível gerar o QR Code imediatamente após o cadastro.

Fonte: Autores (2025).

Figura 7 – Barra de busca no aplicativo de manutenção

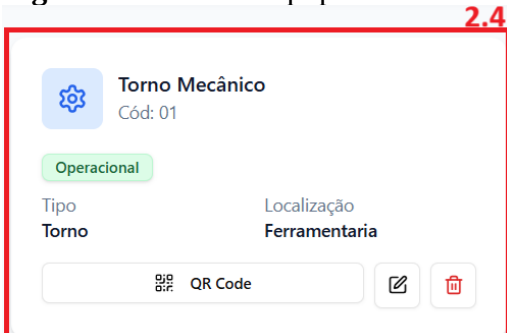
Fonte: Autores (2025).

2.2 – Barra de Busca de Equipamentos: está posicionada abaixo do título da página e permite localizar rapidamente qualquer equipamento cadastrado. A pesquisa pode ser feita por: nome; código; tipo do equipamento. Essa ferramenta facilita a navegação quando há grande quantidade de itens no sistema.

Figura 8 – Card de equipamentos: fresadora, no aplicativo de manutenção

Fonte: Autores (2025).

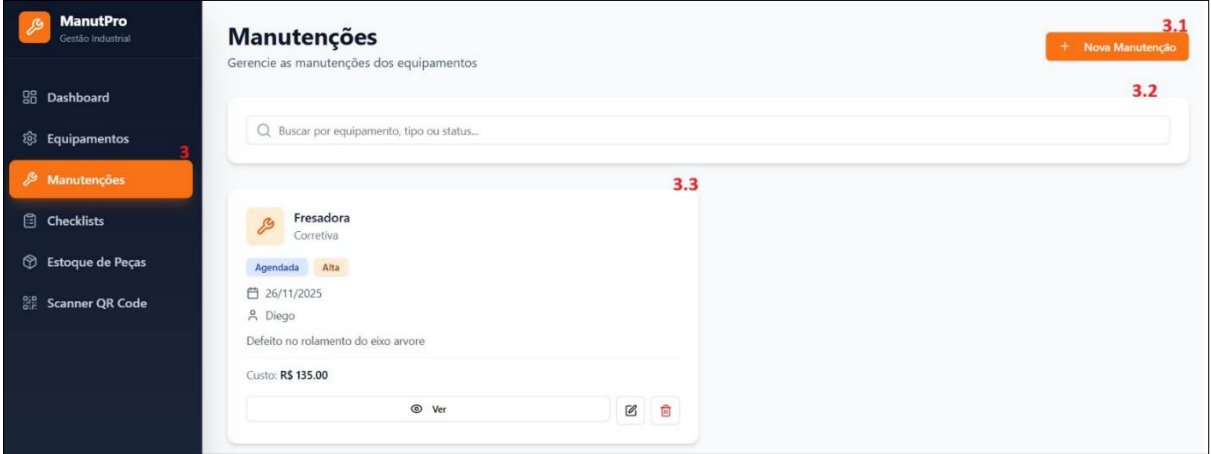
2.3 – Card de Equipamento: Fresadora: Cada equipamento da lista é exibido em formato de *card*. O *card* destacado nesse item apresenta as seguintes informações: Nome: Fresadora; Código: 02; Status: Parado (indicado em vermelho); Tipo: Fresadora; Localização: Ferramentaria; Na parte inferior do *card*, há três botões de ação: QR Code: exibe o QR Code do equipamento para impressão ou consulta; Editar: permite alterações nos dados do equipamento; e Excluir: remove o equipamento do sistema. Esse *card* exemplifica um equipamento que está inativo no momento.

Figura 9 – Card de equipamentos: torno mecânico, no aplicativo de manutenção

Fonte: Autores (2025).

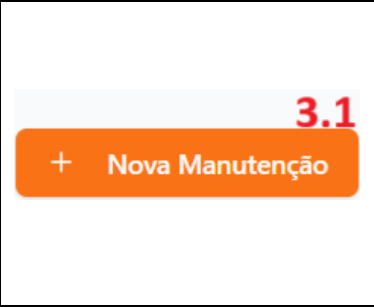
2.4 – Card de Equipamento: Torno Mecânico: Este *card* segue a mesma estrutura do anterior, apresentando: Nome: Torno Mecânico; Código: 01; *Status*: Operacional (em verde); Tipo: Torno; Localização: Ferramentaria. Os botões de ação são idênticos aos da Fresadora: QR Code; Editar; Excluir.

Figura 10 – Manutenções no aplicativo



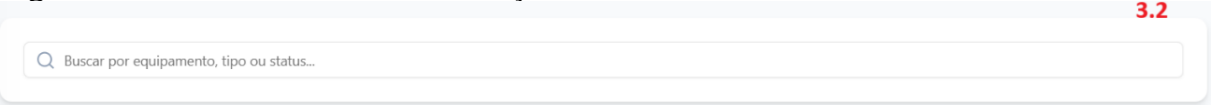
Fonte: Autores (2025).

Quadro 3 – Manutenções no aplicativo

	Ao selecionar o item Manutenções no menu lateral, o usuário é direcionado à tela dedicada ao controle das atividades de manutenção. Este módulo concentra todas as informações relacionadas a: manutenções corretivas, preventivas e preditivas; status das intervenções; prioridades; e histórico operacional.
	Localizado no canto superior direito, este botão atua como atalho para o registro de uma nova manutenção. Ao clicar nele, o usuário é conduzido ao formulário onde deverá preencher: equipamento envolvido; tipo de manutenção (corretiva, preventiva etc.); <i>status</i> (agendada, concluída, em execução); prioridade (baixa, média, alta); data; responsável; descrição detalhada do problema ou procedimento; custo estimado ou final. Esse recurso possibilita inserir rapidamente uma nova demanda no sistema.

Fonte: Autores (2025).

Figura 11 – Barra de busca de manutenções



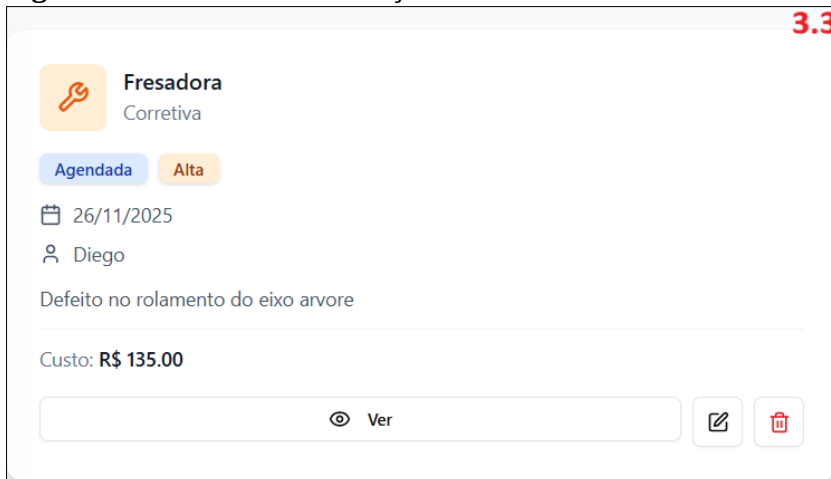
Fonte: Autores (2025).

3.2 – Barra de Busca de Manutenções: permite filtrar os registros existentes conforme diferentes critérios, como: nome do equipamento; tipo da manutenção; status (agendada,

concluída, atrasada etc.); e prioridade. A funcionalidade é essencial para organizar e localizar manutenções em empresas com grande volume de operações.

3.3 – *Card* de Manutenção: Cada manutenção cadastrada é exibida em formato de *card*, contendo todas as informações relevantes para acompanhamento. No exemplo apresentado, o *card* exibe:

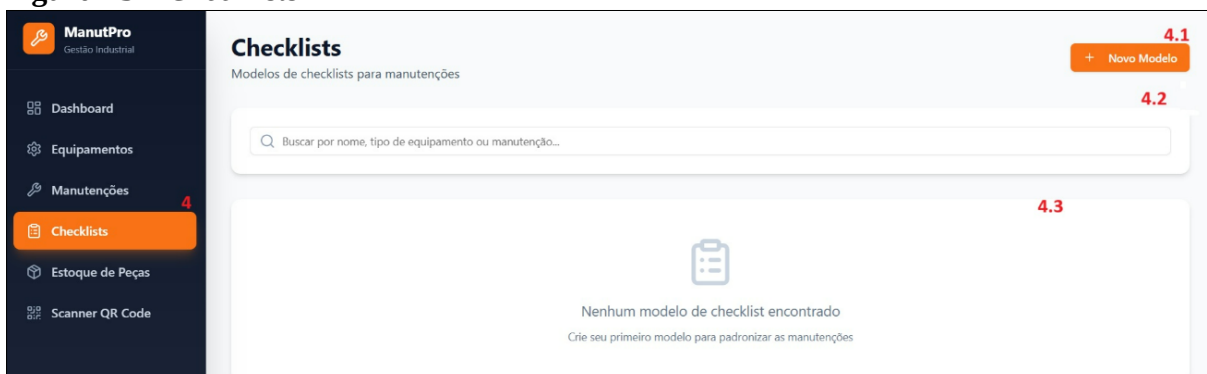
Figura 12 – *Card* de manutenção



Fonte: Autores (2025).

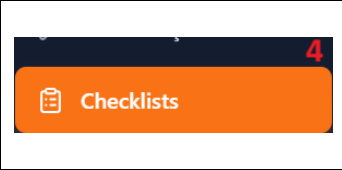
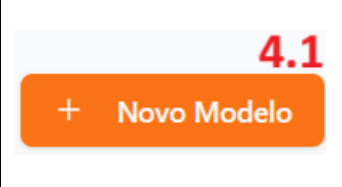
Informações básicas: Equipamento: Fresadora; Tipo: Corretiva; Status da manutenção Agendada (marcador azul); Alta prioridade (marcador vermelho); Detalhes operacionais; Data: 26/11/2025; Responsável: Diego; Descrição: “Defeito no rolamento do eixo árvore”; Custo: R\$ 135,00; Botões de ação; Na parte inferior do *card*, há três opções: Ver: abre uma tela detalhada contendo todas as informações da manutenção; Editar: permite alterar dados registrados; Excluir: remove definitivamente a manutenção. O *card* oferece ao usuário uma visão resumida e objetiva do que está agendado ou em andamento.

Figura 13 – *Checklists*



Fonte: Autores (2025).

Quadro 4 – Checklists no aplicativo de manutenção

	Ao selecionar, o usuário é direcionado para a tela voltada à criação e ao gerenciamento de modelos. Essa seção é usada para: padronizar rotinas de manutenção; organizar listas de verificação por tipo de equipamento; e facilitar o preenchimento de manutenções preventivas, corretivas ou preditivas.
	localizado no canto superior direito, permite criar um novo <i>checklist</i> personalizado. Ao clicar nele, o usuário será direcionado para uma tela de criação contendo campos para: nome do modelo; tipo de equipamento; tipo de manutenção (preventiva, corretiva etc.); itens de verificação; instruções adicionais. Esse recurso é essencial para estruturar processos e manter a conformidade das manutenções.

Fonte: Autores (2025).

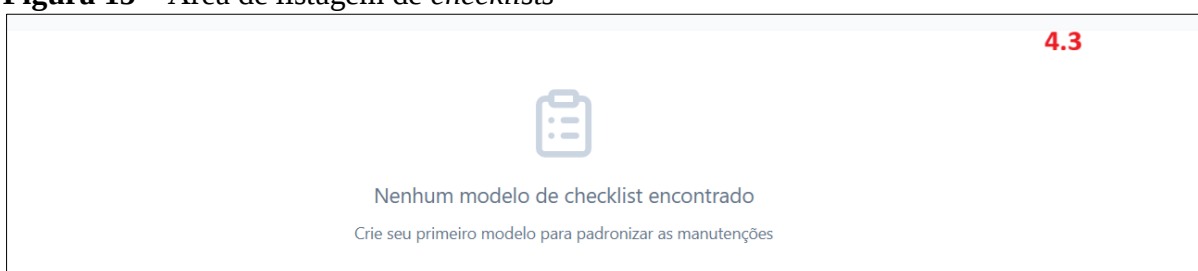
Figura 14 – Barra de busca de modelos



Fonte: Autores (2025).

4.2 – Barra de Busca de Modelos: possibilita ao usuário filtrar os modelos cadastrados utilizando: nome do modelo; tipo de equipamento; tipo de manutenção. É especialmente útil em ambientes industriais com diversos equipamentos e grande quantidade de *checklists* personalizados.

Figura 15 – Área de listagem de *checklists*



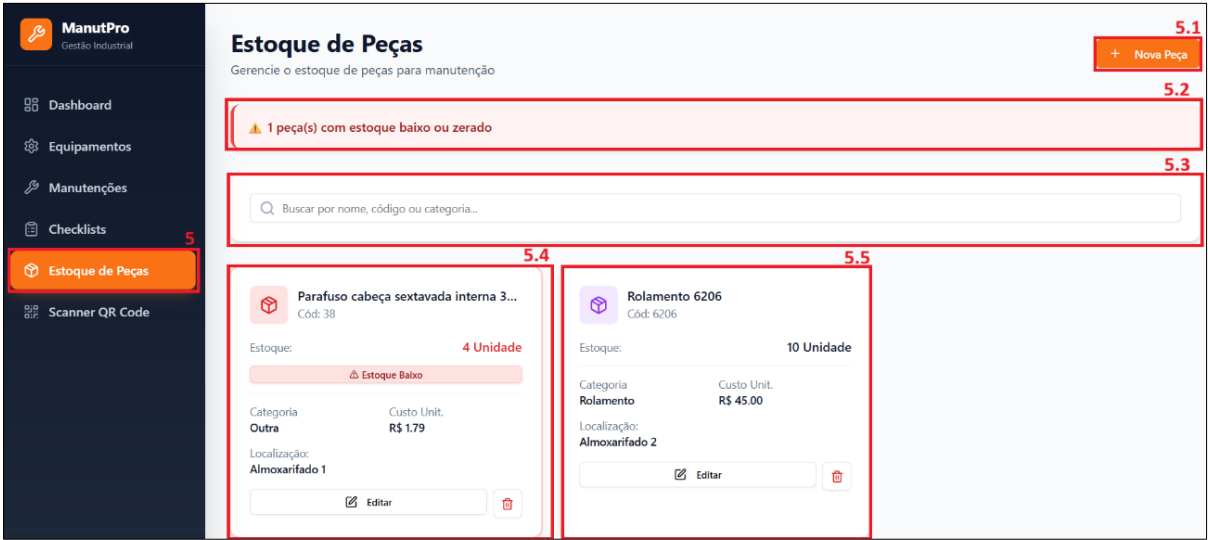
Fonte: Autores (2025).

4.3 – Área de Listagem de *Checklists*: Nesta área serão exibidos todos os modelos de *checklists* cadastrados no sistema. No entanto, como mostrado na imagem, ainda não existem modelos registrados, resultando na mensagem: “Nenhum modelo de *checklist* encontrado”.

Abaixo da mensagem, o sistema orienta o usuário a criar o primeiro modelo para iniciar a padronização das manutenções.

À medida que novos modelos forem adicionados, esta área exibirá cartões com: nome do *checklist*; tipo de equipamento; tipo de manutenção; ações como visualizar, editar ou excluir.

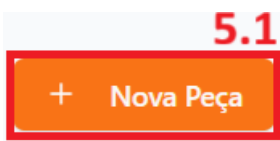
Figura 16 – Estoque de peças



Fonte: Autores (2025).

5 – Manual de Utilização – Tela de Estoque de Peças: permite gerenciar as peças utilizados nas manutenções, incluindo cadastro, localização, custos e quantidades disponíveis. Essa função é essencial para garantir que os técnicos tenham acesso às peças necessárias e para evitar a parada de máquinas por falta de reposição.

Quadro 5 – Estoque de peças

	O usuário acessa a lista completa das peças cadastradas no sistema. Essa área é utilizada para: consultar quantidades disponíveis; monitorar itens com estoque baixo; editar informações; cadastrar novas peças; organizar almoxarifados e categorias.
	localizado no canto superior direito da tela, permite incluir um novo item no estoque. Ao acionar este botão, o usuário será direcionado para o formulário de cadastro contendo: nome da peça; código interno; categoria; quantidade disponível; custo unitário; localização no almoxarifado; descrição (opcional). Esse recurso é fundamental para manter o controle de materiais atualizados.

Fonte: Autores (2025).

Figura 17 – Alerta de estoque baixo ou zerado



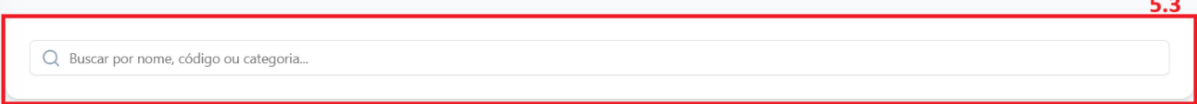
Fonte: Autores (2025).

5.2 – Alerta de Estoque Baixo ou Zerado: Sempre que uma ou mais peças atingirem o nível crítico, o sistema exibe automaticamente um aviso destacado: “1 peça(s) com estoque baixo ou zerado”. Esse recurso garante que o gestor possa repor os itens antes que falem,

evitando interrupções nas operações de manutenção.

O alerta é disparado com base em regras internas, como: quantidade igual a zero; quantidade abaixo do mínimo configurado.

Figura 18 – Barra de busca



Fonte: Autores (2025).

5.3 – Barra de Busca: A barra de pesquisa permite filtrar as peças por: nome; código; categoria. Esse recurso agiliza o acesso às informações, especialmente em estoques com grande volume de itens. O usuário pode digitar parte do nome ou código para localizar rapidamente o item desejado.

Figura 19 – Card de peças com estoque baixo

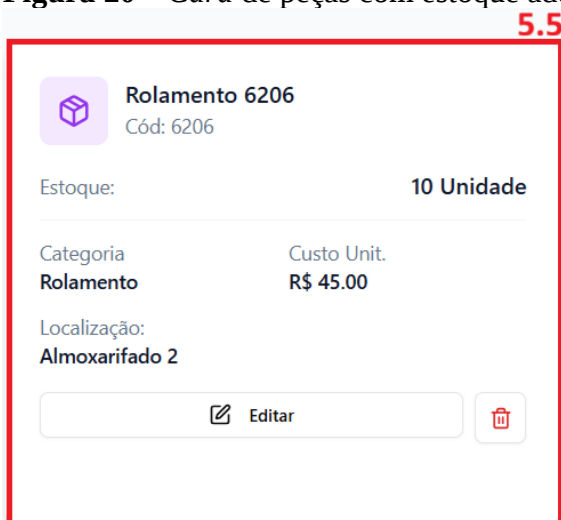


Fonte: Autores (2025).

5.4 – Cartão de Peça (Exemplo com Estoque Baixo): Cada item do estoque é representado por um cartão contendo seus dados principais. No exemplo destacado (5.4), a peça exibida possui: Nome: Parafuso cabeça sextavada interna...; Código: 38; Estoque: 4 unidades; Categoria: Outra; Custo unitário: R\$ 1,79; Localização: Almoxarifado 1; Um aviso visual aparece quando a quantidade está baixa: Etiqueta “Estoque Baixo” em vermelho. Também há botões de ação: Editar – altera os dados da peça; e Excluir – remove o item do sistema.

Figura 20 – Card de peças com estoque adequado

5.5



Card de peças com estoque adequado. O card é branco com uma borda vermelha. No topo, há um ícone de caixa roxa e o texto 'Rolamento 6206' e 'Cód: 6206'. Abaixo, 'Estoque:' seguido de '10 Unidade'. Em seguida, 'Categoria' 'Rolamento' e 'Custo Unit.' 'R\$ 45.00'. Depois, 'Localização:' 'Almoxarifado 2'. No rodapé, há dois botões: 'Editar' com um ícone de lápis e 'Excluir' com um ícone de lixeira.

Fonte: Autores (2025).

5.5 – Cartão de Peça com Estoque Adequado: Este cartão é semelhante ao item anterior, mas representa uma peça com estoque normal: Nome: *Rolamento 6206*; Código: 6206; Estoque: 10 unidades; Categoria: Rolamento; Custo unitário: R\$ 45,00; Localização: *Almoxarifado 2*.

Por estar com quantidade regular, o cartão não exibe alerta vermelho, indicando que o item está dentro do nível aceitável. Também possui as mesmas ações: Editar e Excluir.

Figura 21 – Manual da tela Scanner QR Code

6.1



Manual da tela Scanner QR Code. A interface mostra um menu lateral à esquerda com opções: Dashboard, Equipamentos, Manutenções, Checklists, Estoque de Peças (destacado com um círculo vermelho e o número 6) e Scanner QR Code (destacado com um círculo vermelho). O painel principal tem o título 'Scanner QR Code' e o subtítulo 'Escaneie o QR Code ou digite o código do equipamento'. Abaixo, há um campo de entrada com o placeholder 'Digite ou cole o código QR do equipamento...' e um botão laranja 'Buscar'.

Fonte: Autores (2025).

A seguir, apresentamos o Manual da Tela *Scanner QR Code*, seguindo exatamente a mesma estrutura, linguagem e padrão dos manuais anteriores para garantir continuidade uniforme em todo o documento.

6 – Menu Lateral: *Scanner QR Code*: Ao selecionar *Scanner QR Code* no menu lateral (item 6), o usuário é direcionado para a tela de busca de equipamentos por código ou QR Code.

Esse módulo é utilizado principalmente pela manutenção que necessitam acessar informações no chão de fábrica de forma rápida e prática, reduzindo tempo de navegação entre

menus.

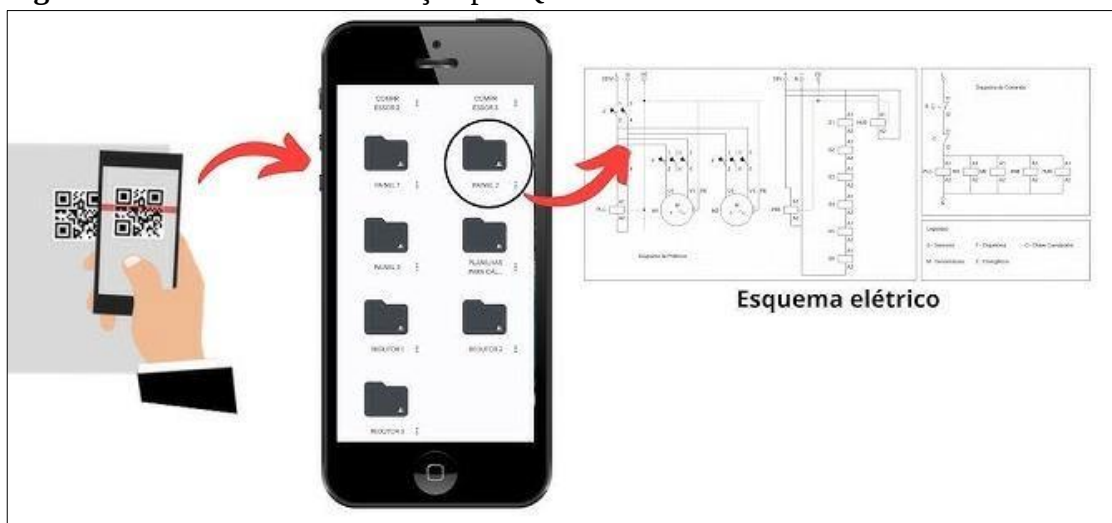
6.1 – Campo de Entrada e Botão “Buscar”: A área principal da tela é composta por um grande campo de busca (item 6.1) onde o usuário pode: digitar o código do equipamento e colar o código lido por um leitor da câmera do celular ou tablet.

Com base nos conceitos estudados podemos observar que a junção desses dois tipos de manutenção aliados ao uso dos QR Codes resultará numa melhor prevenção das falhas e numa atuação mais assertiva nos casos de manutenção corretiva (Fernandes, 2023).

O relatório elaborado através do uso de QR Codes poderá fornecer informações que facilitará na tomada de decisão e no cálculo da estimativa de Vida útil de peças e componentes facilitando a elaboração de cronogramas mais eficientes que aconteçam no momento ideal (Alper, 2024).

Conforme a Figura 22, através da leitura do QR Code do equipamento, o operador poderá ter acesso a várias informações sobre ele.

Figura 22 – Gestão da Manutenção por QR Code



Fonte: Gestão da Manutenção por Qr Code.

Disponível em: https://youtu.be/_iW9TE54ECU?si=ZeI8bn52T2F2W8rt. Acesso em: 01 nov. 2025.

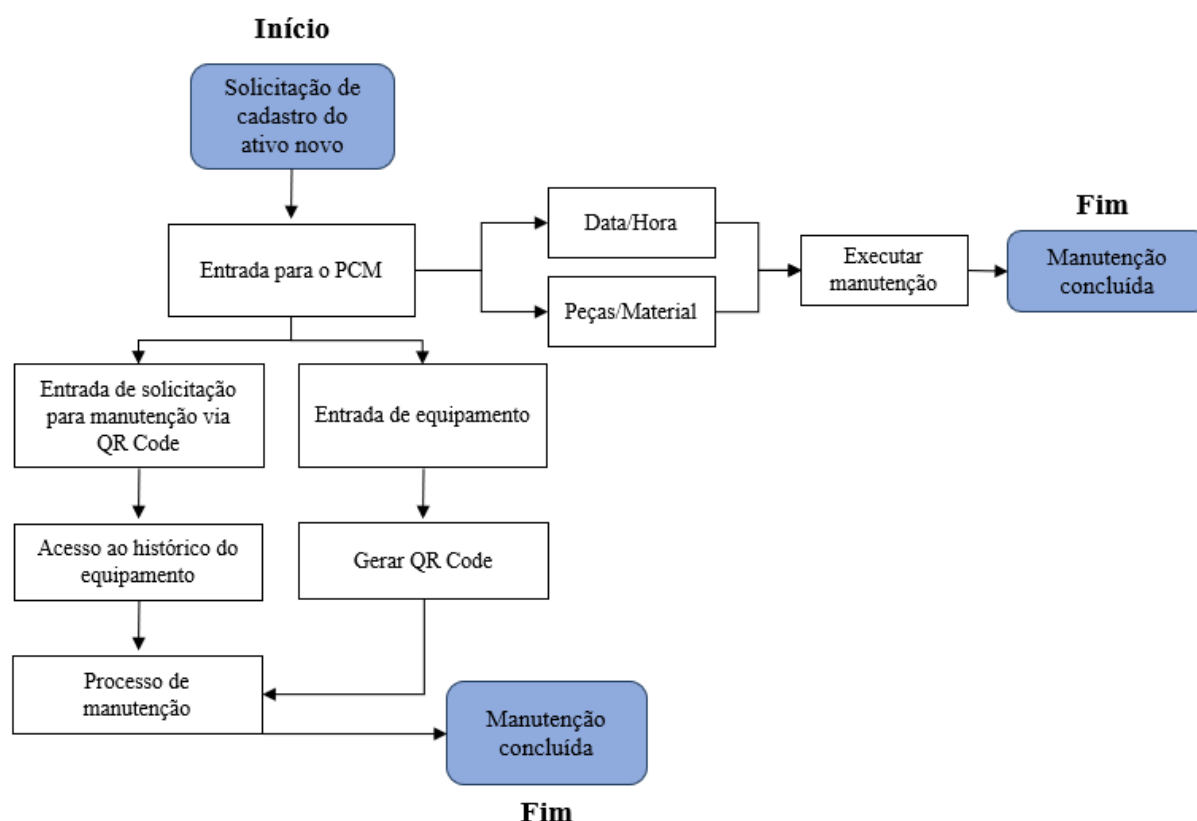
Alguns estudos recentes já demonstram que a utilização dos QR Codes na gestão da manutenção industrial pode reduzir em até 25% os custos e permitir menor parada das máquinas e equipamentos (KPMG, 2023).

Essa margem pode representar de forma considerável no fator competitividade, proporcionando produtividade, segurança e qualidade de forma integrada.

Toda a sequência do processo pode ser vista através do Fluxograma 1 e Fluxograma 2 respectivamente.

O fluxograma é uma representação visual que possui uma sequência lógica de processos ou etapas. Atualmente este recurso tem sido utilizado em diversas áreas da sociedade, como em empresas, para destinar serviços a funcionários, e na computação, para mostrar uma sequência lógica de procedimentos (Araujo, 2025).

Fluxograma 1 – Funcionamento do Aplicativo



Fonte: Autores (2025).

2.3 Funcionamento do Fluxograma do Aplicativo

Neste fluxograma podemos ver a ordem de funcionamento de como funcionará o processo passo a passo, desde o momento da chegada de um ativo novo, a inserção das informações desse ativo no aplicativo, até a solicitação de manutenção que ocorrerá através do mesmo, fechamento e atualização das informações, controle de estoque do almoxarifado, tempo de manutenção e até mesmo sendo possível gerir custos das peças trocadas durante a manutenção.

Conforme descrito no Fluxograma, o gerenciamento de novos cadastros de ativos da empresa será feito pelo Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) que por sua vez terá a função de abastecer as informações e históricos de manutenção de ativos e máquinas no

aplicativo.

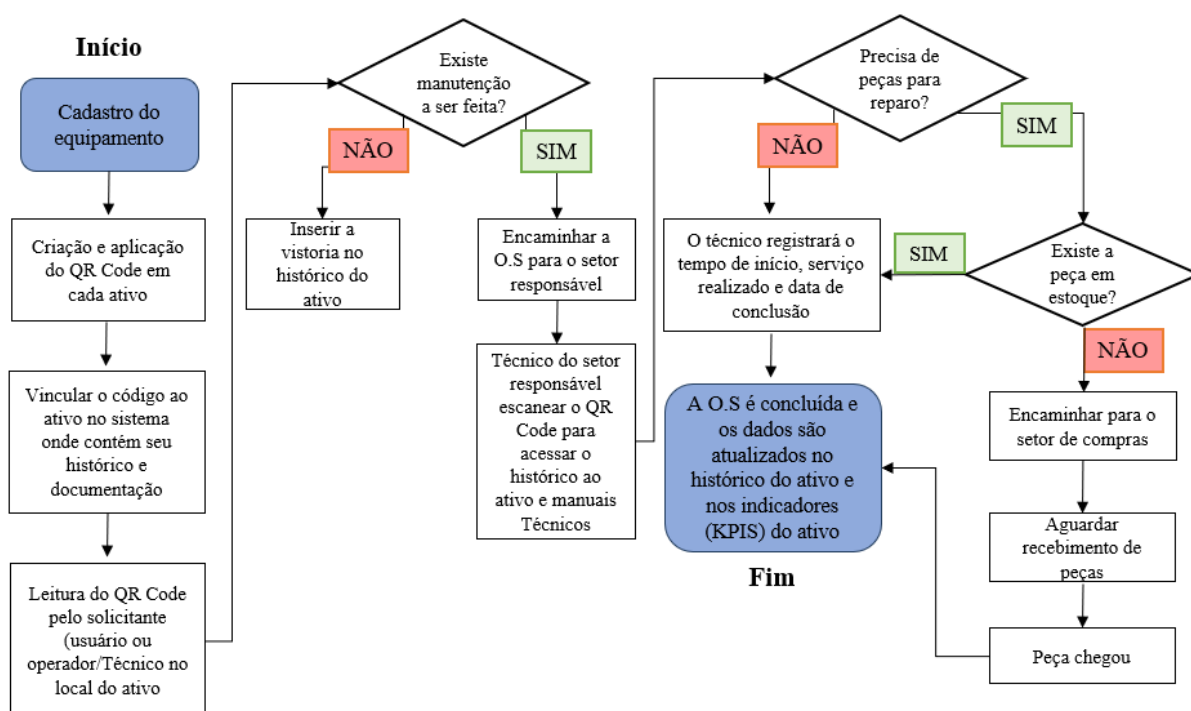
O PCM deverá controlar algumas frentes no controle do aplicativo. A primeira delas deverá ser a criação do acesso individual dos colaboradores do setor da manutenção, a segunda coisa será o cadastramento dos novos equipamentos respectivos ao seu setor e gerar o QR Code de cada equipamento que por sua vez possibilitará a solicitação do processo de manutenção e por fim o manutentor poderá finalizar essa ordem de serviços também via aplicativo.

Ao mesmo tempo, porém seguindo uma outra vertente, o PCM irá gerenciar entrada da Ordem de Serviço solicitada via leitura do QR Code pelo operador realizada com um Celular ou Tablet.

O manutentor que for designado para a realização da manutenção do equipamento também poderá realizar o mesmo procedimento para ter acesso ao aplicativo, com um diferencial, ele terá acesso á algumas informações específicas direcionadas para a área da mecânica, como: acesso ao histórico de manutenções anteriores do equipamento, manual do equipamento, peças em estoque, ferramentas necessárias para manutenção, código de peças etc.

As outras frentes que o PCM irá gerenciar via aplicativo serão o tempo de parada da máquina e tempo de manutenção sendo essa última sinalizada pelo manutentor ao término do seu serviço. E a outra seria o estoque, o próprio aplicativo enviaria um alerta visual avisando quando o estoque de uma determinada peça ou ferramenta estiver um limite baixo.

Fluxograma 2 – Funcionamento do Processo



Fonte: Autores (2025).

2.4 Funcionamento do Fluxograma do Processo

O fluxograma do processo deverá funcionar da seguinte forma: Quando chegar um maquinário novo ele deverá ser cadastrado no aplicativo pelo setor responsável com todas as informações pertinentes ao equipamento (documentação, manual etc). Através do aplicativo deverá ser gerado o QR Code para o este novo ativo que já estará vinculado ao equipamento no sistema e será alocado no mesmo.

No momento em que o maquinário estiver em uso ou funcionamento, o solicitante (usuário, operador ou técnico), poderá realizar a leitura do QR Code e solicitar a manutenção ou até mesmo acessar o histórico e o manual.

Ocorre a verificação da necessidade de manutenção: Existe a necessidade de manutenção? Se a resposta for não, então deverá ser inserido no aplicativo que foi realizado uma vistoria no equipamento e não houve a necessidade da manutenção. Se a resposta for sim, através do próprio aplicativo poderá ser solicitada a manutenção que deverá ser aberta pelo operador, que por sua vez deverá emitir um alerta direto para o setor de PCM. Em seguida será designado um mantenedor que através do próprio aplicativo terá acesso ao histórico da máquina, manuais técnicos etc.

Após a verificação da necessidade de peças para substituição no equipamento, o mantenedor ao chegar no equipamento irá conferir se existe a necessidade da troca de alguma peça: a) Se não for preciso trocar a peça, o técnico deverá registrar no aplicativo o tempo utilizado para realizar a manutenção, serviço a realizado, data e conclusão. A Ordem de Serviço (O.S.) será concluída automaticamente, todo o serviço realizado entrará no histórico da máquina e nos indicadores da empresa, como por exemplo: *Key Performance Indicator* (KPI's)¹ do ativo; b) Se precisar trocar alguma peça do equipamento, o próprio aplicativo irá mostrar se existe a peça em estoque, quantas peças tem no estoque, as ferramentas necessárias para realizar o reparo.

Caso não tenha a peça em estoque, através do aplicativo o mantenedor enviará uma solicitação para o PCM que por sua vez irá solicitar para o setor de compras. Quando o técnico receber a peça do setor de compras ele deverá finalizar a manutenção do equipamento, incluir no aplicativo quando foi encerrada a manutenção, o motivo do tempo de máquina parada.

¹ Indicadores-chave de desempenho.

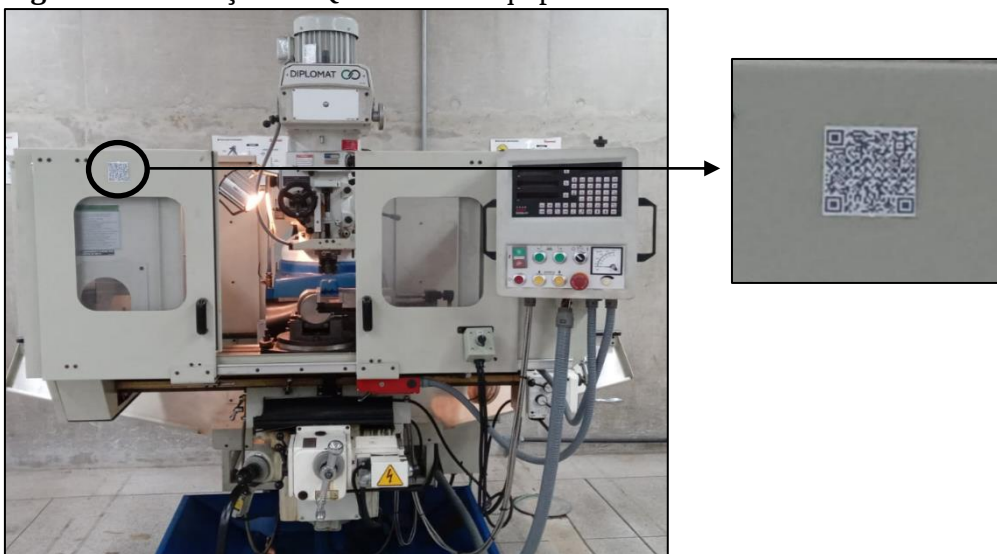
2.5 As vantagens dos Aplicativos de Manutenção Industrial integrados aos QR Codes perante outras tecnologias de Gerenciamento de Manutenção

Nesta corrida das empresas na busca de facilitadores na gestão da manutenção industrial, o QR Code não foi a única opção a ser testada. Outras tecnologias também têm sido desenvolvidas e aplicadas no intuito de obter melhor performance. Dentre essas tecnologias, podemos destacar: os sistemas *Computerized Maintenance Management System* (CMMS) que tem por característica o controle nas ordens de serviços, o agendamento das manutenções e a elaboração de relatório sobre os resultados de cada máquina (Limble CMMS, 2023).

Os *Enterprise Resource Planning* (ERP) que são sistemas mais robustos, cuja finalidade é a integração de todos os setores da empresa, promovendo uma gestão integrada mas tendo como desvantagem a complexidade de implementação e o alto custo e *Internet of Things* (IoT) representando uma das tecnologias mais inovadoras e com maior impacto, proporcionando controle em tempo real, dados atualizados e contínuos facilitando as manutenções preventivas e prevendo com mais eficácia as falhas (Polytag, 2024).

Fazendo um comparativo dos QR Codes com as tecnologias acima mencionadas, ele aparece como uma solução simplificada, acessível e que apresenta bons resultados. Sua maior vantagem é não necessitar de mudanças de infraestrutura, equipamentos caros ou treinamentos complexos. Um dos grandes facilitadores desta tecnologia é a possibilidade de acesso através do celular pois já existem aplicativos que são capazes de fazer a leitura dos QR Codes e apresentar o histórico de intervenções realizadas em cada equipamento.

Figura 23 – Fixação do QR Code no equipamento



Fonte: Autores (2025).

Como visualizado na Figura 23 no ativo “fresado” a etiqueta de QR Code fica fixado em lugar de fácil acesso para seu escaneamento e assim ter todas as informações para a manutenção solicitada pelo PCM. Após escaneado terá acesso a manuais técnicos da máquina como das partes elétricas e mecânicas e seus componentes para pedidos antecipados para o almoxarifado como: rolamento, eixos e até óleo a ser aplicados com isso tendo assertividade e ganho de tempo e diagnóstico mais assertivo.

3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste estudo foi fundamentada em uma pesquisa bibliográfica de caráter exploratório, cuja finalidade foi reunir, comparar e analisar diferentes abordagens sobre a aplicação de QR Codes na gestão da manutenção industrial e predial. A opção por essa estratégia metodológica se justifica pelo fato de que, conforme aponta Gil (2008), a revisão bibliográfica é adequada quando o propósito do estudo envolve a compreensão, síntese e aprofundamento de conhecimentos já produzidos sobre determinado tema, especialmente quando este ainda se encontra em fase de expansão teórica e prática, como ocorre no caso das tecnologias aplicadas à manutenção.

Inicialmente, foram definidos os descritores utilizados na busca das referências, tais como: QR Code na manutenção, manutenção industrial, gestão de ativos, Indústria 4.0, tecnologias digitais, CMMS, IoT e rastreamento por QR Code. A busca foi realizada em bases de acesso público como *Google Scholar*, *ResearchGate* e repositórios institucionais, além de sites especializados, blogs técnicos e relatórios corporativos que tratam diretamente da integração entre QR Codes e práticas de manutenção industrial.

Para garantir consistência ao estudo, foram estabelecidos critérios de inclusão semelhantes aos apontados por Gil (2008), priorizando-se publicações entre 2020 e 2024, período em que o avanço das tecnologias digitais e a expansão da Indústria 4.0 intensificaram a produção de materiais aplicados à manutenção. Dessa forma, foram selecionados artigos que abordam diretamente o uso de QR Codes no suporte à manutenção (Paz *et al.*, 2022; Lima *et al.*, 2023; Conti, 2023), relatórios técnicos sobre tendências do setor industrial (KPMG, 2023) e estudos de caso relatados por empresas de tecnologia e gestão (Caixeta, 2024; Cordeiro, 2025; Engeman, 2024).

Além disso, foram incorporados estudos que analisam tecnologias correlatas de suporte à manutenção, como sistemas CMMS, ERP, IoT e automação industrial (Limble CMMS, 2023; Polytag, 2024), ou que apresentam discussões teóricas relevantes sobre integração digital, rastreabilidade e transformação de processos produtivos (Koss, 2024; Optimus, 2023). Essa seleção permitiu construir uma visão mais ampla sobre o papel dos QR Codes dentro de um ecossistema tecnológico maior, alinhado às exigências da Indústria 4.0.

Posteriormente, procedeu-se à leitura exploratória e seletiva das referências, conforme sugere Gil (2008), a fim de identificar os principais eixos temáticos presentes na literatura. Entre os temas recorrentes, destacaram-se: benefícios do QR Code na manutenção preventiva e corretiva (Cordeiro, 2025; Lima *et al.*, 2023), integração com sistemas digitais (Madsen;

Santos; Jørgensen, 2021), impacto sobre indicadores operacionais como *Mean Time Between Failures* (MTBF - Tempo médio entre falhas) e *Mean Time To Repair* (MTTR - Tempo Médio para Reparo) (Guerreiro Neto; Castro Neto, 2017), redução de tempo de parada (Paz *et al.*, 2022) e desafios de implantação, incluindo resistência cultural e limitações de infraestrutura (Conti, 2023; Laes *et al.*, 2023).

Também foram analisados estudos de caso relatados na literatura, como o uso de QR Codes na manutenção naval (Wahidi; Rahman; Wahidi, 2022), na indústria química (Guerreiro Neto; Castro Neto, 2017), e em empresas de equipamentos industriais (Lima *et al.*, 2023). Esses estudos forneceram exemplos concretos que auxiliaram na compreensão do impacto real da tecnologia em diferentes segmentos produtivos.

Outro ponto da metodologia foi a observação descritiva de interfaces e recursos de aplicativos de manutenção que utilizam QR Codes, como os da Tractian, cujas imagens e funcionalidades são apresentados em publicações da própria empresa (Cordeiro, 2025). Essa observação teve caráter complementar, auxiliando na compreensão prática do funcionamento da tecnologia e de sua integração com dispositivos móveis.

O processo de análise dos dados consistiu em comparar as diferentes contribuições identificadas, buscando convergências e divergências entre os autores. Observou-se, por exemplo, que a maioria dos estudos destaca a facilidade de implantação e o baixo custo dos QR Codes (Caixeta, 2024; Optimus, 2023), enquanto outros enfatizam que sua eficácia depende de fatores organizacionais e da maturidade digital da empresa (Conti, 2023; Laes *et al.*, 2023). Essa etapa analítica permitiu formar uma visão crítica e integrada sobre a aplicabilidade da tecnologia.

Por fim, todo o conteúdo selecionado foi organizado de modo a estruturar os capítulos de discussão e resultados, garantindo coerência entre as partes do estudo e alinhamento com os objetivos propostos. Assim, a metodologia adotada possibilitou compreender o estado atual da aplicação dos QR Codes na manutenção industrial e predial, bem como identificar tendências, vantagens, limitações e caminhos de implementação, compondo uma base sólida para a discussão apresentada na seção seguinte.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A adoção do QR Code na indústria tem sido abordada por diferentes autores sob perspectivas variadas, convergindo em alguns pontos, mas também apresentando divergências relevantes quanto ao alcance da tecnologia e sua integração com outros recursos digitais. A presente discussão busca contrastar essas abordagens, destacando tanto os resultados positivos identificados nas experiências práticas quanto as limitações relatadas, além de propor uma reflexão crítica sobre sua real contribuição para a Indústria 4.0.

Diversos trabalhos ressaltam os ganhos em eficiência e tempo de resposta como principal resultado da utilização do QR Code. Paz *et al.* (2022), relatam que a implementação de um protótipo de sistema de manutenção permitiu o acesso remoto a catálogos de peças, diagramas elétricos e registros técnicos por meio de um simples escaneamento, reduzindo drasticamente o tempo gasto em campo e garantindo maior qualidade na execução das atividades. Essa observação é corroborada por Lima *et al.* (2023), que identificaram na assistência técnica de cozinhas industriais uma diminuição significativa no tempo de parada de equipamentos, fator que impacta diretamente a produtividade das empresas. Em ambos os casos, o QR Code mostrou-se uma solução de baixo custo, fácil implementação e de efeitos imediatos no processo produtivo.

Entretanto, nem todos os estudos compartilham da visão de que o QR Code, isoladamente, seja suficiente para sustentar transformações profundas na gestão da manutenção. Conti (2023), enfatiza que, embora a tecnologia seja eficaz no rastreamento de ativos e na disponibilização instantânea de instruções de manutenção, sua adoção em larga escala ainda enfrenta barreiras culturais, falta de treinamento das equipes e escassez de investimentos em infraestrutura digital mínima. Laes *et al.* (2023), ampliam essa discussão ao apontar que a maior parte das pesquisas sobre QR Code na indústria se concentram em aplicações pontuais e de curto prazo, havendo ainda carência de investigações empíricas robustas que avaliem sua sustentabilidade ao longo dos anos. Essa limitação sugere que, embora a ferramenta tenha potencial, sua consolidação como recurso estratégico exige esforços adicionais em padronização, capacitação e integração com outras tecnologias.

A literatura também revela divergências quanto ao alcance da aplicabilidade do QR Code. Enquanto alguns autores (Paz *et al.*, 2022; Guerreiro Neto; Castro Neto, 2017), circunscrevem sua função principalmente à manutenção preventiva e corretiva, outros ampliam o campo de atuação. Laes *et al.* (2023), por exemplo, demonstram que o QR Code pode ser igualmente eficaz em processos de logística, controle de estoque, rastreabilidade da produção e

até em ações de marketing industrial, funcionando como elo entre diferentes departamentos organizacionais. Nesse sentido, a discussão desloca-se da visão reducionista da manutenção para uma abordagem mais holística, em que o QR Code se torna uma ferramenta transversal de gestão da informação na indústria.

Outro aspecto amplamente debatido é a relação entre o QR Code e as tecnologias emergentes da Indústria 4.0. Madsen, Santos e Jørgensen (2021), defendem que os códigos podem ser integrados a redes de sensores IoT em edifícios e plantas industriais, funcionando como identificadores digitais que permitem auto - configuração de sistemas complexos. Essa integração sugere que o QR Code não deve ser visto apenas como solução independente, mas como complemento de baixo custo a sistemas mais sofisticados, possibilitando a digitalização gradual de empresas com menor capacidade de investimento. Em contraponto, Li *et al.* (2024), chamam atenção para as limitações técnicas da leitura dos códigos, como problemas de iluminação, ângulos de captura e distorções visuais, que podem comprometer a confiabilidade em ambientes industriais hostis, sugerindo a necessidade de tecnologias mais robustas, como *Radio Frequency Identification* (RFID) e *blockchain*, para complementar sua atuação.

Nos casos práticos analisados, os resultados positivos aparecem em setores diversificados. Wahidi, Rahman e Wahidi (2022), demonstraram que o uso de QR Codes no monitoramento de planos de manutenção de embarcações navais reduziu falhas não programadas e melhorou a rastreabilidade das atividades realizadas. Já no setor químico, o estudo de caso apresentado por Guerreiro Neto; Castro Neto (2017), evidenciou melhorias nos índices de confiabilidade das máquinas e maior integração entre as equipes de produção e manutenção, com impacto direto em indicadores como MTBF e MTTR. Esses exemplos reforçam a validade da ferramenta em contextos distintos, sugerindo que sua adaptabilidade é uma das principais vantagens.

É necessário ressaltar que alguns autores questionam a dependência excessiva dessa tecnologia. Conti (2023), e Laes *et al.* (2023), alertam que, sem uma estratégia clara de implantação e sem o apoio decisivo da alta gestão, os projetos de digitalização com QR Code tendem a perder força ao longo do tempo. Além disso, a resistência cultural ainda é um entrave importante, já que muitos profissionais de manutenção estão habituados a métodos tradicionais de consulta a manuais físicos e podem apresentar dificuldade em migrar para soluções digitais. A ausência de métricas de desempenho bem definidas, como número de leituras, tempo médio de acesso e retorno sobre investimento (ROI), também aparece como lacuna significativa nas pesquisas, conforme apontam Laes *et al.* (2023).

A análise integrada dos artigos sugere que o QR Code pode ser interpretado como uma

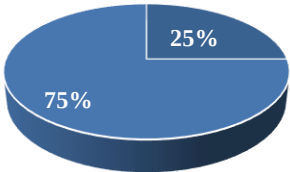
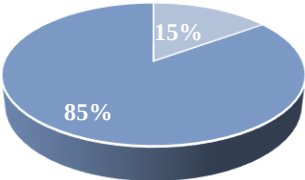
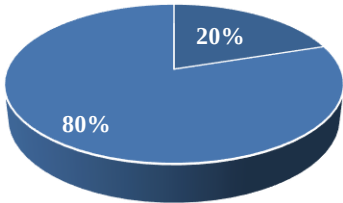
tecnologia de transição. Em empresas com menor maturidade digital, ele pode funcionar como porta de entrada para práticas mais avançadas de manutenção preditiva e gestão de ativos conectados, dado seu baixo custo e relativas simplicidade. Em companhias que já dispõem de sistemas robustos de Iota e ERP, o QR Code tende a ocupar um papel complementar, funcionando como facilitador de acesso às informações e integrador entre o mundo físico e digital. Essa posição intermediária, entre a simplicidade e a sofisticação, talvez seja o maior mérito da tecnologia.

Os resultados indicam que há um consenso em torno do QR Code como ferramenta eficiente, econômica e de rápida implementação, mas persistem divergências sobre sua suficiência como solução autônoma para os desafios da manutenção e da gestão industrial. A discussão aponta que o futuro da tecnologia na indústria depende menos de suas capacidades técnicas isoladas e mais da capacidade organizacional de integrá-la a sistemas digitais mais amplos, promovendo treinamento, padronização e cultura de inovação.

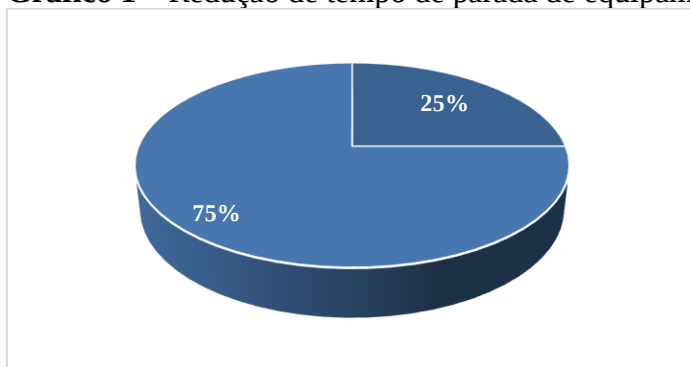
5 RESULTADOS DA UTILIZAÇÃO DO QR CODE

A implementação do QR Code como ferramenta de comunicação e instrução na empresa pode resultar em uma melhoria expressiva na eficiência das operações e facilitando o acesso a informações indispensáveis sobre o equipamento e processo.

Quadro 6 – Resultados do uso de QR Code

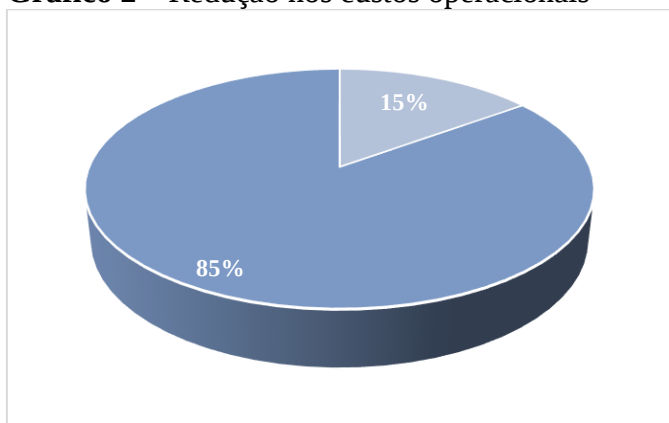
	Empresas reduziram até 25% do tempo de parada dos equipamentos
	Economia média de 15% nos custos operacionais
	Aumento da vida útil dos equipamentos em até 20%
	Mais agilidade na emissão de Ordens de Serviço (O.S.)

Fonte: Autores (2025).

Gráfico 1 – Redução de tempo de parada de equipamentos

Fonte: Autores (2025).

De acordo com estudos de artigos e experiências de empresas que já utilizam o QR Code na Manutenção, conseguiram uma redução de até 25% no tempo de parada das Máquinas e Equipamentos. A Utilização dessa ferramenta evita e previne diversas falhas técnicas e melhora o rendimento dos técnicos em campo de trabalho. Com a documentação em mãos os técnicos podem fazer o diagnóstico dos equipamentos com maior precisão e assertividade, diminuindo assim o tempo de parada de Máquina o *Down time*.

Gráfico 2 – Redução nos custos operacionais

Fonte: Autores (2025).

Com a utilização do QR Code podemos obter uma economia média de 15% nas manutenções e operações de máquinas e equipamentos, pois nosso aplicativo tem a função de Gerenciamento de Custos do almoxarifado para peças em estoque mínimo para imprevistos e manutenções corretivas e Ferramentas. Assim podemos antecipar e prever gastos de manutenção programadas e comprar apenas necessário, deixando. Nosso aplicativo indica também o saldo atual das peças, podendo estimar futuramente comprar de materiais.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do estudo realizado, conclui-se que a utilização de QR Codes na gestão da manutenção industrial e predial representa uma solução estratégica e acessível, capaz de atender às demandas atuais por eficiência, redução de custos e integração digital. A tecnologia, por sua simplicidade e baixo custo, surge como uma alternativa viável para empresas que desejam modernizar seus processos sem grandes investimentos em infraestrutura ou sistemas complexos.

Os resultados obtidos, tanto na revisão bibliográfica quanto nos estudos de caso analisados, apontam ganhos expressivos em indicadores operacionais. A redução do tempo de parada das máquinas em até 25%, a economia média de 15% nos custos operacionais e o aumento da vida útil dos equipamentos em cerca de 20% reforçam a relevância prática da solução. Esses números não apenas demonstram a eficácia da ferramenta, mas também indicam seu potencial para impactar diretamente a competitividade das empresas, uma vez que a disponibilidade dos ativos e a previsibilidade das operações são fatores críticos para o desempenho industrial.

Outro ponto de destaque é a capacidade do QR Code de promover maior integração entre setores e equipes. A comunicação ágil, proporcionada pelo acesso instantâneo às informações via dispositivos móveis, contribui para eliminar falhas de registro, reduzir retrabalhos e garantir maior assertividade na execução das ordens de serviço. Essa característica, aliada à facilidade de treinamento dos colaboradores, torna a tecnologia acessível mesmo para empresas com menor maturidade digital, funcionando como uma porta de entrada para práticas mais avançadas, como manutenção preditiva e integração com sistemas IoT.

Contudo, é necessário reconhecer que a adoção do QR Code não está isenta de desafios. Barreiras culturais, resistência à mudança e falta de padronização nos processos podem comprometer a eficácia da implementação. Para garantir resultados sustentáveis, é fundamental um planejamento estratégico que envolva não apenas a instalação da tecnologia, mas também a capacitação das equipes, a definição de métricas de desempenho e a integração com outras ferramentas digitais. Nesse sentido, o QR Code deve ser compreendido como parte de um ecossistema tecnológico maior, alinhado às diretrizes da Indústria 4.0.

A perspectiva futura aponta para uma evolução no uso do QR Code, especialmente quando integrado a sistemas mais robustos, como CMMS, ERP e IoT. Essa integração permitirá ampliar a rastreabilidade dos ativos, automatizar processos e gerar dados em tempo real para análises preditivas, consolidando a manutenção como um elemento estratégico na gestão

industrial. Além disso, a expansão do uso do QR Code para áreas como logística, controle de estoque e rastreabilidade da produção reforça sua versatilidade e potencial de aplicação transversal.

Em síntese, conclui-se que a tecnologia estudada não deve ser vista apenas como uma solução pontual, mas como um recurso capaz de transformar a cultura organizacional, promovendo maior eficiência, transparência e integração nos processos produtivos. A adoção do QR Code na manutenção industrial representa um passo importante rumo à digitalização das operações, oferecendo às empresas uma ferramenta prática e econômica para enfrentar os desafios da competitividade e da inovação.

Por fim, recomenda-se que futuras pesquisas explorem a aplicação do QR Code em conjunto com tecnologias emergentes, como inteligência artificial e realidade aumentada, ampliando sua funcionalidade e potencial de impacto. Estudos empíricos de longo prazo também são necessários para avaliar a sustentabilidade dos resultados obtidos e identificar oportunidades de melhoria contínua. Dessa forma, será possível consolidar o QR Code como um elemento-chave na transformação digital da manutenção industrial, garantindo não apenas ganhos imediatos, mas também vantagens estratégicas duradouras.

REFERÊNCIAS

- ALPER, Eric. **How do QR Codes in manufacturing will radically transform today's Manufacturing Enterprises**. 2024. Disponível em: <https://www.thatericalper.com>. Acesso em: 19 out. 2024.
- ARAUJO, Joel Cassiano de. **O uso de fluxogramas como recurso didático para demonstrações de teoremas de geometria no ensino fundamental**. 2025. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/34797/1/JCA10062025%20.pdf>. Acesso em: 05 dez. 2025.
- CAIXETA, Valmir. **Como o QR Code otimiza a sua gestão de histórico de manutenção**. 2024. Disponível em: <https://www.blog.auvo.com/qr-code-historico-manutencao>. Acesso em: 19 out. 2024.
- CONTI, C. O. Aplicação do QR Code na manutenção industrial. **Anais da VII Mostra de Docentes em RJI**, 2023.
- CORDEIRO, Erik. **Como o QR Code otimiza a gestão de manutenção**. 2025. Disponível em: [Como o QR Code otimiza a gestão de manutenção](#). Acesso em: 19 out. 2024.
- ENGEMAN. **QR Code na manutenção**: agilize os processos de manutenção. 2024. Disponível em: <https://blog.engeman.com.br>. Acesso em: 19 out. 2024.
- FERNANDES, Jonathan Ideião. **Utilização de QR Codes no auxílio de manutenções elétricas industriais**: estudo de caso em indústria cimenteira paraibana. 2023. Disponível em: <https://repositorio.ifpb.edu.br/handle/177683/2871>. Acesso em: 19 out. 2024.
- GUERREIRO NETO, Antonio do Vale; CASTRO NETO, José de Lima. Tecnologia QR Code: um estudo de caso da melhoria na confiabilidade de máquinas e na comunicação. **Project Management Knowledge Base**, 2017. Disponível em: [PMKB | Tecnologia Qr Code: um estudo de caso da melhoria na confiabilidade Project Management | Gestão de Projetos](#). Acesso em: 19 out. 2025.
- KOSS, Hal. QR Codes in 2025: What They Are and How They're Used. 2024. Disponível em: [QR Codes in 2025: What They Are and How They're Used | Built In](#). Acesso em: 19 out. 2024.
- KPMG. **Global Tech Report 2023**: Industrial manufacturing sector insights. 2023. Disponível em: [KPMG global tech report 2023: Industrial manufacturing sector insights](#). Acesso em: 19 out. 2024.
- LAES, Cindy Aparecida Sousa de. *et al.* O uso de quick response code na indústria: uma revisão bibliográfica narrativa. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, [S. l.], v. 9, n. 6, p. 1033–1048, 2023. DOI: 10.51891/rease.v9i6.10228. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/10228>. Acesso em: 19 out. 2025.
- LIMA, Guilherme Paiola De Castro *et al.* **Uso Do Qr Code Na Assistência Técnica De Uma**

Empresa De Equipamentos De Cozinhas Industriais. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, v. 9, n. 6, p. 1183-1200, 2023.

LIMA, P. E. *et al.* **O uso do QR Code na assistência técnica de uma empresa de equipamentos de cozinhas industriais.** [S.l.: s.n.], 2023.

LIMBLE CMMS. **2023 Maintenance Trends Report.** 2025. Disponível em: [2023 maintenance trends report](#). Acesso em: 19 out. 2024.

LI, Y. *et al.* A novel two-level image rectification algorithm for QR code under distortion conditions. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 214, p. 108322, 2024.

Logistics Management. **How DHL is using technology to streamline fleet maintenance.** 2022. Disponível em: https://www.Logisticsmgmt.com/article/how_dhl_is_using_technology_to_streamline_fleet_maintenance. Acesso em: 03 set. 2025.

MADSEN, S. S.; SANTOS, A. Q.; JØRGENSEN, B. N. A QR code based framework for auto-configuration of IoT sensor networks in buildings. **Energy Informatics**, v. 4, supl. 2, p. 46, 2021.

Manutenção Online. **QR Codes e Manutenção 4.0: o caso AmBev.** 2023. Disponível em: <https://www.manutencaoonline.com.br/qr-codes-e-manutencao-4-0-o-caso-ambev/>. Acesso em: 03 set. 2025.

MY QR CODE. **QR Codes for Industrial Machinery Manufacturing: Essential Uses.** 2024. Disponível em: <https://www.myqrcode.com>. Acesso em: 19 out. 2024.

OPTIMUS. **Como usar QR Code em facilities e manutenção?** 2023. Disponível em: <https://optimus.construmarket.com.br>. Acesso em: 19 out. 2024.

PAZ, T. C. M. *et al.* Desenvolvimento de um sistema por meio da ferramenta QR code para auxiliar a manutenção de equipamentos. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 9, e16711931646, 2022.

POLYTAG. **QR Code: Exploring Innovations & Impact on Industries.** 2024. Disponível em: [QR Code: Exploring Innovations & Impact on Industries - Polytag](#). Acesso em: 19 out. 2024.

QR CODE GENERATION. **Introdução aos QR Codes: Um Guia para Iniciantes.** Disponível em: <https://br.qr-code-generator.com/qr-code-marketing/qr-codes-basics/>. Acesso em: 07 ago. 2025.

RICCE, Adeliana. **Qual é a importância da manutenção e seu impacto na qualidade de produtos e serviços.** Sismetro, 2023. Disponível em: <https://blog.sismetro.com/post/17/qual-e-a-importancia-da-manutencao-e-seu-impacto-na-qualidade-de-produtos-e-servicos>. Acesso em: 07 ago. 2025.

WAHIDI, S. I.; RAHMAN, M.; WAHIDI, M. Study of QR Code Technology Application for Monitoring Activity of Ship Planned Maintenance System. **Kapal Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan**, v. 19, n. 2, p. 109–118, 2022.