

DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA DE APOIO À MANUTENÇÃO INDUSTRIAL UTILIZANDO INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA



DEVELOPMENT OF A SUPPORT TOOL FOR INDUSTRIAL
MAINTENANCE THROUGH GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Adriel Leite da Silva

als38@discente.ifpe.edu.br

Hilda Aleixo Dantas Miranda Costa

hdmc@discente.ifpe.edu.br

Flávio Rosendo da Silva Oliveira

flavio.oliveira@paulista.ifpe.edu.br

Resumo

O setor industrial possui diversos desafios relacionados à manutenção de maquinário. Entre eles, a organização, localização e utilização de literatura técnica, como manuais e guias de configuração, ocupam posição de destaque para a adequada realização de atividades de manutenção. Este trabalho descreve o desenvolvimento de uma ferramenta que utiliza Inteligência Artificial Generativa para apoiar atividades de manutenção industrial. A ferramenta é capaz de responder a questões feitas em linguagem natural, elaborando respostas a partir da literatura técnica disponível. Os resultados obtidos durante a validação da ferramenta encorajam novos estudos e confirmam a viabilidade da aplicação de modelos generativos para apoio à manutenção industrial.

Palavras-chave: Manutenção Industrial. Aprendizado de Máquina. *Large Language Models*. Resposta à Questão.

Abstract

The industrial sector faces several challenges related to machinery maintenance. Among these, the organization, location, and use of technical literature, such as manuals and configuration guides, are key to the proper performance of maintenance activities. This work describes the development of a tool that uses Generative Artificial Intelligence to support industrial maintenance activities. This solution is capable of answering questions asked in natural language, generating responses based on the available

technical literature. The results obtained during the validation of the tool encourage further studies and confirm the feasibility of applying generative models to support industrial maintenance.

Keywords: Industrial Maintenance. Machine Learning. Large Language Models. Question Answering.

1 INTRODUÇÃO

Em meados do século XVIII, os meios de produção artesanal foram substituídos pela produção em alta escala, impulsionada pelos avanços tecnológicos da época, como a criação das máquinas a vapor. Esse desenvolvimento tornou a produção mais rápida e eficiente em comparação ao trabalho manual, moldando o setor industrial ao longo dos anos, conforme a crescente demanda populacional e a necessidade de produzir mais em menos tempo.

O mundo que hoje conhecemos é filho da Revolução Industrial. Ela abre um período na história humana em que, pela primeira vez, os limites para a produção de riquezas pelos homens foram implodidos e nunca mais deixaram de ser superados e expandidos. (Moraes, 2017, p. 47).

Com o avanço da industrialização, surgiu também a conscientização sobre a importância da manutenção adequada dos maquinários, fator crucial para a eficiência produtiva e a segurança industrial. Apesar dos avanços na manutenção industrial, ainda persiste a dificuldade em localizar informações específicas nos manuais técnicos, mesmo por profissionais especializados. Essa limitação pode comprometer a agilidade dos reparos e como consequência, impactar negativamente a produtividade das indústrias (Lutz et al., 2023).

Diante da necessidade de aumentar sua eficiência, a adoção de novas tecnologias surge como uma alternativa para otimizar os processos de manutenção. De acordo com o relato de Nogueira, Guimarães e Silva (2012, p. 176) sobre equipamento produtivo (i.e. ativo industrial), “A manutenção do ativo é fundamental no estabelecimento de uma estrutura que proporcione o aumento da confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos para a produção.”.

Segundo Garcia et al. (2024), o fomento de aplicações que usam Inteligência Artificial (IA) é essencial, já que esses sistemas são capazes de extrair, processar e analisar um grande volume de informações, oferecendo uma gama de opções capazes de aprimorar a tomada de decisões e a eficiência de diversas áreas.

Este artigo descreve o desenvolvimento de um software baseado em IA, apto a auxiliar um operador humano a consultar a literatura técnica disponível, para apoiar atividades de manutenção industrial. Sua relevância se justifica pela necessidade crescente de modernização e automação exigidas pelo mercado para auxiliar nos processos industriais, especialmente em áreas críticas como a manutenção industrial. Ao integrar Inteligência Artificial, de acordo com Souza e Silva (2024), espera-se melhorar a eficiência operacional.

Este trabalho está estruturado em cinco seções. A Seção 2 apresenta a fundamentação teórica do estudo, abordando tópicos utilizados no estudo como Processamento de Linguagem Natural, Modelos de Linguagem de Grande Escala (LLMs), *embeddings* e técnicas de vetorização, juntamente com estratégias de Prompt Engineering e o método Retrieval-Augmented Generation (RAG). Ao final da seção 2, pode-se encontrar trabalhos relacionados que contribuem para a sustentação da proposta desenvolvida. A Seção 3 apresenta a metodologia adotada, que envolve o processo de compreensão da aplicação e as etapas do desenvolvimento da solução baseada em LLMs e em técnicas de recuperação de informações. A Seção 4 foca na avaliação da solução proposta, apresentando testes realizados e resultados obtidos. Encerrando o trabalho, a Seção 5 traz a conclusão, reunindo as principais contribuições da pesquisa, discutindo suas limitações e apontando possíveis caminhos para estudos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Processamento de linguagem natural

A linguagem natural compreende toda comunicação desenvolvida de forma espontânea pelos seres humanos, podendo ser idiomas tais como o Português e o Inglês, indo até as formas de comunicação não verbal, como o uso de linguagens de sinais para comunicação.

Natural Language Processing (Processamento de Linguagem Natural - PLN) estuda as interações entre a linguagem humana e os computadores, combinando conhecimentos da Ciência da Computação e Linguística Computacional. Segundo Lopez e Kalita (2017), NLP permite que os computadores analisem, compreendam e extraiam significado da linguagem humana de forma inteligente e útil. Contudo, é preciso que esses sistemas sejam desenvolvidos com atenção para evitar problemas como o vazamento de dados armazenados e a reprodução de vieses que refletem alguma forma de discriminação, conforme destaca Santos (2024). Um dos principais desafios na área de NLP é a resposta a perguntas (Wang,

2022), na qual o sistema precisa fornecer respostas precisas e contextualizadas, muitas vezes sobre temas que possuem alta complexidade. Na manutenção de maquinário, por exemplo, é exigida precisão sobre o conteúdo gerado em resposta a perguntas feitas pelos profissionais de manutenção.

É comum que, nessa área, os modelos sejam treinados com dados em linguagem natural. Porém, segundo Santos (2024), esse processo enfrenta desafios como a privacidade e a proteção das informações.

2.2 Large Language Models

Os modelos de IA Generativa possuem uma gama de uso diversificada, sendo capazes de automatizar o processamento de informações e gerar resultados em todas as principais formas de pensamento humano, Holmes e Miao (2024). Como parte da área de IA Generativa, temos os *Large Language Models* (LLM), modelos capazes de processar e gerar dados de caráter textual, sendo utilizados em tarefas envolvendo NLP, de acordo com pesquisa realizada por Tan et al. (2023). A cada atualização, os modelos de LLM, em especial os modelos *Generative Pre-Trained Transformer* (GPT), se tornam cada vez mais assertivos e eficientes na tarefa de responder a perguntas.

2.3 Embeddings e vetorização

Os *embeddings* são representações numéricas de palavras, frases ou documentos situados em um espaço vetorial contínuo. Essas representações permitem que os modelos de aprendizado de máquina façam o processamento da linguagem natural de maneira mais eficiente, por meio de associação semântica entre as palavras. Diferentes técnicas de *embeddings* foram desenvolvidas ao longo do tempo e amplamente usadas, como Word2Vec (Mikolov et al., 2013), GloVe (Pennington et al., 2014) e FastText (Bojanowski et al., 2017).

Neste trabalho, a vetorização dos textos foi realizada por meio da geração de *embeddings*, sendo posteriormente indexados em uma estrutura de busca vetorial utilizando o banco de dados vetorial FAISS (Facebook AI Similarity Search), escolhido por ser uma solução *open source* e otimizada para execução em CPU e GPU, garantindo a eficiência e rapidez nas consultas e reduzindo custos computacionais. O seu uso possibilitou a organização eficiente dos vetores e sua recuperação através da busca semântica, onde são usados como contexto quando a funcionalidade de resposta a perguntas for acionada.

2.4 Utilização de *prompt engineering*

Prompt Engineering é uma técnica utilizada para otimizar a interação com modelos de linguagem natural, permitindo que os resultados sejam mais precisos e relacionados aos objetivos deste artigo. Como os modelos respondem seguindo os comandos fornecidos, a formulação do *prompt* é o que define, em parte, a eficiência da resposta gerada. Alguns métodos utilizados incluem *Few-shot Learning*, que insere exemplos no próprio *prompt* para guiar a resposta do modelo; *Zero-shot Learning*, que se baseia apenas na formulação da pergunta sem exemplos adicionais; *Chain-of-Thought*, que utiliza uma sequência lógica de raciocínio dentro do *prompt* para incentivar respostas mais coerentes; e *In-context Learning*, onde o modelo consegue aprender padrões a partir dos exemplos apresentados durante a interação. Com base neste conhecimento, foram aplicadas técnicas de *Prompt Engineering* para garantir que as respostas do modelo sejam mais precisas e diretamente relacionadas à intenção de respostas. Por exemplo, conforme nossa experimentação, adicionar ao *prompt*, a frase “Respostas diretas sobre o manual escolhido em português.”, melhorou a qualidade das respostas obtidas.

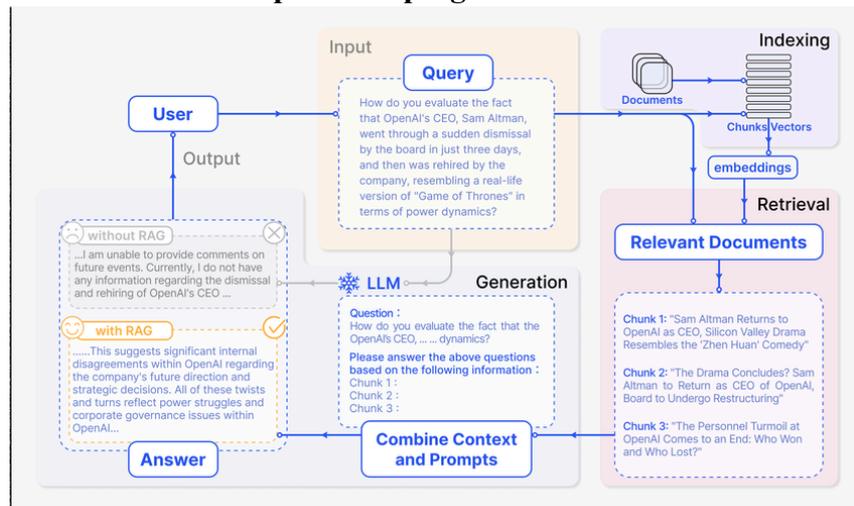
2.5 *Retrieval Augmented Generation*

A técnica, conhecida como *Retrieval Augmented Generation* (RAG), foi desenvolvida para permitir que o LLM possa responder perguntas com mais precisão, combinando o conhecimento interno do modelo com fontes externas de dados. Essa combinação faz com que o modelo seja capaz de utilizar novas informações sem que precise ser retreinado, alterando sua estrutura interna.

O fluxo descrito na Figura 1 demonstra o processo de inferência usado pelo modelo. Primeiro, o usuário fornece uma entrada textual. Em seguida um agente recuperador, chamado *Retrieval*, é acionado para buscar informações em fontes externas, como em bancos de dados vetoriais. Através desse processo de recuperação, o modelo usa os dados externos para adquirir novas informações e as combina com a entrada fornecida pelo usuário.

Após essa etapa, o modelo realiza a geração da resposta baseado no componente chamado *Generation*, que consiste em combinar os dados recuperados com os conhecimentos pré-existent no modelo. Esse fluxo é necessário para o funcionamento do sistema baseado em perguntas e respostas e utilizado no sistema desenvolvido neste trabalho.

Figura 1: Representação do processo RAG, expondo os elementos usados para responder a perguntas.



Fonte: (Gao et al., 2023)

2.6 Trabalhos relacionados

O trabalho apresentado por Garcia et al. (2024) é ambientado no setor industrial, mostrando diversos cenários e reflexões sobre o uso de LLMs, expondo problemas que a indústria atualmente sofre e dando ênfase à quantidade de dados gerados constantemente e que podem ser utilizados por tais modelos. O ponto-chave desse trabalho é que o modelo não se limita apenas a consumir dados textuais de manuais, mas segundo a arquitetura do seu sistema os agentes externos são orquestrados e acionados conforme a necessidade de responder questões mais complexas. Dessa forma, o orquestrador aciona outros modelos mediante APIs (*Application Programming Interface*) para extrair conhecimento dessas fontes, podendo ser como: modelos de visão computacional, matemáticos, estatísticos ou classificadores.

Dentre os trabalhos analisados, destaca-se Oliveira (2024), que emprega a técnica *Retrieval-Augmented Generation* (RAG) para complementar o conhecimento do modelo com fontes externas, evitando a limitação imposta pelo conhecimento interno do LLM. Também fez parte da análise, o estudo de Abijith et al. (2023) intitulado *Large Language Models Trained on Equipment Maintenance Text*, que explora o uso de modelos como GPT-3 e o BERT *Bidirectional Encoder Representations from Transformers* (BERT), para extrair conhecimento de ordens de serviço, registros técnicos e documentos de boas práticas. Já o estudo de Naqvi et al. (2024), *Unlocking Maintenance Insights in Industrial Text Through Semantic Search* informa uma abordagem baseada no processamento técnico de linguagem, ajustando modelos como o BERT para tratar textos complexos e não estruturados.

3 METODOLOGIA

O planejamento da solução foi iniciado com um levantamento sobre soluções disponíveis no mercado de manutenção industrial, investigando de que forma tecnologias baseadas em modelos de linguagem estão sendo aplicadas. Essa etapa teve como objetivo reunir informações que fundamentassem o desenvolvimento da solução proposta, garantindo que ela estivesse alinhada com as necessidades reais do setor. Para isso, foram analisadas ferramentas similares já em uso que poderiam servir de referência para o desenvolvimento desta solução. Paralelamente, foram realizadas buscas envolvendo artigos acadêmicos e estudos de caso relacionados ao uso de LLMs na manutenção industrial, a fim de identificar em caráter inicial, o potencial dessas tecnologias na otimização de processos de reparo e diagnóstico de maquinários. As subseções a seguir detalham a etapa de entendimento da área e o desenvolvimento da solução.

3.1 Entendimento da área

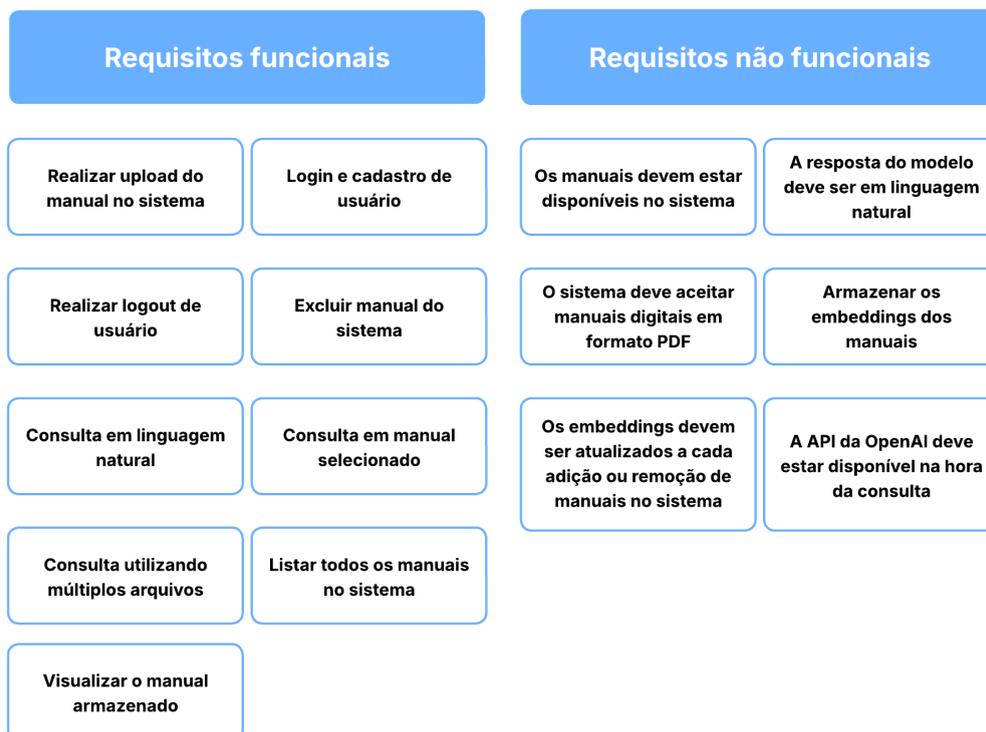
Inicialmente, foi realizada uma análise de soluções disponíveis no mercado, visando identificar ferramentas que desempenham um papel similar à proposta deste trabalho. Como resultado, a pesquisa feita através de buscas online em bases de dados e publicações digitais, apontou que a maioria dos softwares relacionados à manutenção de maquinário são voltados para a manutenção preventiva usando métricas capturadas das máquinas que revelam um mau funcionamento ou um possível defeito iminente. Assim, as soluções encontradas não estavam alinhadas conforme a proposta deste trabalho.

Com base nas atividades de pesquisas realizadas anteriormente, foram definidos alguns requisitos funcionais essenciais para o sistema, como mostra a Figura 2. A seleção das tecnologias baseou-se na viabilidade técnica e facilidade de integração, características observadas e testadas em trechos de código construídos como prova de conceito. Para o *backend* (Processamento e armazenamento de dados) adotou-se a linguagem Python com o *framework* Django, o banco de dados SQLite e o modelo GPT-3.5 Turbo, disponibilizado pela OpenAI. O *frontend* (Interface do usuário) foi desenvolvido com HTML, CSS e JavaScript.

A escolha do modelo ocorreu após algumas etapas de testes com diferentes modelos, como o Llama3, de código aberto e com 7 bilhões de parâmetros. No entanto, observando o desempenho dos modelos instalados localmente, foi possível notar problemas relacionados ao alto uso de *hardware*, ocasionando travamento no sistema e demora para gerar respostas. Ao utilizar modelos locais que atendiam aos requisitos de *hardware* utilizados neste trabalho, como o Llama3 com uma quantidade menor de parâmetros, foi observado que a capacidade de gerar respostas assertivas foi baixa, e o modelo não conseguiu responder perguntas simples. Por conta desses fatores, foi decidido utilizar uma API ofertada pela OpenAI, o modelo GPT 3.5 turbo, pois o modelo é capaz de entregar tanto desempenho como eficiência.

Em seguida, foi elaborado o *backlog* do produto, contendo as principais funcionalidades a serem ofertadas pelo software, como pode ser visto na Figura 2. O *backlog* do produto foi atualizado continuamente para refletir os ajustes realizados durante o processo de desenvolvimento.

Figura 2: Backlog do software SAMI (Sistema de Apoio à Manutenção Industrial)



Fonte: autoria própria, 2025.

3.2 Desenvolvimento da solução

Como o principal foco deste trabalho é gerar respostas baseadas em literatura técnica, o primeiro ponto a tratar é o armazenamento desse tipo de material. Geralmente, manuais

digitais estão em formato PDF. Com isso, foi desenvolvida uma interface onde o usuário consegue enviar arquivos para serem armazenados. A aplicação web aciona o *backend* do sistema, que por sua vez, realiza a conexão com o banco de dados local SQLite e armazena o link relacionado ao arquivo armazenado no sistema de arquivos do Django (i.e. *storage*). Nesse momento, é acionado um LLM para geração de *embeddings*. Esses *embeddings* são gerados e armazenados juntamente com os *chunks* de texto no banco de dados vetorial FAISS. Esse processo ocorre com todos os manuais que se encontram armazenados no sistema. A cada adição ou remoção de manuais, o banco de dados vetorial é atualizado através da função “*save_local*” do FAISS. Um arquivo persistente é então criado, contendo os dados vetoriais para uso posterior. Com o manual cadastrado no sistema, é possível visualizar seu conteúdo, além de excluir e visualizar informações opcionais, como título e descrição para aquele manual. Também são coletadas informações sobre quando aquele documento foi colocado no sistema, gerando um log do momento em que a ação foi realizada.

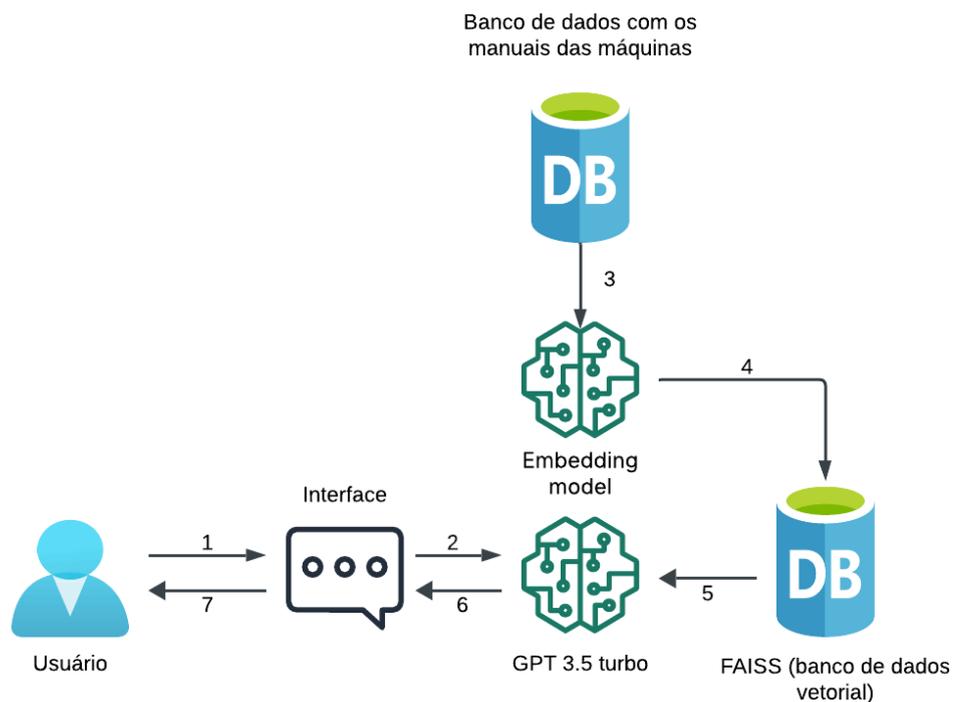
A partir do ponto em que o usuário adiciona manuais no sistema, a funcionalidade de resposta à pergunta pode ser utilizada. Há duas formas de realizar a consulta nos manuais: o usuário pode selecionar um único manual por meio de uma caixa de seleção na interface do chatbot, ou realizar a pesquisa em todos os documentos armazenados no sistema. Para a segunda opção, recomenda-se que o usuário forneça informações que ajudem a contextualizar sua pergunta, como o nome do equipamento, o modelo ou o tipo de componente que esteja procurando. Essa prática é importante, pois, diferentes maquinários podem ter mecanismos e peças parecidas, como, opções de reset, ou estruturas com componentes semelhantes. Após essa etapa, o usuário pode interagir com o LLM para ter suas perguntas respondidas conforme a literatura técnica.

A Figura 3, ilustra o fluxo que o sistema segue para gerar respostas, baseando-se na abordagem de seleção de documentos. A diferença das abordagens está na geração e armazenamento dos *embeddings* no banco de dados vetorial, pois na seleção de documento, um novo banco é gerado temporariamente e armazena os *embeddings* daquele manual selecionado. Na abordagem envolvendo todos os documentos, é usado o banco de dados vetorial previamente criado. Esse método é utilizado para evitar problemas de desempenho, pois, quanto mais manuais armazenados no sistema, mais tempo seria necessário para a geração de *embeddings* no momento da consulta. Portanto, com o banco de dados vetorial já criado, a etapa de geração de *embeddings* no momento da consulta não é necessária.

No passo 1, a pergunta é feita pelo usuário em linguagem natural na interface do sistema. No passo 2, a pergunta é então enviada via interface do sistema ao *backend*, onde é

armazenada para posteriormente ser acionada durante a geração dos *embeddings*. No passo 3, o modelo de geração de *embeddings*, também disponível pela OpenAI, é acionado, e os *embeddings* do manual escolhido pelo usuário são gerados. No passo 4, os *embeddings* do manual são armazenados como *chunks* de textos em um banco de dados vetorial. Esses *embeddings* e *chunks* são armazenados temporariamente no banco de dados. No passo 5, o modelo GPT 3.5 Turbo, é acionado pela API da OpenAI e os *embeddings* da pergunta são gerados internamente. Em seguida, o FAISS compara o vetor da pergunta com os vetores armazenados do manual, identificando os *chunks* mais relevantes do conteúdo do manual selecionado. Por fim, o modelo pode responder de forma precisa à pergunta passada pelo usuário. No passo 6, a saída do modelo é enviada para a interface. No passo 7, o usuário consegue ter acesso à resposta gerada.

Figura 3: Fluxo da funcionalidade de busca de informações nos manuais técnicos.



Fonte: autoria própria, 2025.

4. TESTE DA SOLUÇÃO

Após a finalização da etapa de desenvolvimento do sistema, tornou-se necessário realizar uma avaliação do desempenho do modelo, com o objetivo de verificar sua capacidade de fornecer respostas precisas e coerentes às perguntas formuladas com base no conteúdo de manuais técnicos. Para isso, uma base de dados foi criada contendo 30 perguntas elaboradas a partir do conteúdo dos manuais. Para cada pergunta, foi definida uma resposta esperada consultando um dos manuais técnicos. A partir daí, essas respostas geradas por humanos foram comparadas com as respostas geradas pelo LLM. A Tabela 1 apresenta amostras da base de dados, contendo a pergunta, a resposta esperada e a resposta gerada para cada pergunta feita ao modelo. A base de dados completa pode ser vista no Apêndice A.

Tabela 1. Amostras Da Base De Dados Usada Para Avaliar O Desempenho Do Modelo

Pergunta	Resposta esperada	Resposta gerada pelo modelo
Sobre a máquina de estampar Stamp360, Qual seria a temperatura ideal para utilizar a máquina?	MANTER TEMPERATURA ATÉ 130°	A temperatura ideal para utilizar a máquina de estampar Stamp360 pode variar dependendo do material que está sendo estampado. No manual fornecido, não há uma temperatura específica mencionada, mas é indicado que a temperatura inicial de fábrica é configurada em 130°. Recomenda-se ajustar a temperatura desejada de acordo com o tipo de material que está sendo estampado. É importante seguir as instruções de ajuste de temperatura fornecidas no manual da máquina.
Sobre a Prensa estamparia - Stamp360-Rimaq, Como faço para limpar o cilindro	Se houver necessidade o cilindro de silicone da resistência poderá ser limpo com um pano umedecido em álcool, com ela fria. Não utilize outros materiais ou solventes, pois poderão prejudicar a estrutura de	Para limpar o cilindro de silicone da prensa estamparia Stamp 360 da Rimaq, você pode seguir as orientações abaixo: - Desligue o equipamento e certifique-se de que esteja desconectado da tomada. - Utilize um pano umedecido em álcool para limpar o cilindro de silicone. Certifique-se de que o cilindro esteja frio antes de iniciar a limpeza. - Evite o uso de outros

	silicone da resistência.	materiais ou solventes, pois podem danificar a estrutura de silicone do cilindro. Lembre-se de sempre seguir as instruções do manual do usuário para garantir a correta manutenção da sua máquina
--	--------------------------	---

Fonte: Autoria própria, 2025.

A primeira forma de avaliação utilizada foi a análise de similaridade semântica. Para isso, a base de dados criada foi examinada e, através da técnica de similaridade do cosseno, as respostas geradas pelo modelo foram comparadas com as respostas esperadas. O resultado dessa comparação gerou uma porcentagem que indica o grau de semelhança entre as duas respostas. A fórmula da similaridade de cosseno é representada na Equação 1, onde os vetores A e B representam os dados a serem comparados.

$$\text{similaridade de cosseno} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i X B_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n A_i^2 X B_i^2}} \quad (1)$$

Outra métrica utilizada é o *Exact Match*, nesse tipo de avaliação as respostas do modelo devem ser exatamente iguais às respostas usadas como referência, como mostra a figura 4. Para isso, é atribuído um valor individual para cada amostra, e em seguida, é gerada uma média baseada na quantidade total de amostras utilizadas.

Figura 4: Fórmula Exact Match.

$$EM = \begin{cases} 1, & \text{se a resposta gerada for igual a resposta esperada,} \\ 0, & \text{se for diferente.} \end{cases}$$

Fonte: autoria própria, 2025.

A segunda forma de avaliação foi mediante inspeção manual das respostas. Essa avaliação consistiu na leitura individual de cada resposta gerada, seguida de uma comparação com sua respectiva resposta esperada, levando em consideração a coerência e precisão entre as duas respostas. Após a análise, cada membro atribuiu sua classificação, entre 0 ou 1, e as

divergências foram discutidas até se chegar em um consenso para cada caso. Dessa forma foi possível gerar métricas para classificação como, Acurácia e F1-Score.

Duas matrizes são utilizadas para gerar as métricas para classificação, uma contendo a rotulação das perguntas geradas pelo modelo, e a outra onde todos os valores são da classe alvo, no caso, a classe 1. É necessário entender quatro parâmetros presentes nas equações que serão apresentadas. *VP* significa verdadeiros positivos, quando o modelo previu corretamente a classe positiva, *VN* verdadeiros negativos, o modelo previu corretamente a classe negativa, *FP* seriam os falsos positivos, o modelo previu como classe positiva, mas a classe real era negativa, e por último, *FN* falsos negativos, onde o modelo previu sendo a classe negativa, mas a classe verdadeira era positiva.

A Acurácia é a proporção de predições corretas feitas pelo modelo em relação ao número total de predições. Na Equação 2 é mostrado como a Acurácia é calculada, no numerador a soma de *VP* e *VN* simbolizam a quantidade total de acertos. Sendo dividido pela quantidade total de predições.

$$Acurácia = \frac{VP+VN}{VP+VN+FP+FN} \quad (2)$$

Já o F1-Score, conforme Equação 3, busca representar a média harmônica entre a precisão (i.e. proporção de acertos entre as previsões positivas) e o *recall* (i.e. capacidade do modelo de identificar corretamente os casos positivos). O numerador representa o peso combinado das previsões corretas, duplicando o impacto dos verdadeiros positivos. Já o denominador considera não apenas os acertos, mas também os erros do modelo. Dessa forma, penaliza situações em que o modelo apresenta alto número de erros, mesmo que acerte bem em alguns casos, oferecendo uma medida equilibrada.

$$F1 = \frac{2 \times VP}{2 \times VP + FP + FN} \quad (3)$$

A terceira forma de avaliação, utilizou um LLM auxiliar como juiz dos acertos e erros sobre as respostas dadas pelo LLM utilizado como parte do sistema. Dessa vez foi utilizado o modelo GPT-4o na interface do ChatGPT para classificar as respostas como 0 ou 1, com o

prompt, apresentado na figura 5. Dessa forma pode-se ter uma segunda opinião para julgar o modelo utilizado no sistema.

Figura 5: Prompt para análise de similaridade semântica.

Você receberá duas respostas:

Resposta esperada (referência ideal) e Resposta do modelo (texto a ser avaliado). Objetivo: Determine se a resposta do modelo transmite a mesma informação essencial da resposta esperada, mesmo que use palavras ou estruturas diferentes.

Critério de avaliação: Responda 1 se a resposta do modelo apresentar corretamente o mesmo conteúdo central da resposta esperada.

Responda 0 se a resposta do modelo estiver incorreta, ou não aborde adequadamente o conteúdo central.

Resposta esperada:

MANTER TEMPERATURA ATÉ 130º

Resposta do modelo:

A temperatura ideal para utilizar a máquina de estampar Stamp360 pode variar dependendo do material que está sendo estampado. No manual fornecido, não há uma temperatura específica mencionada, mas é indicado que a temperatura inicial de fábrica é configurada em 130º.

Recomenda-se ajustar a temperatura desejada de acordo com o tipo de material que está sendo estampado. É importante seguir as instruções de ajuste de temperatura fornecidas no manual da máquina.

Fonte: autoria própria, 2025.

A seguir, na Tabela 2, podem-se ver resultados obtidos a partir das diferentes abordagens de avaliação utilizadas. Para cada método, foram analisadas métricas como Teste de Similaridade, *Exact Match*, Acurácia e F1-Score. A partir dos resultados é possível observar que a avaliação baseada em Teste de Similaridade apresentou um resultado de 80,5% , indicando uma boa sobreposição semântica entre as respostas. Por outro lado, o valor de 0,0% na métrica *Exact Match* mostra que nenhuma resposta gerada coincidiu exatamente com a resposta esperada em termos literais. Já a avaliação manual, obteve 70,0% de Acurácia e 82,3% de F1-Score, o que sugere que, mesmo com variações linguísticas, as respostas mantinham conteúdo relevante. A avaliação por LLM apresentou 66,6% de Acurácia e 80,0% de F1-Score, valores inferiores aos da avaliação manual, mas ainda indicativos de desempenho razoável. O valor mais baixo da avaliação por LLM ocorreu porque o modelo foi mais rigoroso com relação ao tamanho da resposta e penalizou informações adicionais não contidas na resposta esperada. Mesmo que o eixo central tenha sido respondido com exatidão, se o tamanho não fosse semelhante à resposta esperada ou se a resposta possuísse mais informações do que deveria, o modelo julgou como resposta errada.

Tabela 2. Métricas Utilizadas Na Avaliação Realizada

Método	Métrica	Resultado
Avaliação Algorítmica	Teste de Similaridade	80,5%
Avaliação Algorítmica	<i>Exact Match</i>	0,0%
Avaliação Manual	Acurácia	70,0%
Avaliação Manual	F1-Score	82,3%
Avaliação por LLM	Acurácia	66,6%
Avaliação por LLM	F1-Score	80,0%

Fonte: Autoria própria, 2024.

5. CONCLUSÃO

Este artigo teve como propósito principal descrever o desenvolvimento de uma solução capaz de auxiliar na recuperação de informações técnicas, frequentemente dispersas em documentos extensos e de difícil consulta, como manuais de máquinas e equipamentos industriais. A proposta se mostrou pertinente diante das necessidades observadas no setor, especialmente sobre a otimização de processos de manutenção e suporte técnico. A construção da ferramenta aliando técnicas de NLP, geração de *embeddings* e recuperação semântica de informações representa um estudo agregador sobre sistemas inteligentes no contexto industrial.

Ao longo do desenvolvimento, foram identificadas tanto potencialidades quanto limitações inerentes à abordagem adotada. Por um lado, observou-se que o LLM utilizado é capaz de compreender e interpretar comandos em linguagem natural, apresentando respostas com bom nível de coerência e alinhamento com os conteúdos dos manuais. Por outro, também ficou evidente que a forma como os modelos geram respostas muitas vezes reescrevendo as respostas com variações linguísticas significativas, pode dificultar avaliações

baseadas em correspondência literal. Esse tipo de resultado reforça a importância de se empregar diversos métodos de avaliação e considerar a subjetividade envolvida na análise da qualidade das respostas.

Diante do que foi alcançado, considera-se que os resultados obtidos são promissores e indicam a viabilidade do uso de LLMs como ferramentas de apoio técnico em ambientes industriais. Contudo, há margem para aprimoramentos. Trabalhos futuros devem considerar a ampliação da base de perguntas e documentos, a participação de profissionais da área na construção e validação do corpus de perguntas e respostas, bem como a experimentação com diferentes modelos de linguagem e estratégias de avaliação mais robustas. Espera-se, assim, evoluir para soluções ainda mais precisas, eficazes e adaptadas às necessidades reais de quem atua diretamente na linha de frente da indústria.

REFERÊNCIAS

ABIJITH, P. Y.; PATIDAR, Piyush; NAIR, Gaurav; PANDYA, Rohan. ***Large Language Models trained on equipment maintenance text***. Abu Dhabi: Society of Petroleum Engineers, 2023. Disponível em: <https://onepetro.org/SPEADIP/proceedings-abstract/23ADIP/23ADIP/534517>. Acesso em: 25 maio 2025.

BOJANOWSKI, Piotr; GRAVE, Edouard; JOULIN, Armand; MIKOLOV, Tomas. ***Enriching word vectors with subword information***. 2017. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1607.04606>. Acesso em: 18 ago. 2025.

GAO, Yunfan et al. ***Retrieval-Augmented Generation for Large Language Models: A Survey***. Shanghai: Shanghai Research Institute for Intelligent Autonomous Systems, Tongji University, 2024. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2312.10997>. Acesso em: 25 maio 2025.

GARCIA, Cristian I.; DIBATTISTA, Marcus A.; LETELIER, Tomás A.; HALLORAN, Hunter D.; CAMELIO, Jaime A. ***Framework for LLM applications in manufacturing***. Innovation Factory, College of Engineering, University of Georgia, 302 E Campus Rd, Athens, GA 30602, United States. 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213846324000920> Acesso em: 14 out. 2024.

HOLMES, Wayne; MIAO, Fengchun. ***Guia para a IA generativa na educação e na pesquisa***. Place de Fontenoy, 75352 Paris 07 SP, França: Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, 2024. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000390241>. Acesso em: 6 março 2025.

LOPEZ, Marc Moreno; KALITA, Jugal. ***Deep Learning applied to NLP***. College of Engineering and Applied Sciences, University of Colorado Colorado Springs, Colorado

Springs, Colorado, 2017. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1703.03091>. Acesso em: 06 março 2025.

LUTZ, Marc-Alexander; SCHÄFERMEIER, Bastian; SEXTON, Rachael; SHARP, Michael; DIMA, Alden; FAULSTICH, Stefan; ALURI, Jagan Mohini. ***KPI Extraction from Maintenance Work Orders—A Comparison of Expert Labeling, Text Classification and AI-Assisted Tagging for Computing Failure Rates of Wind Turbines.*** 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1996-1073/16/24/7937>. Acesso em: 18 maio 2025.

MIKOLOV, Tomas; CHEN, Kai; CORRADO, Greg; DEAN, Jeffrey. ***Efficient estimation of word representations in vector space.*** 2013. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1301.3781>. Acesso em: 18 ago. 2025.

MORAES, Luís Edmundo. ***História Contemporânea: da Revolução Francesa à Primeira Guerra Mundial.*** São Paulo: Editora Contexto, 2017. p. 47.

NAQVI, Syed Meesam Raza; GHUFRAN, Mohammad; VARNIER, Christophe; NICOD, Jean-Marc; JAVED, Kamran; ZERHOUNI, Nouredine. ***Unlocking maintenance insights in industrial text through semantic search.*** 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0166361524000113>. Acesso em: 25 maio 2025.

NOGUEIRA, Cássio Ferreira; GUIMARÃES, Leonardo Miranda; SILVA, Margarete Diniz Braz da. ***Manutenção industrial: Implementação da manutenção produtiva total (TPM).*** 2012. Disponível em: <https://revistas.unibh.br/dcet/article/view/73530>. Acesso em: 04 set. 2024.

OLIVEIRA, Nathan Souza de. ***Desenvolvimento de um Assistente Chatbot Inteligente para Instalações Elétricas baseado em Modelo de Linguagem Grande (LLM).*** 2024. 48f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica), Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2024. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/server/api/core/bitstreams/35820f98-15c7-4886-bb64-917f9bda339e/content>. Acesso em: 01 de set. 2024

PENNINGTON, Jeffrey; SOCHER, Richard; MANNING, Christopher. GloVe: ***Global vectors for word representation.*** 2014. Disponível em: <https://aclanthology.org/D14-1162/>. Acesso em: 18 ago. 2025.

SANTOS NETO, Manoel Verissimo dos. ***Resolução de problemas com processamento de linguagem natural.*** Goiânia: Cegraf UFG. E-book (59p.). ISBN 978-85-495-0960-4. 2024. Disponível em: <http://repositorio.bc.ufg.br/handle/ri/25422>. Acesso em: 04 set. 2024.

SOUZA, Alan Christian Almeida; SILVA, Paula Renatha Nunes da. ***Aplicação da Inteligência Artificial na Engenharia de Confiabilidade e Manutenção Preditiva: Um Estudo de Caso na Indústria de Mineração.*** 2024. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/16252>. Acesso em: 18 maio 2025.

TAN, Yiming et al. ***Can ChatGPT Replace Traditional KBQA Models? An In-depth Analysis of the Question Answering Performance of the GPT LLM Family.*** In: Proceedings

of ISWC 2023, 22nd International Semantic Web Conference, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.07992>. Acesso em: 06 mar. 2025.

WANG, Z. *Modern Question Answering Datasets and Benchmarks: A Survey*. 2022. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2206.15030>. Acesso em: 25 maio 2025.

Apêndice A – Quadro 2. Total de Amostras Usadas Para Avaliar o Desempenho do Modelo.

Pergunta	Resposta esperada	Resposta gerada pelo modelo
Sobre a máquina de estampar Stamp360, Qual seria a temperatura ideal para utilizar a máquina?	MANTER TEMPERATURA ATÉ 130°	A temperatura ideal para utilizar a máquina de estampar Stamp360 pode variar dependendo do material que está sendo estampado. No manual fornecido, não há uma temperatura específica mencionada, mas é indicado que a temperatura inicial de fábrica é configurada em 130°. Recomenda-se ajustar a temperatura desejada de acordo com o tipo de material que está sendo estampado. É importante seguir as instruções de ajuste de temperatura fornecidas no manual da máquina.
Sobre a Prensa estamparia - Stamp360-Rimaq, Como faço para limpar o cilindro	Se houver necessidade o cilindro de silicone da resistência poderá ser limpo com um pano umedecido em álcool, com ela fria. Não utilize outros materiais ou solventes, pois poderão prejudicar a estrutura de silicone da resistência.	Para limpar o cilindro de silicone da prensa estamparia Stamp 360 da Rimaq, você pode seguir as orientações abaixo: - Desligue o equipamento e certifique-se de que esteja desconectado da tomada. - Utilize um pano umedecido em álcool para limpar o cilindro de silicone. Certifique-se de que o

		<p>cilindro esteja frio antes de iniciar a limpeza. - Evite o uso de outros materiais ou solventes, pois podem danificar a estrutura de silicone do cilindro. Lembre-se de sempre seguir as instruções do manual do usuário para garantir a correta manutenção da sua máquina</p>
<p>Sobre a máquina de costura Jack A4, Como mudar o idioma da função de voz?</p>	<p>Para entrar no parâmetro de troca de idioma, deve-se manter a tecla pressionada. Em seguida, encontre o parâmetro P99 com as teclas de direção e pressione para confirmar.1. No painel da máquina, encontre o parâmetro P99 utilizando as teclas de direção.2. Pressione a tecla para confirmar e entrar no parâmetro.3. Utilize as teclas de direção para encontrar a opção de idioma desejada.4. Pressione a tecla para confirmar a escolha do idioma.5. A função de voz da máquina agora estará no idioma selecionado.</p>	<p>Para mudar o idioma da função de voz da máquina de costura Jack A4, você precisa seguir os passos abaixo: 1. Mantenha pressionada a tecla específica para entrar no modo de configuração. 2. Utilize as teclas de direção para encontrar o parâmetro de troca de idioma (no caso, o parâmetro P99). 3. Pressione para confirmar a seleção do parâmetro P99. 4. Selecione a opção desejada para o idioma da voz: 0 para desligar a voz, 1 para ligar a voz em Português, ou 2 para ligar a voz em Chinês. 5. Após realizar essa configuração, a máquina Jack A4 estará com a voz no idioma escolhido. Lembrando que essas instruções são baseadas no manual da máquina Jack A4 e podem variar de acordo com o modelo específico.</p>
<p>Sobre a máquina de costura Jack A4, o que fazer quando acontece sobrecarga de hardware?</p>	<p>1: Verifique se a tensão está normal (110V ou 220V) 2: Verifique se a placa fonte foi danificada 3: Verifique se o motor está falhando</p>	<p>Quando ocorre uma sobrecarga de hardware na máquina de costura Jack A4, você deve seguir as seguintes etapas para tentar resolver o problema: 1. Verifique se a tensão está normal (110V ou 220V). 2. Verifique se a placa fonte foi danificada. 3. Verifique se o motor</p>

		está falhando. Se seguir essas etapas e o problema persistir, é recomendado entrar em contato com o suporte técnico da máquina para assistência especializada.
Sobre a máquina de costura Jack A4, como funciona o levantamento automático do calcador?	Essa função permite levantar o calcador por meio do pedal ou por aproximação do tecido, ativando um solenóide que está incorporado dentro da máquina. Aumenta a eficiência e reduz o esforço físico do operador. É uma invenção global patenteada pela Jack.	O levantamento automático do calcador na máquina de costura Jack A4 é ativado por meio de um sensor de levantamento do calcador. Esse sensor é acionado pela aproximação do tecido ou pelo pedal, o que ativa um solenóide incorporado na máquina. Esse recurso aumenta a eficiência e reduz o esforço físico do operador.
Sobre a máquina de costura Jack A4, qual o parâmetro para ajustar a velocidade máxima de costura livre?	P01	O parâmetro para ajustar a velocidade máxima de costura livre na máquina de costura Jack A4 é o P60, que tem uma faixa de 200 a 5000.
Sobre a máquina elevatória, Como realizar o procedimento de torque?	Alinhe a parte cônica (porca sextavada) do tubo à parte frontal do corpo da conexão (conexão sextavada) e aperte com a mão a porca sextavada, unindo-a à conexão sextavada, com torque de aproximadamente 3,4 Nm. 2 Com um marcador de tinta indelével, faça uma marca de referência em uma das faces da porca sextavada e continue essa marca até a conexão sextavada. Consulte a Figura 1. d Figura 1 a b c mangueira hidráulica porca sextavada marca de referência de conexão sextavada REV. G 3 Trabalhando no sentido horário na	Para realizar o procedimento de torque na máquina elevatória, é importante seguir as especificações de torque das mangueiras e conexões hidráulicas conforme indicado no manual. Geralmente, ao remover uma mangueira ou conexão, é necessário aplicar o torque especificado à extremidade durante a instalação. Recomenda-se consultar a Seção 2 do manual para verificar as especificações de torque corretas a serem utilizadas durante o procedimento.

	<p>conexão sextavada, faça uma segunda marca indicando a posição correta de aperto.</p> <p>Consulte a Figura 2. Observação: utilize a tabela Conexões JIC 37° na página anterior para determinar o número correto de faces e obter a posição de aperto correta.</p> <p>Observação: as marcas indicam que as posições corretas de aperto foram determinadas. Utilize a segunda marca na conexão sextavada para apertar corretamente a junta após ela ter sido solta. a b c b c Figura 2 a conexão sextavada b marca de referência c segunda marca 4</p> <p>Aperte a porca sextavada até que a marca na porca esteja alinhada à segunda marca na conexão. a b 5</p> <p>Acione todas as funções da máquina e verifique as mangueiras, as conexões e os respectivos componentes para confirmar se não há vazamentos</p>	
<p>Sobre a máquina elevatória, Quais são os requisitos para os procedimentos da lista de verificação A?</p>	<p>1 Inspeccione os manuais e os adesivos 2- Execute a inspeção pré-operação 3- Execute os testes de funções 4- Execute o serviço de manutenção de 30 dias 5- Engraxe as barras de acoplamento de direção</p>	<p>Os requisitos para os procedimentos da lista de verificação A incluem: - Inspeção diária ou a cada 8 horas (A) - Inspeção trimestral ou a cada 250 horas (A+B) - Inspeção semestral ou a cada 500 horas (A+B+C) - Inspeção anual ou a cada 1.000 horas (A+B+C+D) - Inspeção bienal ou a cada 2.000 horas (A+B+C+D+E) Além disso, ao terminar cada procedimento de inspeção, é necessário assinalar o respectivo quadro e seguir os</p>

		<p>procedimentos passo a passo contidos na seção para aprender como executar as inspeções. Se alguma inspeção receber um 'N', a máquina deve ser identificada, colocada fora de serviço para reparos necessários e inspecionada novamente. Após os reparos, o quadro 'R' deve ser assinalado.</p>
<p>Sobre a máquinas elevatórias, Como faço para testar os freios de máquina?</p>	<p>1 Trace uma linha de teste no chão para servir de referência. 2 Gire a chave de comando para controle da plataforma e puxe o botão vermelho de Parada de emergência até a posição ligado tanto no controle de solo quanto no da plataforma. 3 Abaixar a plataforma até a posição retraída. 4 Pressione o botão seletor da função de movimento. Consulte a Ilustração 1. Ilustração 1 a botão seletor da função de movimento BN8 5 Escolha um ponto na máquina, por exemplo, um remendo de pneu, como uma referência visual a ser usada ao cruzar a linha de teste. 6 Coloque a máquina na velocidade máxima de operação antes de chegar na linha de teste. Quando seu ponto de referência na máquina atravessar a linha de teste, solte a chave de habilitação de função ou o joystick. 7 Meça a distância entre a linha de teste e seu ponto de referência na máquina. Consulte a Seção 2, Especificações. Resultado: a máquina para dentro da distância</p>	<p>Para testar os freios da máquina elevatória, siga estes passos: 1. Gire a chave de comando para controle da plataforma e puxe o botão vermelho de Parada de emergência até a posição ligado tanto no controle de solo quanto no da plataforma. 2. Abaixar a plataforma até a posição retraída. 3. Pressione o botão seletor da função de movimento para escolher a velocidade máxima. 4. Escolha um ponto na máquina, como um remendo de pneu, como referência visual ao cruzar a linha de teste. 5. Ao cruzar a linha de teste, observe se a função de frenagem da máquina é suave, sem solavancos, emperramentos ou ruídos estranhos. Os freios devem funcionar normalmente. 6. Certifique-se de que a máquina esteja em uma superfície plana e firme, sem obstáculos, com a extensão da plataforma completamente retraída e a plataforma na posição retraída. Lembre-se de que é fundamental testar os freios a cada 250 horas ou trimestralmente, o que ocorrer primeiro, para garantir a segurança</p>

	<p>de frenagem especificada.</p> <p>Nenhuma ação é necessária.</p> <p>Resultado: a máquina não para dentro da distância de frenagem especificada. Vá para a etapa 8 e determine se a máquina está equipada com uma válvula de freio dinâmico. Observação: os freios devem ter capacidade de manter a máquina freada em qualquer terreno inclinado em que ela consiga subir. 8 Desconecte o conjunto de baterias da máquina.</p> <p>ADVERTÊNCIA Risco de choques elétricos/ queimadura. O contato com circuitos carregados eletricamente pode resultar em morte ou em acidentes pessoais graves. Retire anéis, relógios e outras joias. 9 Localize a válvula de avanço/ré no distribuidor de funções. Consulte as ilustrações 2 e 3.</p>	<p>operacional da máquina.</p>
<p>Sobre a Prensa estamparia - Stamp360-Rimac, A máquina ainda possui garantia após passar por reparos?</p>	<p>PERDERÁ A GARANTIA:O equipamento que receba manutenção por terceiros, sofre alteração, reparo ou substituição de peças; Os danos sofridos pelo produto, os seus acessórios, em consequência de acidentes, maus tratos, manuseio ou uso inadequado; Os danos sofridos pelo produto, em consequência de sua utilização para finalidades diversas das especificadas pela Rimac, ou incompatíveis com a destinação do mesmo; Danos causados ao equipamento resultantes de falta de</p>	<p>Após realizar reparos na Prensa Estamparia Stamp360 da Rimac, a garantia da máquina não é estendida. A manutenção solicitada não dá direito a pleitear outros reparos, substituições, indenizações ou reposições que não estejam descritos no manual. A garantia e assistência não se aplicam após a realização de manutenção, sendo a responsabilidade das manutenções periódicas, preventivas, corretivas e ajustes do comprador e não cobertas pela garantia.</p>

	aterramento.	
Sobre a Prensa estamparia - Stamp360-Rimaq, Qual seria a pressão ideal para o cilindro de silicone?	A pressão ideal é quando o cilindro de silicone prende a peça, aderindo bem toda superfície da peça.	A pressão ideal para o cilindro de silicone da Prensa Estamparia Stamp 360-Rimaq pode variar de acordo com o tipo de material que está sendo estampado. No manual fornecido, não há uma pressão específica mencionada, mas é recomendado ajustar a pressão de acordo com o material utilizado e observar se o produto estrala durante o processo, o que pode indicar que a pressão está muito alta. Portanto, é importante fazer testes e ajustes para encontrar a pressão ideal para cada tipo de material.
Minha máquina de costura está com o ponto de costura irregular, como faço para ajustar?	Tensão da linha incorreta - Se a tensão da linha estiver muito solta ou muito apertada, os pontos podem ficar desiguais. Agulha danificada ou incorreta - Uma agulha torta, cega ou inadequada para o tecido pode causar pontos irregulares. Problemas com a linha - Linha de baixa qualidade, muito grossa ou inadequada para o tecido também pode ser a causa.	Para ajustar o ponto de costura irregular em sua máquina de costura, você pode seguir alguns passos básicos: 1. Verifique a tensão da linha: Certifique-se de que a linha superior e inferior estejam corretamente encaixadas e com a tensão adequada. Se necessário, ajuste a tensão conforme as instruções do manual da sua máquina. 2. Limpeza da máquina: Verifique se não há acúmulo de poeira ou fibras de tecido na área da agulha ou na placa da agulha. Limpe cuidadosamente essas áreas para garantir um funcionamento adequado. 3. Verifique a agulha: Certifique-se de que a agulha está corretamente instalada e não está danificada. Agulhas danificadas podem causar

		<p>pontos irregulares. 4. Verifique a regulagem do ponto: Certifique-se de que a máquina está configurada para o tipo de ponto desejado. Ajuste a largura e o comprimento do ponto conforme necessário. Se mesmo após essas verificações o problema persistir, pode ser necessário levar a máquina a um técnico especializado para uma avaliação mais detalhada.</p>
Quais tipos de materiais podem ser cortados com segurança?	Não existe conteúdo no manual informado para responder a pergunta.	Não é possível determinar quais tipos de materiais podem ser cortados com segurança com base nas informações fornecidas no manual.
<p>Sobre o manual de máquinas elevatórias, quais são as especificações sobre o procedimento de torque? Conexões JIC 37°</p>	<p>Alinhe a parte cônica (porca sextavada) do tubo à parte frontal do corpo da conexão (conexão sextavada) e aperte com a mão a porca sextavada, unindo-a à conexão sextavada, com torque de aproximadamente 3,4 Nm. 2 Com um marcador de tinta indelével, faça uma marca de referência em uma das faces da porca sextavada e continue essa marca até a conexão sextavada. Consulte a Figura 1. mangueira hidráulica porca sextavada marca de referência d conexão sextavada REV. G 3 Trabalhando no sentido horário na conexão sextavada, faça uma segunda marca indicando a posição correta de aperto. Consulte a Figura 2. Observação: utilize a tabela Conexões JIC 37° na página</p>	<p>Com base nas informações fornecidas no manual de máquinas elevatórias, não é possível fornecer especificamente as informações sobre o procedimento de torque para conexões JIC 37°. O manual fornece informações sobre especificações de torque para elementos de fixação do tanque hidráulico e outras conexões, mas não menciona especificamente as conexões JIC 37°. Recomenda-se consultar a Seção 2 do manual para obter mais detalhes sobre as especificações de torque das mangueiras e conexões hidráulicas.</p>

	<p>anterior para determinar o número correto de faces e obter a posição de aperto correta. Observação: as marcas indicam que as posições corretas de aperto foram determinadas. Utilize a segunda marca na conexão sextavada para apertar corretamente a junta após ela ter sido solta. a conexão sextavada a marca de referência a segunda marca Aperte a porca sextavada até que a marca na porca esteja alinhada à segunda marca na conexão. ab5 Acione todas as funções da máquina e verifique as mangueiras, as conexões e os respectivos componentes para confirmar se não há vazamentos</p>	
Stamp360-Rimaq Prensa estamparia: como estampar?	<p>1 Execute as instruções de uso mencionadas acima. 2 - Limpe a superfície do produto a ser estampado. Qualquer tipo de gordura ou sujeira pode afetar o resultado da estampa. manipule as peças evitando tocar com os dedos na área a ser estampada e assegure-se da condição de limpeza das peças antes de estampá-las. 3 - Fixe a estampa sobre a peça, procurando centralizar o espaço livre em ambos os lados. Para fazer isto, você poderá utilizar pedaços de fita crepe, sendo uma em cada extremidade da estampa para que não se mova quando colocada na máquina. 4 - Coloque a peça na máquina. 5 - Acione a alavanca</p>	<p>Para estampar utilizando a Stamp360 da Rimaq, siga esses passos: 1. Prepare a estampa de acordo com as recomendações de qualidade e pressão. 2. Fixe a estampa na peça a ser estampada com fita crepe ou durex. 3. Posicione a máquina em uma mesa plana. 4. Coloque a peça na máquina. 5. Acione a alavanca para aplicar pressão. 6. Após a aplicação de pressão, mantenha a alavanca travada. 7. Mova a alavanca para cima até a posição de abertura máxima. 8. Retire cuidadosamente a peça da máquina e remova o papel da estampa. Lembre-se sempre de seguir as instruções de uso fornecidas pela Rimaq e realizar a manutenção adequada da</p>

	<p>para pressionar, até que, depois de exercer a pressão, permaneça travada no final do seu curso (procure fazê-lo com um único movimento). O início da gravação deve ser no início da estampa e seu fim no final da estampa, pois se o cilindro de silicone tocar na peça sem a estampa, irá marcar pela temperatura. 6 - Mova a alavanca para cima até a posição de abertura máxima. 7 - Retire a peça da máquina de estampar Stamp 360 Rimaq, manipule com cuidado, lembrando que ela estará com uma temperatura bastante elevada. 8 - Remova o papel com cuidado</p>	<p>máquina. Caso tenha mais dúvidas, entre em contato com o suporte da Rimaq.</p>
<p>Sobre a máquina de costura industrial jack A4, como devo realizar o arremate inicial?</p>	<p>Para realizar um arremate inicial simples, deve-se pressionar a tecla . Logo, aparecerá no painel Com as teclas de direção selecione A ou B no visor. Com as teclas configure a quantidade de pontos que desejamos no arremate, levando em conta que as pontos A são os que avançam e os pontos B são os que retrocedem. Presione 2 vezes a tecla caso deseje programar arremate inicial duplo.</p>	<p>Para realizar um arremate inicial simples na máquina de costura industrial Jack A4, você deve pressionar a tecla correspondente ao arremate inicial (que não foi especificada) e, em seguida, no painel, irá aparecer uma indicação. Com as teclas de direção, você seleciona entre A ou B no visor. Depois, com as teclas apropriadas, você configura a quantidade de pontos desejados para o arremate, lembrando que os pontos A são os que avançam e os pontos B são os que retrocedem. Se desejar programar um arremate inicial duplo, basta pressionar a tecla correspondente duas vezes.</p>
<p>Qual o parâmetro para ajustar a velocidade máxima de</p>	<p>Não existe conteúdo no manual informado para responder a</p>	<p>Desculpe, mas não consigo responder a essa pergunta com base</p>

costura livre?	pergunta.	nas informações fornecidas.
Como mudar o idioma da função de voz?	Não existe conteúdo no manual informado para responder a pergunta.	Desculpe, mas não há informações sobre como mudar o idioma da função de voz nos contextos fornecidos. Recomendo verificar o manual do dispositivo específico que você está usando para obter instruções precisas sobre como alterar o idioma da função de voz.
Como faço para limpar o cilindro	Não existe conteúdo no manual informado para responder a pergunta.	Desculpe, mas não tenho informações sobre como limpar o cilindro. Recomendo consultar o manual do equipamento ou entrar em contato com um profissional especializado para obter orientações precisas sobre a limpeza adequada do cilindro.
Sobre a máquina de costura Jack A4, como faço para realizar a costura por reforço em w?	Para realizar a costura de reforço em W, pressione a tecla. O visor do painel mostrará este desenho. Para configurar a quantidade de pontos de avanço e de retrocesso e a quantidade de repetições da costura de reforço, use as teclas. Para alternar a seleção entre as letras (A), (B) e (D), utilize as teclas.	Para realizar a costura de reforço em W na máquina de costura Jack A4, você deve pressionar a tecla específica designada para essa função. O visor do painel mostrará um desenho representando a costura em W. Para configurar a quantidade de pontos de avanço e retrocesso, bem como a quantidade de repetições da costura de reforço, utilize as teclas correspondentes conforme indicado no manual. Em alguns casos, pode ser necessário alternar a seleção entre as letras (A), (B) e (D) utilizando as teclas apropriadas. Certifique-se de seguir corretamente as instruções do manual para obter o resultado desejado.
Sobre o manual de máquinas	O resultado do diagnóstico exibe	O manual menciona que o LED do

<p>elevatórias, fale exatamente o que consta sobre o LED do resultado do diagnóstico</p>	<p>códigos numéricos que fornecem informações sobre o status operacional da máquina e sobre defeitos. O ponto à direita dos números permanece na tela quando um código de falha é exibido. Os códigos listados na Tabela de códigos de falha descrevem defeitos e podem ajudar no diagnóstico de falhas da máquina indicando a área ou o componente afetado.</p>	<p>resultado do diagnóstico exibe códigos numéricos que fornecem informações sobre o status operacional da máquina e sobre defeitos. O ponto à direita dos números permanece na tela quando um código de falha é exibido. Os códigos listados na Tabela de códigos de falha descrevem defeitos e podem ajudar no diagnóstico de falhas da máquina indicando a área ou o componente afetado.</p>
<p>Quais condições ideais para realizar a manutenção da Stamp360-Rimaq segundo o manual?</p>	<p>Sempre faça a manutenção em sua Máquina de Estampar 360 Rimaq, com o equipamento desligado e fora da tomada, a fim de evitar acidentes. Se houver necessidade o cilindro de silicone da resistência poderá ser limpo com um pano umedecido em álcool, com ela fria. Não utilize outros materiais ou solventes, pois poderão prejudicar a estrutura de silicone da resistência. Lubrifique somente os eixos do sistema de sobe e desce, quando necessário, neste caso utilize óleo SAE 30, 40 ou Singer de máquina de costura</p>	<p>De acordo com o manual, as condições ideais para realizar a manutenção da Stamp360-Rimaq incluem: 1. Realização da manutenção solicitada por escrito através do e-mail sac@rimaq.com.br assim que o comprador constatar o defeito. 2. O comprador é responsável pelas despesas de envio de peças para substituição e pelos serviços de reparação após os primeiros 3 meses. 3. A manutenção periódica, preventiva, corretiva e ajuste são de responsabilidade do comprador e não são cobertas pela garantia. 4. A Rimaq não estende a garantia, não dá direito a pleitear outros reparos ou substituições que não estejam descritos no manual, assim como indenizações ou reposições.</p>
<p>Quais são os parâmetros da máquina de costura Jack A4?</p>	<p>P09 0 ~ 1 0 Seleção de início lento: 0 = Ativado 1 = Desativado P15 0/1/2 0 Modo de uso do botão de meiapontada 0 = contínuo</p>	<p>Os parâmetros da máquina de costura Jack A4 são os seguintes: - P56: Reconhecimento da agulha ao ligar a máquina - P57: Tempo que o</p>

	<p>1 = meiapontada 2 = umapontada</p> <p>P17 0 ~ 9999 65 Sensibilidadedo sensor do levantamentodo</p> <p>calcador P18 1 ~ 70 24</p> <p>Compensaçãode pontadasdo arremate inicial A P19 1 ~ 70 20</p> <p>Compensaçãode pontadasdo aremateinicial B P24 0 ~ 1024</p> <p>150 Posiçãodo corte de linhaquandotoca no pedal</p> <p>Parâmetro Área Padrão Descrição</p> <p>P25 1 ~ 70 24 Compensaçãode pontadasdo arremate inicial C P26 1 ~ 70 20 Compensaçãode pontadasdo arremate inicial D P27 0 ~ 9999 0 Tempo de levantamento do calcador P30 0 ~ 31 0 Forçado motor: 0 = normal; 1 -31 = maiorforça P31 10 ~ 60 20 Ajuste da forçado corte de linha P47 200 ~ 360 360 Ânguloinverso do esticafio depoisdo corte P49 100 ~ 500 250 Velocidadede corte de linha P50 100 ~ 500 150 Forçado solenóidedo calcador P52 0 ~ 800 200 Tempo de retardo do calcador antes de baixar Parâmetro Área Padrão Descrição P56 0 ~ 1 1 Reconhecimantoda agulhaaoligar a máquina 0 = no posiciona 1 = posiciona. P57 0 ~ 600 0 Tempo calcador permanecer em cima P60 200 ~ 5000 3000 Limite máxima de velocidadede costura programada. P62 1 ~ 10 1 Modos especiais: Obs: Usa opção2 para examinar 0 = Modo normal. 1 = Modo de costura simple. 2 =</p>	<p>calcador permanece em cima - P60: Limite máximo de velocidade de costura programada - P62: Modos especiais - P68: Bloqueio de velocidade da máquina - Volume de áudio (não especificado qual o parâmetro). Além disso, há também uma lista de erros com suas descrições e soluções.</p>
--	---	--

	<p>Medição do Ângulo inicial do motor. 3 = Regula automaticamente a relação entre a polia e CPU. 4 = Modo de prova automática. P68 Bloqueio de velocidade da máquina 98 Volume de áudio</p>	
<p>Em qual página do manual de máquinas elevatórias está o esquema elétrico Modelos ANSI, CSA e Austrália?</p>	<p>22</p>	<p>O esquema elétrico para os Modelos ANSI, CSA e Austrália está nas páginas 6 - 38 e 6 - 39 do manual de máquinas elevatórias.</p>
<p>Sobre o manual de máquinas elevatórias, Como remover a placa de circuitos dos controles da plataforma?</p>	<p>1 Pressione o botão vermelho de Parada de emergência até a posição desligado nos controles de solo e da plataforma 2 Remova os elementos de fixação que prendem a caixa de controle da plataforma. Abra a caixa de controle. 3 Localize a placa de circuitos instalada na metade superior da caixa de controle da plataforma. ADVERTÊNCIA Risco de choques elétricos/ queimadura. O contato com circuitos carregados eletricamente pode resultar em morte ou em acidentes pessoais graves. Retire anéis, relógios e outras joias. OBSERVAÇÃO Risco de danos aos componentes. A descarga eletrostática (ESD) pode danificar os componentes da placa de circuito impresso. Ao manusear placas de circuito impresso, sempre mantenha contato com uma parte metálica da máquina que esteja aterrada OU utilize uma pulseira de aterramento. 4</p>	<p>Para remover a placa de circuitos dos controles da plataforma, você precisa seguir os passos abaixo: 1. Desconecte os controles da plataforma do cabo de controle na plataforma. 2. Remova a tampa da tomada CA. Identifique os fios e desconecte-os da tomada. 3. Desconecte a fiação e puxe-a para fora da plataforma. 4. Remova com cuidado os elementos de fixação da placa de circuitos e retire a placa de circuitos da caixa de controle. Esses passos são essenciais para garantir a segurança e o correto procedimento de remoção da placa de circuitos dos controles da plataforma.</p>

	<p>Remova os conjuntos do alarme e do botão vermelho de Parada de emergência da caixa de controle. 5 Com cuidado, desconecte os conectores do chicote de cabos da placa de circuitos. 6 Remova com cuidado os elementos de fixação da placa de circuitos e retire a placa de circuitos da caixa de controle.</p>	
<p>Quais são os princípios básicos da Máquina de Estampar Stamp 360 Rimaq?</p>	<p>Sua Máquina de Estampar Stamp 360 Rimaq, tem a finalidade de estampar estampas transfer laser sobre Long Drink, canecas plásticas, baldes entre outros produtos para essa finalidade. As estampas podem ser compradas ou confeccionadas em papel impresso com tonner. A estampa adere a superfície de sua peça, durante um espaço de tempo, submetido a temperatura elevada. O cilindro com o silicone na superfície superior quando travado deve ficar para fora 0,5cm em relação ao culote de metal da base inferior. O ajuste de pressão e posição do rolo precisam ser feita por uma chave de nº 13.</p>	<p>Os princípios básicos da Máquina de Estampar Stamp 360 Rimaq incluem a finalidade de estampar estampas transfer laser em produtos como Long Drink, canecas plásticas, baldes, entre outros, utilizando estampas compradas ou confeccionadas em papel impresso com tonner. As estampas aderem à superfície das peças quando submetidas a temperatura elevada, e o ajuste de pressão e posição do rolo é feito com uma chave de número 13.</p>
<p>Sobre a Stamp360-Rimaq qual a regra 3 das instruções de uso?</p>	<p>Mova a alavanca para cima, separando o cilindro de ferro do silicone, deixando-a na posição aquecimento.</p>	<p>A regra 3 das instruções de uso da Máquina Estampar Stamp 360 Rimaq fala sobre as Especificações da Máquina, em que aborda o Espaço e Local.</p>
<p>Como faço para ajustar a temperatura na máquina de estampar Stamp360?</p>	<p>Mantenha pressionada a tecla SET por 02 segundos, até aparecer a mensagem;- Então aparecerá a</p>	<p>Para ajustar a temperatura na máquina de estampar Stamp360, você precisa seguir os passos</p>

	<p>mensagem da temperatura desejada (setpoint);e será possível o ajust-- Utilize as teclas ou para alterar o valor, e pressione SET para confirmar</p>	<p>abaixo: 1. Mantenha pressionada a tecla SET por 02 segundos, até aparecer a mensagem; 2. Em seguida, aparecerá a mensagem e será possível o ajuste da temperatura desejada (setpoint); 3. Utilize as teclas ou para alterar o valor da temperatura; 4. Pressione a tecla SET para confirmar o ajuste. Esses passos permitirão que você ajuste a temperatura conforme desejado na máquina de estampar Stamp360.</p>
<p>Sobre o manual de máquinas elevatórias, Como determinar o nível de revisão do software?</p>	<p>1 Remova os controles da plataforma.2 Coloque os controles da plataforma próximos à tela de diagnóstico, no lado da unidade de propulsão da máquina.</p>	<p>Para determinar o nível de revisão do software em máquinas elevatórias, siga os seguintes passos conforme descrito no manual: 1. Puxe o botão vermelho de Parada de emergência até a posição ligado nos controles de solo. 2. Pressione o botão vermelho de Parada de emergência até a posição desligado nos controles da plataforma. 3. Coloque a chave de comando na posição de controle da plataforma. 4. Nos controles da plataforma, mantenha pressionados os botões da buzina e seletor da função de elevação e puxe o botão vermelho de Parada de emergência até a posição ligado. 5. O resultado será que a tela de diagnóstico mostrará o nível de revisão do software. Esses passos devem ajudar a identificar o nível de revisão do software da máquina conforme indicado no manual.</p>
<p>Sobre a máquina de estampar Jack</p>	<p>Problema de motor (encoder)</p>	<p>O código Err-23 em uma máquina</p>

A4, o que significa Err-23?		de estampar Jack A4 indica um problema no motor, mais especificamente com o encoder. As possíveis soluções são: verificar os cabos do motor, garantir que a máquina não tenha nenhum mecanismo travado, trocar o encoder e substituir o motor.
-----------------------------	--	--

Fonte: Autoria própria, 2025.