

## **ROBÔ COLABORATIVO COMO CONTINGÊNCIA NO PROCESSO DE SOLDAGEM MIG/MAG**

**EBERTON DE SOUZA IEQUE, Prof. Me. RODRIGO BASTOS**

### **RESUMO**

O presente trabalho aborda a implementação de um robô colaborativo para atuar como sistema de contingência em processos de soldagem MIG/MAG, em um processo crítico de uma indústria metalmeccânica. A pesquisa visa solucionar o problema de interrupção da linha de produção em caso de falha do robô principal, que pode gerar atrasos e perdas financeiras. Utilizando uma abordagem experimental e qualitativa, a metodologia envolveu o levantamento de requisitos, a programação do robô, a construção de um dispositivo de fixação e a validação da qualidade da soldagem. As hipóteses formuladas sugerem que o robô colaborativo pode reduzir o tempo de parada da produção e manter um padrão de qualidade equivalente. A justificativa se baseia na importância estratégica de garantir a continuidade operacional em processos críticos, alinhando a solução aos princípios da indústria 4.0. Os resultados comprovam a eficiência e qualidade do robô em sua função de backup, demonstrando sua viabilidade como solução segura e flexível.

**Palavras-chave:** Robô colaborativa. Soldagem MIG/MAG. Indústria 4.0. Contingência.

### **1 INTRODUÇÃO**

A delimitação clara do tema deste trabalho, é fundamental para seu desenvolvimento. O projeto foca na utilização de um robô colaborativo como contingência para um sistema de soldagem MIG/MAG em uma indústria metalmeccânica. O objetivo é solucionar a interrupção da linha de produção em caso de falha do robô principal, que opera em uma linha de produção onde são soldadas peças críticas, exigindo precisão e repetibilidade.

A questão central, é: a implementação de um robô colaborativo pode reduzir o tempo de ociosidade da linha de produção? As hipóteses provisórias, são que a utilização do robô colaborativo pode reduzir o tempo de parada, atingir um padrão de qualidade equivalente e garantir segurança.

A justificativa do projeto reside na importância estratégica de um sistema de contingência para garantir a continuidade da produção. A solução proposta, alinhada aos princípios da Indústria 4.0, promove eficiência, flexibilidade e segurança.

### **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

O projeto baseia-se em conceitos essenciais da soldagem e da robótica. A soldagem MIG/MAG é um processo amplamente utilizado na indústria devido à sua alta produtividade, oferecendo excelente taxa de deposição e padronização quando automatizada. A soldagem robotizada, um dos principais avanços da Indústria 4.0, promove maior eficiência, qualidade e segurança ao padronizar o processo e reduzir a exposição do operador a riscos (SENAI, 2022). Robôs colaborativos, por sua vez, são projetados para operar de forma segura ao lado de seres humanos, sem a necessidade de barreiras físicas (ISO/TS 15066:2016). Eles se destacam pela facilidade de programação e flexibilidade, tornando-se ideais para soluções de contingência.

O uso de softwares de programação off-line (OLP), como o FANUC ROBOGUIDE, é crucial para a simulação, programação e validação de trajetórias de robôs em um ambiente virtual, reduzindo o tempo de parada da produção (IFR, 2023). No contexto de projetos envolvendo soldagem robotizada, o uso de modelagem 3D é crucial para projetar dispositivos de fixação, validar o alcance dos robôs e simular o posicionamento das peças, garantindo a viabilidade do processo antes da fabricação física (Autodesk, 2023).

### 3 METODOLOGIA

A pesquisa utilizou abordagem experimental e foi estruturada em quatro etapas principais:

- **Levantamento de requisitos:** análise do processo de soldagem MIG/MAG, parâmetros operacionais e identificação da vulnerabilidade na ausência de contingência.
- **Desenvolvimento do gabarito:** modelagem 3D no software PTC Creo para garantir fixação e repetibilidade dimensional das peças.
- **Simulação e programação off-line:** utilização do software FANUC ROBOGUIDE para definição de trajetórias, prevenção de colisões e otimização dos movimentos do robô.
- **Testes e validação:** ajustes presenciais no robô colaborativo, calibração de parâmetros de soldagem (corrente, tensão e velocidade) e validação em laboratório por meio de ensaios metalográficos.

Essa metodologia permitiu reduzir o tempo de parada, otimizar a programação e garantir a qualidade do processo de soldagem em peças críticas.

### 4 APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O projeto teve como ponto de partida a identificação, durante o estágio na John Deere, de uma vulnerabilidade crítica: a ausência de um plano de contingência para falhas no robô de solda principal. Peças classificadas como críticas, que exigem precisão e repetibilidade, dependem exclusivamente da soldagem robótica. A interrupção do robô principal paralisaria a produção e geraria prejuízos financeiros significativos.

Para mitigar esse risco, a solução proposta foi o desenvolvimento e a implementação de um robô colaborativo (cobot) da marca FANUC, que estava subutilizado na empresa. Este robô foi adaptado com uma fonte de solda de alta potência e uma mesa de solda padronizada, sendo instalado em uma célula enclausurada para segurança. O projeto também incluiu o desenvolvimento de um dispositivo de fixação (gabarito) em software 3D (PTC Creo) para garantir a repetibilidade dimensional da solda. A figura 1 apresenta um robô colaborativo da marca japonesa Fanuc.

Figura 1: Robô colaborativo (Fanuc)



Fonte: Autor

O processo de desenvolvimento foi otimizado com a virtualização da célula no software FANUC ROBOGUIDE. Essa etapa permitiu simular a interação do robô com a peça, identificar potenciais colisões, otimizar a trajetória de soldagem e refinar os pontos de solda antes da implementação física. Com isso, o tempo de inatividade do robô físico para programação foi drasticamente reduzido.

A transição do ambiente virtual para o físico exigiu um refinamento presencial. O programa foi ajustado no robô real para compensar pequenas variações, garantindo a precisão milimétrica da tocha de solda. Após o ajuste da trajetória, foram realizados testes com peças-amostra para otimizar os parâmetros de solda (corrente, tensão e velocidade) até que a qualidade do cordão estivesse em conformidade com as especificações da empresa.

A validação final do projeto ocorreu em laboratório por meio de metalografia. Esta análise, crucial para garantir a integridade estrutural da solda, confirmou a penetração adequada do material e a ausência de descontinuidades. A análise laboratorial atestou que o processo desenvolvido para o robô colaborativo como contingência produz soldas com a qualidade exigida para itens críticos. A Figura 2 demonstra a utilização de robôs em ambientes fabris.

Figura 2: Robôs atuando em processo de solda



Fonte: Autor

#### 4 CONCLUSÃO

O projeto de implementação de um robô colaborativo como solução de contingência para a soldagem de peças críticas na John Deere demonstrou ser uma iniciativa de grande valor estratégico. A pesquisa validou uma alternativa robusta e eficiente para garantir a continuidade da produção e a resiliência do processo. A combinação da simulação off-line com o refinamento presencial se mostrou uma metodologia altamente eficaz, acelerando o desenvolvimento e garantindo a precisão exigida. A validação laboratorial, por sua vez, forneceu a comprovação técnica da qualidade das soldas, atestando a capacidade do robô de atender aos rigorosos padrões de engenharia. Em suma, este projeto não apenas mitigou um risco significativo de interrupção na produção, mas também estabeleceu um precedente para o uso de tecnologias colaborativas em cenários de contingência.

#### 6 REFERÊNCIAS

AUTODESK. Autodesk Inventor Overview. 2023. Disponível em: <https://www.autodesk.com>

INTERNATIONAL FEDERATION OF ROBOTICS. World Robotics Report. 2023. Disponível em: <https://ifr.org>

ISO. ISO/TS 15066:2016 – Robots and robotic devices – Collaborative robots. Geneva: International Organization for Standardization, 2016.

SENAI. Automatização de processos de soldagem. Brasília: SENAI, 2022.

INTERNATIONAL FEDERATION OF ROBOTICS. World Robotics Report. 2023.  
Disponível em: <https://ifr.org>

ISO. ISO/TS 15066:2016 – Robots and robotic devices – Collaborative robots.  
Geneva: International Organization for Standardization, 2016.

ISO. ISO 10218-1 e ISO 10218-2 – Robots and robotic devices – Safety  
requirements for industrial robots. Geneva: International Organization for  
Standardization, 2011.