

ESTUDO DE CASO: REUTILIZAÇÃO DO ANTIRRESPINGO UTILIZADO EM UM PROCESSO POR SOLDAGEM ROBOTIZADA MAG

Autores

Ana Carolina dos Santos Nascimento¹

Lucas Melchior Oliveira Sampaio Pinto²

Ingrid Meirelles Salvino Tomaszewski³

Daniel Augusto Nunes⁴

Resumo

A utilização de células de soldagem no ambiente industrial é um desafio motivado pela necessidade de redução de custos, interface entre homem e máquina, agilidade e flexibilidade inerente aos seus equipamentos. As indústrias buscam incessantemente a otimização de seus custos e benefícios. Logo, para a otimização e melhoria de uma célula robotizada, deve-se entender os seus custos e realizar estudos de viabilidade técnico-econômica, para atender os requisitos básicos do processo de robotização. Uma das premissas para o sucesso desse estudo é entender todas as funcionalidades dos consumíveis no processo produtivo das células, e se a implantação de melhorias, manteriam a qualidade da soldagem atual. Neste trabalho será proposta a reutilização do antirrespingo utilizado na célula de soldagem MAG, através da implementação de filtros que serão acoplados à célula.

Palavras-chave: Eficiência. Reutilização. Melhoria contínua. Célula de Soldagem. Antirrespingo.

CASE STUDY: REUSE OF THE ANTI-SPLASH USED IN A ROBOTIC MAG WELDING PROCESS

Abstract

The use of welding cells in the industrial environment is a challenge motivated by the need to reduce costs, interface between man and machine, agility and flexibility inherent to their equipment. Industries are incessantly seeking to optimize their costs and benefits. Then, for the optimization and improvement of a robot cell, it's necessary to understand their costs make technical-economic feasibility studies to meet the basic requirements of the robotization process. One of the premises for the success of this study is to understand all the features of consumables in the production process of cells, and whether the implementation of improvements would maintain the quality of current welding. In this work, the reuse of the anti-splash used in the MAG welding cell will be proposed, through the implementation of filters that will be coupled to the cell.

Keywords: Cost reduction. Efficiency. Reuse. Continuous Improvement. Welding Cell. Anti splash.

INTRODUÇÃO

O aumento da competitividade nas indústrias para redução de custos, fez com que elas buscassem a excelência em seus processos, refletindo assim no aumento dos índices de produtividade e qualidade.

¹ Graduação em Gestão da Produção Industrial pela Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo – FATEC. E-mail: contato@fateccruzeiro.edu.br

² Graduação em Gestão da Produção Industrial pela Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo – FATEC. E-mail: contato@fateccruzeiro.edu.br

³ Doutorado em Engenharia Metalúrgica pela Universidade Federal Fluminense, UFF e docente Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo – FATEC. E-mail: ingridmsalvino@gmail.com

⁴ Graduando em Administração pela Faculdade de Ciências Humanas do Estado de São Paulo – FACIC / Cruzeiro (SP). E-mail: daniel.augusto.nunes@outlook.com

Para a maioria das empresas o investimento em uma célula robotizada de soldagem representa uma agilidade maior para os processos, economia de consumíveis, aumento da produtividade, melhoria da qualidade dos produtos. Porém para que a empresa realmente tenha o retorno que espera para esse investimento, é fundamental que ela desenvolva um bom planejamento e programas de melhoria contínua que façam com que diminua seu custo, mas que continue trabalhando de forma eficiente na sua atividade. A determinação de custos de soldagem considera os preços de consumíveis, do trabalho, do equipamento etc. Deve-se dar atenção aos componentes relevantes dos custos durante a determinação do procedimento de soldagem, buscando alternativas e melhorias que se encaixem e tragam algum retorno, mesmo que mínimo, ao dia a dia de produção.

Visualizando o gasto com antirrespingo em um conjunto de 10 células robotizadas de uma empresa com processo de soldagem MAG no período de 12 meses, busca-se como alternativa estudar a possibilidade de reutilização do antirrespingo já utilizado na célula, que por sua vez é descartado e posteriormente avaliar se trará algum retorno em relação ao gasto com esse produto.

Visa-se também manter o compromisso com o meio ambiente, pois através da reutilização desse material, reduzirá os danos causados por ele. É de suma importância para a indústria conhecer a caracterização dos resíduos por ela gerados, principalmente quanto a sua periculosidade, as formas adequadas de armazenamento e disposição.

Sendo assim, o objetivo geral deste trabalho é analisar a possibilidade da reutilização do antirrespingo no processo de soldagem robotizada através de análises qualitativas e observar se, futuramente, traria algum retorno para a empresa com o desenvolvimento dessa melhoria.

São objetivos específicos desse trabalho:

- Analisar formas de tratamento do fluido antirrespingo para seu reuso, bem como implantação de filtros nas células, testes laboratoriais e check-list para acompanhamento do processo;
- Realizar a coleta de dados semanalmente e possíveis dificuldades encontradas para implantar a melhoria.
- Aplicar na prática toda metodologia encontrada para que seja possível ou não a reutilização do fluido nas demais células.

O presente trabalho constitui-se em um estudo de caso, desenvolvido em uma indústria do ramo metalúrgico, objetivando uma possível melhoria em uma célula com processo de soldagem MAG.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Processos de Soldagem

“Solda: uma coalescência localizada de metais ou não metais, produzida ou pelo aquecimento dos materiais até a temperatura de soldagem, com ou sem a aplicação de pressão, ou pela aplicação de pressão somente, com ou sem o uso de metal de adição” (AWS, 1996 apud MACHADO, 2007, p. 4).

Antigamente a técnica era feita através de um processo chamado de soldagem forjada, que consiste em aquecer as peças a serem consertadas e depois martelar até que elas se unam.

A soldagem não pode ser feita com todos os tipos de metais, pois alguns materiais, como o aço inoxidável, são propensos a quebrar e distorcer quando sobreaquecidos. As ligas são particularmente problemáticas, uma vez que é difícil conhecer a composição química exata do metal (PORTAL SÃO FRANCISCO, 2018).

Segundo Machado (2007), em 1953 K. V. Lyubavskii e N. M. Novoshilov desenvolveram a soldagem MAG, com um arame *nu*, continuamente alimentado empregando como gás de proteção CO₂.

Desde 1800, várias descobertas vêm auxiliando no desenvolvimento do processo de soldagem, pode-se citar a criação de bateria, a descoberta do gás acetileno, a produção do arco elétrico entre dois eletrodos de carvão, denominada chama voltaica e a invenção do gerador elétrico (MOURA, 2018)

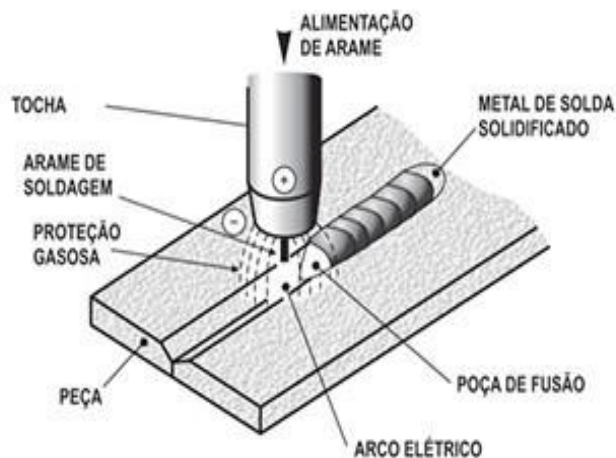
2.1.1 Processo de Soldagem MAG

O processo é identificado tecnicamente pela sigla em inglês MAG (*Metal Active Gas*) e, quando relacionado a gases ativos ou a mistura de gases ativos e inertes é caracterizado de fato como processo de soldagem MAG.

No processo de solda MAG, a soldagem com arame é protegida do ar atmosférico por um fluxo de gás ativo, normalmente CO₂ (dióxido de carbono) e ou misturas, que interage com a poça de fusão. Além disso, possuem funções relacionadas a soldabilidade tais como penetração na chapa a ser soldada e pequena participação na composição química da poça de fusão. A solda MAG é indicada para soldagem de metais ferrosos (ALUMAQ, 2018).

Segundo Machado (2007, p.15), “A Soldagem é realizada por um arco elétrico, estabelecido entre um arame *nu* continuamente alimentado e a peça. A proteção do mesmo e da poça de fusão é realizada por gás que flui pela boca, concentricamente com o arame”. Na Figura 1, pode-se verificar o esquema do processo de soldagem MAG.

Figura 1 – Esquema de soldagem MAG



Fonte: ESAB (2016)

O equipamento de soldagem é composto basicamente por uma fonte de energia, um alimentador de arame, uma tocha, e uma fonte de gás protetor.

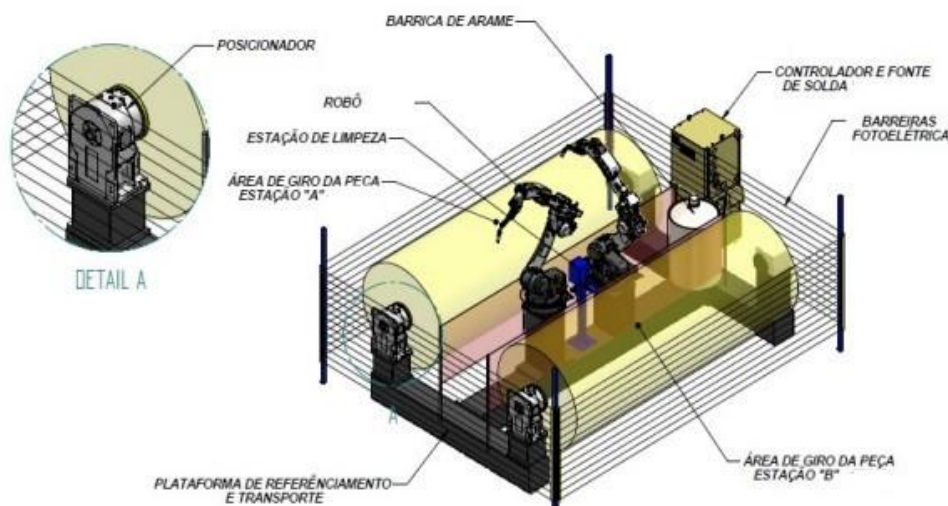
2.1.2 A utilização do processo de soldagem MAG robotizado

Segundo Tremonti (2018), a utilização de robôs industriais na soldagem teve início na década de 60, na indústria automobilística, dirigindo-se inicialmente à soldagem por resistência. Por sua vez, o uso da soldagem a arco elétrico foi incrementado a partir da evolução das máquinas de solda, quando estas foram dotadas de microprocessadores, e propiciaram respostas rápidas às condições de soldagem (corrente e tensão). Desse modo, permitiu a manutenção da estabilidade de arco, além de atuarem em outros aspectos importantes, assim como no controle das falhas de arco e no contato da tocha na peça.

Por outro lado, os robôs industriais são um dos principais impulsionadores da Indústria 4.0, e evoluíram consideravelmente nas últimas décadas do século XX. Os robôs estão se tornando mais produtivos, flexíveis, versáteis, mais seguros e colaborativos e, portanto, criando um nível de valor sem precedentes em todo o ecossistema (BAHRIN et al., 2016).

O sistema de soldagem robotizada permite realizar solda e pode ser adquirido no mercado interno ou no mercado externo, pois são máquinas semelhantes e desenvolvem a mesma função. Ele é composto por um robô de solda, uma tocha para soldar, trilhos para deslocamento ou plataforma de referência do robô e sensores que permitem ao robô localizar o local a ser soldado sem colidir em outros materiais, como mostra na Figura 2.

Figura 2 - Disposição de uma célula de soldagem robotizada



Fonte: Rakoski (2013)

Atualmente o processo de solda utilizado MAG, que realizado manualmente eleva o tempo necessário para a soldagem e não garante total qualidade do serviço, pois pode variar de acordo com as competências que o funcionário dispõe para realização da atividade.

“As várias vantagens em automatizar os processos uma fábrica com robôs de soldagem, incluem tempos de ciclo mais rápidos e consistentes, sem interrupção na produção e melhor qualidade de solda, ou em casos inesperados, podem ser desligados e religados quando necessário, reduzindo custos” (POWERMIG, 2020).

2.2 Antirrespingos

As operações de usinagem que envolve soldagens são processos difíceis e de elevada complexidade. Na busca da melhoria do processo e na obtenção de bons resultados foi desenvolvido um produto para células robotizadas de soldagem chamado antirrespingo de solda.

O Antirrespingo é uma solução prática e bastante útil para as indústrias. Trata-se de um produto químico (líquido ou aerossol), composto por agentes antiaderentes, visando evitar a adesão de respingos nas atividades de soldagem, incluindo a soldagem robotizada. Formulado com aditivos antiaderentes, que tem como principal função evitar a adesão de respingos oriundos das atividades de soldagens, podendo ser encontrado em forma líquida, em aerossol ou em pasta, basta identificar qual forma seria mais útil para a atividade.

O antirrespingo para solda atua isolando as superfícies que ficam próximas da região de solda, deixando-as livres de aderência (CADIUM, 2021). Além de conter em sua

formulação compostos repelentes de faísca, este é aditivado com inibidores anticorrosivos que evitam a oxidação do cordão de solda.

O processo de soldagem MAG gera muito respingo por vários motivos técnicos relacionados as regulagens dos equipamentos, gases de proteção, modo de transferência metálica, tipo e qualidade do consumível, técnica de soldagem, e antirrespingo utilizado etc.

A utilização do antirrespingo na peça e nos componentes da tocha ajuda a proteger e reduzir a adesão dos respingos, facilitando sua remoção após a soldagem.

2.3 Melhoria contínua

2.3.1 Conceito de melhoria contínua

Com as incertezas constantes no mercado devido a fatores políticos, sociais e econômicos, as empresas vêm buscando cada vez mais olhar para seu interior à procura de melhorias nos seus processos de produção e administrativo, visando um melhor desempenho, eliminando falhas que diminuem seus resultados e elevam seus custos. Nesta pesquisa, buscou-se entender qual a melhor forma de implementar e manter o processo de melhoria contínua nas organizações (GONÇALVES, 2022).

A melhoria contínua pode ser apresentada como um processo de inovação incremental, dirigida e contínua, envolvendo toda a empresa. Seus pequenos passos, regularidade e pequenas mudanças em fases, vistas separadamente têm pequenos impactos, mas somados podem trazer uma contribuição significativa para o desempenho da empresa (BESSANT et al. 1994; BHUIYAN; BAGHEL; WILSON, 2006)

Carpinetti (2010), ainda define melhoria contínua como uma abordagem para a melhoria que tem como característica a busca da excelência em seus produtos e processos na direção de melhorar o desempenho total. Para o sucesso da implementação dentro dos seus processos, é necessário adotar uma cultura de pensamento enxuto entre seus colaboradores e investir em aprendizado, mantendo o engajamento de todos os envolvidos, evidenciando os resultados que foram obtidos no projeto, elevando a motivação dos envolvidos e incentivando-os a serem proativos nas suas áreas de atuações.

2.3.2 Meio Ambiente

Para Martinez (2006), a crise ambiental é o mais recente capítulo de uma longa história de uso e exploração dos recursos naturais pelos agrupamentos humanos em diversas partes do planeta, advindas da insustentabilidade dos padrões de produção e de consumo criados pela

sociedade industrial que não parou de expandir-se desde a segunda metade do século XVIII até os dias atuais.

Segundo Reis (2005), um dos problemas com maior visibilidade provocados pela industrialização é a destinação dos resíduos de qualquer tipo, sejam sólido, líquido ou gasoso, resultantes do processo produtivo e que afetam o meio ambiente natural e a saúde humana. De acordo com o Dicionário de Ecologia e Ciências Ambientais (1998), o resíduo é o material que permanece depois da ocorrência de algum processo. Resíduo é um material inútil, indesejável ou descartado, na forma sólida, líquida ou gasosa, de origem domiciliar, industrial, agrícola, comercial, de serviços ou de serviços de saúde (farmácias, clínicas, hospitais etc.)

Portanto, é necessário identificar e avaliar qualquer impacto, sobre o meio ambiente, direto ou indireto, resultante das atividades, produtos e serviços da empresa, quer sejam estes adversos ou benéficos, a fim de determinar aqueles que tenham ou possam ter impactos significativos sobre o meio ambiente (COUTINHO; TOCCHETTO, 2004).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia utilizada para desenvolvimento do trabalho foi baseada em uma melhoria para reutilização e posteriormente uma possível redução de custos. O processo do trabalho consiste basicamente no estudo do processo produtivo, bem como fluxos de reposição e descarte do fluido antirrespingo, para posterior aplicação de métodos que interfiram no produto ou no processo, com objetivo de redução do custo do material e, conseqüentemente, da minimização da geração de resíduos. A metodologia teve como base a implementação da melhoria em uma célula robotizada para análise e, posteriormente, implementada nas demais células.

3.1 Estudo do caso e caracterização do processo produtivo

A coleta de informações no setor de desenvolvimento das atividades iniciou por meio da utilização de uma entrevista com os colaboradores do setor de células robotizadas, detalhado no Quadro 1, no qual possibilitou explorar os principais pontos de problemas com o gasto do antirrespingo e entender qual seria o ponto de partida para a solução. Neste estudo buscou-se também o entendimento do funcionamento do fluido antirrespingo no processo de soldagem, bem como o processo de soldagem robotizado. Com processos bem detalhados, a confiabilidade das outras fases do projeto será maior.

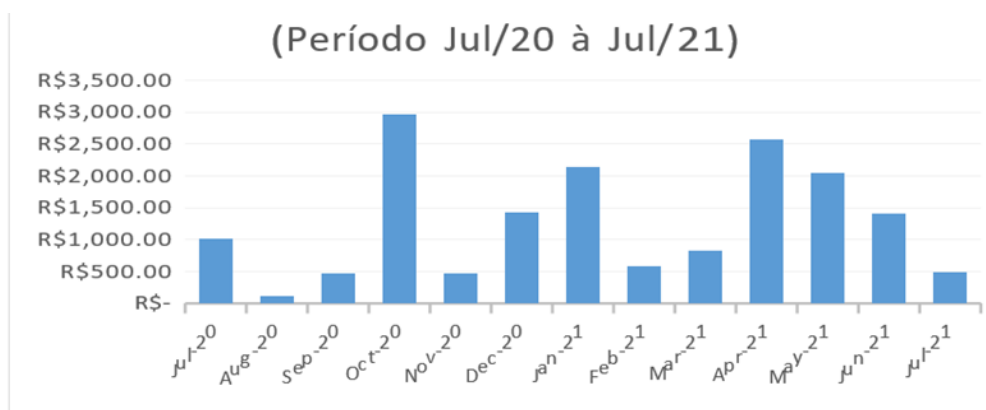
Quadro 1 - Análise de pontos de problemas com antirrespingo nas células

TEMA: GASTO COM ANTIRRESPINGO NAS CÉLULAS	
1	Fácil Acesso na Retirada do Fluido do Galão
2	Troca do Galão sem Controle de Quantidade
3	Fluido Usado Descartado sem Opção de Reuso
4	Vazamento do Fluido

Fonte: Autores

Esta etapa teve como objetivo, conhecer o processo detalhado e uma base prévia dos fluxos de abastecimento do fluido e geração de resíduos com o fluido já utilizado sendo descartado. Seguindo a etapa do brainstorm, buscou observar o custo do fluido antirrespingo atualmente no setor, para uma base de dados e comparação do estudo, como mostra no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Gastos mensais



Fonte: os autores

A análise de custo do antirrespingo foi desenvolvida através do resultado do acompanhamento das atividades de soldagem das células robotizadas mensalmente no período de 1 ano. O resultado possui picos com gastos elevados desse consumível, o que nos enfatiza a importância da reutilização desse produto para que, futuramente, traga uma possível melhoria na quantidade de gastos do setor.

A partir do resultado desse período, foram determinados quais os métodos e técnicas para a coleta e análise dos dados a serem implantados como melhoria.

O estudo ficou delimitado na implementação da melhoria em uma célula robotizada, sendo de soldagem MAG e de produção de componentes para chassis.

Nesse sentido, foram elaboradas também entrevistas, visando coletar informações ao estudo baseadas nas informações adquiridas no brainstorm. Para isso, dividiu-se o processo de construção do caso analisado da seguinte maneira:

- **Análise da Máquina:** Descrição da estação de limpeza da tocha responsável pelo processo do antirrespingo e seu funcionamento.
- **Análise do Decantador:** Registro da elaboração e adaptação do decantador na célula piloto.
- **Análise Visual do fluido e filtro:** Coleta feita inicialmente com análise visual simples do fluido novo e contaminado e, análise do desgaste do filtro conforme a sua utilização.
- **Análise dos dados da pesquisa:** Estudo sobre os dados levantados durante a pesquisa para a viabilidade da melhoria, bem como teste visual feito com o fluido e filtro e teste em uma célula piloto.
- **Análise de teste laboratorial:** Estudo sobre os resultados dos testes, onde serão avaliadas as características de interesse: a viscosidade, densidade e impureza do fluido.

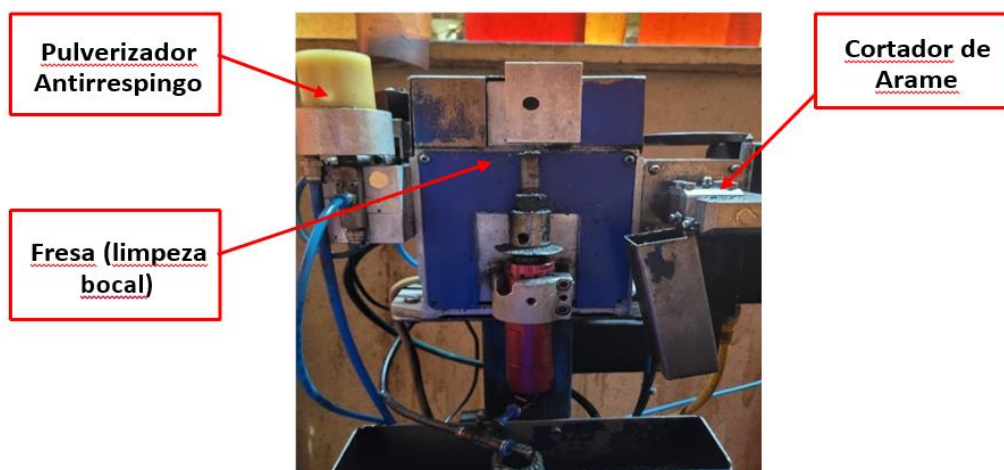
3.2 Análise da máquina (Estação de limpeza)

A estação de limpeza de tocha é utilizada na indústria e no comércio exclusivamente para a limpeza do compartimento interior dos bocais de gás de tochas de soldagem MAG no sistema de soldagem automático ou robotizado.

A limpeza serve como medida preventiva para o prolongamento da vida útil dos bocais de gás e dos intervalos de manutenção.

No caso do uso de um robô para o processo de soldagem, a velocidade e precisão são muito importantes. É impraticável trazer o braço do robô e fazer o operador limpar o bocal em intervalos após uma série de soldas ocorrerem. Portanto, ter uma estação de limpeza para a tocha robotizada é extremamente importante para manter o tempo e a precisão que uma operação de automação de soldagem. A Figura 3 mostra a estação de limpeza completa.

Figura 3 – Estação de limpeza



Fonte: os autores

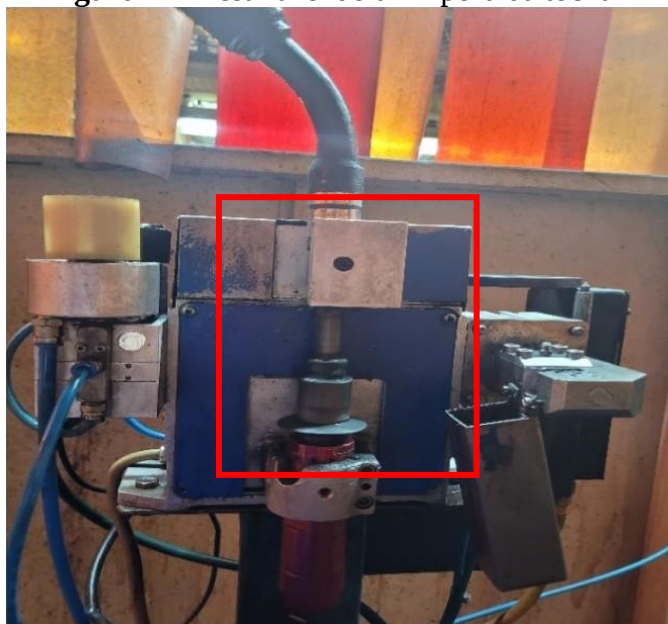
3.2.1 Descrição do funcionamento

Uma estação de limpeza completa possui três componentes que irão trabalhar nesta ordem: fresa, aplicador antirrespingos e cortador de arame.

Para o processo de limpeza, a tocha é mantida no dispositivo de fixação com a parte cilíndrica do bocal de gás. A fresa, configurada para a geometria do bocal de gás e da tocha, é deslocada para o compartimento interior do bocal de gás, com um movimento de elevação, removendo respingos de soldagem sedimentados. A fresa removerá todos os respingos do interior do bocal para permitir que o gás flua melhor do difusor para o bico e o bocal, para produzir soldas de qualidade, como destacado na Figura 4.

Nesse processo, o compartimento interior do bocal de gás é soprado com ar comprimido pelo conjunto de cabos. Assim, em conjunto com a função de sopro, o processo de limpeza é otimizado.

Figura 4 - Fresa fazendo a limpeza da tocha

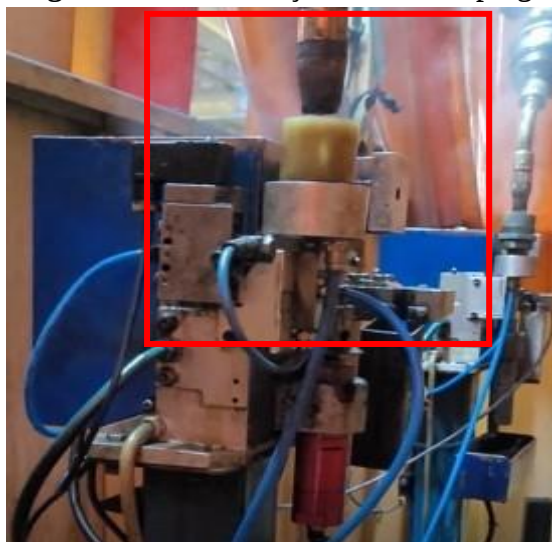


Fonte: Autores

Na célula robotizada, o sistema de limpeza da tocha possui um sistema de válvula que puxa o fluido do antirrespingo do galão do produto para o sistema de fresa da máquina no qual é feita a pulverização e então é feita a limpeza da tocha e bocal do robô. O injetor/aplicador de antirrespingo impede a formação de respingos dentro do bocal e no bico de contato.

A Figura 5, mostra durante a inserção na unidade de injeção, a tocha no braço do robô aciona a válvula tátil para liberar o fluído contra respingos.

Figura 5 – Pulverização do antirrespingo



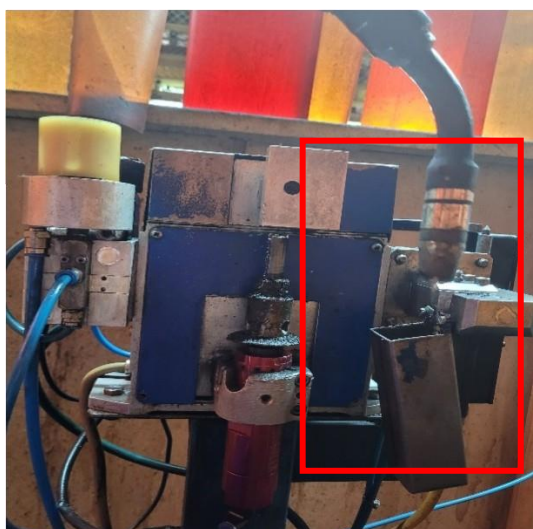
Fonte: Autores

Na figura 5 pode-se observar em destaque, o fluido sendo pulverizado, o que permite a formação de uma película de proteção contra possíveis sujeiras que possam afetar o processo de soldagem. O antirrespingo de solda traz benefícios com seu uso. Tais como:

- Mantém o bocal limpo por mais tempo, garantindo uma soldagem perfeita.
- Contribui para diminuir os custos de remoção dos respingos de solda, eliminando a necessidade do uso de lixas e retrabalho de peças;
- Evita aderência em bocais, bicos, chapas e peças, contribuindo assim para o aumento da durabilidade dos equipamentos;

O cortador de arame, destacado na Figura 6, garante que se tenha sempre o mesmo *stick out*, de modo que obtenha boas aberturas de arco e atinja a junta de solda com precisão.

Figura 6 - Cortador de arame



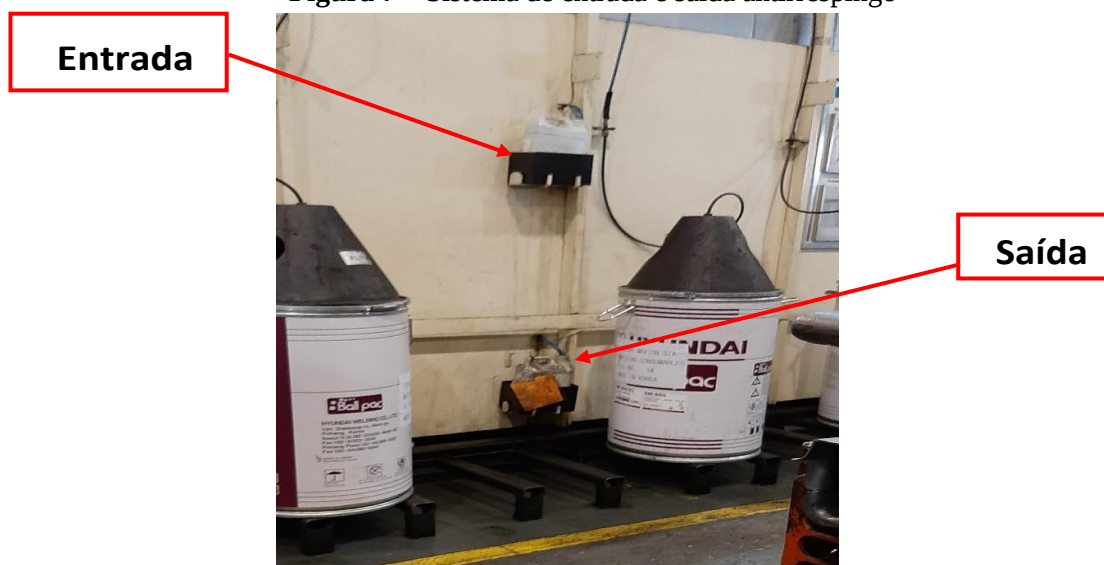
Fonte: Autores

3.3 Análise do decantador

3.3.1 Disposição inicial do sistema de antirrespingo da célula

A célula de soldagem era disposta com seu sistema de entrada e saída do antirrespingo totalmente exposta, como apresentado na Figura 7.

Figura 7 – Sistema de entrada e saída antirrespingo



Fonte: Autores

Com essa disposição, era facilitada a remoção descontrolada desse fluido na célula. Com isso, a proposta inicialmente foi criar um filtro que atendesse a ideia de filtragem e que futuramente trouxesse uma redução de custo para a área, eliminando todas as possibilidades de desperdício do fluido. As figuras 8 (a), (b) e (c) mostram as primeiras imagens de criação do decantador que foi feito uma base para encaixar a espuma (filtro) com uma caixa para ser acoplado essa base. A ideia é que fosse feito um sistema simples, e que garantisse um bom resultado, além de não utilizar recursos que levassem a gastos para a melhoria. Optou-se por utilizar a sucata que estava disposta na área para a confecção.

Figura 8 - Esquema de montagem do decantador



Fonte: Autores

O sistema de decantação do filtro é responsável pela remoção de partículas contaminantes do fluido no sistema.

Primeiramente, foi removido e retido através de um filtro, os contaminantes. Métodos de filtração são utilizados para manter o sistema de um nível de contaminação. Uma fração das partículas no fluido é retida, sendo que a retenção varia com o tamanho delas, a capacidade do meio filtrante e a integridade estrutural do filtro. O processo de captura de partículas pelos meios citados é chamado de absorção. O filtro elaborado para esse sistema de filtração, foi feito com uma espuma de aproximadamente 06 cm de espessura, especificada como espuma bloco, com densidade D33, sendo que segundo os testes feitos inicialmente, esta seria suficientemente firme e resistente para tal função, como mostra a Figura 9. A ideia do suporte é acoplar 2 blocos de filtração, sendo um na parte superior e outro na inferior, possibilitando maior retenção dos possíveis resíduos contaminantes do fluido.

Figura 9 – Espuma de filtração do antirrespingo



Fonte: Autores

Para a escolha do filtro levou-se em consideração as tolerâncias do sistema e qual produto e finalidade do mesmo a ser usado posteriormente, portanto, foi necessário para a aplicação, capaz de remover corpos que causariam danos ao filtro e no fluido depois do processo.

3.3.2 Disposição final do sistema de antirrespingo na célula

O filtro foi fixado na parte interior da célula, como mostrado na Figura 10 (a) e (b). O sistema ficou protegido em relação ao uso sem controle do fluido. O filtro foi instalado em

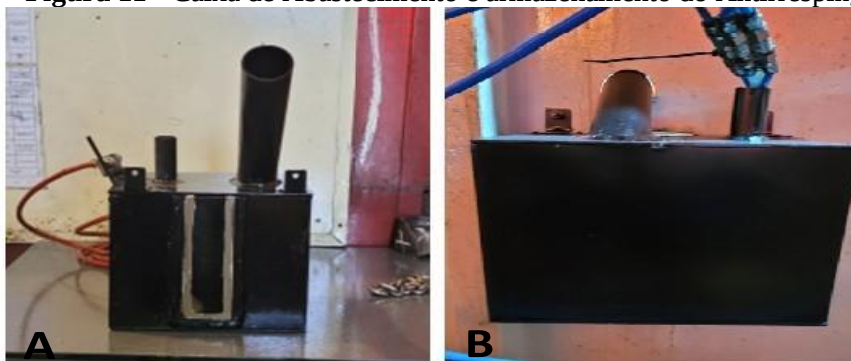
lugar de fácil acesso para análise do consumo diário, permitindo receber inspeção periódica por quem ficou encarregado para completar o fluido, como mostra a Figura 11 (a) e (b).

Figura 10 - Filtro e Galão do Produto Filtrado fixados no interior da célula



Fonte: Autores

Figura 11 - Caixa de Abastecimento e armazenamento do Antirrespingo



Fonte: Autores

3.4 Análise visual do fluido e filtro no processo de decantação

Neste estudo, para fins de testes, optou-se por amostras visuais do fluido para controle. E, nesse sentido, foi elaborado uma planilha em que, no período de 1 mês foi analisado semanalmente o estado físico do fluido antirrespingo e do filtro (espuma), já com a implantação do sistema de decantação.

Com base nos dados levantados, foi observado que não houve necessidade dentro do período de 3 semanas a troca da espuma do filtro, como mostra o Quadro 2, pois ela se manteve com a mesma integridade física que inicialmente implantada.

Quadro 2 – Check-list referente às três primeiras semanas de agosto

CHECK LIST ANALISE VISUAL DO DECANTADOR DE ANTI RESPINGO CÉLULA TESTE				
DATA	DESCRIÇÃO	SIM	NÃO	COMENTÁRIOS
07, 14 e 21 de Agosto	ANALISE DO FILTRO			
	SOFREU ALTERAÇÃO QUANTO AO SEU VOLUME?		x	
	AS CONDIÇÕES DE CONSERVAÇÃO ESTÃO ADEQUADAS?	x		
	QUANTIDADE RELEVANTE DE IMPUREZAS NO FILTRO?		x	
	HOUE NECESSIDADE DE SUBSTITUIÇÃO?		x	
	ANALISE DO FLUIDO			
	SOFREU ALTERAÇÃO VISUAL À QUALIDADE, BEM COMO:			
	COR	x		
	VISCOSIDADE		x	
	IMPUREZAS	x		
	OBSERVAÇÕES GERAIS:			

Fonte: Autores

A troca do filtro foi necessária apenas na última semana, como mostra no Quadro 3.

Quadro 3 – Check-list referente a última semana de agosto

CHECK LIST ANALISE VISUAL DO DECANTADOR DE ANTI RESPINGO CÉLULA TESTE				
DATA	DESCRIÇÃO	SIM	NÃO	COMENTÁRIOS
28/ago	ANALISE DO FILTRO			
	SOFREU ALTERAÇÃO QUANTO AO SEU VOLUME?		x	
	AS CONDIÇÕES DE CONSERVAÇÃO ESTÃO ADEQUADAS?		x	
	QUANTIDADE RELEVANTE DE IMPUREZAS NO FILTRO?	x		
	HOUE NECESSIDADE DE SUBSTITUIÇÃO?	x		
	ANALISE DO FLUIDO			
	SOFREU ALTERAÇÃO VISUAL À QUALIDADE, BEM COMO:			
	COR	x		
	VISCOSIDADE		x	
	IMPUREZAS	x		
	OBSERVAÇÕES GERAIS:			

Fonte: Autores

Em relação as impurezas analisadas visualmente no filtro, foi identificada uma quantidade insignificante, como mostra na Figura 12.

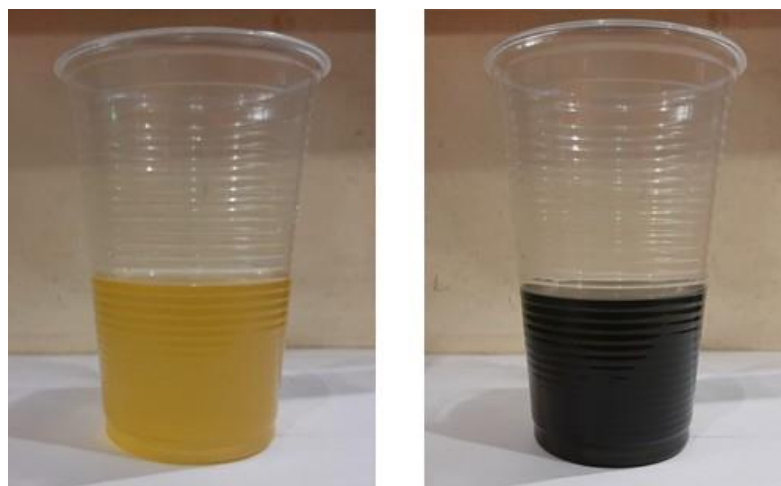
Figura 12 – Filtro com uso de 22 dias



Fonte: Autores

Na análise do fluido, também feita neste relatório, observou-se que, a cor do fluido, antes predominantemente amarelo turvo, sofreu alteração em relação a original, adquirindo uma coloração verde escura, porém, mantendo a viscosidade, conforme Figura 13.

Figura 13 – Análise do fluido



Fonte: Autores

Visto que por ser um fluido oleoso, quando tem contato com bocal e outros componentes no processo, ele sofre uma queima pela temperatura do bocal e contaminação devidos as sujeiras que se alojam.

Apesar da contaminação do fluido, pelas características principais do antirrespingo, bem como sua viscosidade, ainda assim cumpriu-se o seu papel na limpeza da tocha. Garantiu um bom funcionamento com a limpeza da tocha, protegendo contra adesão de respingos e eventuais problemas como porosidade nas soldas.

3.5 Análise de teste laboratorial

Diversos testes foram realizados pelo laboratório, com a finalidade de fornecer informações para o resultado mais concreto da pesquisa. Desta forma, a qualidade dos resultados fornecidos pelo laboratório tem fundamental importância, visto que uma informação errônea pode gerar um diagnóstico contrário à realidade e, consequentemente, pode trazer malefícios com o uso do fluido filtrado a médio e longo prazo.

A qualidade é verificada a partir de dados estabelecidos originalmente do antirrespingo e de uma amostra coletada do fluido filtrado, que comparam os resultados.

São parâmetros importantes avaliados, que fazem diferença na qualidade do trabalho.

Comparando o resultado dos testes, presente no Anexo A, entre o líquido original (claro) e o reutilizado (escuro), pode-se observar que as principais características do líquido, como a viscosidade, o pH e a densidade, sofreram uma pequena variação, que não interferirá na qualidade do líquido reutilizado.

Em anexo, estão as análises laboratoriais feitas pela USP, para comparação e entendimento do resultado.

3.6 Resultados Obtidos

A taxa de reutilização do antirrespingo para teste foi de 50% como apresentado na Tabela 1. A cada 1 litro abastecido no período de 1 mês na célula piloto, pode-se reaproveitar 50% do fluido filtrado.

Além dos resultados obtidos, ainda obteve grande vantagem quanto ao descarte do fluido, pois será reaproveitado.

Os dados de custos mensais do produto foram coletados no período de 6 meses, entre o início da implementação da melhoria, em Outubro de 2021, até Março de 2022.

Tabela 1 – Taxa de reaproveitamento do antirrespingo

A CADA 1 LITRO DE ANTIRRESPINGO			
FILTRAGEM	% DE REAPROVEITAMENTO	VOLUME DE GALÃO	VOL. DE REAPROVEITAMENTO (ml)
1	50%	1000	500
2		500	250
3		250	175
4		125	62,5
5		62,5	31,25
6		31,25	15,625
TOTAL		1968,75	1034,375

Fonte: Autores

Em média, são comprados 60,8 litros de antirrespingo, mensalmente, para as 10 células. Considerando a taxa de reaproveitamento de 50% da célula piloto, e calculando ela para as 10 células, estima-se um reaproveitamento de 30,4 litros mensais, o que gera uma estimativa de aproximadamente 182,5 litros reaproveitados e de uma redução de gastos de aproximadamente R\$3.908,25, em um período de 6 meses.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como visto anteriormente a proposta foi reduzir os desperdícios com o fluido antirrespingo nas células robotizadas através da sua reutilização com processo de filtração.

Tendo em visto as análises desenvolvidas dentro do estudo de caso, bem como análises visuais e testes de laboratório, pode-se perceber que mesmo que se reutilize esse fluido, a quantidade de retorno não seria suficiente para manter a célula abastecida. Porém, para futuros estudos e análises, a médio prazo, pode-se considerar um retorno na redução de custos deste produto, pois ele será reutilizado seguindo uma nova sistemática para sua utilização de forma consciente.

Para futuras análises serão mantidas as coletas mensais dos gastos com o antirrespingo, das 10 células robotizadas, o que trará para este estudo, um resultado mais exato do retorno e da melhoria.

REFERÊNCIAS

- ALUMAQ. O que é Solda MIG/MAG? 2018. Disponível em: <<https://www.alumaq.com.br/oque-e-solda-mig-mag/>>. Acesso em: 04 de jun. de 2022.
- AWS, 1996, Welding Handbook, volume 3, Materials and Applications – Part 1, American Welding Society, 8a. edição, USA.
- BAHRIN, M. A. K. et al. Industry 4.0: a review on industrial automation and robotic. **Jurnal Teknologi**, [S. l.], v. 78, p. 137-143, 2016.
- BHUIYAN, N.; BAGHEL, A.; WILSON, J. A sustainable continuous improvement methodology at an aerospace company. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 56, n. 8, p. 671-687, 2006
- BESSANT, J.; CAFFYN, S.; GILBERT, J.; HARDING R; WEBB, S. **Rediscovering continuous improvement**. Technovation v. 14, n. 1, p. 17-29, 1994.
- CADIUM. Anti Respingo de Solda: por que utilizar? 2021. Disponível em: <<https://cadium.com.br/anti-respingo-de-solda-por-que-utilizar/>>. Acesso em: 04 de jun. de 2022.
- CARPINETTI, L.C.R., Gestão da Qualidade – Conceitos e Técnicas, São Paulo, Atlas, 2010.
- ESAB. Soldagem MIG/MAG. 2016. Disponível em: <https://www2.ufjf.br/profab/files/2016/09/ESAB-Apostila-MIG-MAG.pdf>. Acessado em: 10 jun 2022
- GONÇALVES, R. A. Melhoria contínua – um processo para melhorar a competitividade. Disponível em: <https://monografias.brasilecola.uol.com.br/administracao-financas/melhoria-continua-um-processo-para-melhorar-a-competitividade.htm>. Acessado em: 30 mai 2022,
- MACHADO, I. G. **Soldagem e Técnicas Conexas**: Processos. Porto Alegre: Editado Pelo Autor, 1996.
- MARTINEZ, Paulo Henrique. **História Ambiental no Brasil: pesquisa e ensino**. São Paulo: Cortez, 2006.

MOURA, Ariane Giacomelli de. **Estudo comparativo entre os processos de soldagem mig/mag e soldagem com arame tubular com gás de proteção, com ênfase nas alterações microestruturais e qualidade superficial da junta soldado**. 2018. 16 f. TCC (Graduação)

PORTAL SÃO FRANCISCO. O que é Soldagem? 2022. Disponível em: <<https://www.portalsaofrancisco.com.br/quimica/soldagem>>. Acesso em: 04 de jun. de 2022.

POWERMING. Quais as vantagens da soldagem robotizada sobre a soldagem manual? **Powermig**, 2020. Disponível em:

<<https://www.powermig.com.br/pt/novidades/noticias/quais-as-vantagens-dasoldagem-robotizada-sobre-a-soldagem-manual.html>>. Acesso em: 20 de nov. de 2021. RAKOSKI, R. S. Estudo de caso: comparativo entre processo de soldagem manual e soldagem robotizada relativa à qualidade e produtividade. 2013 (TCC). Pós-Graduação Lato Sensu em Engenharia Industrial – DCEENG - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUÍ.

REIS, F. A. G.; GIORDANO, L. C.; Cerri, L. U. S.; Medeiros, G. A. **Contextualização dos cursos superiores de meio ambiente no Brasil: engenharia ambiental, engenharia sanitária, ecologia, tecnólogos e sequenciais**. Revista Engenharia Ambiental: pesquisa e tecnologia, Espírito Santo do Pinhal: UNIPINHAL, v. 2, n. 1, p. 5-34, jan./dez. 2005.

TOCCHETTO, M. R. L.; COUTINHO, H. L., “**Curso de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais**”. Edição Revisada, 2004. Disponível em: <http://www.marta.tocchetto.com/atividades/cursos/gerenciamentoderesiduosindustriais/Apostila/ger_residuos_completa.pdf>. Acesso em: 20 de nov. de 2021.

TREMONTI, Marcos Antonio. **A utilização de robôs industriais na soldagem teve início na década de 60, na indústria automobilística, dirigindo-se inicialmente à soldagem por resistência**. INFOSOLDA, 2018. Disponível em: <<https://infosolda.com.br/wp-content/uploads/Downloads/Artigos/industrial/incorporar-arobotica-aplicada-a-soldagem.pdf>>. Acesso em: 04 jun. 2022.

ANEXO A - Análise Química

Análise	Líquido (claro)	Líquido (escuro)
pH	7,02	7,15
Viscosidade Cinemática a 20°C (mPa·s)	1,050	1,055
Densidade Relativa a 20°C (g/cm ³)	1,020	1,030
Sólidos Suspensos (mg)	< 0,001	<0,001
Contaminação Bacteriana (ufc) – meio Ágar	0	0
Análise Gravimétrica (mg)	<0,001	<0,001

APÊNDICE A – Controle do Antirrespingo

CONTROLE ANTI-RESPINGO		
MÊS	QUANTIDADE(L)	VALOR
OUTUBRO	100	R\$1.951,52
NOVEMBRO	75	R\$1.348,24
DEZEMBRO	50	R\$975,76
JANEIRO	40	R\$1.096,53
FEVEREIRO	30	R\$822,39
MARÇO	70	R\$1.622,06
TOTAL	365	R\$7.816,50