ROBÔ DE SOLDA PARA CHAPISCO DE MOENDA: estudo de caso na empresa F. Mecal Mecânica e Caldeiraria Eireli

CHAPISCO DE MOENDA WELDING ROBOT: case study at F. Mecal Mecânica e Caldeiraria Eireli

Willian Carlos Giorgetti[I]
Maria Aparecida Bovério[II]
Dejaime Pereira da Silva[III]

RESUMO

Esse artigo apresenta um trabalho que foi realizado sobre processos robotizados, ou seja, tarefas que antes eram feitas exclusivamente pelo homem e que, hoje, são realizadas por máquinas automatizadas. Foi considerado como base o processo de soldagem em uma das áreas da indústria sucroalcooleira, no que se refere ao robô de solda de chapisco de moenda. Ele executa a tarefa realizada pelo homem em locais com ambientes degradantes e perigosos. Como metodologia foi realizado um estudo de caso em um robô para chapisco da empresa F. Mecal Mecânica e Caldeiraria Eireli. Ele utiliza arame de solda ao invés de eletrodo revestido, pois tem praticamente o mesmo efeito do eletrodo revestido para o chapisco, com uma pequena desvantagem, por causa de seu preço um pouco acima do eletrodo revestido, mas sua aplicação é simples e eficiente. O robô para chapisco de moenda tem por finalidade agregar material entre os frisos para que a moenda tenha maior aderência e tração na moagem de cana. Como resultados, foi possível verificar que, além de realizar um chapisco uniforme, sem falhas, e com menor tempo, ele não pula frisos, pois está programado com o número de frisos de cada rolo da moenda, podendo ser alterado pelo operador, de acordo com cada tipo de moenda. Conclui-se que o ser humano que trabalhava como chapiscador de moenda passa a se tornar operador de robô, um trabalho bem mais leve fácil e com remuneração superior e, por isso, há vantagens tanto para a empresa como para o funcionário.

Palavras-chave: Indústria sucroalcooleira. Chapisco. Robô de moenda.

ABSTRACT

This article presents a work that was carried out on robotic processes, that is, tasks that were previously performed exclusively by man and that, today, are performed by automated

[I] Estudante do Curso Superior de Manutenção Industrial da Faculdade de Tecnologia Deputado Waldyr Alceu Trigo de Sertãozinho (Fatec-Stz) – São Paulo – Brasil. E-mail: william.giorgetti@fatec.sp.gov.br

[II] Pós-Doutorado em Educação (UNESP-Rio Claro), Doutorado, Mestrado e Especialização em Educação (UNESP-Araraquara), Bacharel em Letras (Centro Universitário Moura Lacerda-Ribeirão Preto). Docente e pesquisadora da Faculdade de Tecnologia (Fatec) - Câmpus de Sertãozinho e Jaboticabal. Membro do Grupo de Estudos e Pesquisas em Políticas e Gestão da Educação Superior (GEPES) do Departamento de Educação da UNESP, Câmpus de Rio Claro, vinculado ao CNPq. E-mail: maria.boverio@fatec.sp.gov.br

[III] Engenheiro Eletricista pela Universidade de Araraquara (UNIARA), Master in Business Administration (MBA) - Gestão Empresarial pela Faculdade de Monte Alto-SP, Engenheiro de Manutenção - Maintenance Engineer na HUTCHINSON Brasil Automotive Ltda (HBA), Departamento Manutenção - Industry II - Maintenance Department. E-mail: dejaimesilva@gmail.com

machines. The welding process was considered as the basis in one of the areas of the sugar-alcohol industry, with regard to the chapisco welding robot of moenda. It performs the task performed by man in places with degrading and dangerous environments. As methodology, a case study was carried out in a robot for chapisco from the company F. Mecal Mecânica e Caldeiraria Eireli. It uses welding wire instead of coated electrode, as it has virtually the same effect as the coated electrode for the chapisco, with a small disadvantage, because of its price slightly above the coated electrode, but its application is simple and efficient. The robot for grinding chapisco aims to aggregate material between the beadings so that the mill has greater grip and traction in the grinding of sugarcane. As results, it was possible to verify that, in addition to performing a uniform chapisco, without flaws, and with shorter time, it does not jump friezes, because it is programmed with the number of friezes of each roll of the grinding machine, and can be changed by the operator, according to each type of grinding machine. It is concluded that the human being who worked as a grinder of the grinder becomes a robot operator, a much lighter job easy and with higher remuneration and, therefore, there are advantages for both the company and the employee.

Keywords: Sugarcane industry. Chapisco. Grinding robot.

Data de submissão do artigo: 06/04/2021.
Data de aprovação do artigo: 11/05/2021.
DOI: 10.33635/sitefa.v4i1.147

1 INTRODUÇÃO

A degradação de equipamentos nas indústrias sucroalcooleiras, devido a desgastes, vem se intensificando cada vez mais, em virtude das impurezas que vem junto com a cana de açúcar retirada da roça. Tal fato afeta e muito as condições de processamento, causando desgaste prematuro dos equipamentos, aumentando sua manutenção, e ocasionando a queda da produtividade. Uma das soluções para poder minimizar esse desgaste prematuro nos rolos da moenda de extração de cana de açúcar, foi realizar o chapisco dos rolos de forma manual, com eletrodos revestidos, devolvendo a rugosidade entre os frisos do rolo, necessária para a tração de cana de açúcar e para sua extração, um trabalho até hoje realizado por homens, mesmo sendo considerado degradante, perigoso e que não é tão eficiente, pois depende muito da habilidade e da experiência do soldador. Considerando-se todo esse contexto, surgiu a ideia de desenvolver um robô para executar essa tarefa, pois é muito mais viável, tanto para a empresa como para o funcionário. Muito embora, ainda há muitas indústrias do setor sucroalcooleiro que ainda utiliza a mão de obra humana para esse tipo de serviço (MURAD, 2015)

Com fundamento nos estudos de Murad (2015) surgiu a ideia de estudar esse tema, com o objetivo de pesquisar como o robô de solda de chapisco de moenda pode contribuir para a interação homem-robô, no sentido de corroborar tanto com as empresas, como com a segurança humana. Nos dias atuais é praticamente impossível estar em algum lugar e não estar cercado por algum tipo de automação e, no caso das usinas de cana de açúcar, cada vez mais acontece esse tipo de modernização, em todos os setores e, principalmente, onde o trabalho humano é perigoso e degradante. Por isso, justifica-se o interesse em pesquisar essa temática, uma vez que o chapisco de moenda é uma atividade que, em várias usinas, ainda é realizado de forma manual.

Com a automação do chapisco por robôs, além de ser mais eficiente e rápida, há um maior aproveitamento de consumíveis, a possibilidade de se ter o mesmo padrão de solda em todos os frisos (coisa quase impossível de ser feito manualmente), elimina o risco de queda, choque, queimaduras e local insalubre de trabalho para o soldador. Além disso, há uma significativa vantagem para o funcionário, pois ele deixa de ser um "chapiscador" e passa as ser o operador do robô. Assim, não ficará exposto aos riscos e perigos de antes, e terá uma melhoria em seu local de trabalho, além de um aumento em sua remuneração. O trabalho ficará padronizado e bem mais eficiente, aumentando a produtividade da usina e, consequentemente, gerando mais lucros.

Em algumas usinas ainda é um tabu o robô de solda, pois nota-se uma grande resistência em adotá-lo. Porém, isso varia muito, dependendo da região e do nível de escolaridade dos funcionários do setor. Assim, o problema que essa pesquisa visa investigar é "quais são as vantagens de se utilizar o robô de solda de chapisco de moenda?"

A hipótese dessa pesquisa é a de que, com a automação de solda (robô) ambos ganham (empresa e funcionário), pois há um aumento de produção, melhor aproveitamento de tempo e material, trabalho padronizado que não depende mais da habilidade do operador, uma vez que o robô faz tudo, e um ganho para o soldador que, além de não trabalhar em condições severas, passa a ser operador de robô.

2 PROCESSO DE SOLDAGEM EM MOENDA

O chapisco é a adição de metal com eletrodo de solda nas laterais dos rolos da moenda. Devido às impurezas vindas junto com a cana de açúcar, tais como a terra, areia e pedras, elas funcionam como agente abrasivo nos rolos da moenda e, por isso, há a necessidade do chapisco. Contudo, por ser realizado manualmente não fica uniforme e, assim, é passível de falhas, além do fato de oferecer um significativo risco e perigo para o soldador que aplica a solda, já que ela é feita com a moenda em movimento e em plena produção (MURAD; FERRARESI, 2015).

O chapisco de moenda é um método executado por um profissional especializado em soldagem. Esse tipo de processo proporciona aos rolos da moenda um nível apropriado de rugosidade uniforme, o que simplifica os processos de moagem. Além disso, o chapisco favorece a preservação dos frisos dos rolos da moenda por um período maior. O chapisco de moenda é um trabalho manual no qual o soldador utiliza uma ferramenta chamada varão, que é fixada ao equipamento de solda e é usada para depositar os materiais nos rolos da moenda para que ele possa ter o atrito ideal entre os frisos e o insumo. Esse processo específico de soldagem requer muita atenção e cuidado para a eficiência da técnica. A soldagem de moendas deve ser executada apenas por profissionais, e é indispensável contar com empresas especializadas nesse tipo de mão de obra, devido à sua alta especificidade no emprego da técnica e no uso de equipamentos e ferramentas apropriadas (VGR MONTAGEM E MANUTENÇÃO MECÂNICAS, 2021).

2.1 Robô de solda de chapisco de moenda

O robô de solda de chapisco de moenda da F. Mecal Mecânica e Caldeiraria Eireli foi desenvolvido para trabalhar em qualquer tipo de ambiente e com todos os tipos de arame de solda existentes no mercado. Além disso, pode-se programar o quanto de solda será depositada em cada friso, de acordo com o desgaste dele, deixando todos com a mesma quantidade de material e bem uniforme, livre de falhas e com um tempo bem menor de trabalho referente ao

realizado por homem. Também é possível realizar a adição de material (chapisco) em praticamente metade do tempo, obtendo-se um aumento significativo de produção e desempenho, aumentando o arraste e a moagem da usina. O tipo de arame a ser utilizado para essa aplicação depende muito da indicação de cada fabricante para esse tipo de serviço.

O robô de solda trabalha em dois eixos cartesianos "X" e "Y", o eixo "X" é responsável pelo deslocamento lateral de um friso ao outro e o eixo "Y" é responsável pelo deslocamento frontal para aplicação da solda nas laterais do friso. Além disso, o robô possui duas tochas de solda que realiza a tarefa nas duas laterais do friso ao mesmo tempo. Todos os parâmetros já estão em um banco de dados com distâncias pré-programadas, de acordo com cada tipo e tamanho de moenda, basta o operador somente marcar os parâmetros escolhidos na tela do robô e, depois, posicionar o robô para fazer os ajustes de posicionamento e distanciamento inicial, e dar início ao trabalho, realizando somente a tarefa de troca do rolo de arame. Quando ele termina todo o ajuste, é realizado por controle remoto, via rádio, deixando o operador a uma distância segura do processo (F. MECAL MECÂNICA E CALDEIRARIA EIRELI, 2020a).

Atualmente, com a velocidade em que a tecnologia avança, e com o aumento de produção e eficiência gerada pelos processos cada vez mais automáticos e acessíveis, de fácil aplicação e operação, a tendência é a de todas as indústrias, de um jeito ou de outro, acabem tendo que ceder para a automatização de seus processos de trabalho. Ou seja, deixar o modo arcaico de realizar algumas tarefas, pois do contrário, poderá perder trabalhos para outras indústrias mais modernas e eficientes, que poderão ter condições de oferecer seu trabalho com custo menor.

Outro fator a ser considerado é o da legislação trabalhista que se preocupa com a segurança do trabalhador e, no contexto do tema em estudo, estima-se que, dentro de uns 2 a 3 anos, a profissão de chapiscador de moenda estará praticamente extinta, justamente por conta de todo o perigo a que ela expõe o ser humano.

2.1 Indústria sucroalcooleira

O setor sucroenergético brasileiro é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar e o segundo maior produtor de etanol do mundo. Portanto, tem um papel estratégico na economia brasileira. Assim, é viável que os produtores nacionais invistam na utilização de recursos tecnológicos, pois as tendências para indústria sucroalcooleira mostram que o cenário tem tudo para ser ainda mais otimista. Depois de passar por profundas mudanças nos últimos 30 anos, o é previsto que p setor encontre um pouco mais de equilíbrio nos próximos tempos. Embora enfrente uma série de desafios, a produção sucroenergética brasileira vive um momento de maior estabilidade em relação a outros períodos. Assim, os empreendedores terão maior possibilidade de otimizar os processos e aumentar a produtividade (IONICS, 2019)

Cada vez mais há a tendência e ser modernizar O setor sucroenergético, principalmente no setor de extração, onde pode ser um gargalo muito importante para o aumento de produção, e com a aplicação de robôs de solda, por exemplo, onde era realizado a solda manualmente há um grande aumento de eficiência na extração e isso, consequentemente, aumenta a produção. Atualmente, todas as usinas que batem recorde de moagem e eficiência contam com robôs de solda de Chapecó em suas moendas.

O grupo TEREOS por exemplo terminou a safra 2020/2021 com moagem recorde, e suas unidades contam com robôs de solda de chapisco de moenda (NOVACANA, 2020).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

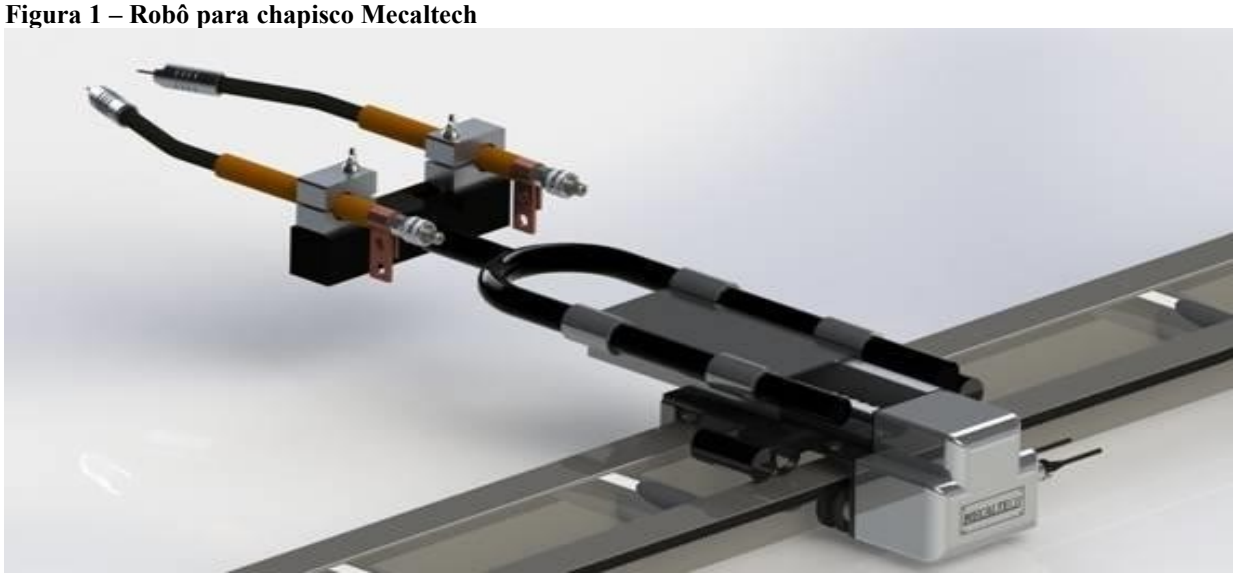
Os procedimentos adotados para a realização dessa pesquisa foram a pesquisa bibliográfica para obter conhecimento acerca do setor sucroenergético, do robô de solda de chapisco de moenda, assim como da função de chapiscador.

Em seguida, foi realizado um estudo de caso na empresa F. Mecal Mecânica e Caldeiraria Eireli, que consistiu em coletar e analisar informações sobre o uso do robô de chapisco de moenda, a fim de estudar sua funcionalidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados dessa seção pautam-se na pesquisa realizada, por meio de um estudo de caso na empresa F. Mecal Mecânica e Caldeiraria Eireli. A figura 1 apresenta o robô para chapisco.

Figura 1 – Robô para chapisco Mecaltech



Fonte: F. Mecal Mecânica e Caldeiraria Eireli (2020b)

A tabela 1 apresenta os resultados dos testes realizados com o robô funcionando, assim como a comparação dos resultados em relação ao tempo de trabalho com o funcionário.

Tabela 1 – Testes realizados para comparação entre homem e máquina

Resultado Técnico	Robô da F. Mecal	Soldador	Diferença
Quantidade de Frisos	10	10	-
Diâmetro da Camisa	1030	1030	-
Passe do Friso	1,1/2"	1,1/2"	-
Material	Nold Sprai 3,2mm	Sprai rolls	-
Fluido	Água	-	-
Kilograma Material Aplicado	10,100	5,420	46,33%
Kilograma de Material Perdido	2,440	7,053	65,04%
Material Retido no Friso (%)	54,81%	30,16%	44,97%
Material Retido no Friso(kg)	3,047	2,520	17,29%
Perda do material (%)	45,19%	69,84%	35,29%
Tempo Total de Teste	1h1minuto	2h37minutos	61,14%
Velocidade de Troca de Friso	2,8 segundos	30 segundos	90,66%
Tempo de Aplicação em 1 Friso	6min 6 segundos	15min 12 segundos	59,86%
Tempo de Aplicação do Material	1h 32 segundos	2h 32minutos	60,17%
Qualidade do Chapisco	Aprovado	Reprovado	

Fonte: F. Mecal Mecânica e Caldeiraria Eireli (2020) – documento interno utilizado na pesquisa

Por meio dos dados apresentados na tabela 1, pode-se verificar que há uma significativa eficiência do robô de solda, tanto na aplicação quantidade, tempo e economia de material, se comparados com a solda de chapisco feita manualmente. Ressalta-se que os testes foram realizados no mesmo ambiente e condições.

A figura 2 apresenta o robô trabalhando no rolo superior da moenda.

Figura 2 - Robô Mecaltech trabalhando no rolo superior da moenda



Fonte: F. Mecal Mecânica e Caldeiraria Eireli (2020) – documento interno utilizado na pesquisa

Na figura 3 é possível verificar o mesmo tipo de trabalho sendo realizado pelo ser humano.

Figura 3 – Funcionário "chapiscador" trabalhando no rolo de entrada do 1º terno da moenda



Fonte: Murad (2015, p. 25)

O operador aplica o chapisco com bastão, onde o alicate de solda com eletrodo é preso. A ponta e o cabo geralmente são presos no bastão, onde ele apoia na estrutura da moenda para aplicar o chapisco. O local de trabalha é úmido, quente, perigoso e exposto aos gases de solda, provenientes do processo de chapisco, além de haver risco de choque elétrico e postura inadequada.

Considerando-se os dados coletados durante essa pesquisa e as figuras 2 e 3, pode-se afirmar que normalmente os Robôs de chapisco de moenda utilizados para a aplicação de chapisco, são projetados com base na necessidade de se propiciar um maior rendimento na velocidade de pulverização dos rolos de moenda. Contudo, a sua velocidade, muitas vezes, acaba beneficiando, em um primeiro momento, o usuário/encarregado pela equipe de chapiscadores, pois ele projeta rapidamente a possibilidade da alocação de mão de obra para outro setor que dela mais precisa. Entretanto, em um segundo momento, é possível verificar que um robô para chapisco de moenda que seja muito rápido na aplicação do arame, muitas vezes, pode representar um grave problema na questão de preservação dos perfis dos rolos e, também, terá participação direta na redução dos índices de extração do conjunto moenda. Diante dessa questão relacionada à velocidade de aplicação do arame x eficiência/vida útil do produto aplicado, assim como outras questões que geram grandes limitações técnicas que comprometem o custo x benefício do investimento para um equipamento dessa natureza, a F. Mecal Mecânica e Caldeiraria Eireli desenvolveu um robô para chapisco de moenda que, de fato, pela primeira vez no mercado nacional, apresentou ao usuário o melhor significado da palavra custo x benefício, como foi anteriormente apresentado na tabela 1 (F. MECAL MECÂNICA E CALDEIRARIA EIRELI, 2020a)

5 CONCLUSÃO

Esse estudo possibilitou concluir que o robô para chapisco de moenda pode contribuir para a interação homem-robô, pois, além do robô proporcionar melhores resultados para a

empresa, seja em quantidade ou qualidade, com sua aquisição, o trabalho do chapiscador se torna mais "humano", uma vez que o robô o executa. E, nesse caso, o funcionário não perdeu o trabalho, ao contrário, passou de chapiscador para operador de robô. Ou seja, o trabalho de chapiscar moenda é mais humanizado quando se substitui o homem pelo robô devido às suas condições insalubres.

O mundo está cada vez mais conectado, trabalhos que antes eram realizados só por pessoas, hoje são feitos por máquinas cada dia mais inteligentes e eficientes. Assim, pode-se concluir, finalmente, que no setor pesquisado, a robotização será cada vez mais presente, uma vez que com ela se aumenta a eficiência, a produtividade e a capacidade de moagem das usinas, além de diminuir os riscos de acidentes de trabalho.

REFERÊNCIAS

F. MECAL MECÂNICA E CALDEIRARIA EIRELI. **Robô de chapisco de moenda**. 2020a. Disponível em: https://www.fmecal.com.br/produtos/produto/robo-de-chapisco-de-moenda-fmecal/. Acesso em: 02 mar. 2020.

_____. **Robô de chapisco de moenda F. Mecal.** 2020b. Disponível em: https://www.fmecal.com.br/produtos/categoria/locacao-robo-de-chapisco/. Acesso em: 23 mar. 2021

IONICS. **Conheça as principais tendências para indústria sucroalcooleira.** 2019. Disponível em: https://ionics.com.br/conheca-as-principais-tendencias-para-industria-sucroalcooleira/#:~:text=Para%20onde%20caminha%20o%20setor,papel%20estrat%C3%A9gico%20na%20nossa%20economia. Acesso em: 02 mar. 2021.

MURAD, Márcio de Queiroz. **Aplicação de chapisco em moenda de cana de açúcar com o processo FCAW**. 2016. Dissertação (mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016. Disponível em: https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/20880/3/AplicacaoChapiscoMoenda.pdf. Acesso em: 04 mar. 2021

MURAD, Marcio de Queiroz; FERRARESI, Valtair Antonio. Aplicação de chapisco em moenda de cana de açúcar pelo processo FCAW. In: 8º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE FABRICAÇÃO. **Anais [...]** 18 a 22 de maio de 2015, Salvador, Bahia, Brasil. Copyright © 2015 ABCM. 2015. Disponível em: http://abcm.org.br/app/webroot/anais/cobef/2015/PDFS/COF-2015-0006.PDF. Acesso em: 23 mar. 2021.

NOVACANA. **Tereos encerra safra 2020/21 com moagem recorde de 20,9 milhões de toneladas.** 2020. Disponível em: https://www.novacana.com/n/cana/safra/tereos-encerra-safra-2020-21-moagem-recorde-20-9-milhoes-toneladas-131120. Acesso em: 03 mar. 2021

VGR MONTAGEM E MANUTENÇÃO MECÂNICAS. **Chapisco de moenda.** 2021. Disponível em: https://www.vgr.ind.br/chapisco-moenda. Acesso em: 02 mar. 2021.