

ESTUDO DE CAUSA DO DEFEITO SOLDA DESLOCADA EM SOLDAGEM “GMAW” PARA O QUADRO AUXILIAR DE AUTOMÓVEIS¹

Leonardo Miron²

Alexandre Arthuzo³

Marcos Antonio Batista Camilo Junior⁴

Carlos Alberto Chaves⁵

José Rubens de Camargo⁶

Resumo

Esta pesquisa tem por objetivo analisar qualitativamente e quantitativamente o problema da soldagem deslocada dos ganchos no quadro auxiliar que fixa as bandejas e a caixa de direção dos automóveis, produzidas no primeiro e segundo turno da empresa Metalbages do Brasil. Este levantamento busca relacionar as áreas da qualidade e da tecnologia através do diagrama de Ishikawa e também de análises laboratoriais. Tendo o conhecimento interdisciplinar dessa respectiva causa, pode-se auxiliar os inspetores de soldagem e gerência produtiva, com ações nas correções e até mesmo na elaboração de planos preventivos resultando em melhor qualidade e produtividade. A análise de falhas de soldagem em 15996 peças diretamente na célula de fabricação, permitiu entender como cada variável contribuiu para o problema. Este estudo mostrou que o dispositivo atual não garante a repetibilidade do posicionamento correto do gancho, dependendo da ação do operador.

Palavras-chave: “GMAW” robotizado; Soldagem; Macrografia; Diagrama Ishikawa.

STUDY OF CAUSE OF THE DEFECT WELDS MOVED IN WELDING "GMAW" FOR THE SUBFRAME OF AUTOMOBILE

Abstract

This research has for objective to analyze quality and quantitatively the problem of the moved welding of the hooks in the subframe that fastens the trays and the box of direction of the automobile, produced in the first and second shift of the company Metalbages of Brazil. This rising looks for to relate the areas of the quality and of the technology through the diagram of Ishikawa and also of analyses laboratory. Tends the interdisciplinary knowledge of that respective cause, it can be aided the welding inspectors and productive management, with actions in the corrections and even in the elaboration of preventive plans resulting in better quality and productivity. The analysis of welding flaws in 15996 pieces directly in the production cell, allowed to understand as each variable contributed for the problem. This study show that the current device doesn't guarantee the repetibility of the correct positioning of the hook, depending on the action of the operator.

Key words: “GMAW” robotic; Welding; Macrograph; Ishikawa diagram.

¹ *Contribuição técnica ao 62º Congresso Anual da ABM – Internacional, 23 a 27 de julho de 2007, Vitória – ES, Brasil.*

² *Mestrando Engenharia Mecânica, Gestamp, Universidade de Taubaté (Unitau)*

³ *Mestre Engenharia Mecânica, Toyota, Unitau*

⁴ *Mestrando Engenharia Mecânica, Dura, Unitau*

⁵ *Doutor, Engenheiro, Unitau*

⁶ *Doutor, Engenheiro, Unitau / Senai*

1 INTRODUÇÃO

No mundo globalizado, a competitividade é defendida na velocidade de resposta que uma organização faz às drásticas e rápidas mudanças na demanda e nas expectativas do cliente. Vivendo este contexto é preciso ser enxuta e flexível, com auto-gestão em todas as áreas e em especial no processo fabril. Takahashi,⁽¹⁾ afirma que as características operacionais de uma fábrica são os elementos decisivos para a qualidade, quantidade e custo. Com isso foram criadas algumas ferramentas para o gerenciamento e acompanhamento das linhas de produção visando a melhoria dos processos.

Atualmente, as atividades de qualidade estão cada vez mais incluindo a participação de todo o pessoal da empresa, isto propicia um grau de comprometimento, um impacto revolucionário com mudanças na consciência das pessoas e no ambiente de trabalho, um mover de todos na busca dos resultados e na solução de problemas, a fim de reformular a estrutura da empresa e gerar lucros maiores.⁽²⁾

O objetivo da diferenciação entre esses enfoques não pode ir além dos objetivos didáticos, uma vez que eles complementam-se entre si na busca pela satisfação dos clientes. O ideal seria que, assim como os indicadores de qualidade são influenciados pelos processos utilizados no seu desenvolvimento, os processos também fossem influenciados pelos indicadores de qualidade definidos no planejamento.

A produtividade é vista como eficiência e é conseguida através da otimização do uso dos recursos empregados (inputs) a fim de maximizar os resultados desejados (outputs). Sob um ponto de vista mais amplo, produtividade não é somente obter o máximo de eficiência fazendo certo as coisas, mas atingir o máximo de eficácia. Fazendo as coisas certas. É necessário ir além do conceito básico de resultado obtido/recurso empregado e entender os fatores determinantes que conduzem à melhoria da produtividade.

Dessa forma, fica fácil entender e localizar a qualidade no conceito de produtividade, seja ele restrito ou amplo. A qualidade deve estar sistematicamente e tecnicamente aplicada em qualquer processo, presente nos recursos e no resultado, bem como na atividade de conversão desses recursos em resultado.

As pessoas representam um dos principais fatores responsáveis pela qualidade e, pelo aumento na produtividade da empresa. Nesse sentido, é necessário valorizá-las, através de processos de trabalho que considerem as competências, o espírito de equipe, a eficiência, o orgulho pelo trabalho, a orientação para o cliente e a correta utilização das máquinas e sistemas.

Essas abordagens possuem alguns pontos em comum, entre eles a satisfação das necessidades do cliente, seja ele interno ou externo, seja através da adequação ao uso ou da conformidade aos quesitos esperados.

A ferramenta utilizada na identificação dos problemas priorizados foi o diagrama de causa-efeito. Para Campos,⁽³⁾ este diagrama também chamado de "diagrama espinha de peixe" ou "diagrama de Ishikawa", foi criado para que todas as pessoas pudessem exercitar a separação dos fins de seus meios.

Para cada problema priorizado o diagrama mostra a relação entre uma característica da qualidade (efeito) e os seus fatores (causas).

A soldagem é hoje um dos processos de fabricação mais importantes e populares para a união de materiais metálicos.⁽⁴⁾ A garantia de sua qualidade requer, no entanto, em determinadas aplicações, avaliações e qualificações da junta

soldada.⁽⁵⁾ A inspeção e a aceitabilidade de determinada solda deve atender a critérios preestabelecidos, tais como em normas específicas.⁽⁶⁾ Nos países desenvolvidos, onde a qualidade do produto é fator determinante da sua aceitabilidade no mercado, o desenvolvimento de normas e inspeção e aprovação do produto torna-se necessidade indispensável.⁽⁷⁾

O processo de soldagem é bastante antigo e comum na maioria das indústrias. Apesar da evolução das técnicas, ainda existe um número elevado de processos que dependem da experiência do operador no ajuste dos parâmetros. Estes parâmetros são importantes e estão relacionados com defeitos e dificuldades comuns em processos de soldagem: má aderência do cordão de solda, porosidades, mordeduras, falta de penetração, entre outras.⁽⁸⁾

O processo de soldagem “GMAW” (Gás Metal Arc Welding) é bastante versátil. Algumas de suas principais vantagens são: taxa de deposição maior que a de soldagem com eletrodo revestido, menos gás e fumaça na soldagem, alta versatilidade, larga capacidade de aplicação além de ser aplicado em uma faixa ampla de espessuras e materiais.⁽⁶⁾ O uso do processo “GMAW” é atualmente o método mais utilizado na Europa Ocidental, U.S.A e Japão. Isto ocorre entre devido a sua alta produtividade e facilidade de automação.⁽⁸⁾

No processo de soldagem “GMAW” robotizado, grandes variedades de defeitos podem aparecer no cordão de solda e podem estar associados a várias causas, tais como: prática do operador, inclinação da tocha, folga entre as chapas, posição inicial do arame e a extensão do arame em relação à peça, dispositivo de má qualidade, etc.⁽⁹⁾

Na indústria automobilística, a influência das variações dos parâmetros de soldagem em componentes soldados pode comprometer a qualidade e segurança do produto, afetando diretamente o bom funcionamento do veículo e o bem estar do usuário.⁽¹⁰⁾

2 MATERIAIS E METODOLOGIA EXPERIMENTAL

2.1 Materiais

Para a montagem dos quadros auxiliares em estudo, foram utilizados chapas de aço carbono com espessura de 2,25 mm de acordo com a norma ABNT NBR 5906 EPA. Também, foram utilizados componentes chamado “Gancho maciço” com diâmetro de 12 mm de acordo com a norma DIN EN 10277-2, com propriedades físico/químicos especificados, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Propriedades físico - químicas especificados e utilizados dos componentes do quadro auxiliar.

ANÁLISE	DESCRIÇÃO	MP	PROPRIEDADES MECÂNICAS			COMPOSIÇÃO QUÍMICA (%)					
			LE (MPa)	LR (MPa)	Along. (%) BM=50 mm	C	Mn	Si	P	S	Al
Especificado	NBR 5906 EPA	Chapa	300 máx.	410 máx.	30 mín.	0,10 máx.	0,45 máx.	---	0,030 máx.	0,030 máx.	0,020 mín.
Encontrado			252	321	31	0,08	0,31	---	0,015	0,018	0,025
Especificado	DIN EN 10277-2	Gancho	430 a 730	300 Mín	9 mín.	0,07 a 0,13	0,3 a 0,6	0,4 máx.	0,045 máx.	0,045 máx.	---
Encontrado			544	389	12	0,09	0,4	0,3	0,028	0,031	---

Para a soldagem da montagem do quadro auxiliar foi utilizado o processo “GMAW” robotizado usando material de adição em arame de aço maciço cobreado, com diâmetro de 1,0 mm. A mistura do gás de proteção foi na proporção de 80% Ar + 20% CO₂. Para a soldagem das amostras analisadas foi utilizado um Robô da marca ABB de especificação IRB 2400/10 M98A (Figura 1), e uma mesa giratória IRBP 250R da ABB, conforme Figura 2.

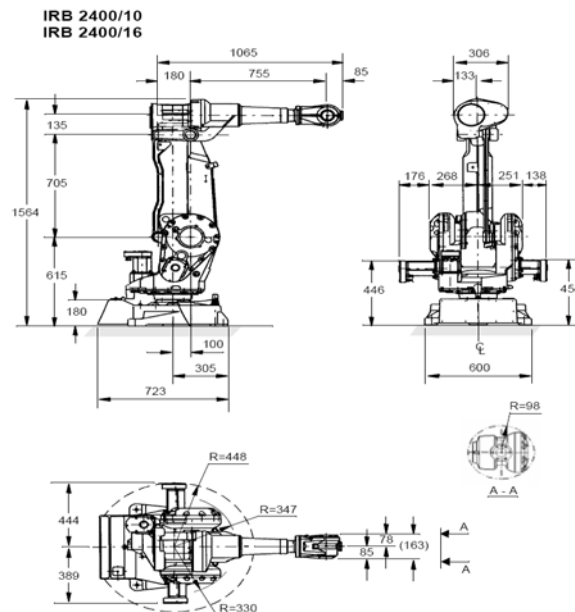


Figura 1 – Desenho do robô da marca ABB. ⁽¹¹⁾

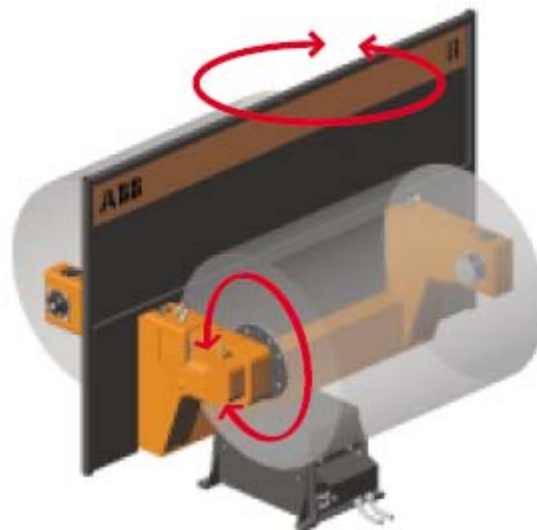


Figura 2 – Mesa giratória da marca ABB. ⁽¹²⁾

2.2 Metodologia Experimental

Para a fabricação dos quadros auxiliares da empresa Metalbages do Brasil foi utilizado um procedimento de soldagem convencional de “GMAW” robotizada, onde posicionou-se a peça no dispositivo com os 2 ganchos. Em seguida, o robô é

acionado, o qual trava as peças na posição devidamente gabaritada através de grampos pneumáticos, e executa dois cordões de solda para cada gancho. Essa operação não exige qualquer tipo de preparação das superfícies antes do processo de soldagem. Durante a soldagem das peças, foi observado a existência de um grande número de defeitos no quadro auxiliar sendo caracterizado por solda deslocada, conforme Figura 3 (a) e (b). Após dois meses de produção, a separação das amostras foi executada após um acompanhamento de produção, totalizando 15996 peças. Foi utilizado para análise das amostras os recursos do laboratório metalúrgico, bem como as respectivas normas de soldagem e suas especificações.

Para a realização da soldagem, foram fixados os seguintes parâmetros: a corrente 280 A, a voltagem 25,5 V, a velocidade de soldagem 16,5 m/min, e o controle de gás para 12 l/min.

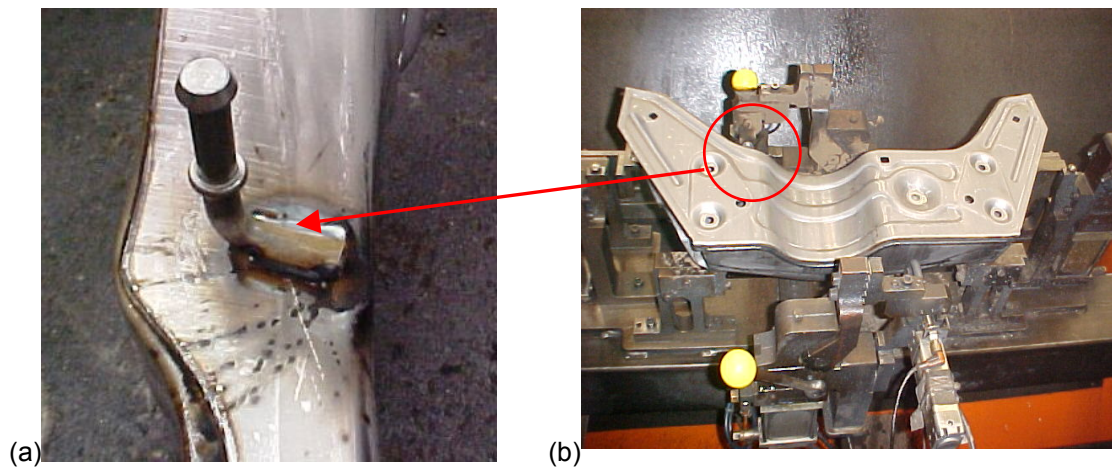


Figura 3(a) e (b) – Dispositivo de soldagem com a peça posicionada

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 2, representa a quantidade total e acumulada dos defeitos encontrados quinzenalmente no processo de soldagem robotizada, no primeiro e segundo turno da linha de soldagem do quadro auxiliar, para um acompanhamento de produção de 15996 peças soldadas.

A estratégia de estudo realizado em 2 turnos foi para garantir a estratificação quantitativa do problema, que irá auxiliar na resolução da causa raiz, pelo utilização do Diagrama de Ishikawa.

Tabela 2 – Quantidade de defeitos no processo de soldagem

Dias \ Turno	Solda Deslocada			
	1°	Acum. 1°	2°	Acum. 2°
15	31	31	47	47
30	28	59	42	89
45	3	62	8	97
60	84	146	116	213
Total de Defeitos	359			
Total de peças	15996			

A quantidade total de defeitos 359 peças representa 2,24% do total de amostras produzidas e inspecionadas. Este valor é representativo por se tratar de um item de segurança, de alto valor agregado e principalmente prejudicando a confiabilidade exigida pela indústria automobilística.

A Figura 4, representa um aumento nos últimos 15 dias para os 2 turnos deixando evidente que a investigação não foi influenciada pelos operadores, mesmo sabendo do acompanhamento que estava sendo executado. Isto motivou futuras análises através de Ishikawa e metalúrgica.

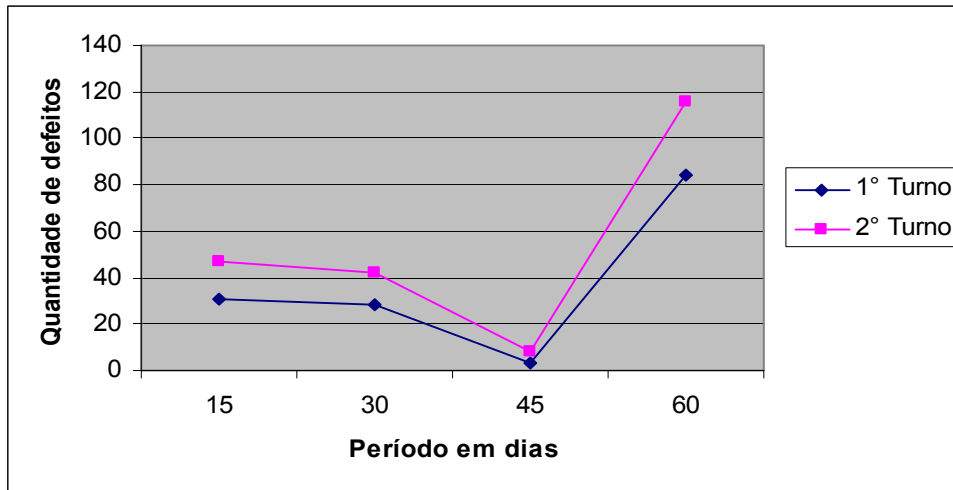


Figura 4 – Quantidade acumulada de defeito de solda deslocada

A Figura 5, representa o diagrama de Ishikawa para a solda deslocada, buscando as possíveis causas em função do acompanhamento/diagnóstico dos operadores, supervisor e engenheiro do processo.

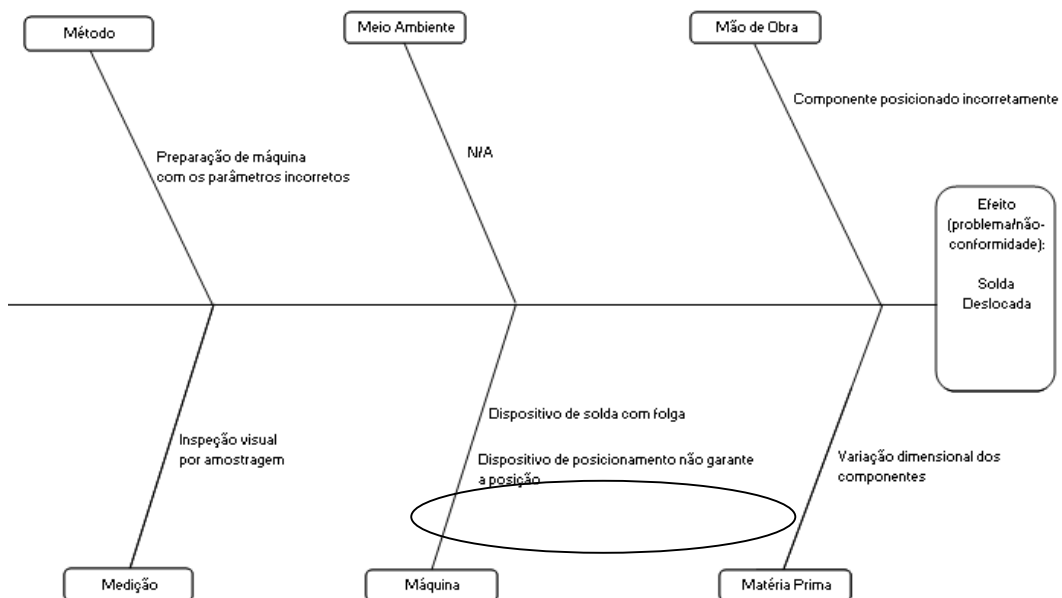


Figura 5 – Diagrama de Ishikawa - Solda deslocada

O método foi baseado na parametrização do robô, sequenciamento e montagem no dispositivo de soldagem.

O meio ambiente foi baseado na iluminação, limpeza e organização.

A mão de obra foi baseada no treinamento dos operadores dos 2 turnos, formação escolar, e cursos de aprimoramento.

A medição foi baseada nos dispositivos de controle de qualidade, tipo Passa e Não-Passa e visual.

A máquina foi baseada na programação do robô, seu grau de liberdade e no dispositivo de posicionamento.

A matéria-prima foi baseada na variabilidade dimensional dos componentes, tipo de material, tipo de eletrodo, tipo de gás e tipo de processo de soldagem.

Foi observado que o dispositivo não garantia o correto posicionamento das peças a serem soldadas, acarretando uma instabilidade no processo produtivo.

A Figura 6 mostra a análise metalúrgica da solda deslocada juntamente com a macrografia, revelando a incorreta posição da solda entre a chapa e o gancho.



Figura 6 – Solda Deslocada do gancho do quadro auxiliar

4 CONCLUSÕES

Após a análise do problema de soldagem deslocada “GMAW” robotizado, apresentado com suas respectivas causas prováveis, conclui-se:

- o dispositivo atual não garante a repetibilidade de posicionamento correto do gancho do quadro auxiliar;
- a confiabilidade depende atualmente da ação do operador;
- a estratificação mostrou a falta de treinamento principalmente para o 2º turno.

Para a resolução definitiva do problema, a Engenharia de processo deve atuar na melhoria do dispositivo de fixação dos ganchos, assim como no treinamento para os operadores principalmente do 2º turno, onde se produz mais peças defeituosas.

REFERÊNCIAS

- 1 TAKAHASHI, Yoshikazu e Takashi, Osada, **TPM MPT Manutenção Produtiva Total**. São Paulo : Instituto IMAM 2ªEdição, 2000, 322p.
- 2 IM&C internacional, Japan Institute of Plant Maintenance Tokyo, Japão. **Curso de Manutenção Planejada TPM – Total Productive Maintenance**. São Paulo: Impresso pela IMC internacional, 2000, 173p.
- 3 CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC – Controle de Qualidade Total**. 6 ed.. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992.
- 4 ALMENDRA, A.C.; SILVA F.L.T.; PIRANI, J.L.; RAMALHO, J.P.; **Soldagem**. Editora Senai – São Paulo, 1997.
- 5 AWS, **Standard for AWS certification of welding inspectors**, American Welding Society USA, 1988, 10p.
- 6 AWS, AWS B2.1 **Standard for welding Procedure and performance Qualification**, American Welding Inspection Society, USA 1999.
- 7 AWS, **Welding Inspection- American Welding**, Society USA, 1980,222p.
- 8 MARQUES, P.V.; MODENESI, P.J.; BRACARENSE, A.Q.; **Soldagem Fundamentos e tecnologia**. Editora UFMG, 2005.
- 9 WAINER, E.; BRANDI, S.D.; MELLO, S.D.H; **Soldagem; Processos de Metalurgia**. São Paulo: LTC, 1992.
- 10 PEREIRA, W.A.; **Comportamento do Cordão na Soldagem GMAW Pulsada em chanfros estreitos**, 2001.
- 11 ABB, Flexible Automotion; **Product On-line Manual IRB 2400**.
- 12 ABB, Product Manual; **Positioner IRB P250R/500R/750R, M2001**, 2002.