

Comparação Entre Sistemas Soldados Convencional e Assistido

Denis Dayol¹, Gladson de Oliveira Leite¹, Pedro Magalhães Maciel¹, Rafael de Paula Carvalho¹, Ronivaldo Gonsalves¹, Wesley Wagner da Silva Santos¹

denisdjp@hotmail.com
gadjf@hotmail.com
pedro-maciel10@hotmail.com
rafakarvalho@yahoo.com.br
ronivaldogoncalves@gmail.com
wssantos29@gmail.com

Professor orientador: Cristiano Elias

Coordenação de curso de Engenharia Mecânica: Lucia Zenaro

Resumo

Durante muitos anos, o ramo da soldagem foi tratado como uma área do processo produtivo sem a devida importância. Tratada nas diversas mentes gerenciais como uma simples forma de união de peças, e que, não tendo dados corretos para mensuração de custos reais e produtividade, normas diversas, entre outros parâmetros, devido aos altos custos para estas coletas, preferem negligenciar a gestão deste processo. A inserção dos conceitos da indústria 4.0 nesta área se faz necessário, onde se obtém um controle geral de todos os parâmetros necessários na operação, e isso pode ser feito de forma assistida em tempo real, podendo ser inclusive acompanhada pelo cliente remotamente, através de sistemas computacionais de gerenciamento, gerando históricos de fabricação e garantindo a qualidade final e satisfação do cliente.

Palavras-chave: Soldagem, Indústria 4.0, Produtividade, Qualidade na soldagem.

1. INTRODUÇÃO

Os conceitos de indústria 4.0, vem sendo cada vez mais necessários nos controles de processos soldados. Este conceito de controle se aplica onde requer uma precisão maior na coleta de dados, redução de erros humanos nessas coletas, garantias de qualidade e gerenciamento desses processos soldados de uma forma geral. Parâmetros como corrente, tensão, velocidade de alimentação de arame, e fluxo de gás, necessitam serem controlados tendendo ao maior controle possível, visando as garantias que esse processo requer. Sistemas com componentes soldados, nem sempre recebem a atenção necessária dentro das indústrias. A quantidade de pessoas envolvidas para coleta de dados, e dificuldade de coleta em função do processo de soldagem envolver situações de segurança, muitas vezes levam a falha na coleta de dados, ou até mesmo deixarem de ser mensurados. Para situações como essa, o controle dos parâmetros de soldagem através de sistemas computacionais, se faz necessário.

Para realização deste trabalho, e entrega de uma resposta real e objetiva, foi feita uma pesquisa entre fornecedores e fabricantes de máquinas de solda, visando encontrar um sistema de controle desses parâmetros de soldagem, para melhorar a qualidade do trabalho e gerenciamento do processo, onde se chegou a uma conclusão e a uma resposta efetiva para este controle, através de um método de comparação entre dois sistemas de soldagem. Um sistema convencional, e outro por sistema assistido de soldagem, com inserção de conceitos de indústria 4.0, que será apresentado.

¹ Graduação em Engenharia Mecânica – Centro Universitário UNA.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CONTROLE DE PROCESSOS

A automação e a troca de dados entre máquinas do setor industrial são tendências que, entre seus benefícios, apresentam a flexibilidade como destaque. Acompanhando a revolução dos equipamentos, os softwares quase sempre baseados em nuvem e trazem grande flexibilidade, permitindo muitas vezes até incluir máquinas de outros fabricantes. Diante disso, para obter vantagem competitiva dentro do mercado, é relevante entender a organização como a soma dos processos, bem como uma visão analítica de seus macroprocessos (KIPPER, 2011).

Linhas de produção de todos os tamanhos podem ser rastreadas e controladas, desde as que contam com poucas máquinas até as que possuem dezenas delas. Nesse sentido, Ferreira (2014), compreende que a gestão por processos componente é primordial para agregar valor nas organizações modernas. O controle de processo ajuda diretamente na melhoria contínua de todos processos envolvidos. A melhoria é interativa porque o ciclo de resolução de problemas é realizado indefinidamente para buscar uma solução ou melhorar algo já atingido (MORORÓ, 2008).

A implantação costuma trazer resultados já no curto prazo. Todos os dados reunidos durante as operações servem como base para avaliar a eficiência da produção e realizar uma análise que otimizará ainda mais o processo. A gestão de processos aborda três linhas dentro de uma organização, sendo elas: gestão de negócio, gestão da qualidade total, tecnologia da informação. O que contribui para uma dificuldade de encontrar na literatura um conceito que expresse a amplitude multidisciplinar (DEBRUIN; DOEBELI, 2009).

É possível descobrir quais etapas ou áreas trazem os melhores resultados, se o consumível está proporcionando um resultado de qualidade e até quais colaboradores precisam de auxílio para desempenhar melhor suas funções. O custo com retrabalho e tempo ocioso é drasticamente reduzido.

Segundo Kipper (2011), para mapear um processo primeiramente faz-se necessário realizar um desenho que represente como as atividades são executadas sequencialmente e de que forma estão interligadas. De forma reduzida, o controle de processos é uma forma de analisar os macroprocessos da empresa, buscando falhas e oportunidades de melhorias, otimizando recursos, aumentando a produtividade e a qualidade dos produtos ou serviços.

2.2 MONITORAMENTO E CONTROLE DE DADOS

Um sistema de monitoramento de dados de solda pode fornecer informações para impulsionar melhorias e alcançar os resultados desejados. Sua operação pode fazer mais, produzir soldas de maior qualidade e controlar custos que podem estar impedindo o crescimento. Este processo está diretamente ligado a qualquer empresa se manter no mercado, pois é a base inicial para tomada de qualquer decisão. Conforme Hradesky (1989), uma empresa para ter sucesso, precisa querer sobreviver e deve estar consciente de que, se não tomar nenhuma providência para melhorar a qualidade de seus produtos e serviços, muito provavelmente não terá forças de competir e manter-se no mercado.

Controles diversos surgiram ao longo dos anos. Surgiram os controles de alimentação de corrente constante, nos quais o valor da corrente é monitorado e ajustado durante o processo de soldagem de forma a permanecer o mais constante possível. Outros controles de alimentação de tensão que tentam manter a tensão constante também surgiram (SHVIRER et al., 1999) (WILLIAMS; PARKER, 2004a).

Dentro das diversas formas de controle e monitoramento de dados, observa-se o “Insight Core” como uma solução de coleta de informações de soldagem que oferece visibilidade de sua operação para que você possa melhorar a produtividade. Este equipamento coleta dados durante

o processo de soldagem, dentre elas, tensões, correntes, fluxo de gás. e envia via wi-fi, para uma estação central onde esses dados são trabalhados.

Segundo Maurício (2021), o Insight Core é uma ferramenta de monitoramento passivo que mede a produtividade de soldagem. As operações podem ver o tempo de arco de cada soldador, que pode ser usado para definir linhas de base, planejar melhorias e medir o progresso em direção às metas (MAURÍCIO, 2021).

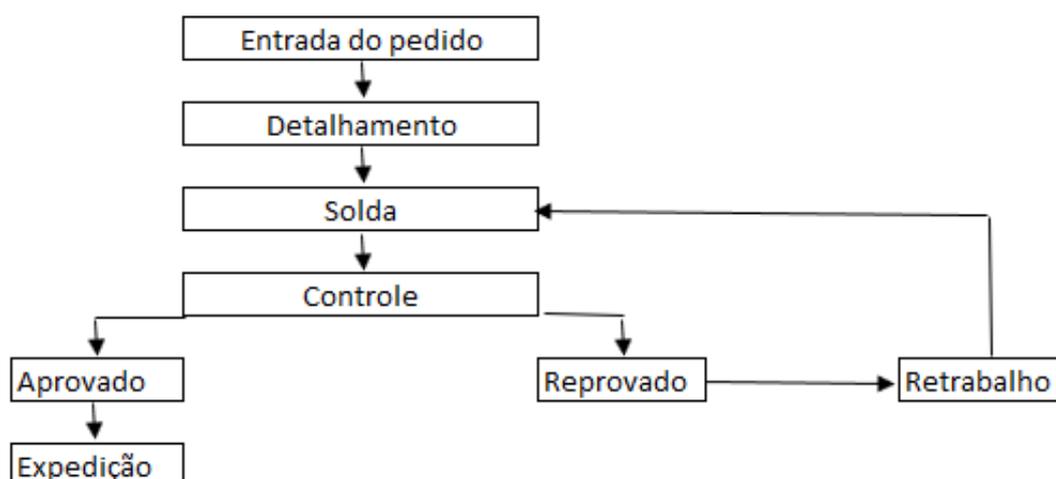
Segundo Orlando (2021), a visualização de relatórios gerados pelo Insight Core, são fáceis de entender: Dados difíceis de analisar podem ocultar fatos importantes sobre sua operação de soldagem. Os painéis Insight Core permitem que as operações identifiquem tendências importantes e desenvolvam relatórios com dados que podem ser analisados para ação, podemos ter os dados para avaliar comparações entre operadores, células e plantas.

Identificar custos de soldagem: Não conhecer os verdadeiros custos de soldagem impede que as operações percebam onde os custos podem ser reduzidos. Segundo Orlando (2021) o Insight Core ajuda você a identificar os custos na operação de soldagem, para que você possa fazer melhorias que reduzam as despesas.

3 METODOLOGIA

Para execução deste trabalho, foi feita pesquisas entre fornecedores de máquina de solda para definir a melhor situação para comparar o sistema de soldagem convencional com o sistema de soldagem assistida. Essa pesquisa envolveu as empresas ESAB, MILLER, LINUS, TITANIUS e chegou-se à conclusão de utilização das máquinas de solda MILLER, tanto para o processo convencional, quanto para o processo assistido. Esta comparação, consiste em mostrar a importância do processo de soldagem assistida. Também foram feitos estudos de como funciona o trabalho de soldagem atual na empresa Saquetto Industrial, localizada na Avenida Wilson Tavares Ribeiro 1025. A sequência de trabalho da empresa de uma forma geral segue conforme fluxograma:

Imagem 01: fluxograma do processo de soldagem em uma indústria.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

No setor de soldagem são utilizadas, máquinas convencionais, onde se torna difícil a coleta precisa de dados. Foi utilizada a máquina conforme foto abaixo, e o soldador em questão com seu devido sinete (símbolo de identificação do soldador).

Imagem 02: Máquina de solda convencional



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Imagem 03: Solda convencional



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Para execução do trabalho de soldagem, foi utilizado o material aço 1020. Para coleta de dados convencional, foi necessário, inicialmente com auxílio de um alicate amperímetro, para garantir que a máquina estivesse dentro da faixa de valores específicos, fazendo as medições de tensão e corrente. Para soldagem convencional, foi utilizado o arame 70S6, de diâmetro 1,2mm. Foi feito um pré-aquecimento do material em 50°C, e ajustado na máquina os parâmetros de tensão para 29V, e corrente para 10A. O gás utilizado foi a mistura com 85% de argônio e 15% de CO₂.

Para efeitos comparativos entre a soldagem manual e o processo assistido, foi analisado dois cordões de solda, um em cada processo e realizados pelo mesmo soldador.

A primeira peça soldada utilizando o processo manual para o comparativo é apresentada a seguir:

Imagem 04: Junta soldada por processo manual para comparativo.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

O mesmo procedimento de soldagem foi realizado com o sistema de solda assistido. O sistema consiste em uma máquina de solda eletrônica, esta monitora vários parâmetros de soldagem em tempo real, tais como consumo de energia elétrica, consumo de gás, qualidade da solda, tensão e corrente que foram levados em conta neste comparativo.

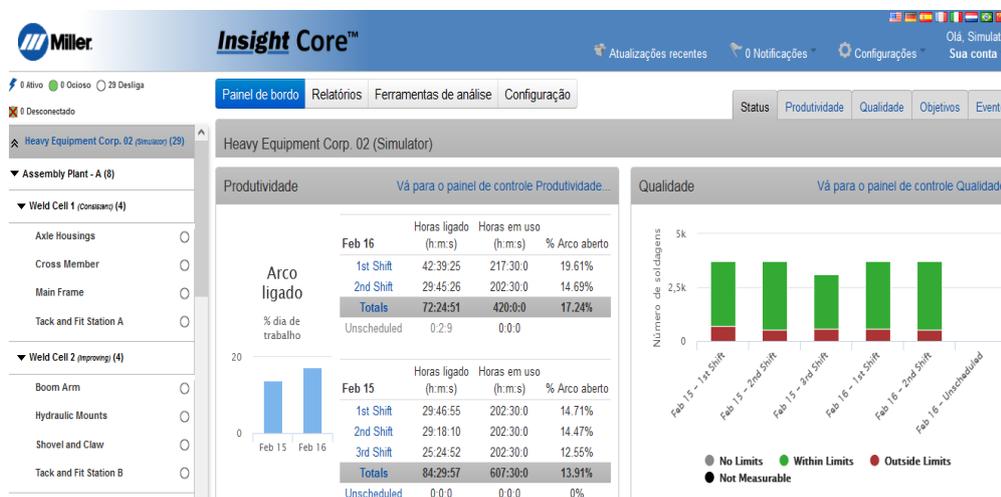
Imagem 05: Processo de soldagem assistido (controle eletrônico de parâmetros).



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Todos os dados são monitorados através de um aparelho acoplado a máquina eletrônica e enviado instantaneamente para um sistema de monitoramento. Neste sistema chamado Insight Core, é possível monitorar produtividade comparando várias células de trabalho com o tempo de arco aberto, é possível verificar no gráfico de tensão e corrente, se houve desvios relativos à variação de comprimento de arco, possibilitando inclusive prever situação de falha de fusão antes mesmo de executar testes de aprovação. Abaixo, tela do programa do Insight Core.

Imagem 06: Tela inicial do Insight Core



Todo o processo foi acompanhado pela supervisão em tempo real, controlando os parâmetros pré-estabelecidos.

Imagem 07: Acompanhamento do processo de soldagem assistido em tempo real.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

A segunda peça soldada utilizando o processo de soldagem assistido para o comparativo é apresentada a seguir:

Imagem 08: Junta soldada por processo de soldagem assistido.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Os cordões de solda passaram por ensaios não destrutivos (END) descritos a seguir para determinar a qualidade dos dois processos:

- Visual e dimensional (VD) com canivete para conferência de comprimentos;
- Líquido penetrante (LP) para verificação de trincas, porosidade e descontinuidades abertas na superfície
- Ultrassom (US) para verificar descontinuidades internas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a realização dos trabalhos foi possível fazer uma comparação entre os processos de soldagem convencional e o processo de soldagem assistida. Obteve-se as respostas:

Imagem 09: Resultado visual da solda convencional



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Imagem 10: Resultado visual da soldagem assistida



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Foi possível observar na peça da imagem 9, uma solda de qualidade inferior, na questão visual, mesmo tendo sido feita pelo mesmo soldador. A solda da imagem 8 ficou mais retilínea e sem distorções e com menos respingos de soldas. Para ambas as soldas foram utilizados os seguintes parâmetros:

Tensão: 29V

Corrente: 10A

Gás: Mistura com 85% de argônio e 15% de CO₂.

Consumível: 70S6 Diâmetro de 1.2mm;

Pré-aquecimento: 50°

4.1 Inspeção Visual e Dimensional:

Imagem 11: Inspeção peça 01



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Imagem 12: Inspeção peça 02



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

A inspeção dimensional foi realizada com o auxílio de um canivete de conferencia onde se verificou boas medições nas duas condições.

4.2 Inspeção por Líquido penetrante:

Imagem 13: Inspeção LP peça 01



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Imagem 14: Inspeção LP peça 02



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

A inspeção por líquido penetrante, para verificação de trincas superficiais, foi executada por um inspetor qualificado para isso. Foi utilizada a norma ASME Sec. V, E.165, e critérios de aceitação da norma ASME VIII div.1 ap. 8. De uma forma geral, seguindo de forma a limpar removendo toda e quaisquer impurezas, e fazendo a aplicação do líquido penetrante.

Imagem 15: Inspeção LP peça 01



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Imagem 16: Inspeção LP peça 02



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Após aguardar o tempo de aproximadamente 15 minutos depois da aplicação do líquido penetrante, o mesmo foi removido e após a secagem, foi aplicado o revelador. Não se observou trincas em nenhuma das duas condições.

Ensaio por ultrassom:

Imagem 17: Ultrassom peça 01



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Imagem 18: Ultrassom peça 02



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

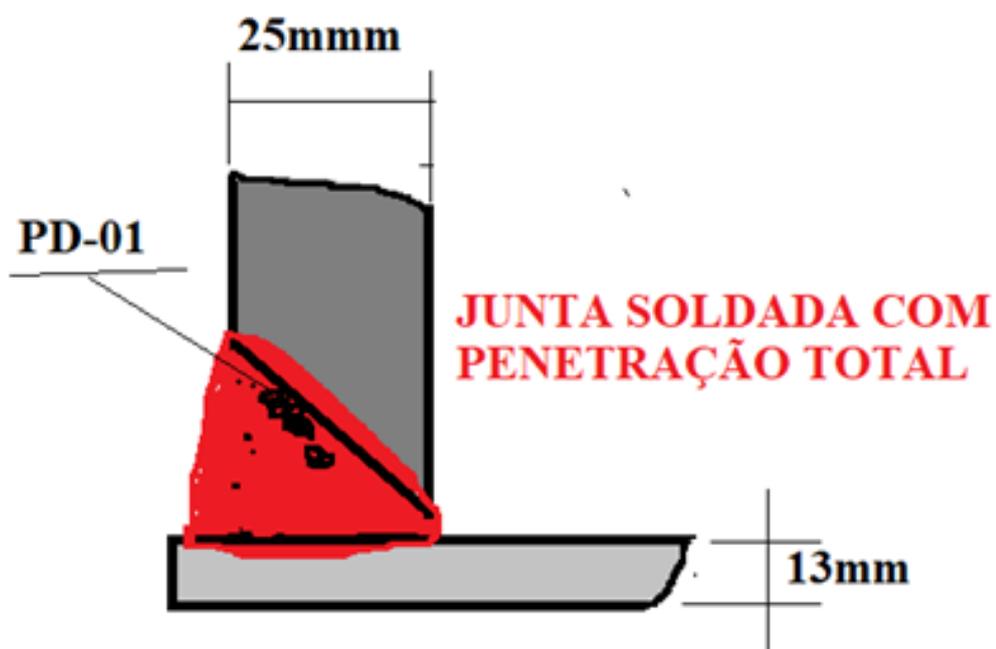
Para uma análise interna das soldas executadas, foi necessário a verificação por ultrassom. Para essa conferência, foi adotada a norma Awsd1.1-6.0-tab2/2010.

Conforme relatórios abaixo, a peça feita por processo convencional foi reprovada pela inspeção, encontrando algumas falhas. A peça feita por processo assistido, foi aprovada pela inspeção, sem indicação de nenhuma falha.

		RELATÓRIO DE INSPEÇÃO POR ULTRASSOM									
DATA DO RELATÓRIO 20/05/2022				DATA EXECUÇÃO 19/05/2022				Nº 001-250222-UNA Folha1/1			
CLIENTE: Saquetto Industrial							OS: TCC				
BLOCO DE COMPARAÇÃO (PROCESSO CONVENCIONAL)											
MATERIAL SAE1020				DESENHO 001-GL-01			Rev. 01	POSIÇÃO 1 com 2			
CONDIÇÕES DA SUPERFÍCIE usinado				CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO Awsd1.1-6.0-tab2/2010							
APARELHO krautkremen				BLOCO DE REFERÊNCIA Vin en 582/1999			AJUSTE DA ESCALA 100mm				
TRANSDUTOR Mwb70n4 – mseb4h				ACOPLANTE metil			SUPRESSÃO -				
FREQUÊNCIA 4mhz				ÂNGULO REAL Ø 10mm-8/9mm			DIM. DO CRISTAL 10mm				
GANHO PRIMÁRIO (dB) 32-28				CORREÇÃO POR TRANSF. (dB) -			NÍVEL DE INSPEÇÃO (dB) 38-34				
REGISTRO DOS RESULTADOS											
TRANSDUTOR		PD	P	L	C	CP	A%	Ø	EF %	INCIDÊNCIA	
Mwb70n4 – mseb4h		01	10 a 12	<1	400	-	100	-	00	continua	
-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	
LEGENDA		PD- POSIÇÃO DA INCIDÊNCIA				CP- COMP. PONTO DE REFRÊNCIA-mm					
		P- PROFUNDIDADE DA INCIDÊNCIA - mm				A- ALMPLITUDE D INCIDÊNCIA					
		L- LARGURA DA INCIDÊNCIA-mm				Ø - COMPARATIVO AVG - ESCALA					
		C- COMPRIMENTO DA INCIDÊNCIA-mm				EF- AMPLIT. ECO DE FUNDO					
LAUDO: REPROVADO											
INSPETOR José Geraldo				RESPONSAVEL CQ Fernando				CLIENTE Saquetto			

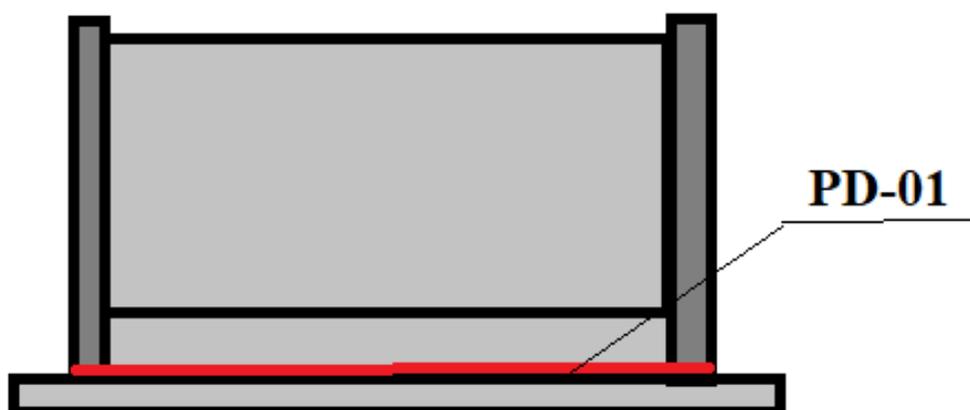
No relatório acima, encontra-se informações diversas, assim como datas de execução dos testes e do relatório, cliente, material, desenho, condição do material antes da solda, aparelho utilizado para medição e seus componentes e parâmetros. A indicação de falha foi apontada pelo transdutor, indicando a posição da incidência, profundidade, largura, comprimento, amplitude e o tipo.

Imagem 19: Indicação da falha



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Imagem 20: Indicação da falha



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

		RELATÓRIO DE INSPEÇÃO POR ULTRASSOM									
DATA DO RELATÓRIO 20/05/2022				DATA EXECUÇÃO 19/05/2022				Nº 001-260222-UNA Folha1/1			
CLIENTE: Saquetto Industrial							OS: TCC				
BLOCO DE COMPARAÇÃO (PROCESSO ASSISTIDO)											
MATERIAL SAE1020				DESENHO 001-GL-01			Rev. 01	POSIÇÃO 1 com 2			
CONDIÇÕES DA SUPERFÍCIE usinado				CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO Awsd1.1-6.0-tab2/2010							
APARELHO krautkremen				BLOCO DE REFERÊNCIA Vin en 582/1999			AJUSTE DA ESCALA 100mm				
TRANSDUTOR Mwb70n4 – mseb4h				ACOPLANTE metil			SUPRESSÃO -				
FREQUÊNCIA 4mhz				ÂNGULO REAL Diâmetro 10mm-8/9mm			DIM. DO CRISTAL 10mm				
GANHO PRIMÁRIO (dB) 32-28				CORREÇÃO POR TRANSF. (dB) -			NÍVEL DE INSPEÇÃO (dB) 38-34				
REGISTRO DOS RESULTADOS											
TRANSDUTOR		PD	P	L	C	CP	A%	Ø	EF %	INCIDÊNCIA	
-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	
LEGENDA		PD- POSIÇÃO DA INCIDÊNCIA					CP- COMP. PONTO DE REFRÊNCIA .				
		P- PROFUNDIDADE DA INCIDÊNCIA- mm					A- ALMPLITUDE D INCIDÊNCIA				
		L- LARGURA DA INCIDÊNCIA-mm					Ø - COMPARATIVO AVG - ESCALA				
		C- COMPRIMENTO DA INCIDÊNCIA- mm					EF- AMPLIT. ECO DE FUNDO				
LAUDO: APROVADO											
INSPETOR José Geraldo				RESPONSAVEL CQ Fernando				CLIENTE Saquetto			

Foi feita uma planilha de comparação entre as duas situações, analisando os itens com intuito de verificar melhores eficiências.

Planilha 1: Comparação entre processos

Itens Analisados	Processo Convencional	Processo assistido
Tempo de Execução	1 hora	1 hora
Consumo de Gás	12%	8%
Consumos de energia Elétrica	5%	2%
Equipamento	2%	3%
Metal de adição	10%	8%
Trabalho e Overhead	61%	69%
Ensaio e controles Gerais	10%	10%
Dimensional	ok	ok
Líquido penetrante	ok	ok
Ultrassom	Reprovado	Aprovado
Retrabalhos	Sim	Não

Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

A comparação de energia elétrica foi feita com a utilização de um analisador de energia RE4000. O RE4000 é um instrumento que oferece diversas ferramentas para análise de sistemas elétricos. Dotado de relógio de tempo real, permite que se façam leituras instantâneas e registros de grandezas. Projetado para as mais variadas configurações de sistemas trifásicos, possui três entradas para tensão e corrente, atendendo amplitudes de até 3000A. A medição de tensão suporta níveis de até 300VAC entre fase e neutro (FN), permitindo que o instrumento se energize diretamente pelo canal de medição.

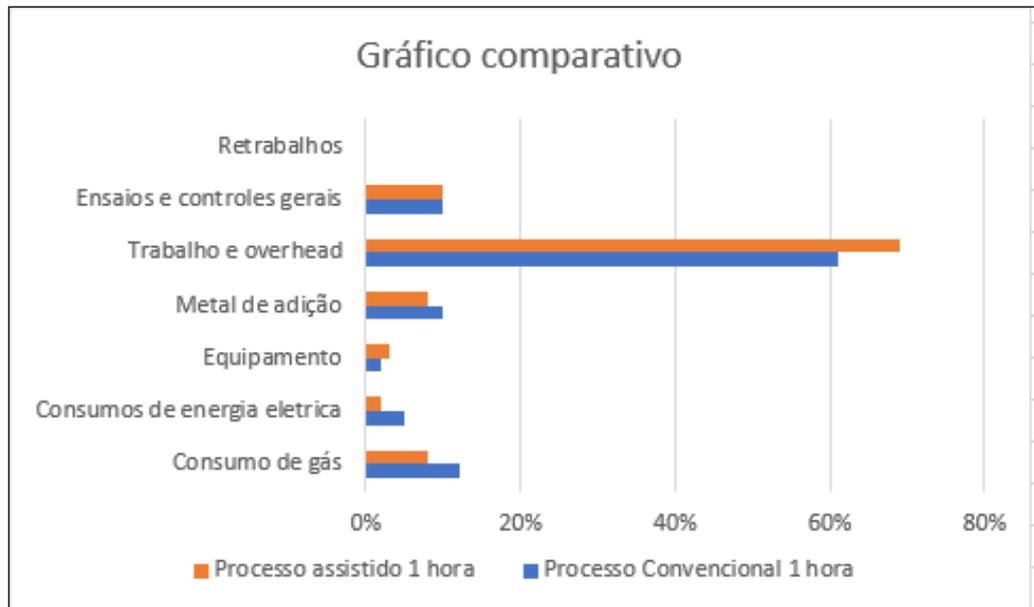
Imagem 21: Dados do analisador de energia

Características Técnicas RE4000
Alimentação: 80 a 300 VAC
Frequência: 50/60 Hz
Sinal de tensão: 80 a 300 V (FASE-NEUTRO) AC
Classe de exatidão: 0,5% para tensão e 1% para corrente
Comunicação: Ethernet
Memória interna: 256 MB
Consumo: 5VA
Temperatura de operação: -10 a +60C
Umidade: 0 a 95%, sem condensação
Isolamento: 2 kV - 60 Hz
Dimensões: 270 x 180 x 100 mm
Peso: 1,9 kg

Fonte: Manual de instruções RE4000.

Abaixo um gráfico comparativo:

Gráfico 1: Comparação entre processos



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

CONCLUSÕES

Com a conclusão deste trabalho foi possível perceber o quanto é importante um acompanhamento em full time, em processos de soldagem. Tornou-se evidente que aplicação do sistema computadorizado torna o processo mais confiável. Retrabalhos gerados através destes sistemas convencionais, normalmente traz muito prejuízo para as empresas, além de perda de credibilidade com cliente final. Foi possível perceber que se tem um custo relativamente alto na aquisição de máquinas eletrônicas assistidas, mas que o retorno é certo. Foi verificado que, com o novo sistema de soldagem, pode-se prever uma possível falha na solda antes mesmo de executar os testes de ultrassom devido à, quando ocorrer a variação do comprimento do arco de solda em função de afastamento da mão do soldador, este ser percebido nos gráficos de soldagem gerados pelo Insight Central Point. Se tornou muito mais claro que conceitos de indústria 4.0 inseridos nos trabalhos, agregam muito no dia a dia das indústrias.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem em primeiro lugar a Deus por permitir chegar a este final de curso, de forma tão honrosa. Agradecem aos mestres e coordenadores que participaram de forma graciosa ao longo deste caminho. Aos parceiros da empresa Saquetto industrial que contribuíram muito com este trabalho. Aos parceiros da empresa Servins, que tanto ajudaram nas execuções dos ensaios. Aos parceiros da empresa Miller, que deram todo apoio. E por fim, a família, que tanto teve paciência e dedicação ao longo dessa caminhada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SOCIEDADE AMERICANA DE SOLDAGEM. **AWS D1.1-TAB2**: Fabricação de estruturas de aços soldados - apresentação.: AWS, 2010.

ALMEIDA, Jaqueline Fatima De. **Influency Marketing: A new vision to sales conversion**. 2017. Faculdade Anhanguera, 2017.

KIPPER, L.M. **Gestão por processos, comparação e análise entre metodologias**, 2011. Disponível em: <https://online.unisc.br/seer/index.php/tecnologica/article/view/2425>. Acesso em: 3 abr. 2022.

FERREIRA, V.C. **Contribuição para gerenciamento de processos**, 2014. Disponível em: <https://revistas.una.br/reuna/article/view/523>. Acesso em: 4 abr. 2022.

MORORÓ, B.O. **Estudos da contribuição da gestão de processos**, 2008. Disponível em: <https://revistas.face.ufmg.br/index.php/rahis/article/download/1-18/1762>. Acesso em: 4 abr. 2022.

DEBRUIN & DOEBELI. **Análise dos conceitos e práticas de gestão por processos**, 2009. <https://www.scielo.br/j/gp/a/7DSFq4j8NyNn6qnryGRLLKw/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 4 abr. 2022.

HRADESKY, S.A. **Diretrizes básicas para implantação de controle de processos**, 1989. Disponível em: <https://qualidadeonline.files.wordpress.com/2009/11/diretrizes-basicas-para-implantacao-do-cep.pdf>. Acesso em: 5 abr. 2022.

SHVIRER, D.B. **Controle de alimentação de tensão**. 1999. Disponível em: <https://qualidadeonline.files.wordpress.com/2009/11/diretrizes-basicas-para-implantacao-do-cep.pdf>. Acesso em: 6 abr. 2022.

WILLIAMS, PARKER. **Controle de alimentação de tensão**. 2004. Disponível em: <https://qualidadeonline.files.wordpress.com/2009/11/diretrizes-basicas-para-implantacao-do-cep.pdf>. Acesso em: 6 abr. 2022.

MAURÍCIO, Oliveira. **Empresa de compra e venda de máquinas de solda**. Vendas Miller LTDA, 2000.

ORLANDO, Sales. **Empresa de compra e venda de máquinas de solda**. Vendas Miller LTDA, 2000.

GERALDO, José. **Empresa de ensaios em componentes soldados**. Servins Ensaios não destrutíveis. 2002.

BRUNO, Mourão. **Empresa de fabricação de equipamentos para mineradoras**. Saquetto Industrial. 1985.

Manual RE4000. Disponível em: <https://embrasul.com.br/re4000/>