

# Desenvolvimento de Protótipo de Mecanismo Transportador e Manipulador de Tocha de Soldagem TIG<sup>(1)</sup>.

**Halley Welther Jacques Dias<sup>(2)</sup>; Daniel João Generoso<sup>(3)</sup>; Natália Mattioli da Silva<sup>(4)</sup>; Mateus Rodrigues de Souza<sup>(5)</sup>; José Luiz Teixeira de Souza<sup>(6)</sup>; Elder Pescador<sup>(7)</sup>.**

## Resumo Expandido

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do Edital Universal de Pesquisa 12/2012, da Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação

<sup>(2)</sup> Professor do Curso Técnico de Eletromecânica do Instituto Federal de Santa Catarina/Campus Araranguá, SC, [halleydias@ifsc.edu.br](mailto:halleydias@ifsc.edu.br); <sup>(3)</sup> Professor do Curso Técnico de Eletromecânica do Instituto Federal de Santa Catarina/Campus Araranguá, SC, [generoso@ifsc.edu.br](mailto:generoso@ifsc.edu.br); <sup>(4)</sup> Estudante do Curso Técnico de Eletromecânica do Instituto Federal de Santa Catarina/Campus Araranguá, SC, [nataliamattiola@hotmail.com](mailto:nataliamattiola@hotmail.com); <sup>(5)</sup> Estudante do Curso Técnico de Eletromecânica do Instituto Federal de Santa Catarina/Campus Araranguá, SC, [mateus\\_r10@hotmail.com](mailto:mateus_r10@hotmail.com); <sup>(6)</sup> Técnico de Laboratório do Curso Técnico de Eletromecânica do Instituto Federal de Santa Catarina/Campus Araranguá, SC, [jose.luiz@ifsc.edu.br](mailto:jose.luiz@ifsc.edu.br); <sup>(7)</sup> Técnico de Laboratório do Curso Técnico de Eletromecânica do Instituto Federal de Santa Catarina/Campus Araranguá, SC, [elder@ifsc.edu.br](mailto:elder@ifsc.edu.br).

**RESUMO:** O presente resumo visa apresentar as etapas que culminaram no projeto e fabricação de um protótipo de mecanismo manipulador de tocha de soldagem do processo *tungsten inert gas* (TIG). O principal objetivo do mecanismo é possibilitar o controle do aporte térmico fornecido à poça de fusão que pela definição de Wainer *et al.* (1992), é a energia fornecida à junta por unidade de comprimento da mesma. O aporte térmico têm influência direta nos ciclos térmicos de soldagem e por sua vez na estrutura cristalina e, portanto, nas propriedades finais dos materiais. Este controle se dará pelo controle da velocidade de soldagem proporcionada pelo mecanismo em conjunto com a regulagem da tensão e corrente diretamente na fonte de soldagem. Para atender ao objetivo geral idealizou-se um mecanismo de arquitetura serial e operando num sistema de coordenadas cartesianas. A partir de metodologias consagradas em projetos de máquinas estruturou-se uma própria ao desenvolvimento deste trabalho. De forma sucinta, a partir de esboços preliminares, desenhou-se o protótipo gerando um lista de componentes a serem fabricados e adquiridos comercialmente. De posse de todos os componentes procedeu-se a montagem, testes e ajustes no protótipo. Ao final dos trabalhos obteve-se um protótipo que é capaz de suportar e movimentar uma tocha de soldagem TIG durante uma operação de soldagem em conformidade com os requisitos do projeto de pesquisa.

**Palavra Chave:** Protótipo, Robótica, Soldagem.

## INTRODUÇÃO

Este resumo inicia por uma breve contextualização da importância do processo de fabricação por soldagem no setor industrial e sua demanda por tecnologias. Segundo Modenesi *et al.*, de todos os processos de uniões de metais, ela é o mais importante. A soldagem é utilizada desde estruturas simples até as de elevado grau de responsabilidade e em praticamente todos os setores industriais quanto no de serviços. Nascimento (2010) e Aguiar (2011) corroboram numa análise sobre o cenário nacional da soldagem que ganha cada vez mais importância impulsionada pela indústria petrolífera, naval e *offshore*. Contudo esse impulso não está sendo acompanhado pela formação técnica de profissionais habilitados e especializados em soldagem. Como forma de atenuar essa carência a indústria volta sua atenção

na mecanização, automação e robotização dos processos de soldagem.

De acordo com Modenesi *et al.* (2007) processos de soldagem são considerados traumáticos aos materiais porque operam com elevadas densidades de energia num pequeno volume de material cujo efeito é a degradação da estrutura e propriedades do material. Soluções a estes problemas são baseadas em tratamentos térmicos pós soldagem, no controle operacional do processo e no desenvolvimento de materiais de melhor soldabilidade.

Os projetos de pesquisa podem ser justificados tanto de ordem conceitual ou acadêmica quanto de ordem prática ou profissional. No que diz respeito aos aspectos conceituais este trabalho se justifica pelo estado da arte em que se encontra o tema de pesquisa: Desenvolvimento de Materiais de Melhor Soldabilidade. Busca-se estudar a utilização de materiais de adição na forma

de pó metálico adicionado com inoculantes de nanopartículas de cerâmica. Como argumentam Dutra e Silva (2012) a utilização de pó metálico confere maior flexibilidade na composição química do material de adição pela mistura de diferentes pós, material na forma particulada também favorece maior refino da microestrutura. Ainda segundo os autores, em termos de processos o pó favorece maior controlabilidade da poça metálica e geometria do cordão. Tendo em vista que a continuidade da pesquisa acima citada tem forte dependência dos parâmetros de soldagem e o controle de alguns destes parâmetros depende do mecanismo em questão.

Neste momento a única convicção que se tem sobre a pesquisa que estudará o desenvolvimento de materiais de melhor soldabilidade é que ela não será bem sucedida empregando-se operações manuais de soldagem. Pelo simples motivo de operações manuais não garantirem precisão, controle e repetibilidade dos parâmetros de soldagem.

E, em relação aos aspectos práticos ou profissionais, ela se justifica pela concepção, projeto e fabricação de um dispositivo mecanizado de soldagem. Rosário (2005) aborda os benefícios de sistemas relacionados à robótica. Destaca-se a substituição do trabalho humano em ambientes ergonomicamente desfavoráveis, insalubres e perigosos com vantagens na repetibilidade, precisão e controle das atividades.

Diante do exposto pode-se assegurar que o presente projeto de pesquisa tem embasamento tanto do ponto de vista acadêmico quanto profissional o que justifica a sua realização. A qual objetiva contribuir com o desenvolvimento de um mecanismo de arquitetura serial operando em coordenadas cartesianas que seja capaz de transportar e manipular uma tocha de soldagem TIG durante a realização de um cordão de solda. Tendo como objetivos específicos, permitir o controle e ajuste da velocidade de avanço, da tensão e da corrente de soldagem.

## METODOLOGIA

Para atingir objetivo geral é necessário controlar os valores de tensão, corrente e velocidade de soldagem. A fonte de soldagem possibilita o controle da corrente e da tensão. A velocidade deve, então, ser controlada por outra máquina. Daí a necessidade de desenvolver o protótipo mecanizado que simultaneamente mova e suporte a tocha TIG. Ele ainda necessitará ser acionado e controlado remotamente. A finalidade de controlar o aporte térmico, por sua vez, não descarta a evolução do protótipo mecanizado numa máquina automática ou de um robô.

Na etapa de elaboração do projeto de

pesquisa optou-se por uma metodologia de projeto de máquinas adaptando conceitos propostos por Norton (2006) a situação problema em questão. O referido autor resume a metodologia de projetos de máquinas em 10 etapas a saber:

1. Identificação da necessidade
2. Pesquisa de suporte
3. Definição dos objetivos
4. Especificação das tarefas
5. Síntese
6. Análise
7. Seleção
8. Projeto detalhado
9. Protótipo de teste
10. Produção

A adaptação do modelo de metodologia resultou numa própria a este projeto de pesquisa sendo composta das seguintes etapas:

- definição dos objetivos geral e específicos.
- desenho e diagramas,
- lista de peças e componentes tanto comerciais quanto os fabricados internamente,
- definição dos materiais das peças e componentes,
- fabricação das peças e componentes,
- aquisição de peças e componentes comerciais,
- montagem,
- testes e validação.

As etapas de execução do projeto de pesquisa ocorreram de forma interativa e concomitante, mas e uma forma geral a sua execução foi a seguinte:

1. Suporte da tocha
2. Chassi
3. Guia de deslocamento
4. Especificação do Motor
5. Sistema de transmissão
6. Sistema de acionamento da transmissão e da tocha
7. Testes intermediários e finais
8. Aprovação

Finalmente, foi concebida uma estrutura do protótipo composta por um chassi, sistema de transmissão, uma alavanca de suporte, guia de deslocamento e sistema de acionamento da transmissão e da tocha.

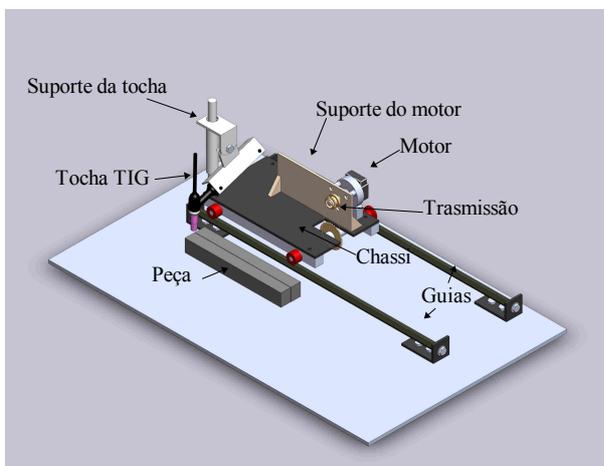
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultado final, obteve-se um protótipo veicular mecanizado de soldagem. Na figura 1 é mostrado o desenho do protótipo evidenciando as suas partes. Nas figuras 2, 3 e 4 são mostradas as vistas frontal, lateral esquerda e superior

respectivamente. Segundo Modenesi *et al.* (2007), o protótipo do ponto de vista da operação é classificado como mecanizado pois a abertura e manutenção do arco, o controle do calor e penetração e o deslocamento da tocha são realizados pela máquina. De acordo com Rosário (2005), o protótipo com relação a sua geometria é classificado com mecanismo de coordenadas cartesianas. Por meio dele é possível realizar operações com controle, precisão e repetibilidade dos parâmetros de soldagem.

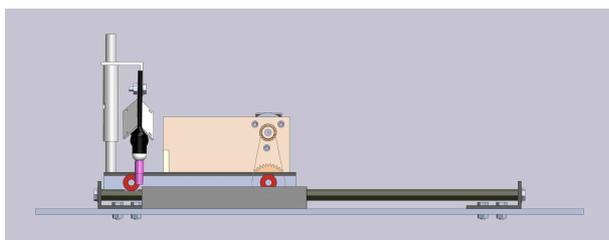
Em testes iniciais o protótipo realizou soldagem autógena, com material de adição na forma de arame e de pó metálico. Entretanto, devido a fina granulometria do pó metálico, o sopro magnético do arco elétrico expulsou o material para fora da junta. Melhores resultados foram obtidos soldando com corrente alternada e baixa velocidade. Todavia o efeito do sopro magnético ainda persistia em empurrar o pó para fora da junta. Mais testes são necessários para se obter melhores resultados. Cogita-se aplicar bocais constritores como forma de resolver o este problema.

**Figura 1 – Desenho do Protótipo de Mecanismo Manipulador de tocha de soldagem**



Fonte: própria dos autores

**Figura 02 – Vista frontal**



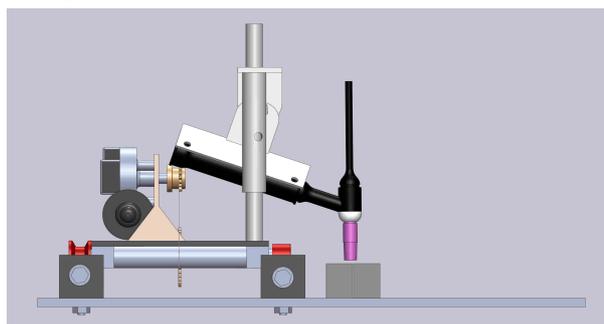
Fonte: própria dos autores

A tocha de soldagem TIG é fixada por um dispositivo conectado ao chassi. Por sua vez o chassi é dotado de um sistema motriz acoplado a uma árvore de transmissão. O sistema motriz e a tocha de soldagem são acionados e controlados

remotamente. Sucintamente, a operação do veículo pode ser dividida em:

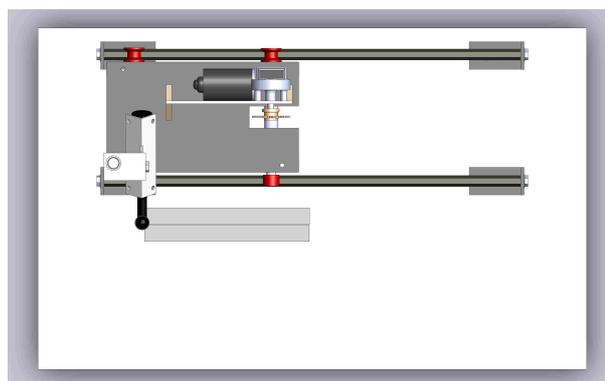
1. Acelerar o veículo a uma dada velocidade;
2. Acionar tocha sobre junta a ser soldada e realizar o cordão de solda com velocidade constante.
3. Ao final do cordão a tocha é desativada e o veículo é desacelerado até parar.
4. Retorno do veículo a posição inicial.

**Figura 03 – Vista lateral esquerda**



Fonte: própria dos autores

**Figura 04 – Vista lateral superior**



Fonte: própria dos autores

Conceitualmente, a principal serventia de um protótipo na avaliação de Norton (2006) é provar a validade do modelo proposto. Durante esse processo oportunidades de melhorias emergem tanto dos seus pontos fortes quanto dos pontos fracos.

Destaca-se como ponto positivos:

- a) Possibilita o controle remoto da velocidade do veículo e da tocha.
- b) Transporta tocha com rigidez.
- c) Ajuste da tocha segundo sistema de coordenadas cartesianas.
- d) Deslocamento com velocidade constante ao longo do perímetro do cordão de solda.
- e) Simplicidade construtiva.
- f) Interface eletro-eletrônica com a máquina de solda.
- g) Natureza integradora e interdisciplinar do projeto de pesquisa

Como oportunidades de melhorias pode-se

destacar:

- a) Desenvolver sistema automático de adição de material.
- b) Desenvolver sistema de direcionamento da tocha e do arco.
- c) Melhorar a precisão dos sistemas motriz e de transmissão por meio da utilização de motor de passo e fuso de esferas, por exemplo.

## CONCLUSÕES

Ao final dos trabalhos o objetivo geral do projeto de pesquisa foi concluído com êxito. A utilização do protótipo, inter-faceado à fonte de soldagem TIG, acionado e controlado remotamente permite controlar o aporte térmico fornecido à poça de fusão.

O protótipo também serve para validar e corrigir experimentalmente seus sistemas e componentes com a finalidade de conceber modelos mais sofisticados.

Embora tenha sido construído com a finalidade de transportar uma tocha de soldagem TIG, com relativa facilidade pode-se adaptá-lo aos processos MIG, MAG e oxicorte.

O laboratório de soldagem do IFSC Campus Araranguá pode contar com uma máquina mecanizada aplicada aos processos de ensino e aprendizagem no sentido de ampliar estudos de mecatrônica aplicadas à soldagem.

Fortalece a pesquisa no campus porque a partir de sua construção é possível avançar no projeto de pesquisa de desenvolvimento de materiais de melhor soldabilidade.

A Extensão também é contemplada por meio de atividades de divulgação e socialização com a comunidade externa a respeito de tecnologias e ferramentas desenvolvidas pelo IF-SC.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, R. R. de. Soluções para aplicações de soldagem e corte robotizadas para o setor naval e offshore. **Revista Solução – ESAB**, 16, 36-40, 2011.

DUTRA, J. C.; SILVA, R. H. G. e. Processo PTA-P – Uma Revisão da Literatura com Base para Inovações. Parte 1 de 2: Elementos Construtivos. **Soldagem & Inspeção**, 17, 76-85, 2012.

DUTRA, J. C.; SILVA, R. H. G. e. Processo PTA-P – Uma Revisão da Literatura com Base para Inovações. Parte 2 de 2: Comportamento Térmico e Cinemático do Pó, Parâmetros e Consumíveis do Processo. **Soldagem & Inspeção**, 17, 173-183, 2012.

MODENESI, P. J.; MARQUES, P. V.; BRACARENSE, A. Q. **Soldagem Fundamentos e Tecnologia**. Minas Gerais: Editora UFMG, 2007.

NASCIMENTO, B. do. Desafios da Soldagem aplicada à Robótica. **Revista Solução – ESAB**, 6, 36-41, 2010.

NOTON, R. L. **Projeto de Máquinas Uma abordagem integrada**. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

ROSÁRIO, J. M. **Princípios de Mecatrônica**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

WAINER, E.; BRANDI, S. D.; MELLO, F. D. H. de. **Soldagem – Processos e Metalurgia**. São Paulo: Edgard Blücher LTDA, 1992.