



*João Dallamuta
(Organizador)*

*Estudos
Transdisciplinares
nas Engenharias 3*

Atena
Editora

Ano 2019

João Dallamuta
(Organizador)

Estudos Transdisciplinares nas Engenharias

3

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Chefe: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Rafael Sandrini Filho
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof^a Dr^a Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Faria – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof^a Dr^a Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof^a Dr^a Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^a Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E82	Estudos transdisciplinares nas engenharias 3 [recurso eletrônico] / Organizador João Dallamuta. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Estudos Transdisciplinares nas Engenharias; v. 3) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-682-9 DOI 10.22533/at.ed.829190710 1. Engenharia – Pesquisa – Brasil. 2. Transdisciplinaridade. I. Dallamuta, João. II. Série. CDD 620
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Se o Senhor Leonardo di Ser Piero da Vinci, por uma hipótese, fosse realizar concurso público para lecionar em uma universidade brasileira, teria enorme dificuldade para se adequar às regras do certame. Ele era cientista, matemático, inventor, engenheiro, médico anatomista, escultor, desenhista, arquiteto, artista plástico pintor poeta e músico. Dificilmente iria conseguir comprovar títulos ou se adequar as exigências.

Em termos mais modernos da Vinci teria conhecimentos transdisciplinares, um conceito para conhecimento de forma plural. Disciplinas e carreiras são divisões artificiais para facilitar a organização de cursos, currículos, regulamentações profissionais e facilitar a prática do ensino. Em tempos onde isto não existia, como na Grécia antiga ou na renascença havia o conhecimento plural na qual Leonardo da Vinci talvez seja o maior expoente.

Não se sugere que todo conhecimento transdisciplinar prove de um gênio, tão pouco que a organização por áreas do conhecimento não tenha seu valor. Apenas que a boa engenharia, em função da sua crescente complexidade trás necessidades de conhecimentos e competências transdisciplinares.

Neste livro são apresentados artigos abordando problemas de fornecimento de energia, água potável, urbanismo, gestão de varejo, técnicas de projeto e fabricação, uma combinação de áreas e temas que possuem um ponto em comum; são aplicações de ciência e tecnologia que buscam soluções efetivas para problemas técnicos, como deve ser em tese a boa engenharia.

Aos pesquisadores, editores e aos leitores para quem em última análise todo o trabalho é realizado, agradecemos imensamente pela oportunidade de organizar tal obra.

Boa leitura!
João Dallamuta

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
DEMANDA ENERGÉTICA E PROPOSTAS DE SOLUÇÕES NO ESTADO DE RORAIMA	
Laura Vieira Maia de Sousa	
Talyta Viana Cabral	
Josiane do Socorro Aguiar de Souza de Oliveira Campos	
Luciano Gonçalves Noleto	
Maria Vitória Duarte Ferrari	
Túlio Costa de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.8291907101	
CAPÍTULO 2	15
ANÁLISE DO POTENCIAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NA SANTA CASA DE AREALVA: SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO E AR CONDICIONADO	
José Rodrigo de Oliveira	
Matheus Henrique Gonçalves	
DOI 10.22533/at.ed.8291907102	
CAPÍTULO 3	25
TRATAMENTO DA ÁGUA DE DRENAGEM PLUVIAL: UM MAL NECESSÁRIO?	
Carlos Augusto Furtado de Oliveira Novaes	
DOI 10.22533/at.ed.8291907103	
CAPÍTULO 4	36
DIAGNÓSTICO DA GESTÃO DE ÁGUAS URBANAS DA CIDADE DE CARAÚBAS/RN	
Larisa Janyele Cunha Miranda	
Leonete Cristina de Araújo Ferreira Medeiros Silva	
Rokátia Lorrany Nogueira Marinho	
Guilherme Lopes da Rocha	
Clélio Rodrigo Paiva Rafael	
DOI 10.22533/at.ed.8291907104	
CAPÍTULO 5	46
CALIBRAÇÃO DO FATOR DE ATRITO EM REDES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	
Alessandro de Araújo Bezerra	
Renata Shirley de Andrade Araújo	
Marco Aurélio Holanda de Castro	
DOI 10.22533/at.ed.8291907105	
CAPÍTULO 6	55
AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DE ALTERNATIVAS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO, SOB ASPECTOS DE RESILIÊNCIA A INUNDAÇÕES E REQUALIFICAÇÃO AMBIENTAL	
Bruna Peres Battemarco	
Lilian Marie Tenório Yamamoto	
Aline Pires Veról	
Marcelo Gomes Miguez	
DOI 10.22533/at.ed.8291907106	
CAPÍTULO 7	67
MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EDIFICAÇÕES PÚBLICAS: ESTUDO DE CASO EM ALGUNS	

TEATROS NA CIDADE DO RECIFE/PE

Carlos Fernando Gomes do Nascimento
Eduardo José Melo Lins
Eliana Cristina Barreto Monteiro
Amanda de Moraes Alves Figueira
Cynthia Jordão de Oliveira Santos
Débora Cristina Pereira Valões
Edenia Nascimento Barros
George da Mota Passos Neto
Gilmar Ilário da Silva
Lucas Rodrigues Cavalcanti
Marcionillo de Carvalho Pedrosa Junior
Maria Angélica Veiga da Silva
Mariana Santos de Siqueira Bentzen
Paula Gabriele Vieira Pedrosa

DOI 10.22533/at.ed.8291907107

CAPÍTULO 8 80

CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE COMPARATIVA DE PÓS NANOMÉTRICOS OBTIDOS POR MOAGEM DE ALTA ENERGIA COM E SEM LIXÍVIA ÁCIDA PARA APLICAÇÃO EM FOTOCATÁLISE

Lucca Monteiro Silva Semensato
Luis Fernando Baldo Estorari
Maisa Helena Mancini
Veridiana Magalhães Costa Moreira
Ana Gabriela Storion
Eliria Maria de Jesus Agnolon Pallone
Tânia Regina Giraldi
Sylma Carvalho Maestrelli

DOI 10.22533/at.ed.8291907108

CAPÍTULO 9 93

CONTRIBUIÇÕES DA ANÁLISE DE REDES SOCIAIS A UM CLUSTER COMERCIAL PLANEJADO DE VAREJO DE AUTOMÓVEIS

Marco Aurélio Sanches Fittipaldi
Denis Donaire

DOI 10.22533/at.ed.8291907109

CAPÍTULO 10 106

IMPLEMENTAÇÃO DE UMA MESA DE VARREDURA XY E APRIMORAMENTO DO SISTEMA FOCAL DE UM APARELHO DE LITOGRAFIA

Raul de Queiroz Mendes
Arlindo Neto Montagnoli

DOI 10.22533/at.ed.82919071010

CAPÍTULO 11 120

ANÁLISE DO IMPACTO DO ROTEAMENTO FIXO EM REDES ÓPTICAS ELÁSTICAS TRANSLÚCIDAS CONSIDERANDO DIFERENTES CENÁRIOS DE DEGRADAÇÃO DA QUALIDADE DE TRANSMISSÃO

Arthur Hendricks Mendes de Oliveira
Helder Alves Pereira

DOI 10.22533/at.ed.82919071011

CAPÍTULO 12 128

ANÁLISE DO IMPACTO DO CASCATEAMENTO DE FILTROS ÓPTICOS CONSIDERANDO

DIFERENTES ARQUITETURAS DE REDES ÓPTICAS ELÁSTICAS

Eloisa Bento Sarmento

Helder Alves Pereira

DOI 10.22533/at.ed.82919071012

CAPÍTULO 13 138

MODELAGEM DO EQUILÍBRIO SÓLIDO-LÍQUIDO NA SOLUBILIDADE DE ÁCIDOS GRAXOS EM SOLVENTES ORGÂNICOS

Bruno Rossetti de Souza

Vanessa Vilela Lemos

Jessica Cristina Silva Resende

Karolina Soares Costa

Marlus Pinheiro Rolemberg

Rodrigo Corrêa Basso

DOI 10.22533/at.ed.82919071013

CAPÍTULO 14 149

AVALIAÇÃO DE NANOPARTÍCULAS DE TiO₂ OBTIDAS POR MOAGEM DE ALTA ENERGIA COM E SEM LIXIVIAÇÃO

Lucca Monteiro Silva Semensato

Vanessa Vilela Lemos

Gabriel de Paiva

Luis Fernando Baldo Estorari

Maisa Helena Mancini

Ana Gabriela Storion

Eliria Maria de Jesus Agnolon Pallone

Tânia Regina Giraldi

Sylma Carvalho Maestrelli

DOI 10.22533/at.ed.82919071014

CAPÍTULO 15 161

ANÁLISE DA INTERFERÊNCIA DO PRÉ-AQUECIMENTO DO ÓLEO E DA TEMPERATURA DE TRANSESTERIFICAÇÃO NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO BIODIESEL

Gerd Brantes Angelkorte

Ivenio Moreira da Silva

DOI 10.22533/at.ed.82919071015

CAPÍTULO 16 170

ASPECTOS BOTÂNICOS DOS ÓLEOS ESSENCIAIS

Sebastião Gomes Silva

Jorddy Neves da Cruz

Pablo Luis Baia Figueiredo

Wanessa Almeida da Costa

Mozaniel Santana de Oliveira

Rafael Henrique Holanda Pinto

Renan Campos e Silva

Fernanda Wariss Figueiredo Bezerra

Raul Nunes de Carvalho Junior

Eloisa Helena de Aguiar Andrade

DOI 10.22533/at.ed.82919071016

CAPÍTULO 17 182

ESTUDO DOS EFEITOS DAS VARIÁVEIS DE IMPRESSÃO 3D POR EXTRUSÃO SOBRE AS PROPRIEDADES MECÂNICAS DO ÁCIDO POLILÁTICO (PLA) OBTIDAS POR INTERMÉDIO DE

ENSAIO DE TRAÇÃO

Camila Colombari Bomfim
Antônio Carlos Marangoni
Rafael Junqueira Marangoni

DOI 10.22533/at.ed.82919071017

CAPÍTULO 18 194

ESTUDO DO ASPECTO GEOMÉTRICO DOS CORDÕES DE SOLDA COMO ORIENTAÇÃO
OPERACIONAL PARA O USO NA SOLDAGEM MAG ROBOTIZADA

Everaldo Vitor
Paulo Eduardo Alves Fernandes

DOI 10.22533/at.ed.82919071018

SOBRE O ORGANIZADOR..... 206

ÍNDICE REMISSIVO 207

ESTUDO DO ASPECTO GEOMÉTRICO DOS CORDÕES DE SOLDA COMO ORIENTAÇÃO OPERACIONAL PARA O USO NA SOLDAGEM MAG ROBOTIZADA

Everaldo Vitor

Escola de Engenharia de Mecânica
Universidade Presbiteriana Mackenzie
São Paulo, SP

Paulo Eduardo Alves Fernandes

Faculdade SENAI de Tecnologia em Processos
Metalúrgicos
Nadir Dias de Figueiredo
Osasco, SP.

RESUMO: A proposta deste trabalho é proporcionar aos trabalhadores da área de soldagem uma base de conhecimento e orientação para a sua aplicação na parametrização e na realização de soldas robotizadas pelo processo MAG. Com a finalidade de obter cordões de solda com aspectos geométricos aceitáveis de acordo com os critérios de qualidade exigidos, proporcionando uma condição ótima para o processo.

Diante destes fatos, a expectativa deste estudo é determinar a melhor configuração dos parâmetros de soldagem: tensão, velocidade de soldagem, intensidade da corrente, velocidade de alimentação do arame, vazão do gás de proteção, energia teórica de soldagem.

Realizou-se neste estudo, a união de chapas de aço com baixo teor de carbono, na posição horizontal em juntas de ângulo e metal de

adição AWS ER70S-6.

Foram realizados, ensaios visuais das juntas soldadas, ensaios das características macroestruturais, verificação das dimensões geométricas: garganta teórica, perna horizontal e vertical, análise das imagens da microestrutura pelo método MEV e EDS, análise comparativa do cálculo da energia de soldagem e análise da equação de regressão linear.

PALAVRAS-CHAVE: Soldagem Robotizada MAG, Parâmetros de Soldagem e Geometria do cordão de solda.

ABSTRACT: The purpose of this study is to provide welding area workers a knowledge base and guidance for their application in the parameterization and conducting robotic welding by MAG process. In order to obtain weld beads with acceptable geometric aspects in accordance with the required quality criteria, providing an optimum condition for the process. According to these facts, the expectation of this study is to determine the best setting of the welding parameters: voltage, welding speed, amperage, wire feed speed, flow of the shielding gas, welding theoretical energy.

We conducted this study, the union of steel sheet with low carbon content, horizontally angled joints and AWS ER70S-6 filler metal.

Were performed, visual testing of welds, testing of macro-structural characteristics, verification

of the geometric dimensions: theoretical throat, horizontal and vertical leg, analyze the images of the microstructure by SEM and EDS method, comparative analysis of the welding energy calculation and analysis of the equation linear regression.

KEYWORDS: Robotic Welding MAG, welding and weld bead geometry parameters.

1 | INTRODUÇÃO

É cada vez mais frequente na Indústria de fabricação de peças automobilísticas, a utilização do processo de soldagem MAG robotizada na união de seus componentes metálicos, devido às exigências impostas pelo mercado referente: a qualidade, produtividade, repetibilidade e redução de custos de fabricação. Tem movido as indústrias de fabricação a investir cada vez mais neste segmento tornando-as mais competitivas, minimizando os custos com retrabalhos e com a mão de obra.

Diante destes fatos, os técnicos e especialistas devem possuir o conhecimento e o domínio desta tecnologia destas variáveis do processo de soldagem automatizado MAG, possibilitando a escolha da melhor configuração dos parâmetros de soldagem: tensão, velocidade de soldagem, intensidade da corrente, velocidade de alimentação do arame, vazão do gás de proteção, energia teórica de soldagem, com a finalidade de buscar uma condição ótima para o processo e com os resultados apresentados, aplicarem em uma situação real na indústria de fabricação de componentes metálicos e automobilísticos.

Com este estudo não serão questionados e apresentados os resultados pertinentes à taxa de deposição do metal de adição, valores e custos com energia de soldagem, consumo e custos com os gases de proteção, dimensões geométricas referentes ao reforço, penetração horizontal e vertical, garganta efetiva e real e com a dimensão da penetração da raiz.

A soldagem MIG/MAG robotizada apresenta o mesmo princípio de funcionamento do processo MIG/MAG convencional de funcionamento semiautomático, entretanto, com sua automação este processo ganha uma melhor rendimento na fabricação de peças em série, uma vez que o robô seja programado, utilizando a escolha dos melhores parâmetros de soldagem, este mesmo realiza cordões de solda, sempre na mesma sequência de soldagem de forma precisa e repetitiva, proporcionando soldas com excelência de qualidade, com menos discontinuidades e possíveis defeitos.

Gimenes e Tremonti (2013) descreveram que o robô, deve estar dimensionado para o peso do elemento terminal, no caso da soldagem a ponto, o peso da pinça, dos cabos elétricos e dos tubos de refrigeração podem chegar a 90 kg. Na soldagem por arco elétrico, o elemento terminal é conhecido como tocha ou pistola, com dimensões e peso menores que as pinças de solda a ponto. Os elementos terminais são fixados no punho do robô. A tocha de soldagem deverá ter uma orientação com relação ao punho, compatível com requisitos e exigências da soldagem. Esse fator pode reduzir até 50% o volume do trabalho do robô.

Michelan (2011) em sua dissertação de mestrado descreveu que o processo de soldagem MIG/MAG possui uma facilidade de automação, o desenvolvimento dos processos de soldagem se deve em grande parte aos avanços na área de automação e eletrônica, entre os quais se destacam: a difusão da utilização de robôs industriais de soldagem, que possibilitam operações em altas velocidades em peças de geometria complexa e o emprego de novas fontes eletrônicas utilizadas em soldagem, que permitem um melhor controle da fusão dos materiais, por meio do emprego de diferentes formas de onda de corrente.

1.1 Vantagens da soldagem robotizada MIG / MAG

Como mencionado anteriormente, É cada vez mais frequente a utilização do processo de soldagem robotizada na indústria tornando-se crescente o seu uso em larga escala a cada dia na indústria de fabricação de manufaturas de produtos soldados devido às exigências impostas pelo mercado no que diz sobre respeito da qualidade, produtividade e competitividade.

Diversos autores, Rosário (2010), Gimeneses e Tremonti (2013), Alves (2009) e Schnee (1996) citaram em seus trabalhos as principais vantagens da utilização do processo MAG robotizado na união dos componentes metálicos. Conforme descritos abaixo:

- Melhoria na qualidade da solda;
- Redução dos custos e tempo gastos na realização de retrabalhos;
- Redução dos custos com energia;
- Redução do consumo de metal de adição devido ao fato de consumir somente o necessário para realização da solda de acordo com a geometria imposta;
- Economia do gás de proteção;
- Ganhos em produtividade;
- Redução de custo de mão de obra;
- Ergonomia no trabalho;
- Redução da fadiga de soldador;
- Repetibilidade;
- Menor tendência a defeitos e descontinuidades;
- Padronização dos parâmetros de soldagem;
- Velocidades de soldagem altas;
- Sequência de trabalho bem definida;
- Facilidade na programação e uso dos robôs de soldagem;
- Capacidade trabalhos sem interrupções por longos períodos.

2 | MATERIAIS, EQUIPAMENTOS E MÉTODOS

As soldas foram realizadas em chapas de aço com baixo teor de carbono SAE 1020 é rígido pela Norma J403 sob a, cuja composição química encontra-se descrita na tabela 1 Nas dimensões de 9,5 mm de espessura, com largura de 50,8 mm e no comprimento de 250 mm os quais, foram seccionadas em uma máquina de serra de fita horizontal.

Para as montagens das peças a serem soldadas, utilizou-se o dispositivo desenvolvido, optando-se por fixa-las através de grampos para fixação, os mesmos utilizados em máquinas ferramentas conforme demonstradas na Figura 1.



Figura 1 – Fixação e montagem do corpo de prova no dispositivo de solda

Todos os cordões de solda foram realizados em uma mesma posição plana, com a tocha de solda posicionada num ângulo de 45° entre as duas chapas, 90° em relação ao eixo da solda, em alguns testes a distância bico contato peça e o comprimento do arame oscilaram de 15 – 20 mm, conforme a programação, estas distâncias serão indicadas nas tabelas dos resultados dos cordões e, as soldas foram aplicadas somente em um lado da junta conforme ilustrado na figura 2.

Uma vez estabelecida à posição de solda de ataque do arame, a mesma manterá constante, pois o robô posicionará a tocha sempre na mesma localização.



As condições de soldagem foram selecionadas de modo que a solda aplicada atendesse os requisitos de uma junta soldada. Denomina-se aqui, como um cordão de solda que atende os requisitos sob o aspecto técnico e operacional, aquele que represente uma boa aparência, arco elétrico mais estável, livre de descontinuidades superficiais.

Corpo de prova	Corrente (A)	Tensão (V)	Velocidade de Soldagem. (mm/s)	Velocidade de alimentação do arame (m/min)
1	164	23,3	8,9	8
2	164	23,3	8,9	8
3	194	24,5	7,3	9,9
4	220	27,2	5	12,5
5	236	27,2	7,3	12,5
6	245	28,9	6,7	14,4
7	280	30,4	6,7	17,6
8	200	24,8	5	10,2
9	250	28,9	5	14,4
10	280	30,4	5	17,6
11	280	30,3	10	17,6
12	315	31	10	21
13	315	31	6,7	21

14	330	31	5	21
15	250	28,9	3	14,4
16	285	30,3	4	17,6
17	315	31	4	21
18	315	30,5	6,7	21
19	320	31,1	6,7	22

Tabela 1 – Condições de soldagem proposta para o estudo

Fonte: O próprio autor

3 I RESULTADOS COMPARATIVOS DA ENERGIA DE SOLDAGEM

Um fator importante neste trabalho foi à verificação pelo método comparativo do resultado do valor da energia de soldagem em relação à geometria do cordão de solda no que se refere às dimensões da perna vertical e horizontal e no aspecto visual da penetração da raiz. Comparando - se aos valores dimensionais próximos em comparação a dois corpos de provas.

CP	HEAT- INPUT (J/ mm)	Garganta Teórica (mm)	Perna Horizontal(mm)	Perna Vertical (mm)	Velocidade de Soldagem (mm/s)
1	429	2,35	4,76	5,40	8,90
2	429	2,94	4,04	4,32	8,90
3	651	3,10	3,79	5,00	7,30
4	1197	4,05	5,20	6,50	5,00
5	879	4,12	5,19	6,79	7,30
6	1057	4,04	4,81	7,48	6,70
7	1270	4,99	7,01	7,13	6,70
8	992	3,56	4,54	5,76	5,00
9	1445	4,42	6,22	6,30	5,00
10	1702	4,83	6,40	7,38	5,00
11	848	4,75	6,20	7,40	10,00
12	977	4,86	6,11	8,01	10,00
13	1457	4,48	5,72	7,20	6,70
14	2046	4,90	6,51	7,44	5,00
15	2408	4,27	6,20	5,9	3,00
16	2159	4,56	5,60	7,86	4,00
17	2441	4,49	5,50	7,8	4,00
18	1434	5,22	6,90	8	6,70
19	1485	5.13	7,20	7,3	6,70

Tabela 2 – Valores da energia de soldagem e dimensões dos cordões de solda

Fonte: O próprio autor

Com o objetivo de uma identificação do aspecto visual da macrografia dos cordões de solda com seus respectivos parâmetros de soldagem, optou-se por este tipo de apresentação dos resultados em formas de tabelas, para que os trabalhadores da área de soldagem robotizada MAG possam utilizar estas tabelas na aplicação em

sua célula de soldas, tornando – se de fácil visualização.

Os valores demonstrados nas tabelas: referentes ao comprimento do arco, indutância, e processos foram obtidos através da programação da fonte Fronius TPS 4000.

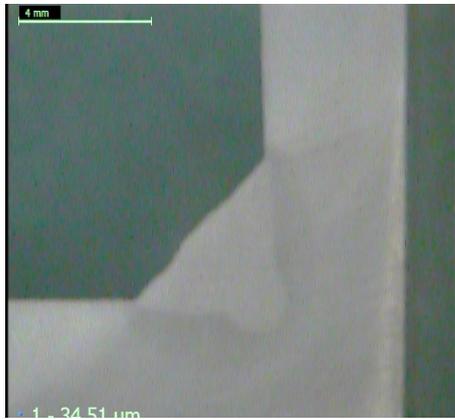
Parâmetros de soldagem	Valores / Unidades	Figura 3 – corpo de prova 1
Corrente	164 A	
Tensão	23,3 V	
Diâmetro do arame	1 mm	
Velocidade de soldagem	8,9 mm/s	
Gás de proteção	85 % Ar e 15% CO ₂	
Vazão dos Gases	7 l/min.	
Velocidade de alimentação	8,0 m/min.	
DBCP	15 mm	
Stick-out	10 mm	
Ângulo e Inclinação da tocha	90° e 0°	Heat input – 429 J/mm
Comprimento do Arco	0	Garg. Teórica – 2,94 mm
Indutância	0	Perna Hor. – 4,04 mm
Processo	MIG/MAG Synergic-Pulse	Perna Vert. – 4,32 mm

Tabela 3 - Referente ao corpo de prova 1

Fonte: O próprio autor

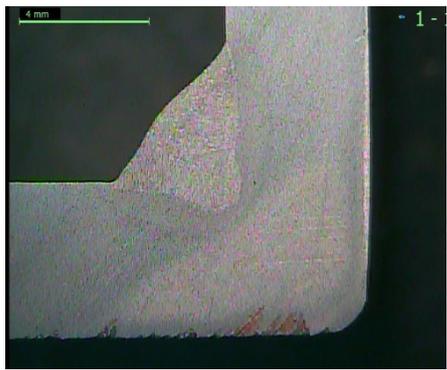
Parâmetros de soldagem	Valores / Unidades	Figura 4 – corpo de prova 2
Corrente	194 A	
Tensão	24,5 V	
Diâmetro do arame	1 mm	
Velocidade de soldagem	7,3 mm/s	
Gás de proteção	85 % Ar e 15% CO ₂	
Vazão dos Gases	7 l/min.	
Velocidade de alimentação	9,9 m/min.	
DBCP	15 mm	
Stick-out	10 mm	
Ângulo e Inclinação da tocha	90° e 0°	Heat input – 651 J/mm
Comprimento do Arco	0	Garg. Teórica – 3,10 mm
Indutância	0	Perna Horiz.. – 3,79 mm
Processo	MIG/MAG Synergic-Pulse	Perna Vert. – 5,00 mm

Tabela 4- Referente ao corpo de prova 2

Fonte: O próprio autor

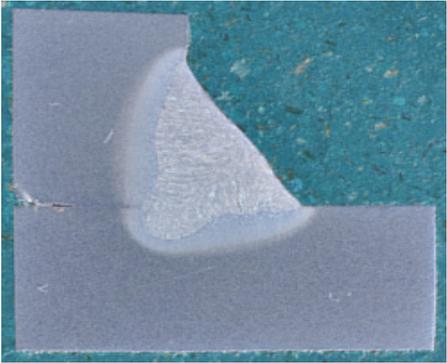
Parâmetros de soldagem	Valores / Unidades	Figura 5 – corpo de prova 3
Corrente	245 A	
Tensão	28,9 V	
Diâmetro do arame	1 mm	
Velocidade de soldagem	6,7 mm/s	
Gás de proteção	85 % Ar e 15% CO ₂	
Vazão do Gás	7 l/min.	
Velocidade de alimentação	14,4 m/min.	
DBCP	20 mm	
Stick-out	15 mm	
Ângulo e Inclinação da tocha	90° e 0°	
Comprimento do Arco	0	Heat input – 1057 J/mm
Indutância	0	Garg. Teórica – 4,04 mm
Processo	MIG/MAG Synergic-Pulse	Perna Hor. – 4,81 mm
		Perna Vert. – 7,48 mm

Tabela 5: Referente ao corpo de prova 3

Fonte: O próprio autor

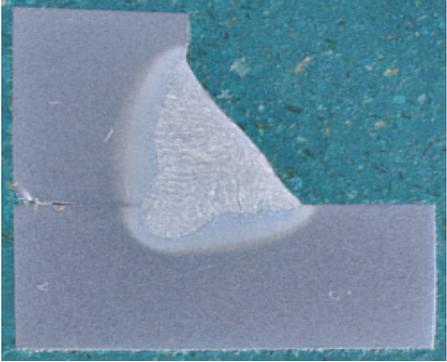
Parâmetros de soldagem	Valores / Unidades	Figura 6 – corpo de prova 4
Corrente	245 A	
Tensão	28,9 V	
Diâmetro do arame	1 mm	
Velocidade de soldagem	6,7 mm/s	
Gás de proteção	85 % Ar e 15% CO ₂	
Vazão do Gás	7 l/min.	
Velocidade de alimentação	14,4 m/min.	
DBCP	20 mm	
Stick-out	15 mm	
Ângulo e Inclinação da tocha	90° e 0°	
Comprimento do Arco	0	Heat input – 1057 J/mm
Indutância	0	Garg. Teórica – 4,04 mm
Processo	MIG/MAG Synergic-Pulse	Perna Hor. – 4,81 mm
		Perna Vert. – 7,48 mm

Tabela 6: Referente ao corpo de prova 4

Fonte: O próprio autor

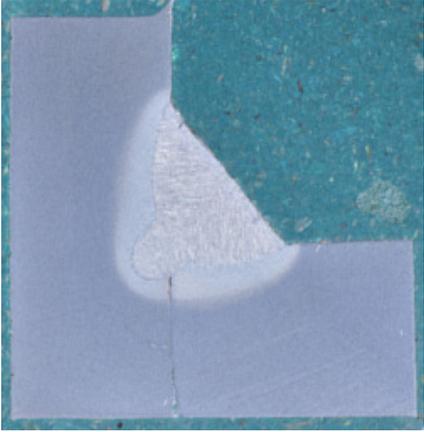
Parâmetros de soldagem	Valores / Unidades	Figura 7 – corpo de prova 5	
Corrente	250 A		
Tensão	28,9 V		
Diâmetro do arame	1 mm		
Velocidade de soldagem	5 mm/s		
Gás de proteção	85 % Ar e 15% CO ₂		
Vazão dos Gases	7 l/min.		
Velocidade de alimentação	14,4 m/min.		
DBCP	20 mm		
Stick-out	15 mm		Geometria
Ângulo da tocha	90° e 0°		Heat input – 1445 J/mm
Comprimento do Arco	0	Garg. Teórica – 4,42 mm	
Indutância	0	Perna Horiz. – 6,22 mm	
Processo	MIG/MAG Synergic-Pulse	Perna Vert. – 6,30 mm	

Tabela 7 - Referente ao corpo de prova 9

Fonte: O próprio autor

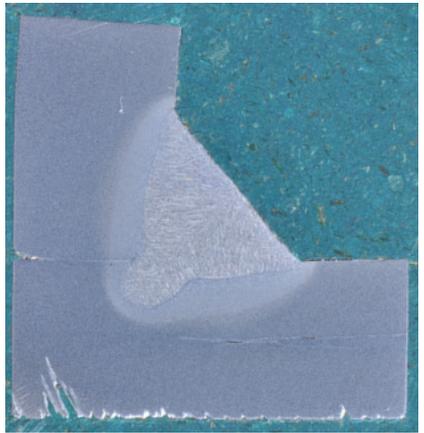
Parâmetros de soldagem	Valores / Unidades	Figura 8 – corpo de prova 6	
Corrente	280 A		
Tensão	30,3 V		
Diâmetro do arame	1 mm		
Velocidade de soldagem	10 mm/s		
Gás de proteção	85 % Ar e 15% CO ₂		
Vazão dos Gases	7 l/min.		
Velocidade de alimentação	17,6 m/min.		
DBCP	20 mm		
Stick-out	15 mm		Geometria
Ângulo e Inclinação da tocha	90° e 0°		Heat input – 848 J/mm
Comprimento do Arco	0	Garg. Teórica – 4,75 mm	
Indutância	0	Perna Horiz. – 6,20 mm	
Processo	MIG/MAG Synergic-Pulse	Perna Vert. – 7,40 mm	

Tabela 8 - Referente ao corpo de prova 6

Fonte: O próprio autor

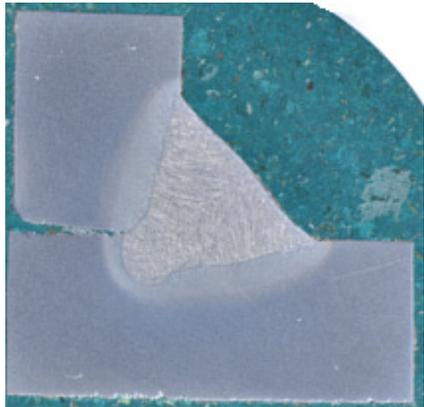
Parâmetros de soldagem	Valores / Unidades	Figura 9 – corpo de prova 7	
Corrente	315 A		
Tensão	31 V		
Diâmetro do arame	1 mm		
Velocidade de soldagem	6,7 mm/s		
Gás de proteção	85 % Ar e 15% CO ₂		
Vazão dos Gases	7 l/min.		
Velocidade de alimentação	21 m/min.		
DBCP	20		
Stick-out	15		Geometria
Ângulo e Inclinação da tocha	90° e 0°		Heat input – 1457 J/mm
Comprimento do Arco	0	Garg. Teórica – 4,48 mm	
Indutância	0	Perna Hor. – 5,72 mm	
Processo	MIG/MAG Synergic-Pulse	Perna Vert. – 7,2 mm	

Tabela 9 - Referente ao corpo de prova 7

Fonte: O próprio autor

CONCLUSÃO

Com a realização do estudo do processo de soldagem robotizado MAG referente aos aspectos geométricos do cordão de solda e com o objetivo de servir de orientação operacional aos profissionais que trabalham com células de soldagem podem-se tirar as seguintes conclusões:

- O cálculo da energia de soldagem é uma ferramenta importante na otimização do processo de soldagem robotizado MAG, podendo facilmente ser aplicada em uma célula de soldagem, com o objetivo de ganho em aumento de produtividade na execução de cordões de soldas. Mantendo-se a mesma geometria dimensional do cordão de solda.
- Os parâmetros de soldagem utilizados na realização dos cordões de solda nos corpos de provas: 1;2;3;4;5;6 e 7. Apresentaram aspectos geométricos com excelentes características de penetração e dimensional. Possibilitando a utilização destes resultados na aplicação prática em uma célula de soldagem robotizada.
- Pelo método comparativo da dimensão geométrica do cordão de solda é possível produzi-la empregando uma menor quantidade de energia de soldagem.
- É notável em um processo de soldagem robotizado MAG a economia do gás de proteção, verificada através de uma programação específica, a real vazão dos gases de proteção, aferido no bocal da tocha com o auxílio do aparelho fluxômetro.

- A definição dos melhores parâmetros de soldagem é um fator de elevada importância no processo de soldagem robotizado MAG devido ao fato dos resultados influenciarem diretamente nos aspectos geométricos dos cordões de solda.
- O conhecimento da programação do robô e da fonte de soldagem aplicado na soldagem robotizada MAG, são complexos devido à existência de inúmeras variáveis do processo.
- As tabelas contendo os principais parâmetros de soldagem associado à imagem das macrografias da região das soldas. Já estabelecidas e otimizadas tornar-se de fácil visualização, aplicação e orientação para o uso no processo de soldagem MAG fatos estes confirmado pelos profissionais envolvidos na célula de soldagem da empresa Axmol, durante a ministração de um minicurso.

REFERÊNCIAS

- ALVES, V. J. **Desenvolvimentos de envelopes Operacionais para o processo MIG/MAG com diferentes gases de proteção**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 172 p, 2009.
- Welding Handbook v. 1: Welding Science & Technology**. 9 ed. International Standard Book Number. 08456b6 0016831-2. American Welding Society. 550N. W. LeJeune Rd., P. O. Box 351040, Miami, FL 33135, 2001.
- AMERICAN WELDING SOCIETY. **ANSI/AWS D1.1/D1.1M: 2004: Structural Welding Code – Steel**, 19th Edition. Miami, Florida: AWS, 2004.
- BRACARENSE A., ZEEMANN A., ALMEIDA D., URTADO E., FERRER S., PEREIRA U. **A Soldagem GMAW (ou MIG – MAG)**. Revista de Soldagem: Ensino ABC ABS, a.1, n. 04, 6-17p.
- FREITAS, E.N.; BRAGA, E. M.; ASUNÇÃO, P. A.C.; RODRIGUES, L. A. S.; SILVA, I.R.P. **Estudo operacional de manipulador robótico aplicado a soldagem na construção naval**. In: Libro de Ponencias y Conferencias del XXIII Congreso Panamericano de Ingenieria Naval, Costa Afuera e Ingenieria Portuaria COPINAVAL 2013. Disponível em: <http://www.copinaval.org/venezuela/downloads/ct_06_14.pdf>. Acesso em: 23 dez. 2014.
- GIMENES JR, TREMONTI M. A. **Soldagem, Área Metalurgia**. São Paulo: SENAI – SP editora, 2013 p.536.
- MICHELAN, RENATO FABIO. Dissertação de Mestrado: **Prospecções de Novas Possibilidades de Soldagem com Duplo Eletrodo Não Consumível**, Florianópolis 2011.
- MORGANTI, M. P. S. Monografia de Pós – Graduação: **Estudo da Influência do Espaçamento entre Chapas e do Ataque do Arame no Processo Robotizado de Soldagem MIG/MAG de Junta Sobreposta para Arame de 1,2 mm**, São Caetano do Sul 2013.
- ROMANO, V. F. **Robótica industrial – Aplicação na Indústria de Manufatura e de Processos**. 1 ed. Edgard Blucher Ltda, São Paulo, 2002.
- ROSÁRIO, J. M. **Robótica Industrial I – Modelagem, Utilização e Programação**. 1ª Ed. São Paulo: Baraúna, 2010.

SCOTTI, A. PONOMAREV, V. **Soldagem MIG/MAG. Melhor entendimento, melhor desempenho.** São Paulo: Arliber Editora, 2008. 17 p.

SCHNEE, M. "**What to know before choosing a robotic welding system**" Vol 72, p 49 – 51, Welding Journal, Miami, 1996.

WAINER, E; Soldagem. Associação Brasileira dos Metais. 9ª Ed. São Paulo 1976.

ZAWODNY, J. – **Welding with the shielding gás.** Welding Journal, pp 49 -50, December, 2001.

SOBRE O ORGANIZADOR

JOÃO DALLAMUTA Professor assistente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Graduação em Engenharia de Telecomunicações pela UFPR. MBA em Gestão pela FAE Business School, Mestre pela UEL. Doutorando em Engenharia Espacial pelo INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Ácidos Graxos 138, 139, 143, 146, 147
Águas Pluviais 25, 26, 27, 28, 31, 33, 38, 39, 40, 43, 45, 55, 76
Algoritmo de Roteamento 120, 123, 126, 127
Algoritmo de Utilização de Regeneradores 120
Análise de Redes Sociais 93, 95, 96, 97, 98, 99, 101, 103, 104
Arquitetura 55, 123, 128, 129, 130, 131, 133, 134, 135, 136
Aspectos Botânicos 170, 171

B

Biocombustível 161, 162, 164, 165
Biodiesel 3, 13, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169
Biomassa 3, 8, 13, 161

C

Calibração 46, 48, 49, 50, 52, 53, 54
Caraúbas 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44
Cluster Comercial 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103
Concatenação 128, 129, 135
Conservação de Energia Elétrica 15, 16, 20, 23, 24
Controle de Posição 106, 110, 112, 113, 117, 118, 119

D

Degradação de Estruturas 68
Demanda Energética 1, 2, 7, 8, 9, 10, 12
Desenvolvimento Urbano Sustentável 55
Destilado de Desodorização 138
Drenagem Urbana 25, 37, 38, 40, 43, 44

E

Economia de Energia 15, 22
Eficiência Luminosa 15, 16, 17, 18
Energia Alternativa 161
Equilíbrio Sólido-Líquido 138, 140, 141, 144
Equipamento de Litografia Óptica 106, 108, 110, 111, 112, 118
Escoamentos 25, 27, 29, 30, 31, 33, 56, 62

F

Fator de Atrito 46, 49, 50, 52

Filtro Óptico 128, 129, 130, 132

Fotocatálise 80, 81, 82, 89, 149, 150, 151, 160

G

Gestão de Águas Urbanas 36, 38, 44

L

Lixívia Ácida 80, 82, 83, 84, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 150, 151, 152, 153, 155, 156, 157, 158, 159

M

Mesa Cartesiana XY 106

Microgravação 106

MIGHA 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53

Moagem de Alta Energia 80, 81, 82, 83, 86, 89, 91, 149, 150, 151, 154, 159, 160

Modelagem Termodinâmica 138

N

Nanopartículas 81, 92, 149, 150, 160

Nanopós 81, 149, 150, 151, 152, 153

O

Óleos Essenciais 170, 171

P

Patologias 68, 69

Penalidade Física 128, 129

Propriedades Medicinais 170

Q

Qualidade de Transmissão 120, 121, 128, 129

R

Rede Óptica Elástica 120, 127, 128, 136

Rede Óptica Elástica Translúcida 120, 127, 136

Remoção de Contaminantes 25, 33

Requalificação Ambiental 55, 57, 61, 65

Resiliência a Inundações 55, 57, 60, 62, 65

Roraima 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14

S

Saneamento Básico 36, 37, 43, 44

Solubilidade 32, 138, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 147, 148

T

Teatros Públicos 68

TiO₂ 81, 82, 83, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160

Tratamento de Efluentes 25, 26, 33, 82, 151

Troca de Informações 93, 96, 98, 101, 103

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-682-9

