

# Alinhamento Dinâmico da Engenharia de Produção 2

Carlos Alberto Braz  
Janaina Cazini  
(Organizadores)



**Atena**  
Editora  
Ano 2019

Carlos Alberto Braz  
Janaina Cazini  
(Organizadores)

# Alinhamento Dinâmico da Engenharia de Produção 2

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Chefe: Profª Drª 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**

Profª Drª 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  
Profª Drª 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  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie di Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª 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  
Profª Drª 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  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª 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  
Profª Drª 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

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
A287a	Alinhamento dinâmico da engenharia de produção 2 [recurso eletrônico] / Organizadores Carlos Alberto Braz, Janaina Cazini. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Alinhamento Dinâmico da Engenharia de Produção; v. 2)  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-711-6 DOI 10.22533/at.ed.116191510  1. Engenharia de produção. I. Braz, Carlos Alberto. II. Cazini, Janaína. III. Série.  CDD 658.5
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

Atena  
Editora

Ano 2019

## APRESENTAÇÃO

Quem disse que a teoria de longe representa a prática é porque ainda trabalha de forma empírica, por tentativa e erro, e potencialize o erro nessa história. É fato que o avanço tecnológico que estamos vivenciando como: - IA: Inteligência artificial, nanotecnologias e 4G, são frutos de estudos teórico-práticos que inicialmente foram idealizados, pesquisados e testados e agora estão mudando não só a forma como trabalhamos, mas também como estudamos e vivemos, é a Revolução 4.0.

É nesse contexto que o e-book “ Alinhamento Dinâmico da Engenharia de Produção 2” selecionou 20 artigos que apresentam estudos teórico-práticos – estudos de casos – que trazem resultados inquestionáveis da melhoria dos processos produtos e educacionais. Como o artigo “APLICAÇÃO DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES EM UM SISTEMA DE CORTES DE FRASCO MÚLTIPLO” onde o estudo e aplicação da Teoria das Restrições no processo produtivo de 4 produtos em uma fábrica na Argentina, resultou em um aumento de 30% na produção e diminuição considerável nas horas ociosas de máquinas e processos.

Já o artigo “CAPACIDADE PRODUTIVA UTILIZANDO O ESTUDO DO TEMPO: ANÁLISE EM UMA METALÚRGICA DE EQUIPAMENTOS PARA NUTRIÇÃO ANIMA” de Goiás apresenta a cronoanálise de uma máquina e assim a eficácia de sua operação, clarificando para a organização dados para decisões de aumento ou diminuição da produção.

A necessidade de automatizar um setor ou processo, nasce da estratégia de manter-se no mercado e diminuir custos, entretanto, antes da decisão de robotizar uma área deve-se avaliar vários fatores: custos x benefícios, realocação de pessoal, clima organizacional, profissionais com expertise para operacionalizar e outros, neste sentido, o artigo “Viabilidade Econômica da Soldagem GMAW Robotizada em Intercooler de Alumínio na Substituição da Soldagem GMAW Manual” apresenta como ocorre um processo de mudança do operacional/manual para o robotizado com menor impacto para organização e seus colaboradores.

No âmbito educacional faz necessário transformações radicais na metodologia de ensino e nos conteúdos oficiais, para que os discentes possam acompanhar as mudanças tecnológicas e sociais, diante disso, tem-se nas práticas de extensão e atividades interdisciplinares possibilidades de promoção do empreendedorismo social e dos negócios de impacto social, bem como seu impacto para a vida acadêmica dos discentes e para as comunidades além dos muros das Universidades, como pode-se observar no artigo “UMA ANÁLISE DA EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA NA PROMOÇÃO DO EMPREENDEDORISMO SOCIAL E DOS NEGÓCIOS DE IMPACTO SOCIAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO: UM ESTUDO DE CASO UFAL”

A seleção e organização desses artigos atendem a expectativa dos leitores discentes de universidades – para apoiar-los na promoção de atividades teórico-práticas - bem como os leitores do universo corporativo que buscam incansavelmente

soluções inovadoras e prática para minimizar os custos e processos sem perde a essência da organização. Corroborando para o fortalecimento da parceria, EMPRESA-ESCOLA, como fonte propulsora do desenvolvimento social e tecnológico.

Carlos Alberto Braz

Janaina Cazini

# SUMÁRIO

## 1 | INDÚSTRIA 4.0

### **CAPÍTULO 1 ..... 1**

VIABILIDADE ECONÔMICA DA SOLDAGEM GMAW ROBOTIZADA EM INTERCOOLER DE ALUMÍNIO NA SUBSTITUIÇÃO DA SOLDAGEM GMAW MANUAL

Eduardo Carlos da Mota  
Alex Sandro Fausto dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.1161915101**

## 2 | FERRAMENTAS DA QUALIDADE

### **CAPÍTULO 2 ..... 15**

5W1H E 5 PORQUÊS: APLICAÇÃO EM PROCESSO DE ANÁLISE DE FALHA E MELHORIA DE INDICADORES

Kaique Barbosa de Moura  
Letícia Ibiapina Fortes  
Rhubens Ewald Moura Ribeiro  
Alan Kilson Ribeiro Araújo  
Carlos Alberto de Sousa Ribeiro Filho

**DOI 10.22533/at.ed.1161915102**

### **CAPÍTULO 3 ..... 25**

APLICAÇÃO DE METODOLOGIA PARA REDUÇÃO DO TEMPO DE PROGRAMAÇÃO DE FERRAMENTAS DE FORJAMENTO DE PORCAS E PARAFUSOS

Franciele Caroline Gorges  
Marcos Francisco Letka  
Renato Cristofolini  
Claiton Emilio do Amaral  
Rosalvo Medeiros  
Victor Rafael Laurenciano Aguiar  
Gilson João dos Santos  
Custodio da Cunha Alves  
Emerson Jose Corazza  
Ademir Jose Demétrio  
Paulo Roberto Queiroz  
Fabio Krug Rocha

**DOI 10.22533/at.ed.1161915103**

### **CAPÍTULO 4 ..... 38**

AVALIAÇÃO E PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS EM UMA FÁBRICA DE SORVETES LOCALIZADA NA CIDADE DE ASSÚ-RN: UTILIZAÇÃO DO ESTUDO DE TEMPOS E MAPEAMENTO DE PROCESSOS

Paulo Ricardo Fernandes de Lima  
Luiza Lorena de Souza Cavalcante  
Izabele Cristina Dantas de Gusmão  
Larissa Almeida Soares  
Mariane Dalyston Silva  
Richardson Bruno Carlos Araújo  
Thais Cristina de Souza Lopes  
Helisson Bruno Albano da Silva  
Felix De Souza Neto  
Christiane Lopes dos Santos

**CAPÍTULO 5 ..... 53**

BALANCEAMENTO DE LINHA DE PRODUÇÃO: APLICAÇÃO NA SEGREGAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Kerolay Milesi Gonçalves  
Felipe Fonseca Cavalcante  
Carlos Eduardo Moreira Guarido  
Carlos Rogério Domingos Araújo Silveira  
Fabrício Polifke da Silva  
Paula Fernanda Chaves Soares

DOI 10.22533/at.ed.1161915105

**CAPÍTULO 6 ..... 64**

CAPACIDADE PRODUTIVA UTILIZANDO O ESTUDO DO TEMPO: ANÁLISE EM UMA METALÚRGICA DE EQUIPAMENTOS PARA PRODUÇÃO DE RAÇÃO ANIMAL

Jordania Louse Silva Alves  
Rodrigo Alves de Almeida  
Darlan Marques da Silva

DOI 10.22533/at.ed.1161915106

**CAPÍTULO 7 ..... 77**

ESTUDO DE CONFIABILIDADE EM UMA LINHA DE PRODUÇÃO DE TELEFONES MÓVEIS

Natalia Gil Canto  
Ingrid Marina Pinto Pereira  
Bárbara Cortez da Silva  
Joaquim Maciel da Costa Craveiro  
Marcelo Albuquerque de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.1161915107

**3 | GESTÃO**

**CAPÍTULO 8 ..... 90**

APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES EN UN SISTEMA DE MÚLTIPLES CUELLOS DE BOTELLA

Claudia Noemí Zarate  
María Betina Berardi  
Alejandra María Esteban

DOI 10.22533/at.ed.1161915108

**CAPÍTULO 9 ..... 100**

APLICAÇÃO DE METODOLOGIAS DE CUSTEIO EM EMPRESAS DE SERVIÇOS DO SEGMENTO TÉCNICO-PROFISSIONAL

Rüdiger Teixeira Pfrimer  
Juliana Schmidt Galera

DOI 10.22533/at.ed.1161915109

**4 | LOGÍSTICA**

**CAPÍTULO 10 ..... 114**

AUDITORIA LOGÍSTICA EM MICRO E PEQUENAS EMPRESAS LOCALIZADAS NO LITORAL NORTE

PAULISTA

Roberto Costa Moraes  
Juliete Micol Gouveia Seles

**DOI 10.22533/at.ed.11619151010**

**CAPÍTULO 11 ..... 130**

CONSTRUÇÃO NAVAL BRASILEIRA: PERSPECTIVAS E OPORTUNIDADES A PARTIR DO DESENVOLVIMENTO DA CAPACIDADE OPERACIONAL

Maria de Lara Moutta Calado de Oliveira  
Sergio Iaccarino  
Elidiane Suane Dias de Melo Amaro  
Daniela Didier Nunes Moser  
Eduardo de Moraes Xavier de Abreu

**DOI 10.22533/at.ed.11619151011**

**5 | GESTÃO**

**CAPÍTULO 12 ..... 143**

ERGONOMIA: ESTUDO DA QUALIDADE DE VIDA NO TRABALHO DOS RECEPCIONISTAS DE UM HOSPITAL NO MUNICÍPIO DE REDENÇÃO-PA

Alana Pereira Santos  
Jheniffer Helen Martins da Silva  
Fábia Maria de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.11619151012**

**CAPÍTULO 13 ..... 157**

ESTUDO DA APLICAÇÃO DE RESÍDUOS NA FABRICAÇÃO DE PISOS TÁTEIS

Dayvson Carlos Batista de Almeida  
Bianca Maria Vasconcelos Valério  
Béda Barkokébas Junior  
Lorena Maria da Silva Gonçalves  
Amanda de Moraes Alves Figueira

**DOI 10.22533/at.ed.11619151013**

**CAPÍTULO 14 ..... 167**

FOMENTO DO CONTEÚDO NACIONAL E DESENVOLVIMENTO DA CADEIA PRODUTIVA: UM ESTUDO DE CASO NA INDÚSTRIA NAVAL

Maria de Lara Moutta Calado de Oliveira  
Daniela Didier Nunes Moser  
Elidiane Suane Dias de Meloamaro  
Sergio Iaccarino  
Marcos André Mendes Primo

**DOI 10.22533/at.ed.11619151014**

**CAPÍTULO 15 ..... 183**

O CAPITAL INTELECTUAL NAS EMPRESAS - METODOLOGIAS PARA AVALIAÇÃO E MENSURAÇÃO FINANCEIRA

Roberto Righi

**DOI 10.22533/at.ed.11619151015**

**CAPÍTULO 16 ..... 194**

QUESTÕES ÉTICAS, RELIGIÃO E AS DIFERENTES PERSPECTIVAS DOS INDIVÍDUOS NA

GESTÃO EMPRESARIAL

Simone Maria da Silva Lima

Danielle Freitas Santos

DOI 10.22533/at.ed.11619151016

**CAPÍTULO 17 ..... 203**

SISTEMATIZAÇÃO DE ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DE VALOR PELO PACIENTE EM SERVIÇOS DE SAÚDE

Maria Lydia Nogueira Espenchitt

Andrea Cristina dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.11619151017

**CAPÍTULO 18 ..... 215**

UMA ABORDAGEM DINÂMICA PARA O PROBLEMA DE AQUISIÇÃO DE COMBUSTÍVEIS CONSIDERANDO INCERTEZAS DE PREÇO E DEMANDA

Guilherme Avelar Duarte

Marco Antonio Bonelli Junior

Matheus de Araujo Butinholi

Nathália Regina Silva Vieira

Williane Cristina Ribeiro

DOI 10.22533/at.ed.11619151018

**6 | INCLUSÃO SOCIAL**

**CAPÍTULO 19 ..... 227**

ESTUDO E APLICAÇÃO DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR PARA O SERVIÇO 4.0 SUSTENTÁVEL NA GASTRONOMIA

Henrique Hideki Kato

Ricardo Luiz Ciuccio

DOI 10.22533/at.ed.11619151019

**7 | EMPREENDEDORISMO**

**CAPÍTULO 20 ..... 240**

UMA ANÁLISE DA EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA NA PROMOÇÃO DO EMPREENDEDORISMO SOCIAL E DOS NEGÓCIOS DE IMPACTO SOCIAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO: UM ESTUDO DE CASO UFAL

Danisson Luiz dos Santos Reis

Eliana Silva de Almeida

DOI 10.22533/at.ed.11619151020

**CAPÍTULO 21 ..... 251**

A ESCOLHA DA ESTRATÉGIA DE POLICIAMENTO EM FUNÇÃO DA DEMANDA CRIMINAL: UM MODELO PROBABILÍSTICO DE TÓPICOS

Marcio Pereira Basilio

Valdecy Pereira

DOI 10.22533/at.ed.11619151021

**SOBRE OS ORGANIZADORES..... 265**

**ÍNDICE REMISSIVO ..... 266**

## VIABILIDADE ECONÔMICA DA SOLDAGEM GMAW ROBOTIZADA EM INTERCOOLER DE ALUMÍNIO NA SUBSTITUIÇÃO DA SOLDAGEM GMAW MANUAL

**Eduardo Carlos da Mota**

Faculdade SENAI Nadir Dias de Figueiredo

**Alex Sandro Fausto dos Santos**

Faculdade SENAI Nadir Dias de Figueiredo

**RESUMO:** A utilização de células de soldagem no ambiente industrial é um desafio motivado pela necessidade de redução de custos, interface entre homem e máquina, agilidade e flexibilidade inerente aos atuais equipamentos de automação industrial. As montadoras de veículos buscam incessantemente a otimização de seus custos e benefícios para manufatura de peças para os novos lançamentos. Já as autopeças procuram o melhor projeto e processo para que seus benefícios sustentem seus custos. Logo, antes da autopeça implementar uma célula robotizada, ela deve entender os seus custos e realizar estudos de viabilidade técnico-econômica, pois há requisitos básicos do processo de robotização que devem ser atendidos. Uma das premissas para o sucesso da robotização em um processo de soldagem é entender os custos inerentes ao processo, tais como preparação da junta, metais de adição, gases de proteção, taxas de deposição, entre outros. Neste trabalho foi proposta a automação do processo de soldagem GMAW (*Gas Metal Arc Welding*) na fabricação de intercoolers de alumínio, fornecidos para montadoras de

caminhões. Para tanto foram considerados os custos de processo, produtividade e o retorno do investimento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Processo GMAW, Robótica, Custos de Soldagem.

### ECONOMICAL FEASIBILITY OF GMAW PROCESS AUTOMATION IN BRAZED ALUMINIUM HEAT EXCHANGERS

**ABSTRACT:** The increasing competitiveness in the auto parts market and the pressure of automobile manufacturers and trucks to reduce costs incremented the looking for excellence in manufacturing processes, therefore reflecting the increase in productivity and quality indicators, besides the reduction of inventory levels. So, the robotics and automation in manufacturing appear as tools in the search for efficiencies and profitability in this market. However, before an auto parts companies implement a robotic cell, it must have understanding of the costs involved and carry out studies of technical and economic feasibility, since there are basic requirements of robotics process that must be met. This work was proposed automation of GMAW Welding Process (Gas Metal Arc Welding) in the manufacture of aluminium intercoolers, provided for an automaker truck. Therefore, they considered the process costs, productivity

and return on investment using the concepts of economic engineering.

**KEYWORDS:** GMAW Process, Robotics, Welding Costs

## 1 | INTRODUÇÃO

O aumento da competitividade entre as autopeças e a pressão das montadoras de automóveis para redução de custos, obrigou essas empresas a buscarem a excelência em seus processos de manufatura, refletindo assim no aumento dos índices de produtividade e qualidade, assim como a redução do nível dos estoques intermediários (WIP – *work in process*) e aumento no giro destes estoques. Essa busca pela excelência afeta especialmente as autopeças que possuem processos de soldagem ou brasagem em alguma etapa de seu produto, pois a seleção correta do melhor processo e o grau de automação nem sempre é fácil.

Uma análise detalhada e precisa para selecionar corretamente um processo de soldagem e seu grau de automação em situações reais é muito dura e complexa, por causa de muitas variáveis envolvidas. Um ponto importante é que, na estratégia de mercado, a qualidade e os custos, como as outras exigências, necessitam ser analisados em conjunto. Não é tão simples determinar que o processo “A” é o melhor na qualidade, o processo “B” é o mais rápido e o processo “C” é o melhor nos custos. Há exigências mínimas de qualidade e dos custos que necessitam ser determinados e alcançados para cada caso, no intuito que o produto seja competitivo. Estas exigências dependem principalmente das exigências de projeto, normas de qualificação e a estrutura da empresa. De fato, o melhor processo será aquele que apresenta o melhor desempenho global.

Os custos de soldagem parecem, no primeiro momento, ser uma propriedade mais mensurável. Entretanto, envolvem um grande número de componentes, tais como a qualificação e execução do procedimento de soldagem, seleção dos processos, treinamento do pessoal, projeto da junta, equipamentos e, até mesmo, a simulação da fabricação. A determinação de custos de soldagem considera os parâmetros de soldagem e preços de consumíveis, do trabalho, do equipamento, etc. Deve-se dar atenção aos componentes relevantes dos custos durante a determinação do procedimento de soldagem. Similarmente à qualidade, uma meta para custos baixos depende da aplicação particular do projeto.

Mesmo considerando a particularidade de cada autopeça e de seus produtos soldados, a análise de custos, baseada em uma condição de soldagem dada, é relativamente factível. Há, inclusive, softwares disponíveis no mercado para esta finalidade, com alguma restrição para o alumínio, especialmente para aplicações automotivas.

Segundo Silva e Ferraresi (1997, p. 2), existem ainda muitas discordâncias a respeito da determinação dos Custos de Soldagem, em se tratando de quais componentes dos custos devem ser consideradas e como elas devem ser calculadas,

além da nomenclatura a ser utilizada. Logo os custos a serem considerados nos cálculos irão depender dos objetivos de sua utilização.

É uma situação comum que algumas autopeças foquem o custear as peças apenas considerando os insumos de produção (matéria-prima, energia, depreciação, overhead, etc.) e mão de obra (hora-homem ou centro de custo). Porém as variáveis que compõem os custos de soldagem ficam, na maioria das vezes, diluídas em várias “contas” ou “centros de custo”. Por exemplo, algumas autopeças costumam não acrescentar o valor do gás de proteção no custo da peça, diluindo este custo em algum centro de custo da fábrica. Este tipo de custeio pode, por exemplo, mascarar processos ineficientes e comprometer a margem de contribuição de cada fábrica.

Outro problema detectado é em relação à quantidade necessária de metal de adição a ser empregado, pois algumas empresas trabalham com dados empíricos ou utilizam a experiência do projetista ou engenheiro.

E por fim, a robotização pode oferecer as empresas uma redução de custos de fabricação, no que tange a maximização no uso de consumíveis, capacidade do processo e maiores níveis de produtividade e qualidade.

Barros (2006, p. 48) descreve que é erroneamente apontada como a principal vantagem de investimento em automação a economia em mão-de-obra, justificada pela busca por redução de custos da manufatura em muitos países. Ainda de acordo com Barros (2006, p. 48) os projetos de automação visam não somente obter economias de custos de mão-de-obra, mas também melhor qualidade dos produtos, produção e entrega mais rápida, volume de produção e redução de custos, além dos fatores de segurança e insalubridade dos operadores expostos ao trabalho de manufatura manual.

Já Tremonti (2000, pp. 9-10) comenta que alguns parâmetros devem ser levados em consideração na mudança da soldagem manual para a robotizada. Esses parâmetros seriam:

- Produtividade: volume de produção e quantidade de modificações que o produto sofrerá ao longo do seu ciclo de vida;
- Exequibilidade: dimensionamento do número de soldadores, turnos de trabalho, qualidade e dimensão da soldagem a ser realizada e área ocupada no chão de fábrica;
- Qualidade: níveis de exigência impostos pelo mercado, onde o produto deve satisfazer os requisitos de qualidade a um custo competitivo;
- Escassez de trabalho especializado;
- Eliminação de áreas insalubres ou perigosas.

A robotização apresenta-se com uma técnica alternativa para aumento dos níveis de produtividade e qualidade das empresas, as quais possuem a soldagem ao arco elétrico como etapa dentro do seu processo manufatureiro (TREMONTI, op. cit., p. 1).

No processo de soldagem GMAW (*Gas Metal Arc Welding*), um arco elétrico é estabelecido entre a peça e um consumível na forma de arame. O arco funde continuamente o arame à medida que este é alimentado à poça de fusão. O metal de solda é protegido da atmosfera pelo fluxo de um gás inerte ou por uma mistura de gases (FORTES, 2004, p. 1). A figura 1 mostra esse processo e uma parte da tocha de soldagem.

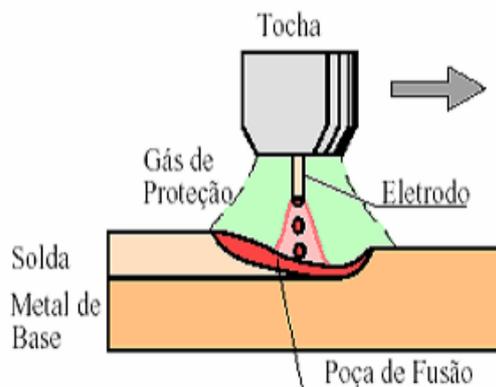


Figura 1: Desenho esquemático do processo de soldagem GMAW (RAMALHO e GIMENES, 2004)

O presente trabalho tem como objetivo principal a realização do custo comparativo entre uma solda realizada pelo processo GMAW manual e robotizado. A soldagem será realizada em um modelo específico de trocador calor, denominado *intercooler*, que possui metal de base A356.0 e AlClad 3003, utilizando uma liga ER4043 como metal de adição.

A necessidade do desenvolvimento deste estudo de custo de soldagem tem como justificativa, além da situação mercadológica já exposta, a viabilidade técnico-comercial de transferir a produção atual de *intercoolers* da célula de soldagem manual para célula robotizada, aumentando a capacidade da linha, eliminação do terceiro turno e reduzindo o custo unitário do produto. Esses trocadores de calor são fornecidos atualmente a uma grande montadora de caminhões localizada no estado do Rio de Janeiro. Esse trocador de calor, conhecido comercialmente como *intercooler* ou CAC – *Charge-Air-Cooler*, possui basicamente dois componentes:

## 2 | PRODUTO

O produto utilizado no estudo de caso foi um *intercooler* de alumínio, constituído basicamente de um componente denominado bloco (composto de aletas, tubos com insertos internos e cabeceira) e mais dois componentes, denominados tanques de alumínio fundido. Por requisito de projeto do produto, os tanques são produzidos pelo processo de fundição em coquilha, sendo o material empregado a liga AA 356.0-F, onde o material possui uma espessura média de parede de 5 mm. Já os subcomponentes do bloco (aletas, tubos, cabeceiras) são manufaturados com a liga AlClad 3003 de

diversas espessuras, conforme exemplo demonstrado na figura 2.

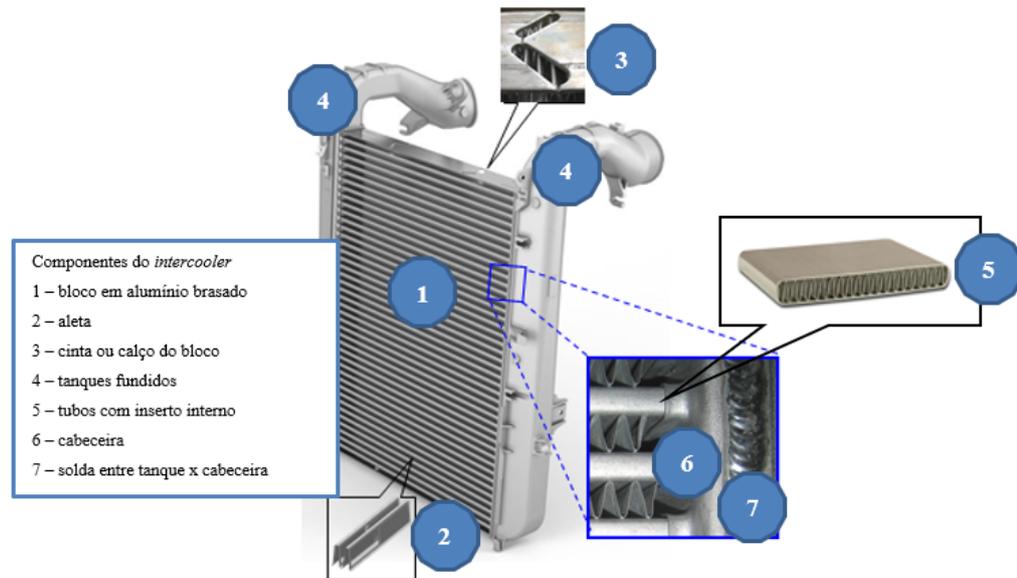


Figura 2: Constituição básica de um *intercooler* de alumínio (próprio autor)

### 3 | MÉTODOS

Este trabalho pretende mostrar, por meio de pesquisa bibliográfica e estudo de caso em uma empresa de sistemas térmicos de origem norte-americana localizada no estado de São Paulo, a qual será denominada XPTO, a utilização da metodologia de custos industriais aplicadas a proposta de automação do processo de soldagem GMAW na fabricação de intercoolers para caminhões, visando servir como uma das ferramentas para seleção do processo mais racional de produção.

Por requisito de projeto do produto, os materiais base a serem empregados serão a liga de fundição A356.0, com 5 mm de espessura e o AlClad 3003, com 2,30 mm de espessura. Na soldagem manual é utilizado o eletrodo AWS A5.10 ER 4043  $\varnothing$  1,20 mm, como metal de adição, e argônio puro como gás de proteção, sendo a soldagem executada na posição horizontal. Já na soldagem robotizada será usado o eletrodo AWS A5.10 ER4043  $\varnothing$  1,60 mm, como metal de adição, e argônio puro como gás de proteção. Devido ao projeto do dispositivo empregado na soldagem GMAW robotizada, a solda será executada na posição vertical descendente, utilizando em alguns momentos ângulo de ataque entre 15 a 25° e explorando a função “weaving” presente no controlador do robô.

Na operação manual os tempos foram coletados no chão de fábrica, através de cronometragem, seguindo as recomendações de MARTINS e LAUGENI (2006, pp. 85-86) quanto à quantidade de amostras. Os resultados encontram-se na Tabela 1.

Nº Amostra	Tempo (x)
1	6,15
2	6
3	6,1
4	5,98
5	6,16
6	6,18
7	6,22
8	6,17
9	6,11
10	6,17

Qtde Amostras	10
Média	6,12
Menor Valor	5,98
Maior Valor	6,22

Tabela 1 – Tempos coletados na soldagem GMAW manual

Ainda de acordo com MARTINS e LAUGENI (2006, pp. 85-86) foram usadas as Tabelas 2 e 3 para determinação do número de ciclos a serem cronometrados. Todos os dados são inseridos na fórmula (1).

Probabilidade (%)	90	91	92	93	94	95
z	1,65	1,7	1,75	1,81	1,88	1,96

Tabela 2 – Tabelas de Coeficientes - Distribuição Normal

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d <sub>2</sub>	1,128	1,693	2,059	2,326	2,534	2,704	2,847	2,970	3,078

Tabela 3 – Coeficiente para Calcular Número de Cronometragens

$$n = \left( \frac{z \times R}{E \cdot x \cdot d_2 \cdot \bar{x}} \right)^2 \quad (1)$$

Figura 3 – Fórmula para Calcular Número de Cronometragens

Quando aos dados de produtividade da soldagem robotizada, os mesmos foram baseados em um produto similar fornecido para outra montadora de caminhões. Foi considerada a velocidade de soldagem de 7 mm/s para um cordão de 2564 mm de comprimento total.

No tangente aos investimentos para soldagem robotizada, os mesmos foram baseados em informações de um determinado fabricante de robôs, com base econômica de fev/2013. Os dados foram compilados em um formulário próprio da empresa conforme mostrado na figura 4.

VW NFB Euro V - Robotized Welding	
Parts	Cost
Welding Fixture (NFB Euro V)	BRL 126.000,00
Changes in Scania Welding Fixture (setup improvement)	BRL 25.000,00
Robot Programming (new task)	BRL 15.000,00
Installation, Start up and Try out	BRL 4.000,00
Device w/ Height Adjustment for TIG Welding - 1 equipment	BRL 30.000,00
Validation (Modine Tech Center + VDA Samples)	BRL 20.000,00
<b>Total</b>	<b>BRL 200.000,00</b>

Figura 4 – *Cost Breakdown* do projeto de robotização do intercooler (cortesia XPTO)

Já em relação aos cálculos de *payback* para estudo de viabilidade da soldagem manual para soldagem robotizada, foram selecionadas duas metodologias de cálculo: a primeira baseando-se no tempo de produção x custo-hora (centro de custo) e, a segunda, utilizando os cálculos de custos de soldagem descritos na literatura corrente.

A definição de custos em soldagem engloba um universo que se estende desde a escolha do processo até o treinamento do soldador, atravessando etapas como a definição da junta, dos equipamentos, até a simulação de fabricação (CANETTI, 1992, p. 449).

Segundo Ferraresi e Silva (1997, p.2), existem ainda muitas discordâncias a respeito da determinação de custos de soldagem, em se tratando de quais componentes dos custos devem ser consideradas e como elas devem ser calculadas, além da nomenclatura a ser utilizada. Logo os custos a serem considerados nos cálculos irão depender dos objetivos de sua utilização.

Machado (1995, p. 1000) propõe uma metodologia de determinação de custos de soldagem considerando: consumíveis (arame, fluxo e gás), equipamento (depreciação e investimento), manutenção, energia elétrica, trabalho (mão-de-obra direta), overhead (custos fixos aplicados à soldagem) e reparos das soldas defeituosas. Todos esses cálculos são dados em função dos fatores: Fatores de Operação, Taxa de Deposição (relacionado à produtividade), e Massa do Metal de Solda a ser Depositado (relacionado ao projeto da junta), os quais podem ser alterados e melhor estabelecidos, a fim de aumentar a produtividade e reduzir os custos nos diversos processos de soldagem.

Já Canetti (1992, p.451) apresenta dois métodos para determinação de custos: método tradicional do cálculo detalhado e método de planilha. Para ambos os métodos é calculada a quantidade de metal de solda a ser depositada na junta (kg). No método tradicional, o custo total de soldagem é dado pela somatória dos custos do metal de adição a utilizar, da energia elétrica a ser consumida, da mão-de-obra envolvida, da manutenção do equipamento, da depreciação do equipamento, dos produtos protetores tipo anti-respingo, do material de proteção (luvas, máscaras) e do material consumível (bicos e bocais). Já no método da planilha, considera-se apenas o custo do metal de

adição, da energia elétrica e da mão-de-obra, obtendo-se o custo total aproximado, através de simplificações nos cálculos e desconsiderando custos irrelevantes.

Dependendo do objetivo de análise, os custos de soldagem podem ser dados em diferentes unidades, tais como em unidade monetária (R\$), unidade monetária por quilo de metal de adição depositado (R\$/Kg) ou unidade monetária por comprimento de cordão de solda (R\$/m), conforme Silva e Ferraresi (1997, p. 2). Este tipo de custeio é baseado em processos de soldagem a arco, sendo que em outros processos, tais como soldagem por resistência, por exemplo, a ideia de R\$/kg ou R\$/m não se aplica, uma vez que não há deposição de metal de adição neste processo.

Para contornar esta situação será utilizado neste trabalho o conceito de custo unitário por peça, ou seja, os custos envolvidos em ambos os processos serão diluídos num lote econômico de produção.

Segundo Canetti (1992, p.451), deve-se estabelecer um raciocínio baseado em dois aspectos: preparação e execução da soldagem.

Na preparação da soldagem são analisados os requisitos da junta soldada, quanto às propriedades mecânicas, químicas e o nível de penetração da solda. Nesta etapa são definidos os metais de adição, equipamentos necessários, necessidade de treinamento dos envolvidos no processo e aspectos de segurança e insalubridade.

Já na execução da soldagem são considerados os tempos de fabricação, o que significa que o processo escolhido deve ter suas características perfeitamente definidas pelos técnicos da área da engenharia industrial ou áreas correlatas.

Segundo Canetti (1992, p.451), dois modos podem ser propostos para a determinação do custo: o método do cálculo detalhado, item por item, obtendo-se ao final um valor muito próximo ao teoricamente correto; e o método de planilha. A diferença entre eles está na quantidade de cálculos do primeiro e na maior precisão do segundo. Um fator de correção variável conforme o processo de soldagem, aplicado como fator de multiplicação do segundo método, poderá melhorar sensivelmente sua precisão. A tabela 1 mostra os fatores de correção aplicáveis aos diferentes processos.

Para efeito deste trabalho, serão considerados, além dos custos de material e de mão-de-obra, os custos de energia e os de investimentos, depreciação e manutenção de equipamentos, que também podem ser determinados diretamente para a soldagem. Desta forma, tem-se a seguinte equação, conforme Canetti (1992, p. 451):

$$C = C1+C2+C3+C4+C5+C6+C7+C8 \quad (2)$$

Onde:

- C = Custo total de soldagem
- C1 = Custo do metal de adição a utilizar
- C2 = Custo da energia elétrica a ser consumida
- C3 = Custo da mão-de-obra envolvida

- C4 = Custo da manutenção do equipamento
- C5 = Custo da depreciação do equipamento
- C6 = Custos dos produtos protetores (anti-respingo)
- C7 = Custo do material de proteção (luvas, máscaras)
- C8 = Custo do material consumível (bicos, bocais, eletrodos)

A imprecisão do método de planilha está no fato de não ser considerado os custos C4 a C8, que são corrigidos pelo fator indicado na Tabela 4.

Processo	Fator
<b>Eletrodo Revestido (SMAW)</b>	<b>1,02</b>
<b>Eletrodo Nu Sob Proteção (GMAW)</b>	<b>1,09</b>
<b>Eletrodo Tubular com Proteção (FCAW)</b>	<b>1,09</b>
<b>Eletrodo Não-Consumível (GTAW)</b>	<b>1,09</b>

Tabela 4 – Fator de correção para os itens C4 e C8 (Canetti, 1992, p.450)

O custo do metal de adição é dado pelo produto da quantidade de solda na junta pelo preço do metal de adição a consumir, multiplicado pela eficiência do metal de adição.

A quantidade de solda na junta é o material a ser depositado para o preenchimento do chanfro: devem ser considerados os reforços de solda assim como o material a ser repostado após as operações de goivagem.

A eficiência do metal de adição é dada pelo seu rendimento, isto é, a quantidade a mais necessária para o preenchimento do chanfro, são as perdas resultantes de pontas, respingos, etc.

O preço do metal de adição é o valor efetivamente pago pela empresa e deve ser levantado junto ao setor de compras.

Caso o processo de soldagem faça uso de um gás de proteção, como dióxido de carbono, argônio, hélio, etc., seu custo deve ser acrescentado ao total anterior através do seguinte cálculo:

$$C_{\text{gas}} = \text{custo do gás/litro} \times \text{vazão (l/min.)} \times \text{tempo real de soldagem (min.)}$$

(3)

O custo de energia elétrica é calculado pela fórmula:

$$C_2 = (\text{tensão [U]} \times \text{corrente de soldagem [I]} \times \text{custo efetivo da mão-de-obra}) / (1000 \times \text{fator de eficiência do equipamento})$$

(4)

A eficiência do equipamento pode ser calculada através de dados das potências de entrada e saída, fator de potência, etc. Tendo em vista as possibilidades de ocorrência de distorções e sendo ainda a avaliação muito trabalhosa por envolver

uma série de cálculos, a melhor solução é usar os valores médios fornecidos pelos fabricantes, indicados na Tabela 5.

Equipamento	Eficiência
Inversor	0,9
Transformador	0,8
Retificador Trifásico > 400 A	0,8
Retificador Trifásico < 400 A	0,75
Gerador	0,65

Tabela 5 – Eficiência das fontes de soldagem (Canetti, 1992, p.452)

Já o custo da mão-de-obra é dado por:

$$C3 = (\text{custo da mão-de-obra} + \text{encargos sociais}) \times \text{tempo de soldagem} \quad (5)$$

É importante observar que o fator de marcha, de operação, ou cadência da mão-de obra é o índice que define o quanto, dentro do tempo total, foi usado na operação de soldagem propriamente dita, isto é, o tempo de arco aberto. Seu valor é baseado na prática de cada empresa e até em situações específicas. Os valores para cada processo encontram-se na Tabela 6.

Processo	Fator
Arco Elétrico Manual (SMAW)	0,3
Arco Elétrico Semiautomático (GMAW)	0,6
Arco Submerso Automático (SAW)	0,8
Resistência Elétrica (RSW)	0,8
Arco Elétrico Manual (GTAW)	0,3

Tabela 6 – Fator de marcha ou de operação (Canetti, 1992, p.452)

O custo de manutenção do equipamento é dado por:

$$C4 = \text{despesa mensal de manutenção} / \text{produção mensal} \quad (6)$$

Em relação ao custo de depreciação do equipamento deve-se calcular pela expressão:

$$C_5 = \text{despesa mensal de depreciação} / \text{produção mensal} \quad (7)$$

Foram levados em consideração o *Takt Time* e o *Ciclo de Tempo Planejado* para balanceamento da linha de produção.

## 4 | RESULTADOS DA PESQUISA

Utilizando os dois métodos de cálculos, foi estabelecido a condição atual do processo conforme mostrado na figura 5:

<b>Condição Atual</b>	
<b>Soldagem GMAW Manual</b>	
Tempo Planejado de Produção - 3 Turnos (min.)	1215
Demanda Diária (peças)	110
Takt Time (min.)	12,08
<b>Velocidade de Solda (mm/min.)</b>	<b>503</b>
Tamanho do Cordão de Solda (mm/peça)	2564
<b>Pct (min.)</b>	<b>10,27</b>
<b>Fadiga</b>	<b>20%</b>
<b>Tempo de Solda GMAW (min.)</b>	<b>6,12</b>
<b>Custo por Peça</b>	<b>R\$ 24,51</b>

Figura 5 – Custo unitário da peça no processo GMAW Manual

Já a figura 6 mostra a condição objetiva do processo com uma redução de 23% no custo unitário do produto estudado.

<b>Condição Objetiva</b>	
<b>Soldagem GMAW Robotizada</b>	
Tempo Planejado de Produção - 3 Turnos (min.)	1215
Demanda Diária (peças)	110
Takt Time (min.)	12,08
<b>Velocidade de Solda (mm/min.)</b>	<b>653,9</b>
Tamanho do Cordão de Solda (mm/peça)	2564
<b>Pct (min.)</b>	<b>10,27</b>
<b>Fadiga</b>	<b>0%</b>
<b>Tempo de Solda GMAW (min.)</b>	<b>3,92</b>
<b>Custo por Peça</b>	<b>R\$ 18,75</b>

Figura 6 – Custo unitário da peça no processo GMAW Robotizada

Pelo gráfico 1 pode-se comparar a Taxa de Interna de Retorno (TIR) calculada pelo centro de custo e pelo custo soldagem.

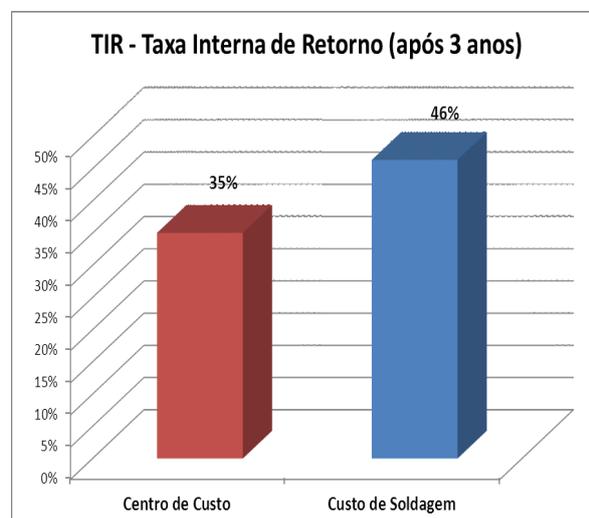


Gráfico 1 – Taxa Interna de Retorno

O Valor Presente Líquido (VPL) foi calculado considerando uma Taxa Mínima de Atratividade de 15% e o investimento inicial de R\$ 200.000,00 para soldagem robotizada, dentro do período de 3 anos, conforme mostrado no gráfico 2.

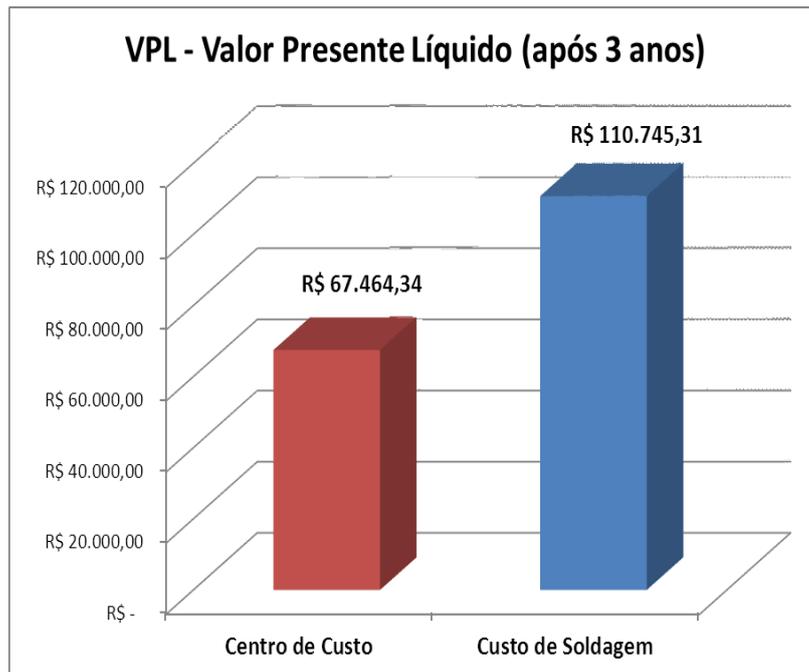


Gráfico 2 – Valor Presente Líquido

Traçando o Gráfico de Balanceamento da Operação, pode-se enxergar um equilíbrio entre as operações, conforme demonstrado no gráfico 3.

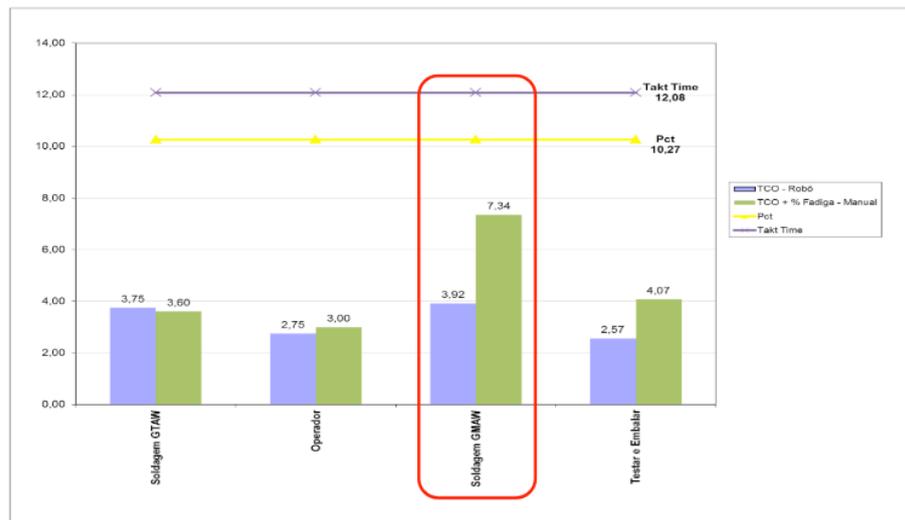


Gráfico 3 – Gráfico de Balanceamento da Operação

## 5 | DISCUSSÃO

Ambos os métodos de cálculo de *payback* (centro de custo x custo de soldagem) apresentaram  $TIR > 15\%$  para projeto de automação do processo GMAW. O método do custo de soldagem mostrou-se, neste caso, uma melhor TIR do que o método do

centro de custo adotado pela empresa estudada.

Foi detectado um ganho de capacidade operacional na soldagem manual com a transferência do produto para célula robotizada, através de uma melhor distribuição dos tempos operacionais durante as fases de fabricação do produto, demonstrado no Gráfico de Balanceamento de Operações.

A mão-de-obra “excedente” pode ser transferida para célula robotizada, aproveitando-se assim da expertise de soldagem destes empregados;

Há oportunidades intrínsecas no processo de robotização, tais como redução da exposição do soldador ao DORT (Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho), estabilidade do processo e qualidade.

## 6 | CONCLUSÃO

Neste trabalho foram demonstradas as vantagens da utilização correta dos custos de soldagem, de tal maneira que possam servir de base na tomada de decisão, no que concerne a custeio de novos produtos e na identificação de oportunidades de redução de custos em processos já existentes.

Também foram mostradas as possíveis vantagens econômicas na automação da soldagem de trocadores de calor de alumínio empregados em caminhões, em comparação aos métodos convencionais de soldagem.

Foram identificadas algumas oportunidades neste trabalho que podem ser aprofundadas em estudos posteriores. São elas:

- Realizar estudos de automação entre processos de soldagem diferentes (SMAW x FCAW, por exemplo) utilizando os métodos de centro de custo e custos de soldagem, nos cálculos de payback;
- Explorar os conceitos de balanceamento de operações, *Takt Time* e *Pct (Planned Cycle Time)* nos processos de soldagem – filosofia *Lean Manufacturing*;
- Estudar a cadeia de valor dos processos (*Value Stream Mapping*) de soldagem e identificar possíveis melhorias;
- Explorar os ganhos da automação no tocante a qualidade de soldagem (macrografias, ensaios de durabilidade, entre outros).

## 7 | AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a empresa XPTO pela parceria e disponibilidade de todas as informações pertinentes ao trabalho.

## REFERÊNCIAS

BARROS, Marcelo Ramos de Albuquerque. Estudo da automação de células de manufatura para montagens e soldagem industrial de carrocerias automotivas (dissertação de mestrado). São Paulo:

EPUSP, 2006, p. 48. Disponível em: [www.automotiva-poliusp.org.br/mest/banc/pdf/barros\\_marcelo.pdf](http://www.automotiva-poliusp.org.br/mest/banc/pdf/barros_marcelo.pdf). Acessado em: 29-abr-2013.

CANETTI, Eduardo E.. Custos nos processos de soldagem. In: WAINER, Emílio; BRANDI, Sérgio Duarte; MELLO, Fábio Décourt Homem de. Soldagem: processos e metalurgia. São Paulo: Editora Blucher, 1992. Cap. 11, pp. 449-461.

FERRARESI, Valtair; SILVA, César R.. Avaliação de Custo e de Qualidade em Soldagem de Chapas Finas de Aço Carbono. Anais do XXIII Encontro Nacional de Tecnologia de Soldagem. São Paulo, 1997, p. 2.

FORTES, Cleber. Soldagem MIG/MAG. Publicação da ESAB, Belo Horizonte. 2004, pp. 1-2.

TREMONTI, Marcos Antonio. Incorporar a robótica aplicada à soldagem: As questões organizacionais para se obter sucesso. Departamento de Soldagem da Fatec. São Paulo. 2000. Disponível em: [www.infosolda.com.br](http://www.infosolda.com.br). Acessado em: 29-abr-2013.

MACHADO, Ivan G.. A Economia da Soldagem. Anais do XXI Encontro Nacional de Tecnologia de Soldagem. Caxias do Sul, 1995, pp. 999-1013.

MARTINS, Petrônio Garcia; LAUGENI, Fernando P.. Administração da produção – 2ª Edição Revista, Aumentada e Atualizada. São Paulo: Saraiva, 2006. Cap. 4, pp. 83-132

RAMALHO, José Pinto; GIMENES Jr., Luiz. Informação Tecnológica – Processos de Soldagem – Arco Elétrico – MIG/MAG. Disponível em: [www.infosolda.com.br](http://www.infosolda.com.br). Acessado em: 30-abr-2013.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Alumínio 1, 2, 4, 5, 13

Análise de falhas 87

Automação 1, 2, 3, 5, 12, 13

### B

Balanceamento de linha 53, 54, 56

### C

Cadeia de produção naval 171, 179

Capacidade 4, 13, 20, 22, 45, 46, 51, 55, 57, 64, 65, 76, 77, 80, 82, 87, 117, 124, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 139, 140, 141, 146, 159, 173, 178, 179, 181, 185, 190, 206, 225, 229, 243, 244

Capacidade de produção 64, 65, 80

Confiabilidade 21, 36, 77, 78, 80, 81, 82, 84, 85, 86, 87, 88, 163, 189, 196, 197

Conteúdo nacional 131, 167, 168, 175

Controle da produção 25, 26, 28, 37, 51

Cronoanálise 38, 40, 41, 47, 48, 51, 52

Custeio ABC 100, 102, 103, 113

Custos de Soldagem 1, 2, 3, 7, 8, 13

### D

Demolição 53, 54, 55, 56, 58, 161

Diagrama Homem-Máquina 38, 48, 51

### E

Eficiência 9, 10, 21, 23, 39, 50, 53, 54, 55, 60, 61, 62, 63, 67, 75, 108, 144, 149, 163, 188, 192, 204, 224, 265

Equipamentos para fábrica de ração 64

Estudo de tempos 38, 39, 40, 47, 50, 63, 64, 65, 67, 76

### F

Fábrica de sorvetes 38, 39

Falhas 18, 19, 23, 41, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 84, 86, 87, 88, 115, 116, 118, 209

Ferramenta 5W1H 15, 16, 17, 20, 22

Ferramenta 5W2H 17, 38, 42, 50, 51

Ferramentas da qualidade 27, 36

Fluxo 4, 7, 40, 42, 48, 51, 55, 57, 58, 63, 102, 137, 163, 208, 209, 227, 228, 230, 231, 234, 238, 243

## G

Gestão de ativos físicos 90  
Gestão de estoques 114, 116, 117, 120

## I

Indicadores 15, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 80, 109, 116, 119, 120, 123, 151, 180, 188, 192, 226, 247  
Indústria 15, 17, 24, 51, 65, 77, 130, 139, 142, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 180, 181, 227, 228, 229, 230, 231, 234, 245  
Indústria 4.0 227, 228, 229, 230, 231, 234  
Intercooler 1, 4, 5, 7

## K

Kaizen 228, 234

## L

Lean Manufacturing 13  
Logística 57, 59, 81, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 127, 128, 129, 226, 248

## M

Mag 14  
Manutenção 7, 8, 9, 10, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 77, 78, 80, 81, 87, 88, 89, 101, 108, 109, 110, 117, 121, 123, 216, 219, 221, 245, 265  
Mapeamento 17, 38, 41, 43, 50, 51, 55, 58, 209, 227, 228, 230, 231, 232, 233, 234, 237, 238, 245  
Mapeamento de processos 38, 41, 51  
Meio ambiente 56, 140, 161, 166, 245  
Melhoria 15, 18, 23, 26, 30, 40, 41, 42, 50, 51, 53, 55, 57, 75, 76, 82, 116, 120, 126, 128, 130, 132, 135, 136, 137, 139, 140, 165, 167, 168, 169, 176, 177, 180, 185, 204, 209, 227, 228, 230, 234, 237, 238, 245, 247  
Melhoria contínua 23, 51, 55, 180, 204, 228  
Mig 14  
Mix de produtos 90  
Modernização 131, 169, 175

## O

Organização 18, 19, 21, 22, 38, 41, 44, 50, 63, 65, 103, 112, 117, 118, 121, 128, 133, 134, 140, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 152, 153, 154, 166, 176, 185, 186, 188, 192, 214, 229, 234, 237, 249  
Otimização 1, 53, 54, 55, 63, 212, 226, 227, 228, 248  
Otimização de processo 54

## P

PCP 25, 26, 27, 28, 29, 34, 36

PDCA 17, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 36, 37

Performance 18, 77, 78, 141, 142, 144, 195

Processo 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 22, 23, 26, 27, 28, 29, 30, 38, 39, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 62, 63, 65, 66, 70, 71, 72, 77, 78, 79, 82, 84, 85, 86, 87, 101, 102, 103, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 118, 127, 128, 131, 134, 136, 137, 138, 139, 140, 147, 158, 162, 166, 168, 171, 172, 173, 174, 176, 184, 187, 188, 194, 195, 196, 197, 207, 208, 209, 213, 214, 217, 218, 219, 220, 221, 223, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 237, 238, 240, 243, 244, 248, 253, 254, 255, 256, 257, 261, 262, 265

Processo GMAW 1, 4, 11, 12

## Q

Qualidade 2, 3, 13, 14, 17, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 36, 37, 39, 41, 49, 57, 75, 78, 80, 88, 117, 125, 127, 134, 137, 138, 139, 140, 143, 144, 145, 146, 147, 149, 150, 151, 154, 155, 156, 163, 168, 172, 175, 180, 196, 204, 205, 206, 207, 208, 213, 214, 228, 229, 245, 248, 265

## R

Recepcionistas 143, 144, 150, 151, 152, 153, 154, 155

Resíduo de construção 53, 54, 55, 56

Robô 5

Robótica 1, 14

## S

Serviços 41, 51, 65, 76, 100, 101, 102, 103, 104, 111, 113, 115, 143, 151, 161, 171, 173, 185, 188, 189, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 212, 213, 214, 227, 228, 229, 238, 242, 244, 245, 248, 251, 252, 253

SMD 77, 78, 79, 85

Solda 4, 5, 7, 8, 9, 65, 78, 79

Sustentabilidade 24, 163, 164, 166, 200, 248

## T

TOC 90, 91, 92, 93, 97

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-7247-711-6



9 788572 477116