

SOLDAGEM ROBÓTICA APLICADA A INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA: A EVOLUÇÃO E PROCESSOS ADAPTATIVOS PARA O DESENVOLVIMENTO DO SETOR

Arthur de Carvalho Costa Rodas¹

Diego Moreira Alves²

Gismaguino Rodrigues Araújo³

Javan Ataíde de Oliveira Junior⁴

Paulo Henrique Tavares Palmeira⁵

Luzan Beiriz Gonçalves⁶

Engenharia Mecatrônica



cadernos de
graduação
ciências exatas e tecnológicas | FIt

ISSN IMPRESSO 1980-1777

ISSN ELETRÔNICO 2357-9919

RESUMO

Este artigo apresenta um estudo bibliográfico a respeito da soldagem robótica na indústria automobilística, citando ainda a automobilística brasileira. Tem como ponto de partida, os conceitos de processos de soldagem e explana um breve histórico a respeito dessa mecanização, apresentando o processo de robotização e ainda sua aplicabilidade na indústria automobilística. Citam-se ainda as relações conflitantes, suas adequações e as interações existentes entre homem e máquina. Oferece ainda ao leitor, as características e os melhoramentos conseguidos com a robotização, como agilidade das linhas de produção e a intercomunicação entre as células produtivas. Por fim, demonstra que os melhoramentos de qualidade e de produtividade serão discutidos tendo como ponto de partida as linhas de produção não robotizadas usadas até pouco tempo atrás.

PALAVRAS - CHAVE

Soldagem Robótica. Indústria Automobilística. Processos de Soldagem.

ABSTRACT

This article presents a bibliographical study of robotic welding in the automotive industry, citing also the Brazilian automobile. It starts from the concepts of welding processes and explains a brief history about this mechanization, presenting the process of robotization and also its applicability in the automotive industry. It also mentioned the conflicting relationships, their adaptations and the interactions between man and machine. It also offers to the reader, the features and the improvements achieved with the robot, such as agility of production lines and intercommunication between production cells. Finally, it demonstrates that improvements in quality and productivity are discussed taking as its starting point the robotized production lines not used until recently.

KEYWORDS

Robotic Welding. Automobile Industry. Welding Processes.

1 INTRODUÇÃO

A soldagem inicialmente utilizada em segundo plano na indústria mostrou-se um importante recurso durante a primeira grande guerra, intensificando a produção fabril e gerando melhoramentos em seus processos. Devido a essa intensidade foram criados diversos métodos e materiais, essenciais para a elaboração de linhas de produção precisas e ágeis.

A utilização de máquinas em escala foi possível a partir da primeira revolução industrial, em meados do século XVIII. Desde então, as indústrias vem aumentando a qualidade e confiabilidade destes equipamentos para tornar a produção cada vez mais precisa e confiável. A indústria automobilística com o propósito de dinamizar seus processos, adaptou uma sistematização que possibilitasse a robotização das suas células produtivas.

A proposta deste trabalho serão os processos de soldagem robótica e sua evolução no contexto da indústria automobilística, onde serão expostos os princípios de soldagem, suas aplicações e evoluções, como também as relações entre homem e máquina, ambientando o leitor a esta aplicabilidade da robótica industrial e suas implicações sociais.

2 HISTÓRICO DA MECANIZAÇÃO E ABORDAGEM SOCIAL

Ferramentas são utilizadas pelo homem desde a Pré-história, no intuito de facilitar e tornar mais ágeis seus trabalhos. Conforme o homem criou a escrita e fortaleceu o pensamento empírico, iniciou-se o aparecimento das máquinas, impulsionando o desenvolvimento industrial. A partir daí, projetos e métodos para otimização das máquinas, vêm sistematicamente evoluindo.

Inicialmente as linhas de montagem eram compostas por homens e ferramentas que tinham como propósito realizar atividades de forma repetitiva e exaustiva, somando-se a altas cargas horárias de trabalho. As indústrias iniciaram a colocação gradual de máquinas, cada vez mais modernas.

Os problemas sociais causados pela modernização das indústrias, durante a primeira revolução industrial começaram a causar um sentimento de insatisfação por parte da classe proletária e houve diversos conflitos em relação aos problemas devido à falta de representatividade no meio político. No entanto, estes conflitos foram minimizados após o Cartismo⁷, onde algumas das exigências da classe operária foram aceitas.

Conforme Pedroso (2012, p. 449), na revolução industrial as fábricas exploravam os trabalhadores, diferente do que propunham a burguesia revolucionária e esta contradição gradativamente foi afastando a burguesia dos trabalhadores assalariados, gerando uma nova ordem social regida pelos trabalhadores em busca de seus direitos. Neste âmbito, iniciaram-se movimentos sociais contrários à utilização das máquinas e de reivindicação no trabalho. O autor prossegue afirmando que: “por isso, as lutas sociais, nesse novo momento, adquirem o caráter de luta por afirmação e/ou consolidação dos direitos. Constituição, cidadania e luta pelos direitos passam a se constituir os pilares do Estado de Direito” (2012, p. 449-450).

Contudo, atualmente não findada, mas já apaziguada, os trabalhadores vêm assimilando a mecanização como forma natural para o desenvolvimento. Políticas públicas para geração de vagas de emprego surtiram certo grau de eficiência, adequando melhor homens e máquinas.

A indústria automobilística, no início século XX, com o propósito de dinamizar seu processo de produção, introduziu o conceito de linha de montagem, com o intuito de gerar uma sistematização que possibilitasse a mecanização destes processos com maior agilidade, o que passou a atender a uma demanda crescente.

⁷ Cartismo: Movimento social inglês que se iniciou na década de 30 do século XIX. Inicialmente fundou-se na luta pela inclusão política da classe operária, representada pela associação Geral dos Operários de Londres (London Working Men's Association). Teve como principal base a carta escrita pelos radicais William Lovett e Feargus O'Connor intitulada *Carta do Povo*, e enviada ao Parlamento Inglês.

Com a evolução das pesquisas as máquinas foram se tornando cada vez mais autônomas, sofisticadas, compactas e com maior velocidade, atingindo uma alta precisão, e em determinados casos mais eficientes que a mão de obra humana. Os crescentes desenvolvimentos de produção fizeram com que alguns processos mais elaborados fossem aplicados à indústria, gerando flexibilidade na manufatura com aplicação de linhas de produção automatizadas, onde são reprogramadas, buscando uma maior variedade e uma alta taxa de produtividade.

Gradativamente, os trabalhos manuais foram dando lugar a processos robóticos com maior controle de gerenciamento. Atualmente, devido ao aumento da quantidade de controladores para robôs e da evolução no sistema de programação, elevou-se o nível de complexidade nas tarefas realizadas, gerando métodos cada vez mais rápidos de programação e reprogramação, diminuindo assim, o tempo de parada da linha de produção e gerando uma maior produtividade, com menores custos para a indústria.

Entretanto, Hirata (1989, p. 75) complementa o fato de que com a automatização “[...] os operários não qualificados tornam-se inúteis, devido à sua generalização [...]”, expondo um problema atual e, que sem dúvida, determinante a empregabilidade da classe trabalhadora.

Se a automatização suprime numerosas tarefas repetitivas, perigosas e extenuantes, e aumenta consideravelmente a produtividade, o modo capitalista de sua concepção termina por tirar do operador o controle dos parâmetros perturbadores, graças à elaboração de modelos de conduta, de ajuste e de regulação, e o reduz assim a uma situação de vigilância mediatizada sobre um processo do qual ele não tem mais uma percepção direta e de intervenção limitada a operações precisas de ajuste (HIRATA, 1989, p. 75).

Não resta dúvida de que com seu conceito de linha de produção a indústria automobilística vem aplicando a robotização em larga escala, a qual está se mostrando como uma técnica viável de produção, aumentando qualitativa e quantitativamente a competência das empresas. Todavia, esta é uma situação que, em virtude da insurgência de novas regulações do trabalho, anuncia um debate sobre crescimento econômico e bem estar social.

3 PRODUTIVIDADE E CONTROLE DE QUALIDADE DO SISTEMA ROBÓTICO

O objetivo da automação é reduzir o custo da manufatura, aumentando a produtividade e melhorando a qualidade e confiabilidade do produto final. Isto é possível pela redução ou eliminação de erros humanos.

A automação do processo de soldagem e a utilização de robôs traduzem-se principalmente por melhorias na qualidade, melhor repetibilidade, tempos de ciclo mais reduzidos e melhor controle da produção. O controle utiliza teorias para calcular parâmetros de um controlador que faça o sistema evoluir da forma desejada e adaptativa às mudanças dos principais elementos.

Em matéria na revista *Mecatrônica Atual*, Felizardo e Bracarense expuseram suas conclusões sobre um sistema robótico para soldagem orbital:

As demais vantagens com a utilização de um sistema robótico para soldagem orbital de tubulações são: Qualidade: o controle dos parâmetros de soldagem durante o processo produz uma maior homogeneidade ao longo de todo o comprimento do cordão de solda ao redor do tubo, independentemente da posição de soldagem; Repetibilidade: o robô sempre produz soldas similares, aumentando a repetibilidade do processo; Economia: redução do retrabalho através do aumento da qualidade; Redução do tempo de trabalho: a possibilidade de otimização dos parâmetros de soldagem (corrente, tensão e velocidade de soldagem, stick-out e ângulo da tocha) permitindo obter soldas de qualidade e cordões bastante longos, aumentando o tempo de arco aberto ininterruptamente (FELIZARDO; BRACARENSE, 2007, p. 23).

A qualidade obtida pelo sistema robótico é fruto do planejamento, do estudo, dos testes prévios e dos sensores. Onde são escritos programas lógicos para obter correta execução de trajetória e da aplicação, onde estes parâmetros são lidos pelos sensores e realimenta o sistema, corrigindo eventuais falhas. Além disto, a fadiga dos sistemas robóticos é sem dúvida menor que a humana, obtendo-se grande quantidade de horas trabalhadas ininterruptas, aumentando sua produtividade.

4 ESTRUTURA E CONTROLE ROBÓTICO

Um sistema robotizado pode possuir inúmeras arquiteturas e peculiaridades, dependendo do processo que este executar, regra que se aplica logicamente a sistemas que envolvam soldagem em seu processo. Porém, pode-se destacar uma arquitetura robótica em especial para processos de soldagem, como o antropomórfico que imita movimentos humanos.

O trabalho com solda exige muita habilidade manual do soldador e de acordo com o processo executado pode oferecer riscos ergonômicos, como o realizado em ambientes insalubres por longos períodos e exigir grande precisão dimensional ou

qualidade de acabamento diferenciado e monitorado. Trabalhar com dimensões muito pequenas pode exigir grande repetibilidade.

A possibilidade de superar todas essas dificuldades com maestria torna o processo de automação extremamente vantajoso, uma vez que um robô é capaz de executar o mesmo processo muitas vezes durante horas em locais com temperaturas nocivas para os seres humanos ou submersos com constante risco de explosão, sem oferecer risco direto à integridade física do operador que pode supervisionar o processo em uma sala segura, longe da “ação”, por meio de um sistema supervisor com telemetria capaz de fornecer informações quase em tempo real e com precisões não humanas, importantes para qualidade da solda. Assim, o braço robótico com uma grande versatilidade e uma articulação (grau de liberdade) é especialmente importante para o processo de soldagem, a junta da ferramenta que garante que o ângulo de soldagem seja uniforme ao longo de todo o deslocamento da tocha.

Com o propósito de alcançar uma otimização nos canais de comunicação e monitoramento para potencializar a soldagem em situações hostis, Alvares e outros autores (2002, p. 25), afirmam que:

Foram desenvolvidos sistemas antropomórficos para teleoperação, de forma a oferecer uma melhor forma de transmissão das capacidades humanas de solução de problemas e de manipulação em ambientes hostis. Com a meta de prover um sistema transparente de interface homem-máquina, os sistemas de telepresença utilizam-se de “displays” montados na cabeça, sensores de movimento montados no corpo do operador, realimentação de força, entre outras tecnologias. A meta final desses sistemas é fazer o operador sentir-se presente no local de trabalho remoto, obtendo-se assim melhores condições de realização de tarefas.

As informações obtidas podem ser armazenadas ou compartilhadas para futuras medições ou melhorias, dependendo do custo ou da qualidade final que o produto e sua aplicação venham a exigir o número de variáveis lidas a exemplo da temperatura, do cordão de solda, da atmosfera e da tocha de solda. Partindo de uma ou mais variáveis podem ser calculadas e utilizadas em tempo real na manutenção do processo, visando um ganho significativo na qualidade do produto final. Um exemplo de técnica para este fim é a utilização de um bloco lógico Proporcional integral e derivativo (PID) onde esta técnica é aplicada no movimento do robô.

Outra técnica que garante uma melhora no produto final é a utilização de um sistema com malha fechada, que tornará o sistema capaz de verificar o resultado par-

cial do trabalho e decidir se o produto já está apropriado ou o robô deve continuar trabalhando no produto, analisando em que parte o produto deverá ser retrabalhado.

5 EVOLUÇÃO E PROCESSOS DE SOLDAGEM

Permitindo uma união entre metais, fundindo-os de forma permanente, com segurança e rapidez, a soldagem se mostrou um viável componente fabril de produção de carcaças e peças. Tendo como início as soldagens por brasagem e por forjamento utilizados desde épocas remotas. A soldagem na forma atual é recente, tendo por volta de 100 anos (MARQUES; MODENESI; BRACARENSE, 2009, p. 25).

Durante a Primeira Guerra Mundial a indústria iniciou uma produção crescente e conseqüentemente de métodos mais rápidos. Buscando segurança e agilidade na união de peças, a soldagem foi pesquisada e reestruturada, o que permitiu ampla utilização e se colocando como um dos principais setores dentro da indústria.

Métodos de soldagem foram criados para atender a demanda crescente da união de diferentes materiais, como também desenvolveram o aprimoramento das técnicas.

De acordo com Marques, Modenesi e Bracarense (2009, p. 26), “atualmente, mais de 50 diferentes processos de soldagem têm utilização industrial e a soldagem é o mais importante método para a união permanente de metais”. A quantidade de métodos se justifica pela necessidade de uma boa soldabilidade e pelo desenvolvimento de novos tipos de aços e outras ligas metálicas.

A correta escolha do processo de solda para uma determinada aplicação se dá pela observação do material a ser soldado, sua espessura, a qualidade final e suas aplicações. Alguns dos principais processos de soldagem para a indústria serão expostos a seguir: “O eletrodo revestido consiste de uma vareta metálica, chamada ‘alma’, trefilada ou fundida, que conduz a corrente elétrica [...] A alma é recoberta por uma mistura de diferentes materiais, numa camada que forma o ‘revestimento’ do eletrodo” (MARQUES; MODENESI; BRACARENSE, 2009, p. 182).

As diferentes formas para esse revestimento geram a principal característica desse processo, tornando-o versátil em termos de características mecânicas e metalúrgicas do metal depositado, além de possuírem um custo relativamente baixo e com possibilidade de uso em diversos tipos de locais, são outras características importantes do processo (MARQUES; MODENESI; BRACARENSE, 2009, p. 182).

Marques, Modenesi e Bracarense (2009, p. 233 - 234) comentam que “a soldagem a arco com proteção gasosa é um processo em que a união de peças metálicas

é produzida pelo aquecimento destas com um arco elétrico estabelecido entre um eletrodo metálico nu, consumível, e a peça de trabalho”.

Marques, Modenesi e Bracarense (2009, p. 233 - 234) citam, ainda, que:

No Brasil, o processo é conhecido como *Metal Inert Gas* (MIG), quando a proteção é inerte ou rica em gases inertes ou *Metal Active Gas* (MAG), quando o gás usado é ativo ou contém misturas ricas em gases ativos. O processo MAG é utilizado apenas em soldagem de materiais ferrosos, enquanto que o processo MIG pode ser usado tanto na soldagem de ferrosos quanto de não ferrosos.

Já a soldagem a arco com eletrodo de tungstênio (TIG) e proteção gasosa, nada mais é que um processo no qual a união de peças metálicas é produzida pelo aquecimento e fusão destas por meio de um arco elétrico fixado entre um eletrodo de tungstênio e as peças a se unir. A proteção da poça de fusão e do arco é feita por uma nuvem de gás inerte e sua soldagem pode ou não ser feita com adição de metal de adição (MARQUES; MODENESI; BRACARENSE, 2009, p. 205).

Os autores Marques, Modenesi e Bracarense (2009, p. 206) citam a respeito da solda TIG que:

Uma característica importante deste processo é o excelente controle da energia transferida para a peça, devido ao controle independente da fonte de calor e da adição de metal de enchimento [...]. Isso torna o processo bastante adequado para a soldagem de peças de pequenas espessuras e, aliado à eficiente proteção contra contaminação, permite a soldagem de materiais de difícil soldabilidade.

Outra característica do processo “é permitir o uso do próprio metal de base como metal de adição quando este não estiver disponível comercialmente, bastando apenas que se corte o metal de forma apropriada” (MARQUES; MODENESI; BRACARENSE, 2009, p. 206).

A soldagem por resistência compreende “na união de peças metálicas que é produzida em superfícies sobrepostas [...] pelo calor gerado na junta através de resistência à passagem de uma corrente elétrica e pela aplicação de pressão” (MARQUES; MODENESI; BRACARENSE, 2009, p. 293).

Na soldagem por pontos “a solda é obtida na região das peças colocadas entre um par de eletrodos, e várias soldas podem ser obtidas simultaneamente pela utilização de múltiplos pares de eletrodos” (MARQUES; MODENESI; BRACARENSE, 2009, p. 294).

A soldagem por pontos é utilizada na fabricação de peças e conjuntos, a partir de chapas metálicas finas, com pequenas espessuras, quando o projeto permite o uso de juntas sobrepostas e não há necessidade de estanqueidade da junta (MARQUES; MODENESI; BRACARENSE, 2009, p. 296).

6 SOLDAGEM ROBÓTICA

Dentre os robôs utilizados os principais setores são aqueles que desenvolvem a soldagem. A preocupação sempre crescente em aumentar a lucratividade leva as empresas, dentro das normas, a observarem os custos de produção, evitando desperdícios, principalmente em áreas como a soldagem, onde a degradação dos materiais é intensa. A este respeito PIKANÇO (2010, p. 24) comenta que:

A soldagem robótica é basicamente uma parte de um sistema automatizado de soldagem [...] Robôs articulados podem com facilidade simular os movimentos e ações de um ser humano na soldagem [...]. Um robô pode ser uma solução bem efetiva economicamente para trabalhos de soldagem a arco. O mais simples robô é um manipulador que pode ser programado. Este manipulador é ativado pôr atuadores, motores elétricos, e controlado por um computador.

Devido à evolução dos microprocessadores, dos sensores e dos softwares, as técnicas de soldagem robótica vêm sendo aperfeiçoadas. Os métodos convencionais (manuais) de soldagem dão suporte aos processos robotizados, que são adaptados para uma menor perda de materiais e uma maior qualidade nos serviços de soldagem.

A soldagem robotizada com o processo MIG/MAG (soldagem com proteção gasosa e eletrodo consumível) é um exemplo de soldagem automatizada, pois o dispositivo é capaz de seguir juntas, alterando seu direcionamento e fazendo eventuais correções de forma automática, sem que seja necessária a presença do soldador. O objetivo da automação nada mais é que reduzir o custo da manufatura, aumentar a produtividade e melhorar a qualidade e confiabilidade do produto final (MARQUES; MODENESI; BRACARENSE, 2009, p. 129).

Não se sabe ao certo se em um futuro próximo os robôs ainda irão ocupar o lugar do homem. Deve-se reconhecer que na solda de materiais desconhecidos, áreas de acesso restrito ou locais onde não podem ser fixados adequadamente os

componentes da soldagem, o uso do robô torna-se limitado. No entanto, sua atuação torna-se notória quando há a necessidade de aplicação em grandes áreas de solda e que exijam uma maior precisão, como exemplo em áreas insalubres ao homem.

7 SOLDAGEM ROBÓTICA NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA

Os processos de soldagem robotizados, aplicados à indústria automobilística, vêm reduzindo cada vez mais problemas a saúde humana, haja vista a substituição do operador de solda pelo robô, como também, o aumento da qualidade e agilidade das soldas. Robôs soldadores são programados para atender um rigoroso controle de qualidade, utilizando inúmeros processos de solda, desde soldagem por eletrodo revestido até soldagem de alta intensidade (laser, feixe de elétrons). É necessário ressaltar que a segurança dos automóveis está diretamente relacionada aos estudos de colisões e ao método de produção.

Em matéria a revista INOVABCD, Cantares (2010, p. 15-17) escreve que segundo a montadora GM:

Os sistemas automatizados garantem mais qualidade e uniformidade ao resultado final dentro dos processos de funilaria, pintura e montagem final, com maior nível de repetição dos processos, trazendo benefícios em termos de segurança e ergonomia aos operadores, bem como melhora consistente na qualidade final dos veículos produzidos. As novidades estão em várias etapas do processo de manufatura, em especial na soldagem. O nível de segurança das operações da GM Mercosul, aliás, é motivo de orgulho na companhia.

Segundo Cantares (2010, p. 14) “excelência e agilidade, são as qualidades empregadas aos robôs da indústria automobilística no Grande ABCD [...] Na região, está instalada a Volkswagen, a Ford e a General Motors (GM)”. Essas montadoras têm em suas fábricas, linhas de montagem automatizadas. Em 2010, estas fábricas totalizavam 1.019 robôs, trabalhando em processos de ferramentas para manipulação, soldagem, laser, medição, aplicação de massas. Dando ênfase à soldagem, Cantares (2010, p. 14) afirma que “no topo das inovações em automação está à modernização da soldagem, hoje realizada mais frequentemente por máquinas, o que gerou mais precisão, agilidade e segurança, culminando com produtos mais bem acabados e seguros”.

A indústria se mune utilizando softwares de simulação da linha de produção com intuito de esclarecer problemas futuros, gerando menos paradas a produção. Olavo Vidal, gerente de Engenharia de Manufatura e Armação da Volkswagen, citado por Cantares (2010, p. 15), afirma que “procuramos novos processos de soldagem e,

nessa busca por modernidade e eficiência, queremos máquinas que tenham melhor interface com os demais equipamentos, algo com controle integrado, de forma que o conjunto se comunique perfeitamente e agregue ganho de produtividade”.

A interação entre os equipamentos robóticos gera além de um maior controle da produção, uma redução no tempo de resposta entre as ilhas de produção e seus operadores, que gerenciam a produção passo a passo, elevando o controle de qualidade e a produtividade, sem levar risco à saúde dos operários e reduzindo os custos operacionais. O elevado nível de qualidade se dá pelo fato da capacidade de operar em pequenas escalas sem que haja fadiga em curto prazo.

Vidal, citado por Cantares (2010, p. 14), que se utiliza de softwares de simulação da linha de produção:

Para sabermos se a resposta obtida nas simulações é a melhor para o processo. Eram testes traçados em pranchetas e, agora, essa ferramenta permite ajustes antes de o projeto ir para a linha de montagem. É um estudo que permite sabermos quantos e quais tipos de robôs, pinças e ferramentas vamos precisar para uma determinada célula ou ilha, que é o conjunto operacional pelo qual o carro passa na linha de produção.

A tecnologia aplicada na indústria automobilística faz a rápida integração de projetos à execução de seus produtos. Dando ênfase ao setor de soldagem, alguns comportamentos elevam a confiabilidade da solda, tais como controle correto da tensão da máquina, controle de abertura e deslocamento da tocha, como também os sensores de controle alguns utilizando ultrassonografia, que identifica falhas de soldagem no interior e exterior da solda, gerando parâmetros para escolha do melhor tipo de solda para a aplicação.

Santos (2006, p. 60 -61) enfatiza que:

[...] Para que sejam reduzidas as falhas do processo é necessário que exista a implantação de sistemas de controle durante a soldagem. Estes sistemas de controle testam o ponto ou as condições de formação do mesmo, informando, ou até mesmo compensando os parâmetros no momento da soldagem, para que o resultado seja sempre assegurado.

Na maioria das linhas de montagem, os robôs de solda permanecem na célula de produção das carrocerias ou lanternagem, onde um carro popular chega a possuir em média 2,5 mil pontos de solda, muitos com difícil acesso para o homem. Os processos de solda utilizados variam de acordo com o modelo do veículo e seus

projetos de produção, mas os mais usados são MIG, MAG, TIG e Soldagem por ponto de resistência.

E definitivamente os processos de soldagem tem hoje muitas limitações que, somadas às possíveis uniões entre diferentes materiais, como por exemplo, entre aço e alumínio, tornam clara a necessidade de desenvolvimento de uma gama de novas tecnologias de união de materiais a serem aplicadas nos futuros projetos estruturais de automóveis (LARSSON, 2001. p.11).

Em essência, a automação amplifica o poder de autonomia e gerenciamento das células produtivas, emitindo dados para análise e melhoramentos posteriores dos processos e correção da atual produção, agregando ao operador controle da célula e a exata reprodução dos projetos.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo foi apresentada a aplicabilidade da robótica na indústria automobilística, demonstrando o aumento da produtividade gerada a partir do controle robótico. Viu-se, ainda, os processos de soldagem e, também, o resultado que isto gerou nas questões sociais.

Em decorrência de valores exorbitantes dos impostos cobrados pelo governo e altos valores de salários pagos aos trabalhadores, as indústrias tiveram uma maior aceitação quanto à evolução da mecanização e diminuíram os postos de trabalho. Com a implantação de sistemas robóticos que continham um alto programa de eficiência e produtividade, teve início as disputas entre as classes operárias, onde acreditavam que havendo o avanço da robótica muitos homens perderiam seus postos de trabalho. No entanto, essas disputas foram amenizadas a partir do momento em que a classe operária começou a entender mais sobre a necessidade de haver essa modernização das indústrias, pois isso os traria melhores condições de trabalho e possibilitaria o surgimento de novos postos em áreas recém-surgidas.

A soldagem, que era bastante nociva à saúde do homem, por se tratar de algo insalubre e que causava problemas como inalação de gases, perda de visão, queimaduras e demais doenças ao homem, passou a dar lugar à automação que minimizava esses efeitos e ainda proporcionava um aumento da qualidade e uma produtividade com menores custos para a indústria, fatores que levaram a produção robotizada ter muito mais aceitação.

Uma constatação importante que se pode adquirir a partir da elaboração deste artigo, foi sobre o entendimento das formas de aplicação dos trabalhos antes feitos somente de formas manuais e sua gradativa transformação em processos robotiza-

dos, mostrando assim que os procedimentos antes utilizados na soldagem manual são repetidos pela soldagem robótica, diferenciando-se apenas pela sofisticação de controle e de adaptação das juntas a serem soldadas.

Com tudo isso, pode-se ver que a robotização possibilitou o desenvolvimento da indústria, diminuiu os erros de produção que eram decorrentes do trabalho humano e aumentou a qualidade final da produção dos veículos desenvolvidos atualmente pelas montadoras.

REFERÊNCIAS

ÁLVARES, Alberto José et al. Tendências e aplicações especiais. In: ROMANO, Vitor Ferreira (Org.). **Robótica industrial**: aplicação na indústria de manufatura e de processos. Brasil: Edgard Blücher, 2002.

BRAVERMAN, Harry. **Trabalho e capital monopolista**: a degradação do trabalho no século XX. Rio de Janeiro: Guanabara, 1987.

CANTARES, Clébio Cavagnolle. Braços Mecânicos: Excelência e agilidade garantem o espaço dos robôs nas montadoras do ABCD. **INOVABCD**, São Bernardo do Campo, ano I, n.2, p.12-17, set. 2010.

CLIMACO, Niceia. O outro lado da robotização. **INOVABCD**, São Bernardo do Campo, ano I, no 2, p.18-19, set. 2010.

FELIZARDO, Ivanilza; BRACARENSE, Alexandre Queiroz. Sistema robótico para soldagem de tubos. **Mecatrônica Atual**. Out-nov 2007, p.18-23.

HIRATA, Helena, org. Divisão capitalista do trabalho. **Tempo Social**. São Paulo, USP, 73-103p, 2.sem. 1989.

LARSSON, Johnny. Tecnologia de união de materiais na indústria automotiva. **Revista da Soldagem**. V.I, n.3, 2001, p.11-20.

MARQUES, P.V.; MODENESE, P.J.; BRACARENSE, A.Q. **Soldagem**: fundamentos e tecnologia. 3. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2009.

PEDROSO, Márcia. O direito do trabalho no constitucionalismo brasileiro. **Revista Latino-Americana de História**, v.1, n.3, mar-2012, p.449-450.

PICANÇO, Maurício Luiz Gemaque. **A robótica na indústria naval**. 2010. 60f. Monografia apresentada a Faculdade de Engenharia Mecânica do Instituto Tecnológico na Universidade Federal do Pará. Belém, 2010.

SANTOS, Flávio Bilha dos. **Estudo da eficiência do processo de soldagem de pontos por resistência elétrica utilizado na indústria automobilística**. 2006. 104f. Tese de Mestrado apresentada a Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2006.

Data do recebimento: 17 de setembro de 2013

Data da avaliação: 16 de outubro de 2013

Data de aceite: 8 de março de 2014

1 Graduando do Curso de Engenharia Mecatrônica da Faculdade Integrada Tiradentes – FITS.

2 Graduando do Curso de Engenharia Mecatrônica da Faculdade Integrada Tiradentes – FITS.

3 Graduando do Curso de Engenharia Mecatrônica da Faculdade Integrada Tiradentes – FITS.

4 Graduando do Curso de Engenharia Mecatrônica da Faculdade Integrada Tiradentes – FITS.

5 Graduando do Curso de Engenharia Mecatrônica da Faculdade Integrada Tiradentes – FITS.

6 Professor do Curso de Engenharia Mecatrônica da Faculdade Integrada Tiradentes – FITS.

E-mail: Luzanbeiriz13@gmail.com