

## **Avaliação do índice TOR-TOM no processo de soldagem em indústria automotiva de duas rodas do Pólo Industrial de Manaus**

Cristianne Silva Macêdo (UFAM) cris\_ep@hotmail.com

João Bosco Ladislau de Andrade (UFAM) boscoladislau@mandic.com.br

Erika Alves Lage (UFAM) erikalage13@gmail.com

*Resumo: De nada adianta empregar modernas tecnologias no processo produtivo se em contrapartida não houver a preocupação com o operador, principalmente nas empresas destinadas à fabricação de motocicletas, devido às características do seu processo requererem grandes esforços e com alto padrão de qualidade, especialmente aqueles destinados à fabricação do chassi. Desta forma, este trabalho teve por objetivo avaliar a aplicação do Indicador Ergonômico da Eficácia de Pausas e Outros Mecanismos de Regulação, Índice TOR (Taxa de Ocupação Real) - TOM (Taxa de Ocupação Máxima), no processo produtivo de solda do chassi na linha 1 de uma indústria automotiva de duas rodas do Pólo Industrial de Manaus (PIM). Para isso foi realizado levantamento bibliográfico e, por meio da aplicação do índice TOR-TOM como ferramenta, analisaram-se os aspectos ergonômicos e de tempos e métodos no processo de soldagem. Foram avaliados três postos de trabalho os quais apresentaram TOR maior que a TOM, devido à presença do fator repetitividade, por isso para o cálculo da TOM foi avaliada a taxa que leva em consideração a repetitividade. Portanto, conclui-se que é viável a aplicação do referido índice no processo de soldagem, uma vez que contempla as peculiaridades deste processo.*

*Palavras-chave: Índice TOR-TOM; Processo de soldagem; Ergonomia.*

### **1. Introdução**

Atualmente as altas tecnologias empregadas nos processos produtivos nas indústrias, de longe, podem substituir um dos fatores primordiais para a realização da transformação da matéria-prima em produtos acabados, que é a mão-de-obra. Desta forma, as empresas estão cada vez mais voltadas para a ergonomia, que procura reduzir a fadiga, estresse, erros e acidentes conseqüentes do sistema produtivo, por meio do estudo dos diversos fatores que influenciam no desempenho desse sistema (IIDA, 2005).

Nas empresas que fabricam motocicletas no Pólo Industrial de Manaus (PIM) não é diferente, pois os processos requerem grandes esforços e excelente qualidade em cada etapa, principalmente quando relacionados ao processo de soldagem do chassi (no jargão interno conhecido como “solda chassi”), sendo este, peça fundamental para a montagem dos componentes da moto. Devido tal processo ser em um dos postos de trabalho que possui significativo número de queixas dos colaboradores, requerendo esforços dos membros superiores, em virtude do referido processo ser repetitivo, faz-se necessário a aplicação de uma ferramenta para verificar a real situação de tempos e métodos, bem como a ergonomia nos postos da solda. Portanto, diante de tal situação cabe a seguinte questão: Há problema de natureza ergonômica relacionado ao tempo de processo na atividade de soldagem? Pelo descrito no que se refere ao processo de soldagem e considerando o problema formulado, uma hipótese põe-se em evidência, a de que o tempo de processo, de algum modo, contribui para a ocorrência de problema ergonômico entre os trabalhadores.

Desta forma, a justificativa para este trabalho se dá devido à importância da

mensuração do tempo e método num processo produtivo, tornando necessário ter uma ferramenta que quantifique e relacione os aspectos organizacionais com os ergonômicos. Haja vista que, segundo Couto (2006, p.141), um dos fatores “relacionado à gestão mais frequentemente encontrado em empresas com alta incidência de LER/DORT é o aumento significativo da carga de trabalho sem ter havido preparo e estruturação para absorver essa demanda aumentada”.

Por tudo isso, o objetivo geral deste trabalho é avaliar a aplicação do Indicador Ergonômico da Eficácia de Pausas e Outros Mecanismos de Regulação, Índice **TOR** (Taxa de Ocupação Real)-**TOM** (Taxa de Ocupação Máxima), no processo produtivo de solda, visando à organização do trabalho em tal processo, tendo os seguintes **objetivos específicos**: **a)** levantar os problemas ergonômicos e de tempo e métodos no processo de soldagem; **b)** apresentar o Índice TOR-TOM como ferramenta de avaliação ergonômica e de tempos e métodos.

## **2. Tempos e métodos no processo produtivo: a partir da conceituação ergonômica**

Não é de hoje que a indústria vem se preocupando em determinar tempos e métodos do processo visando à ergonomia. Desta forma, a ergonomia se interliga a definição do tempo e método no processo produtivo, uma vez que a transformação da matéria-prima em produto é feita por pessoas, tornando-se imprescindível o posto e a organização do trabalho não apresentar riscos à saúde das mesmas, pois os reflexos da má distribuição de tarefas e tempos aparecerão na qualidade do produto.

### **2.1 Conceitos de ergonomia**

Segundo Iida (1990, p.1), a ergonomia “é o estudo da adaptação do trabalho ao homem”, não se detendo apenas a máquinas e equipamentos utilizados no processo de transformação da matéria-prima em produto, porém a toda situação envolvendo o relacionamento entre o homem e o seu trabalho. Não sendo, portanto, apenas uma questão de ambiente físico, mas também relacionada aos “aspectos organizacionais de como o trabalho é programado e controlado para produzir os resultados desejados”. Portanto, os objetivos da ergonomia visam à segurança, satisfação e o bem-estar dos colaboradores no seu ambiente de trabalho, obtendo como resultado a eficiência.

Na área industrial a ergonomia pode ser aplicada em três situações: no aperfeiçoamento do sistema homem-máquina-ambiente, nos aspectos organizacionais do trabalho e nas condições ambientais (IIDA, 2005). Desta forma, a aplicação da ergonomia na indústria visa identificar e analisar os postos de trabalho com graves problemas ergonômicos. Podendo estes ser reconhecidos por meio dos altos índices de erros, acidentes, doenças, absenteísmos e rotatividade dos empregados. Tais fatos, como esclarece Iida (2005), ocorrendo devido a máquinas inadequadas, problemas na organização do trabalho ou deficiências ambientais.

#### **2.1.1 Repetitividade e fadiga**

O conceito de repetitividade nada mais é do que a execução de uma tarefa continuada por um determinado tempo. Porém, para Souza Filho (2006) seu conceito é muito mais universal, não possuindo uma forma padrão para sua medição ou estimativa. A principal característica numa linha de montagem, conforme o autor citado, é possuir ciclo igual ou inferior a 30 segundos ou quando há um mesmo padrão de movimento com mais de 50% do ciclo de trabalho. Campos (s.d) diz que a análise da repetitividade está relacionada ao número de movimentos iguais, pois quanto maior for tal número, dentro de um ciclo, mais propício o trabalhador está para desenvolver Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho

(DORT).

A fadiga, por sua vez, é conceituada por Iida (2005, p.355) como sendo “o efeito de um trabalho continuado, que provoca uma redução reversível da capacidade do organismo e uma degradação qualitativa desse trabalho”, ou seja, devido à permanência no processo durante um considerável tempo. O referido autor ressalta que a fadiga ocorre devido um conjunto complexo de fatores, tais como os fisiológicos, psicológicos, a monotonia, a falta de motivação e os fatores ambientais e sociais, tendo estes efeitos cumulativos.

Desta forma, uma pessoa fatigada, conforme Iida (2005), tende a aceitar padrões menores de precisão e segurança, fazendo simplificação de sua tarefa, tendendo a eliminar o que não for necessário. As principais características desse tipo de pessoa são: i) diminuição da força, velocidade e precisão; ii) os movimentos ficam descoordenados com aumento dos erros no processo (BARNES *apud* IIDA, 2005).

Sendo assim, quando as solicitações feitas ao operário excedem a capacidade de resposta, dependendo do grau de liberdade que o mesmo possui para resolver tal problema, ocorre a sobrecarga. Cada indivíduo tem sua maneira de responder à fadiga, alguns simplificam ou adiam parte de sua tarefa, outros por sua vez descontrolam-se (IIDA, 2005).

Na indústria a fadiga contribui consideravelmente para a redução da produtividade, chegando, em alguns casos, ser fácil a localização das fontes de sua ocorrência, podendo ser a exagerada carga muscular ou ambiente com ruído, vibrações, temperaturas ou iluminação adequada. Outras situações, apresentadas por Iida (2005), relacionam-se com os horários, trabalhos em turnos, programação da produção ou relações pessoais dentro e fora do trabalho, ou seja, em relação à organização do trabalho.

## **2.2 Tempos e métodos**

Ao se falar em Tempos e Métodos (T&M) é necessário verificar as mudanças ocorridas na organização do trabalho com os princípios do taylorismo, desenvolvido pelo engenheiro Frederick Winslow Taylor, que iniciou o movimento da “administração científica” do trabalho no final do século XIX (IIDA, 2005). Afirma ainda o referido autor que as principais idéias de Taylor, naquela época, eram que o trabalho fosse dividido em tarefas e que a cada uma delas houvesse o método correto de executá-las, por meio de tempos estabelecidos e ferramentas adequadas. Com o taylorismo veio, também, o pagamento de incentivos fiscais, a padronização de métodos e a cronometragem.

Rosa (s.d.) afirma que os pontos principais da filosofia de Taylor consistem nos seguintes itens referentes ao trabalho: necessidade que o operário realize produção aceitável durante a jornada necessária a sua realização; ter um método apropriado para toda e qualquer execução do mesmo; instruir o operário para que o execute de forma adequada; fixar as condições para que o mesmo seja desenvolvido; estabelecer tempo padrão para a sua realização; pagar um prêmio em forma de salário ao operário, quando este executá-lo conforme solicitado.

Os fatores expostos no parágrafo anterior foram os responsáveis pela resistência dos trabalhadores ao taylorismo, pois os métodos e os tempos-padrões, determinados pela alta gerência para a execução das atividades, nem sempre condiziam com as situações reais do local e a individualidade dos trabalhadores que realizavam seus trabalhos de forma imperativa.

Tudo isso gerou nos trabalhadores revolta e opressão. A resistência, informa Iida (2005), chegou em nível de movimentos coletivos e sindicais, questionando o poder da alta

gerência na determinação do que deveria ser realizado sem ouvir ou dar satisfação aos operários.

O referido autor diz que atualmente muita coisa mudou. Os trabalhadores são dotados de mais conhecimentos, possuindo mais informação, e estão mais organizados, portanto não aceitam qualquer determinação imposta pela gerência. Em relação à remuneração, nem todos estão motivados apenas com o valor a ser ganho, mas por outros fatores como, por exemplo, a auto-realização, coleguismo, justiça, respeito e reconhecimento pelo seu trabalho. O que nem sempre ocorre com alguns daqueles com menor renda e temperamentos individualistas.

Afirma ainda que o trabalho moderno tem como característica principal a flexibilidade e o respeito pelas diferenças de cada operário, gerando no mesmo liberdade para tomar decisões sobre seu trabalho. Outro elemento que vem sofrendo mudanças é o ambiente físico, pois as fábricas estão adquirindo características tais como: aspectos diferenciados com máquinas modernas, as quais possam ser utilizadas eficientemente pelo operador; temperatura e iluminação adequadas, a fim de se criar um agradável ambiente; e espaços organizados para um bom relacionamento com os colegas e supervisores (IIDA, 2005).

Segundo Machado e Hueb (s.d., p.1), Tempos e Métodos (T&M) “é o estudo sistemático dos sistemas de trabalhos”, tendo como objetivos o desenvolvimento de sistema e método preferido, padronização deste método, definição do tempo ideal para desenvolver uma tarefa e orientação dos trabalhadores para utilizar o método preferido por meio de treinamentos. A aplicação de T&M abrange desde os processos produtivos de fabricação de bens em geral até supermercados, caixas de bancos e a construção civil.

Desta forma, o estudo de tempos é utilizado para definir o tempo ideal onde uma pessoa, treinada e qualificada, possa executar uma determinada atividade. Os equipamentos utilizados para a mensuração do tempo são cronômetros decimais, máquina para registro de tempos, tacômetro, régua de cálculos e folha de observações (MACHADO e HUEB, s.d.).

Por sua vez, o estudo dos métodos tem como objetivo “a procura, análise e implantação de rotinas mais eficientes e eficazes para a realização da tarefa” (ROSA, s.d., capítulo 1-1). Para isso é necessário os engenheiros de tempos e métodos determinarem a maneira que o trabalhador irá executar sua atividade, levando em consideração as seguintes regras básicas (CAMPOS, s.d., p.107): para o uso do corpo, ferramentas e utensílios do local de trabalho, ferramentas e dispositivos e para a ergonomia dos diversos elementos do trabalho, desde a montagem dos elementos até o uso das ferramentas.

### **2.2.1 O posto de trabalho do ponto de vista ergonômico**

Iida apud Antunes da Silva (2003, p.41) conceitua o posto de trabalho com sendo “a menor unidade produtiva, podendo ser composto, em seu arranjo mínimo, de um homem e seu local de trabalho”. É no posto de trabalho que o operador irá executar sua atividade de forma produtiva, mas para isso faz-se necessário o mesmo ser projetado com mínimas condições físicas e de segurança, a fim de garantir tanto o bem-estar quanto o aumento de seu desempenho (KADEFORS apud ANTUNES DA SILVA, 2003).

Segundo Iida (2005), o posto de trabalho pode ser analisado a partir de dois enfoques: o taylorista, voltado para os princípios de economia dos movimentos e o ergonômico, voltado para a análise biomecânica da postura e interações homem-sistema-ambiente.

Desta forma, para a implantação de um posto de trabalho ou de uma linha de produção devem-se reduzir as exigências biomecânicas e cognitivas, objetivando colocar o operador numa postura adequada com os objetos manipulados dentro da área de alcance dos

movimentos corporais, a fim do trabalhador conseguir realizar sua atividade com conforto, eficiência e segurança (IIDA, 2005).

Os equipamentos, máquinas, ferramentas e materiais também são importantes na projeção do posto, devendo estes serem adaptados às características do trabalho, juntamente com a capacidade do operador para que haja o equilíbrio da biomecânica, a redução das contrações estáticas da musculatura e o estresse. Em suma, o objetivo principal do posto de trabalho, segundo Iida (2005, p.194), “é a perfeita adaptação das máquinas e equipamentos ao trabalhador, de modo a reduzir as posturas inadequadas e movimentos desagradáveis”.

### **3. Soldagem**

A norma NBR 9000 *apud* Revista Proteção (2008, p.66) conceitua soldagem como, “um processo especial que, dependendo da complexidade e responsabilidade da construção soldada, requer métodos de controle” para que seja atingida a garantia da qualidade especificada.

Já para Brandi *apud* Santos (2006), soldagem é o processo de união de duas partes metálicas por meio de fontes de calor, podendo ter ou não a aplicação de pressão, obtendo como resultado desse processo a solda. Esta união dos metais pode ocorrer de duas formas: a) aquela baseada no aparecimento de forças mecânicas macroscópicas entre as partes a serem unidas, como por exemplo, a parafusagem e rebitagem; b) a que se baseia em forças ditas microscópicas, o que é o caso da soldagem, abrasagem e a colagem.

O processo de soldagem é dividido em dois grandes grupos, consistindo o primeiro na deformação das superfícies de contato, fazendo com que os átomos se aproximem a uma determinada distância, sendo este grupo classificado como processos de soldagem por pressão ou por deformação. O segundo, por sua vez, consiste na aplicação localizada de calor na região de união até a sua fusão e do metal de adição, permitindo a união do metal fundido pela solidificação, sendo classificado como processos de soldagem por fusão. Para cada grupo desses há vários tipos de processos de soldagem, como os processos de soldagem por fusão, porém será dada ênfase aos processos de solda MIG (*Metal Inert Gas*) /MAG (*Metal Active Gas*) e solda ponto, todos por fusão, pois estes são os tipos de processos de soldagem empregados no setor de solda chassi na linha 1. Segundo Modenesi e Marques (2000) os tipos de processos de soldagem por fusão podem ser separados em subgrupos, dependendo, por exemplo, do tipo de fonte utilizada para fundir a peça.

#### **3.1 Soldagem MIG/MAG**

A soldagem MIG/MAG é também conhecida como soldagem a arco elétrico com gás de proteção (GMWA – *Gás Metal Arc Welding*). Este processo é realizado por meio de um arco elétrico estabelecido entre a peça e um consumível em forma de arame. O arco elétrico é responsável em fundir continuamente o arame à medida que o mesmo alimenta a poça de fusão. O fluxo de um gás (ou mistura de gases) inerte ou ativo, por sua vez, protege o metal de solda da atmosfera a operação neste tipo de soldagem é semi-automática ou automática (FORTES, 2005). Entre as principais vantagens neste processo estão: a soldagem ser executada em todas as posições, o tempo total de execução de soldas ser cerca da metade do tempo etc.

A soldagem MIG/MAG pode ser realizada de duas formas: manual e automática, os três principais equipamentos utilizados nesses processos são basicamente a tocha de soldagem e acessórios, motor de alimentação do arame e a fonte de energia, porém na forma dita automática as peças podem ser transportadas com facilidade até o local de soldagem, sendo que a mesma, normalmente, gera melhor qualidade na solda e com maior velocidade.

### **3.2 Soldagem por Resistência**

Modenesi e Marques (2000) afirmam que esse tipo de soldagem tem a resistência como principal responsável para obtenção do calor, a fim de formar a junta soldada. Os autores apresentam quatro processos principais de soldagem por resistência: soldagem por ponto (*Resistance Spot Welding*, RSW), soldagem de projeção (*Resistance Projection Welding*, RPW), soldagem por costura (*Resistance Seam Welding*, RSEW) e soldagem de topo por resistência (*Upset Welding*, UW). Porém, neste trabalho será explorado o conceito da **soldagem por ponto**, devido à linha em estudo utilizar este tipo de processo por resistência.

O processo de solda ponto pode ser realizado em máquinas do tipo fixa e a do tipo suspensa. Na máquina fixa a execução dos pontos de solda é feita mediante o movimento da peça a ser soldada junto aos eletrodos, onde em sua maioria o comando é feito mediante acionamento de pedal. Por sua vez, informa Antunes da Silva (2003), na máquina suspensa há um gabarito onde a peça é montada e o soldador move a máquina ponto por toda a extensão da peça, a fim de obter como resultado os pontos de solda. O autor supracitado afirma que nela o seu acionamento é dito manual, porém, os resultados da união das partes metálicas não são apenas peças soldadas e os produtos acabados, mas resíduos ou emissões, vindos tanto por energia quanto por partículas e gases, os quais representam perda de energia e de material contaminando o meio ambiente e prejudicando os trabalhadores e população. Além disso, deve-se considerar o fator organização do trabalho no aparecimento de queixas do processo de soldagem, pois este influencia na intensidade, frequência ou duração de fatores de carga física que, conseqüentemente, afetam nos distúrbios ou recuperação dos operadores (VIKARI-JUNTURA *apud* ANTUNES DA SILVA, 2003).

## **4. Materiais e Métodos da Pesquisa**

Esta pesquisa, no que se refere a sua natureza, se classifica como básica, uma vez que realizou levantamento bibliográfico relacionado à ergonomia, tempos e métodos, processo de soldagem e ao índice TOR-TOM. Quanto aos seus objetivos, a pesquisa desenvolvida é do tipo descritiva, pois analisou a aplicação do índice TOR-TOM num processo de soldagem de uma indústria automobilística do segmento de duas rodas. Em relação aos procedimentos a pesquisa caracteriza-se por ser de campo, tendo em vista que esta se desenvolveu numa indústria automotiva, como dita, de duas rodas procurando conhecer a realidade ergonômica e de tempos e métodos do referido local.

### **4.1 Técnica de coleta de dados**

Para este trabalho, primeiramente, utilizou-se coleta de dados por meio de estudo bibliográfico, uma vez que se buscaram referências em livros, dissertações, internet etc. Por conseguinte, foram realizadas observações e filmagens dos postos de trabalhos da linha escolhida da solda chassi, a fim de ser obtida a taxa de ocupação real (TOR) e taxa de ocupação máxima (TOM), ou seja, o índice TOR-TOM. Também foram levantadas informações, diretamente com os chefes ou responsáveis do referido setor, sobre o método de trabalho, tempo de descanso e tempo padrão de processo.

#### **4.1.1 Índice TOR (Taxa de Ocupação Real) – TOM (Taxa de Ocupação Máxima)**

O Índice TOR-TOM, Indicador Ergonômico da Eficácia de Pausas e Outros Mecanismos de Regulação, é uma ferramenta recente, voltada para os riscos ergonômicos, publicada em 2006 criada por Hudson Couto, mediante um trabalho de consultoria realizado durante um ano para uma empresa do ramo eletrônica, aonde, juntamente com os gerentes e o pessoal de tempos e métodos, buscava a redução dos casos de LER/DORT, porém levando em consideração as dificuldades na atividade e o aproveitamento do máximo possível do tempo

do colaborador (COUTO, 2006).

A TOR é a porcentagem da jornada em que efetivamente o trabalhador está executando sua atividade. A mesma é adquirida por meio da consideração das pausas, tais como, diálogo diário de segurança, pausas para banheiro etc., as micropausas e o tempo em atividades com baixa exigência ergonômica.

Por sua vez, a TOM é o valor adequado, conforme as características do local, que o funcionário poderá permanecer num determinado posto dentro de suas restrições ergonômicas, obtida por meio da Taxa de Ocupação Considerando o Ambiente Físico, Metabolismo e Postura (TOCAMP), avaliado a partir dos fatores existentes de calor, ruído acima do permitido, vibração etc., bem como outros fatores que determinam a necessidade de pausas de recuperação, e mediante a Taxa de Ocupação Considerando a Atividade Repetitiva (TOCAR), quando o processo é dito repetitivo, analisado com auxílio de tabelas e fluxogramas definidos pelos seguintes fatores: **fator repetitividade** (número de peças concluídas por turno, análise de existência ou não de pausas curtíssimas, duração do ciclo, existência ou não de ações técnicas diversificadas e número alto de atos operacionais principais); **fator força** (avaliado com a análise da intensidade da força exercida); **fator peso movimentado** (multiplicação peso movimentado com distância e número de vezes por turno, verificação da posição executada e análise da multiplicação); **fator postura** (caracterização da postura incorreta, do percentual de ciclos em que a mesma está presente e sua duração); **fator esforço estático** (existência de postura estática ligada ao esforço muscular mantida por mais de 50% do ciclo) e o **fator carga mental** (varia de 0% a 5%, dependendo da existência ou não dos itens contidos em tabela).

Segundo Couto (2006), para a obtenção do índice é necessário os seguintes passos: (1) medir a TOR; (2) determinar a TOCAR; (3) determinar a TOCAMP; (4) determinar a TOM; (5) fazer comparação entre a TOR e a TOM; (6) interpretar os resultados (TOR<TOM – sem risco, TOR=TOM – no limite e TOR>TOM – risco) e, por último, fazer os ajustes podendo ser nas medidas de engenharia, rodízio nas tarefas e instituir atividades de baixa exigência ergonômica.

## 4.2 Descrição da pesquisa

No presente trabalho prevaleceu sua característica, como dito antes, de pesquisa descritiva, uma vez que se procurou conhecer e interpretar a realidade, sem nela interferir para modificá-la. Houve interesse apenas em descobrir e observar fenômenos, bem como descrevê-los, classificá-los e interpretá-los. Evidentemente, o levantamento realizado, simulando o intervalo de tempo, haja vista que os acompanhamentos se deram em três diferentes semanas, foi útil na medida em que atendeu as características da modalidade da pesquisa aqui abordada e que é das mais relevantes no campo da ergonomia.

### 4.2.1 Características da empresa

A empresa pesquisada é uma multinacional com seis fábricas no Japão e outras localizadas em vários países. Sua planta em Manaus possui uma área construída de 135.000 m<sup>2</sup> em um terreno de 564.000 m<sup>2</sup>, sendo o maior investimento do Pólo Industrial de Manaus - PIM. A fabricação atual é de, aproximadamente, 3.600 motocicletas por dia onde cada uma delas sai em oito segundos, com uma linha diversificada de modelos. Para isso a empresa conta com os seguintes processos, conforme observado: Estamparia, Sinterização, Usinagem, Solda, Injeção de Plásticos, Fabricação de Assento, Fabricação da Roda de Alumínio, Fabricação do Escapamento, Pintura, Montagem de Motores, Linha de Montagem e Inspeção Final.

## 5. Resultados e Discussão

As descrições dos processos analisados foram obtidas a partir do padrão de serviço que as atividades possuem, o qual mostra ao colaborador como se deve executá-las, e por meio da observação do pesquisador nos postos estudados.

Desta forma, foram analisados três postos de trabalhos identificados, nesta pesquisa, como postos A, B e C. Sendo assim, as características identificadas em cada posto e suas particularidades serão descritas na Tabela 1.

Tabela 1- Relação dos postos pesquisados e suas características. (Continua)

Item	Tipo de processo de soldagem	Descrição do processo	Exigência ergonômica
Posto A	Soldagem por ponto (manual)	Pegar tampa lateral no carrinho de alimentação; montar o suporte da tampa lateral no JIG; montar JIG; posicionar peça na máquina; realizar processo de soldagem no suporte da tampa lateral acionando pedal com pé esquerdo; montar e soldar presilhas de tipos diferentes na placa pivô; montar e soldar 3 borrachas na placa; realizar inspeção final e enviar para próximo processo. Tempo médio de ciclo: 20s.	Realiza atividade em pé durante toda a jornada de trabalho; Utiliza o pé esquerdo para acionar pedal a fim de realizar a solda ponto; O pescoço permanece grande parte do tempo em flexão durante a execução de seu processo; Não possui tempo de descanso entre um ciclo e outro, ocorrendo somente pausas regulares.
Posto B	Soldagem por ponto (robô)	Pegar chassi semi-completo do cavalete, posicionando-o no dispositivo da máquina de solda; fechar dispositivo através de acionamento de botoeiras para iniciar soldagem; pegar duas borrachas na bancada à direita; montá-las no chassi semi-completo soldado; realizar inspeção visual e enviar para próximo processo. Tempo médio de ciclo: 25s.	Realiza atividade em pé durante toda a jornada de trabalho; Não há revezamento; O tempo de descanso foi observado em apenas um ciclo dos quatro analisados, por isso desconsiderou-se tal tempo.
Posto C	Soldagem por ponto (robô)	Pegar simultaneamente tubo coluna do basquete e corpo dianteiro da calha de alimentação; acionar botoeiras da máquina de solda para retirar corpo dianteiro, soldado anteriormente; posicionar tubo-coluna no dispositivo de solda; realizar inspeção visual no corpo dianteiro soldado; posicionar peça na calha de alimentação; pegar placa trava do basquete posicionando-a junto ao corpo dianteiro no dispositivo da máquina de solda; acionar botoeiras internas e externas. Enquanto é realizada a soldagem MIG o operador, com auxílio de um martelo, realiza ajustes no corpo dianteiro, que irá ser soldado no próximo processo. Tempo médio de ciclo: 22s.	Realiza atividade em pé durante toda a jornada de trabalho; Não há revezamento; O pescoço permanece grande parte do tempo em flexão durante a execução de seu processo; A atividade requer bastante agilidade e rapidez.

### 5.1 Cálculo do Índice TOR-TOM

Os cálculos apresentados adiante são passíveis de duas considerações iniciais sobre o mesmo.

a) As atividades descritas na Tabela 1 são todas caracterizadas como sendo atividades repetitivas, uma vez que possuem ciclos definidos, o cálculo da taxa de ocupação máxima foi realizado por meio do índice TOCAR, que leva em consideração a atividade repetitiva, não sendo aplicado o índice TOCAMP, que avalia atividades não repetitivas por meio do ambiente físico do trabalho, postura básica, dispêndio energético e outros citados na metodologia deste trabalho.

b) Os resultados estão apresentados de forma resumida nas tabelas de 2 a 4, apenas com os valores finais.



### 5.1.1 Cálculo da Taxa de Ocupação Real

Deu-se da seguinte forma e como se apresenta na Tabela 2.

**Etapa 1:** Foi realizada a descrição e quantificação das pausas regulares (almoço se incluído no ciclo, diálogo de segurança, banheiro etc.), onde foram levados em considerações o tempo fixo e as paradas programadas.

**Etapa 2:** Consiste na quantificação das pausas curtíssimas, a qual foi encontrada apenas no processo B, porém não foi utilizada devido estar presente em apenas um ciclo.

**Etapa 3:** Estabelece o cálculo da porcentagem de atividades de baixa exigência ergonômica em relação ao esforço principal, encontrado na execução da limpeza do posto de trabalho no término do turno, sendo igual em todos os processos.

**Etapa 4:** Cálculo da Taxa de Ocupação Real (TOR).

Tabela 2 - Taxa de Ocupação Real.

Processo	Itens	Tempo	Porcentagens
A	Jornada de trabalho	485 min	100
	- *Porcentagem de repouso por pausas regulares	103,3 min	21,3
	- *Porcentagem de pausas curtíssimas	0 s	0
	- *Porcentagem de atividades de baixa exigência ergonômica	5 min	1,03
	<b>= TOR</b>	<b>376,7</b>	<b>77,67</b>
B	Tempo total	485 min	100
	- *Porcentagem de repouso por pausas regulares	103,3 min	21,3
	- *Porcentagem de pausas curtíssimas	0 s	0
	- *Porcentagem de atividades de baixa exigência ergonômica	5 min	1,03
	<b>= TOR</b>	<b>376,7</b>	<b>77,67</b>
C	Tempo total	485 min	100
	- *Porcentagem de repouso por pausas regulares	103,3 min	21,3
	- *Porcentagem de pausas curtíssimas	0 s	0
	- *Porcentagem de atividades de baixa exigência ergonômica	5 min	1,03
	<b>= TOR</b>	<b>376,7</b>	<b>77,67</b>

(\*) Obtidos conforme as etapas de 1 a 3.

Verifica-se que os processos sob avaliação possuem a mesma TOR, devido estarem submetidos às mesmas características de organização do trabalho.

### 5.1.2 Cálculo da Taxa de Ocupação Máxima

Este cálculo é dividido em duas partes, a primeira está relacionada às características da repetitividade no processo produtivo obtido a partir do índice TOCAR e a segunda sobre as ponderações quanto ao valor da Taxa de Ocupação Máxima, conforme visto na Tabela 3.

Tabela 3 - Cálculo do Índice TOCAR e ponderação da TOM. (Continua)

ETAPA 1: ÍNDICE TOCAR	Processo	Fator Repetitividade (FR)	Fator Força (FF)	Fator Peso Movimentado (FPM)	Fator Postura (FP)	Fator Esforço Estático (FEE)	Fator Carga Mental (FCM)	TOCAR = 95% - FR - FF - FPM - FP - FEE - FCM
	A	7	3	0	1,5	2	5	76,5
	B	2	4	7	2,5	0	5	74,5
	C	7	5	0	5	0	5	73

Tabela 4 - Cálculo do Índice TOCAR e ponderação da TOM.

ETAPA 2: PONDERAÇÃO DA TOM	Graus de Dificuldades Marcar 1 ponto para o fator existente	Pontos	Mecanismos de Regulação Marcar 1 ponto para o fator existente	Pontos	
	Acrescentar os itens de carga mental acima de 5 pontos (ver Tabela 4)			Possibilidade de parar o processo	
	Fatores biomecânicos e ambiente físico	1		Possibilidade de interromper o serviço	
	Grau de treinamento			Possibilidade de mudar posição do corpo	
	Retorno de férias			Possibilidade regular altura do posto	
	Processo novo			Possibilidade de mudar posicionamento de objetos	
	Montagem com peças em movimento			Equipe afinada	
	Ritmo de trabalho	1		Possibilidade de dividir trabalho em sobrecargas	
	Prêmio de produtividade			Mão-de-obra certificada para cobrir abstenção	
	Monotonia			Ajuda da supervisão	
	Ambiente psicossocial tenso	1		Almoço não pago com duração mínima de 30 min	
	Dificuldades temporárias	1		Ginástica laboral adequada	
	Heterogeneidade dos ocupantes			Troca de tipo ou de setup não diária – até 3-3 dias	
	Índice de reprocesso			Rodízio eficiente (+2 PONTOS)	
	Duração da jornada			Rodízio não eficiente	
				Trabalho com boa qualidade intrínseca	1
<b>TOTAL</b>		<b>4</b>	<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	
RESULTADO DA TOM	Processo A		76,5% - 5% =	71,5%	
	Processo B		74,5 - 5% =	69,5%	
	Processo C		73% - 5% =	68%	

Os fatores para se calcular o índice TOCAR tiveram as seguintes características:

a) **Fator repetitividade (FR):** o **posto A** é responsável em soldar 1.350 peças por turno de trabalho sem pausas curtíssimas durante o seu ciclo de, em média, 20 segundos. Os atos operacionais são diversificados com a predominância do ato de acionar o pedal com o pé, ocorrendo em média de 8.100 vezes por turno. Por sua vez, o **posto B** realiza ao término do seu turno de trabalho cerca de 800 chassis semicompletos soldados durante um ciclo de, em média, 25 segundos. Possuindo diversos atos operacionais, porém nenhum ocorre mais que

3.000 vezes por turno, sendo assim, este fator foi analisado a partir da duração do ciclo de trabalho. O **posto C** realiza o processo de soldagem em 1.400 peças por turno num ciclo de, em média, 22 segundos. São diversos os atos operacionais com predominância do ato de martelar o corpo dianteiro, cerca de 8.400 vezes na jornada de trabalho.

b) **Fator força (FF):** No **posto A** foi considerado como esforço leve a aplicação da solda ponto com duração de, em média, 2 segundos e frequência de 18 esforços por minuto. Para o **posto B**, a força avaliada foi a de retirar a peça soldada do dispositivo da máquina de solda e posicioná-la no cavalete, classificada como esforço nítido com duração de 3 segundos, correspondendo a 12% do ciclo, e frequência de, aproximadamente, 5 esforços por minuto. No **posto C**, por sua vez, a força analisada corresponde a de ajustar o corpo dianteiro com auxílio de um martelo, classificada como esforço nítido, o trabalhador martela cerca de 6 vezes numa peça, totalizando 8.400 vezes por turno, o tempo do esforço é de 4 segundos com uma frequência de 16,36 esforços por minuto;

c) **Fator peso movimentado (FPM):** foi encontrado apenas no posto B, pois há movimentação do chassi semicompleto do robô para o gabarito a uma distância de um metro do cavalete, acontecendo 800 vezes durante o turno de trabalho com a posição de trabalho de pé ou andando, com tronco na vertical e braços verticalizados (embora os antebraços possam estar horizontalizados);

d) **Fator postura (FP):** os trabalhadores dos Postos A e B apresentaram postura do tronco fora da área de alcance normal, com inclinação lateral a direita, caracterizada como moderada, estando presente em todos os ciclos analisados no posto A e em 50% dos ciclos do posto B com duração classificada de até 25% no ciclo. A postura do operador do posto C classificou-se como desvio extremo devido o braço atingir a linha do horizonte, conceituado como movimento de abdução, e o tronco inclinar mais que 30 graus lateralmente;

e) **Fator esforço estático (FEE):** O único posto que apresentou o referido fator foi o A, com o esforço estático do pescoço flexionado e os braços abduzido no momento de aplicar solda ponto, sendo classificada em leve a moderada;

f) **Fator carga mental (FCM):** O valor do FCM foi igual para os três postos avaliados pois estão submetidos às mesmas condições de trabalho, sendo elas a responsabilidade por alimentar uma linha, ter de controlar a qualidade do processo enquanto realiza a operação, riscos significativos em termos de qualidade por arranhões, batidas, alinhamento e posicionamento, operação com risco significativo em termos de segurança, ter de controlar a qualidade final do processo que envolve o trabalho de outros e a existência de pressão de tempo.

A ponderação é válida para os valores do índice TOCAR dos três processos, pois estes estão submetidos aos mesmos graus de dificuldades e mecanismos de regulação. Desta forma, a ponderação será -5% da taxa de ocupação considerando a atividade repetitiva, pois o somatório dos graus de dificuldades é maior que o mecanismo de regulação.

### **5.1.3 Índice TOR-TOM**

Para o cálculo do índice TOR-TOM dos três postos subtraiu-se a Taxa de Ocupação Real (Tabela 2) da Taxa de Ocupação Máxima dos mesmos, conforme Tabela 4.

Tabela 5 - Cálculo do Índice TOR-TOM.

Processo	TOR-TOM (TOCAR – ponderação da TOM)	Índice TOR-TOM
A	77,67 - 71,5	+6,17
B	77,67 - 69,5	+8,17
C	77,67 - 68	+9,67

Conforme apresentado na Tabela 4, nos três processos analisados a Taxa de Ocupação Real é maior que a Taxa de Ocupação Máxima, de 6 a 10 pontos, podendo ter queixas de desconforto, dificuldade, fadiga, bem como dor e até mesmo ocorrendo afastamento, devido problemas de organização do trabalho, sendo, provavelmente, relacionado à atividade repetitiva. A repetitividade dos processos se dá principalmente com os curtos ciclos de processos produtivos e os baixos mecanismos de regulação dos mesmos que, caso houvesse, contribuiriam para atenuar a repetitividade, pois os músculos poderiam relaxar no momento do descanso, como por exemplo, em rodízios eficientes com atividades com exigências ergonômicas diferentes.

## 6. Conclusão

Este trabalho, que teve como objetivo avaliar a aplicação do índice TOR-TOM no processo de soldagem de uma empresa automotiva de duas rodas, verificando a organização do trabalho para o referido processo, permite colocar que quanto à organização do trabalho, foi observado que os tempos de processo são extremamente curtos, em torno de 20 a 25 segundos. O que exige agilidade e rapidez do operador para executar sua atividade, podendo acarretar em fadiga ao término do turno. Outro aspecto observado se refere às pausas durante o ciclo de trabalho, a qual dentre os três postos foi encontrado no posto B, porém em apenas um ciclo de tal posto. As posturas no processo de soldagem foram outro fator preocupante encontrado nos postos, sendo que em cada um há sua particularidade, pois o posto A exige a utilização constante do pé esquerdo para o acionamento da solda ponto juntamente com a flexão do pescoço e a abdução dos braços, devido o operador ser alto para o dispositivo da máquina de solda, já o posto B requer que o trabalhador carregue o chassi semicompleto, pesando em torno de 10 kg, de uma distância de, aproximadamente, um metro do dispositivo de solda ao cavalete, e no posto C o operador flexiona a coluna lateralmente para a esquerda.

Desta forma, a principal conclusão deste trabalho é que a aplicação do índice TOR-TOM no processo de solda do chassi é válida uma vez que a ferramenta possui as características existentes do referido processo. Constata-se, portanto, que os postos em estudo estão com a Taxa de Ocupação Real maior que a Taxa de Ocupação Máxima, sendo necessária à intervenção nos postos e a implantação de rodízio com atividades diferentes ou a inclusão de pausas necessárias para que a musculatura possa relaxar e diminuir a fadiga, devido, principalmente ao fator repetitividade.

## Referências

ANTUNES DA SILVA, S. *Análise Ergonômica do Soldador: contribuição para projeção ergonômica*. Rio Grande do Sul, 2003. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Engenharia de Produção), Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

CAMPOS, H. *Treinamento de Ergonomia Industrial*. Manaus: [S.n.], [S.d.].

COUTO, H. de A. *Índice TOR-TOM: Indicador Ergonômico da Eficácia de Pausas e Outros Mecanismos de*

Regulação. Belo Horizonte: Ergo, 2006.

FORTES, C. *Soldagem MIG/MAG*. [S.l.]: ESAB, 2005.

IIDA, I. *Ergonomia: projeto e produção*. 2 ed.rev. e ampl. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.

IIDA, I. *Ergonomia: projeto e produção*. 2 ed.rev. e ampl. São Paulo: Edgard Blucher, 1990.

MACHADO, A. & HUEB, C. *Estudo dos Tempos e Métodos*. Disponível em: < [www.infosolda.com.br/nucleo/downloads/ee.pdf](http://www.infosolda.com.br/nucleo/downloads/ee.pdf) > Acesso em: 27 de agosto de 2008.

MODENESI, P. J.; MARQUES, P. V. *Soldagem I: introdução ao processo de soldagem - 2000*. Disponível em: < [www.infosolda.com.br/download/61ddn.pdf](http://www.infosolda.com.br/download/61ddn.pdf) > Acesso em: 11 de novembro de 2008.

REVISTA PROTEÇÃO. São Paulo: Proteção., n.202, 7 out. 2008.

ROSA, E. B. *Estudo de Tempos & Métodos: racionalização industrial*. Departamento de Produção: Minas Gerais, [S.d.].

SANTOS, F. B. dos. *Estudo da Eficiência do Processo de Soldagem de Pontos por Resistência Elétrica Utilizado na Indústria Automobilística*. Niterói, 2006. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Gestão), Laboratório de Tecnologia, Gestão de Negócio e Meio Ambiente, Universidade Federal Fluminense, 2006.

SOUZA FILHO, G. de A. *Avaliação de Riscos para LER/DORT em Empresa Metalúrgica: uma experiência da utilização do índice TOR-TOM e protocolo Rodgers de avaliação de posturas*. Porto Alegre, 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.