

**ANÁLISE DA PROBABILIDADE DO DESENVOLVIMENTO DE DOENÇAS
OSTEOMUSCULARES EM MEMBROS SUPERIORES, DEVIDO A ALTERAÇÃO
DE UM PROCESSO DE FABRICAÇÃO TÍPICAMENTE TAYLORISTA PARA O
TOYOTISTA, POR MEIO DA METODOLOGIA DE ANÁLISE OCRA**

Luiz Fernando Ribeiro
Engenheiro de Produção pela UNINOVE, SP/BRASIL
Universidade Nove de Julho, SP/BRASIL
luizf.ribeiro@bol.com.br

Nilson Lopes da Mata
Engenheiro de Produção pela FISP SP/BRASIL
Faculdades Integradas São Paulo, SP/BRASIL
nlmata@yahoo.com.br

Gilmar Ortiz de Souza
Engenheiro de Segurança do Trabalho pela FAAP SP/BRASIL
Fundação Armando Álvares Penteado SP/BRASIL
gilmar.ortiz@uol.com.br

RESUMO

Este artigo teve o objetivo de analisar os riscos de doenças osteomusculares nos membros superiores em trabalhadores de uma indústria de fabricação de equipamentos elétricos, devido a alteração de um sistema de trabalho, que necessita de vários trabalhadores para a montagem de um produto (modelo baseado no Taylorismo), para produção em célula, onde a montagem do produto é realizada por apenas um trabalhador (modelo baseado no Toyotismo). Para atender este objetivo foi realizado um estudo de caso onde foi utilizada a metodologia OCRA (*Occupational Repetitive Action*) que é recomendada pela norma NBR ISO 11228-3, para identificar qual dos processos (Taylorista ou Toyotista), tem a maior probabilidade de ocorrência de doença osteomuscular nos membros superiores dos trabalhadores envolvidos. Os resultados obtidos indicam que o sistema de produção em células (Toyotista), apresenta melhores condições ergonômicas para os membros superiores dos trabalhadores.

Palavras-chave: OCRA; Taylorismo; Toyotismo; Doenças Osteomusculares em Membros Superiores; Ergonomia.

INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, vários estudos têm sido realizados no sentido de identificar os riscos de doenças osteomusculares (LER/Dort – Lesões por esforços repetitivos / Distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho) devido ao trabalho. Já por volta do ano de 1700, o médico italiano Bernardino Ramazzini, relacionava diversas doenças osteomusculares às atividades desenvolvidas por trabalhadores de várias profissões diferentes. Desde então muitos outros estudos foram desenvolvidos nesse sentido. Recentemente com o advento das normas da série ISO - *International Organization for Standardization*, algumas metodologias foram elaboradas com o objetivo de quantificar estes riscos para possibilitar a implementação de ações que reduzam a incidência destas doenças.

Assim como os estudos relacionando as doenças osteomusculares ao trabalho evoluíram, os processos produtivos também têm sido alvo de modificações com o objetivo de aumentar a lucratividade. As modificações mais significativas foram a de Frederick Winslow Taylor, que no início do século XIX criou o Método de Administração Científica (*The Principles of Scientific Management*) e de Taiichi Ohno que por volta da década de 1950 criou o sistema de reestruturação produtiva (Sistema Toyota de Produção) que teve uma grande aplicação por parte de muitas indústrias a partir da década de 1980 com o advento da globalização.

O sistema Taylorista busca através da eficiência operacional o aumento da produtividade, e tem ênfase na subdivisão de tarefas planejadas, estabelecendo as maneiras de produzir, gerando a especialização de trabalhadores, porém, com a realização de atividades monótonas e repetitivas. Já a característica principal do sistema Toyotista é aumentar a produtividade através da flexibilização da produção cuja base é a fabricação no tempo certo (*Just in Time*), ou seja, uma orientação do fluxo de produção “puxada” eliminando vários tipos de perdas, principalmente os tempos que não agregam valor ao produto (tempos “mortos”) gerando uma intensificação do trabalho, já que neste novo sistema os tempos de recuperação são eliminados.

Nesta constante evolução dos processos produtivos e o surgimento de novas técnicas e tecnologias com as alterações dos processos buscando sempre a melhoria da competitividade, foi possível também observar um aumento significativo na ocorrência de doenças osteomusculares relacionadas ao trabalho (LER/Dort).

No Brasil, buscando a redução das doenças do tipo LER/Dort, foi criada através da Portaria n. 3751 (1990) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) a Norma Regulamentadora nº 17 (NR-17) (1978), que estabelece entre outras obrigatoriedades, a realização da Análise Ergonômica no Trabalho (AET) para avaliar a adaptação do

trabalho as características psicofisiológicas dos trabalhadores, sem no entanto especificar quais métodos devam ser utilizados nesta análise, o que originou a elaboração por parte do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) do Manual de Aplicação da Norma Regulamentadora nº17 (2002), que apresenta comentários sobre cada um dos itens da norma, inclusive a AET indicando vários passos a serem seguidos nesta análise (análise da demanda, diagnóstico entre outros) fazendo várias recomendações técnicas, inclusive que "é preciso avaliar o impacto das modificações sobre os trabalhadores, pois, qualquer modificação acarreta alterações das tarefas e atividades..." e sugere no final do manual (pp. 71-87), a utilização da metodologia NIOSH (*National Institute for Occupational Safety and Health*) para a quantificação dos riscos de ocorrência de LER/Dort para o levantamento manual de carga.

Na Europa, já há alguns anos várias metodologias de análise de riscos de LER/Dort tem sido elaboradas, dentre elas vale citar as normas ISO (*International Organization for Standardization*) especialmente a ISO 11228 (partes 1, 2 e 3), que tem sido utilizadas por muitos países como procedimento legal para estabelecer limites quantitativos dos riscos de LER/Dort. Publicada em 15/05/2003, a ISO 11228-1 (2003), assim como o manual da NR-17, determina que o método adequado para avaliação da sobrecarga no processo de levantamento de cargas é a equação de NIOSH, a ISO 11228-2 (2007) publicada em 01/04/2007, estabelece parâmetros para o processo de movimentação de materiais (empurrar e puxar carros de transporte) e a ISO 11228-3 (2007) publicada em 01/04/2007, aborda os métodos de análise de risco osteomuscular, apresentando métodos de avaliação do corpo inteiro e para os membros superiores.

No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) está em fase de elaboração de algumas destas normas, tendo já sido publicada em 14/04/2014, com validade a partir de 14/05/2014, a norma ABNT NBR ISO 11228-3 (2014), cujo objetivo (descrito na norma) é de fornecer "recomendações ergonômicas para tarefas de trabalho repetitivo que envolvem movimentação manual de cargas leves em alta frequência". Ainda, consta na norma que "Ela fornece orientações sobre a identificação e avaliação de fatores de risco comumente associados à movimentação de cargas leves em alta frequência, permitindo, assim, a avaliação dos riscos de doença relacionados a população trabalhadora".

A norma NBR ISO 11228-3 (2014) que trata dos riscos osteomusculares para membros superiores, relaciona os seguintes métodos como aplicáveis para esta finalidade: RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*), *Strain Index*, *Osha Check-list*, HAL / TLV-ACGIH (*Hand Activity Level / Threshold Limit Value-American Conference of Governmental Industrial Hygienists*), *Membro superior expert tool (Upper limb expert tool)*

e OCRA (*Occupational Repetitive Action*). Ressalta-se que esta norma recomenda a metodologia OCRA como a mais adequada para realização de análises da sobrecarga sobre os membros superiores, pois, este método consegue organizar dados de vários fatores de risco reconhecidamente causadores das doenças do sistema osteomuscular. Por esta razão, as recomendações desta norma serão utilizadas para avaliação dos riscos quantitativos de LER/Dort em ambos os processos (Taylorista e Toyotista) envolvidos neste trabalho, sem no entanto ter a pretensão de ser exaustiva por reconhecer a existência de inúmeros outros importantes critérios de avaliação, principalmente as análises qualitativas provenientes da escola francesa, envolvendo a análise ergonômica da atividade.

REVISÃO DA LITERATURA

Vários estudos informam que as doenças osteomusculares surgiram e se desenvolveram ao longo do tempo, devido aos novos métodos e processos produtivos.

Freitas (2008) considera que a primeira Revolução Industrial, ocorrida entre os anos de 1760 e 1830, deu-se fim da então predominante produção artesanal, onde, a vida urbana emergia a partir dos séculos XII e XIII. O homem nessa fase, dominava o ofício e realizava as tarefas manuais da forma que lhe convinha, detendo desta forma o pleno controle sobre os riscos, trabalhando no ritmo mais adequado. Durante a realização do trabalho, a segurança no trabalho estava presente, pois, havia a preocupação com a integridade, principalmente física e com a prevenção dos riscos inerentes às atividades.

No final do século XVIII ocorre o grande impacto nas condições de trabalho, com a enorme necessidade de mão de obra exigida pelas indústrias, há a diminuição do peso do trabalho artesanal. Inicia-se então uma nova forma de organização do trabalho, com base no capital do processo produtivo, nas ferramentas e matérias primas, com o horário de trabalho estabelecido, com a divisão do trabalho dentre outros. A exploração da mão de obra de mulheres e crianças torna-se uma fonte barata e ilimitada de trabalho, porém, desencadeou enorme número de acidentes de trabalho por falta de experiência, equipamento de proteção adequado e condições de trabalho elementares. Os locais de trabalho concentravam uma grande quantidade de trabalhadores, sem que levassem em conta as condições do local, o tipo de produto ou processo de fabricação, nada disso possuía relevância para assegurar as mínimas condições de segurança no trabalho. O desenvolvimento da Revolução Industrial e o crescimento dos acidentes de trabalho são fenômenos paralelos (Freitas, 2008).

Bilbao (1997 como citado em Freitas, 2008, p. 27), enfatiza que “a transformação do processo de trabalho associada à produção industrial, a mobilização em larga escala

de indivíduos e máquinas, foi acompanhada, em escala mais ampla, pelo acidente de trabalho”.

Fayol definiu em 1916 um conjunto de princípios baseados na “divisão do trabalho, autoridade, disciplina, unidade de comando, unidade de direção, subordinação do interesse individual ao bem comum, iniciativa e espírito de equipe”, sendo estes princípios complementados à abordagem de Taylor, porém, voltados à “organização do trabalho e não nas tarefas de produção, como meio de alcançar a eficiência”. Com o modelo Taylorista, foram dados alguns passos importantes visando a segurança dos trabalhadores e da vigilância da saúde. Com os princípios de Fayol, “iriam criar condições para uma intervenção mais estruturada e sistêmica” sobre o ambiente de trabalho. Ele considerava a segurança do trabalho essencial para garantir a proteção dos trabalhadores. As figuras do médico do trabalho e técnico de segurança do trabalho teriam a “missão de diminuir os acidentes de trabalho e as doenças profissionais e, por tal via, aumentar a produtividade.” (Freitas, 2008, pp. 28-32).

O trabalho em linha foi uma das principais características do Taylorismo e segundo Krajewski, Ritzman e Molhotra (2009, p. 109), o processo em linha “situa-se entre os processos em lote e o contínuo”, nesse modelo, os produtos são padronizados e o volume de produção é alto, sendo possível organizar os recursos em torno de um determinado produto.

Trescastro (2005 como citado em Bulhões & Picchi, 2013, p. 163), afirmam que o lote mínimo, ou seja, lote com tamanho reduzido, contribui para reduzir o tempo (*lead time*) que o produto necessita para atravessar as etapas do processo. O fluxo do processo de produção sequencial possui pouca variação e mantém-se um estoque mínimo entre as etapas do processamento, sendo cada etapa executada repetidamente.

Laville (1976 como citado em Silva & Pashoarelli, 2010, p. 23), afirma que Bernard Forest de Bélidor (1693-1761) tentando medir a capacidade de trabalho físico de operários no século XVIII, indicou que os trabalhadores ficam predispostos à doenças quando submetido a alta carga de trabalho, sendo o rendimento melhorado quando há uma melhor organização das tarefas.

Citando as tarefas, Maximiano (2000, pp. 268-269), afirma que são atividades operacionais que podem ser desenvolvidas individualmente ou não, pois, “são as tarefas que permitem a realização das responsabilidades”. As tarefas são atividades “específicas e operacionais”, podendo indicar “atividades intelectuais ou físicas” e “definem ações que consomem tempo e recurso.”

No desenvolvimento de tarefas em equipe, devido diferenças nos tempos das tarefas, podem ocorrer o que chamamos de gargalo, Corrêa e Gianesi (1993 como citado

em Prates & Bandeira, 2011, p. 708), afirmam que gargalo “pode ser compreendido como o recurso mais lento, ou seja, o que apresenta maior morosidade dentro do fluxo.” Para ser considerado gargalo, o recurso deve além de ser o mais lento, possuir uma demanda igual ou maior que a sua capacidade de produção.

Em contrapartida o sistema Toyotista, segundo Bernardo (2009, p. 93), a partir de 1990, há um destaque para a “ideia de mudança no mundo do trabalho”, a noção de flexibilidade se contrapõe aos modelos de gestão rígidos, sendo incorporados “temas como participação, trabalho em equipe e autonomia.” Dessa forma, a flexibilidade se consagra como umas das principais propostas de gestão atualmente.

Blanch-Ribas *et al.* (2003 como citado em Bernardo, 2009, p.95), considera que nos dias atuais há um pressuposto de que “a flexibilização é uma espécie de estágio evolutivo da natureza das organizações produtivas (como a adolescência no ciclo vital dos seres humanos), não cabendo fazer mais nada além de dar-lhe as boas vindas e encaminhá-la positivamente.”

Bernardo (2009, p. 95), afirma que a expressão Toyotismo se deu por esta ter se originado nas fábricas da Toyota no Japão, após a guerra. Em 1980 a Toyota vendeu nos Estados Unidos mais carros do que a General Motors e Ford juntas, a partir daí “as empresas ocidentais voltaram a atenção para os princípios da organização da produção das montadoras japonesas, tentando aplica-los nas suas fábricas.” Mesmo havendo outros modelos considerados flexíveis, o Toyotismo tornou-se um modelo de organização do trabalho industrial seguido por todo o ocidente.

Veltz-Zarifian (1993 como citado em Bernardo, 2009, p. 96), afirma que o Toyotismo vai além da flexibilização da produção, esse sistema também pode ser incorporado na gestão da organização como um todo, nas relações de trabalho. Sistemas como banco de horas, plano de remuneração variável (avaliação de desempenho individual), estão entre as deliberações.

MÉTODOS DE AVALIAÇÃO ERGONÔMICA

Os riscos ergonômicos foram reconhecidos por volta do ano de 1700 pelo médico Bernardino Ramazini (1633-1714), que relacionou inúmeras patologias do sistema músculo-esquelético, relacionando inúmeras profissões diferentes (Putz- Anderson, 1988 como citado em Esteves, 2013, p. 01). Oliveira, Freitas e Másculo (2010) citam como consequência de postos de trabalho não projetados a diminuição da capacidade laboral dos trabalhadores. De acordo com Agahnejad, Leite e Oliveira (2014, p.104), “o aumento do número de lesões causadas por movimentos repetitivos, força excessiva e postura, a ergonomia tornou-se um fator crítico para a segurança no trabalho”.

O quadro é considerado tão crítico que leva Pavani (2007), a enfatizar que o aumento das lesões relacionadas aos membros superiores tornou-se uma preocupação evidente para as organizações empresariais.

Pavani (2007), conclui ainda, que dentre os fatores que afetam as organizações decorrentes das LER/Dort estão: a redução da produtividade e o comprometimento da capacidade produtiva das áreas operacionais.

Conforme dados do ano de 2013, a tabela 31.9 do Ministério da Previdência Social (MPS) que lista os acidentes de trabalho relacionados com os 50 CID's (Classificação Internacional de Doenças) mais incidentes, dentre as doenças osteomusculares relacionadas aos membros superiores, compreendendo entre elas os CID's M75 – Lesões do Ombro, M25 – Outros Transtornos Articulares não Classificados em Outra Parte, M65 – Sinovite e Tenossinovite e M79 – Outros Transtornos dos Tecidos Moles não Classificados em Outra Parte, somaram um total de 5.602 casos. Tal fato apresenta a gravidade das lesões osteomusculares nos membros superiores, tendo em vista que entre os 50 mais incidentes, os quatro tipos acima citados, computam 36,79% do total das doenças registradas com Comunicação de Acidente de Trabalho - CAT, que totalizaram 15.226 casos. Colombini, Occhipinti e Fanti (2008), adaptaram da NIOSH (1997), a tabela de evidências de associação entre os principais fatores de risco ocupacional.

Tabela 1
Fatores de Risco Ocupacional

FATORES DE RISCO OCUPACIONAL				
Partes do Corpo	Fatores de Risco	Forte evidência	Evidência	Evidência Insuficiente
Pescoço / ombros	Repetitividade		X	
	Força		X	
	Postura	X		
	Vibrações			X
Ombros	Repetitividade		X	
	Força			X
	Postura		X	
	Vibrações			X
Mão/punho Síndrome do túnel do carpo	Repetitividade		X	
	Força		X	
	Postura			X
	Vibrações		X	
Mão / punho Tendinite	Combinações	X		
	Repetitividade		X	
	Força		X	
	Postura		X	
	Combinações	X		

Fonte: Colombini, D., Occhipinti, E., & Fanti, M. (2008). Método Ocrá para análise e a prevenção do risco por movimentos repetitivos: manual para a avaliação e a gestão do risco. São Paulo:LTR.

Observando a Tabela 1, é possível evidenciar a presença de fatores como repetitividade, força e vibrações. A combinação destes fatores potencializa o aparecimento da síndrome do túnel do carpo. Neste estudo de caso a doença poderá surgir nos punhos e nas mãos.

Tratando-se ainda de punhos e mãos, a aplicação de força e a manutenção de posturas inadequadas, apresentam fortes evidências na contribuição para o desenvolvimento de tendinites.

Com isso, podemos observar que estes fatores precisam ser minuciosamente analisados no local de trabalho, de modo a possibilitar a proteção do trabalhador, porém, e neste contexto, muitas organizações buscam a melhoria de seus processos, de modo que as tarefas que exigem esforço repetitivo, aplicação de força e adoção de posturas inadequadas sejam eliminadas ou reduzidas.

Vergara, Borba, Kobayashi e Holler (2012), afirmam que ao otimizarem os processos produtivos relacionados à eficiência e produtividade, as empresas não levam em conta os aspectos ergonômicos. Oliveira et. al. (2010) relaciona que vários problemas ergonômicos, principalmente os de ordem física tem como causa a repetitividade de um trabalho.

Já Almeida (2008 como citado em Vergara *et al.* 2012, p. 04) cita que, “para que a produtividade seja aumentada de maneira consciente, deve-se atentar para a ergonomia dos postos e atividades dos operadores”.

Colombini *et al.* (2008), enfatiza a necessidade de avaliação e quantificação da sobrecarga biomecânica nos membros superiores devido a movimentos repetitivos.

Vergara *et al.* (2012), afirma que as ferramentas ergonômicas podem ser utilizadas para diminuir os riscos relativos à fadiga do operador e melhoria das condições de trabalho. Esta afirmação é complementada por Esteves (2013), que cita a existência de muitas ferramentas para a análise dos riscos ergonômicos, e que devem ser observados critérios para estabelecimentos das ferramentas a serem utilizadas.

Buckle e Devereux, (1999 como citado em Esteves, 2013, p. 16) afirmam que através da análise da amplitude, intensidades, duração ou repetição da exposição é possível analisar o trabalho de forma a caracterizar os fatores de risco, bem como a dose de exposição ao risco.

Segundo Pavani (2006 citado em Pavani, 2007, p.69), o desempenho ergonômico pode ser medido através de instrumentos de avaliação de riscos que possam através de critérios técnico-científicos direcionarem os investimentos, podendo auxiliar os gestores a alcançarem seus objetivos reduzindo a margem de erro. Porém, Pavani (2007) afirma que apesar da NR-17 (1990) estabelecer a necessidade de avaliação das adaptações das

condições de trabalho, a mesma não sugere as metodologias necessárias para tal avaliação, e nem mesmo estabelece limites de exposição.

Assunção e Vilela (2009 como citado em Takahashi, Pizzi & Diniz, 2010, pp. 363-364), afirmam que as LER/Dort são doenças ocupacionais comuns nos trabalhadores cujos membros superiores são bastante exigidos, possui relação direta com as condições de trabalho. Nos países industrializados as LER/Dort são as principais causas de afastamentos do trabalho por doenças ocupacionais. A organização do trabalho é responsável pelo “desequilíbrio entre as exigências da tarefa e as capacidades funcionais individuais”.

Cabe citar que dentre os fatores que sinalizam a possível exposição ao risco estão: a repetitividade, uso de força, posturas inadequadas e impactos repetidos, tal afirmação é corroborada por Fredrikson (2000 como citado em Guimarães & Azevedo, 2013, p. 481), afirmando que em meio industrial, “as lesões musculoesqueléticas relacionadas ao trabalho são patologias muito frequentes”, principalmente se os colaboradores estiverem “expostos a fatores de riscos como, por exemplo, posturas extremas, repetitividade gestual, aplicação de força com a mão ou dedos e a exposição a vibrações”.

Assunção e Vilela (2009 como citado em Takahashi *et al.* 2010, p. 364), afirmam que as LER/Dort são causadas por “fatores de riscos físicos e biomecânicos como: a força e os esforços físicos realizados, a repetitividade dos gestos e movimentos, as posições extremas e as vibrações de máquinas e equipamentos.” Os diversos fatores patogênicos gerados, podem ser atenuados com a redução da “amplitude, da frequência e da duração da exposição, contribuindo para a diminuição da incidência e da gravidade da doença”.

Conforme NBR ISO 11228-3 (2014) as doenças oestomusculares podem ter como causa a movimentação manual de cargas leves com alta frequência de movimentos (repetitividade), envolvendo os outros fatores já citados (força, esforços físicos, posições extremas, vibrações, entre outros), perante este quadro a referida norma cita a necessidade de aplicação de métodos de avaliação ergonômica baseados em evidências cientificamente comprovadas. Observando esta carência a ISO 11228-3 (2014) reuniu uma coletânea de métodos que atendem essas necessidades, partindo da premissa de avaliar a exposição ao risco de desenvolvimento de LER/Dort.

Dentre os métodos que possibilitam a avaliação dos riscos ergonômicos envolvendo membros superiores estão: RULA, *Strain Index*, *Osha Check-list*, HAL / TLV ACGIH, Membro superior *expert tool* (*Upper limb expert tool*) e OCRA.

De acordo com Colombini *et al.* (2008) a ferramenta RULA – *Rapid Upper-Limb Assessment*, é uma forma rápida para a análise de sobrecarga no pescoço e membros superiores de uma atividade, no entanto, é considerado um método superficial para uma análise completa, sendo então necessário, a aplicação de outros métodos de avaliação, para que possa se aprofundar no problema. De acordo com Esteves (2013), a limitação do método RULA é a de não considerar em sua forma de análise, fatores como: o trabalho contínuo, condições ambientais e psicossociais.

Colombini *et al.* (2008) e Pavani (2007), apresentam a ferramenta *Strain Index*, como uma metodologia que possibilita a avaliação da exposição de trabalhadores ao risco aumentado de desenvolvimento de doenças do sistema musculoesquelético, sendo este considerado um método semi-quantitativo.

De acordo com Silverstein (1997 como citado em Santos, 2009, p. 57), o OSHA *Checklist*, tem por finalidade analisar o risco referente à exposição da repetitividade de ações dos membros superiores, posturas inadequadas, aplicação de força e vibrações. Colombini *et al.* (2008), reconhece a importância da ferramenta, porém, aponta que este método não leva em conta o tempo de recuperação, sendo este, um fator de grande valia na análise onde há trabalho com movimentos repetitivos.

Conforme a NBR ISO 11228-3, o método HAL/TLV ACGIH se aplica às tarefas manuais individuais com durações superiores a 4 horas por turno, levando em consideração a força e frequência das tarefas realizadas. De acordo com Colombini *et al.* (2008) a desvantagem deste método é por somente atender atividades com tempo de duração superiores a 4 horas, e não considerar tempo de recuperação dentro do ciclo.

O método *Upper limb expert tool*, é uma ferramenta de avaliação que tem por finalidade a avaliação de fatores como a frequência de ações, força, posturas e a duração da exposição aos fatores, de modo à determinar a “carga” de trabalho. (Colombini *et al.*, 2008).

A Norma NBR ISO 11228-3 (2014, p. 11), cita que, “para uma avaliação de risco detalhada, OCRA (*occupational repetitive action*) é o método preferido”, pois, trata-se da “proporção entre o número de ações técnicas reais realizadas durante um turno de trabalho e o número de ações técnicas de referência para cada membro superior”.

Oliveira *et al.* (2010) e Pavani (2007) apresentam a mesma conclusão em relação à melhor metodologia para análise dos riscos relacionados à repetitividade de uma atividade, tal fato é observado quando Oliveira *et al.* (2010) conclui que o método OCRA é uma metodologia de grande valia para mensuração dos riscos de uma atividade relacionadas com a repetitividade e Pavani (2007), também afirma que o método OCRA é

o mais indicado para a avaliação dos riscos associados as tarefas com repetitividade de movimentos dos membros superiores.

Colombini *et al.* (2008), realizou estudo, chegando a definição de repetitividade como sendo ciclos de trabalho com duração inferior a 30 segundos, ou quando os gestos repetidos dentro de um mesmo ciclo ocupam mais que 50% do tempo das atividades.

Segundo Maximiano (2000), um ciclo é basicamente o tempo decorrente entre o início e o fim de qualquer operação, ou seja, é o tempo que decorre entre o pedido e o produto ou serviço ser entregue ou fornecido. Quanto maior o ciclo, maior será a espera de outras fases do mesmo processo, gerando mais despesas, demora e cliente insatisfeito.

Segundo Dejours (1992 como citado em Pavani, 2007, p. 57), “os tempos mortos” retirados por Taylor do processo de trabalho, aumentam o ritmo e a repetitividade no trabalho retirando também os tempos de recuperação psíquicas que os trabalhadores possuem para garantir a sanidade mental.

A repetitividade das ações do trabalho é de tanta relevância que Oliveira *et al.* (2010), afirma que a análise da repetitividade no trabalho é um fator de grande importância na prevenção das LER/Dort. Oliveira *et al.* (2010), afirma ainda que, vários problemas ergonômicos podem ser gerados devido a repetitividade de uma atividade.

Colombini *et al.* (2008, p. 86) enfatiza que “A repetitividade é a condição de maior importância, tanto que as síndromes em questão foram frequentemente definidas por meio deste elemento (*repetitive Strain Injuries*)”.

Contudo, um fator de grande importância relacionado com a repetitividade e que não pode ser deixado de lado é a frequência de ações por unidade de tempo. De acordo com o explanado por Colombini *et al.* (2008) este fator é de extrema importância, uma vez que podem existir ciclos de trabalho longos, porém, com alta frequência de ações dentro do ciclo. Esta situação é comum quando da ocorrência de trabalhos em ilhas, nas quais o trabalhador muitas vezes tem que realizar todo o trabalho envolvendo um produto.

De acordo com Beek e Hermans (2000 como citado em Santos, 2009, p. 19) as LME – lesões músculoesqueléticas (conhecidas no Brasil como LER/Dort), podem ocorrer onde existam trabalhos com força reduzida, portanto, há necessidade da observação da frequência de exposição.

Considerando o fator força, Nogales e Arrúe (2003 como citado em Santos, 2009, p.15) relacionaram este fator está relacionado à algumas doenças osteomusculares dos membros superiores como : síndrome do túnel do carpo, tendinite de mão-pulso, patologias relacionadas ao pescoço, ombro e cotovelos. A NBR ISO 11228-3 define força como “esforço físico do operador necessário para executar a tarefa”.

De acordo com Esteves (2013) é possível identificar a presença de força na execução de tarefas com carga mecânica no sistema músculo-esquelético como em tarefas de levantar, transportar, empurrar, puxar e utilização de ferramentas. Ainda segundo Esteves (2013) quando a aplicação de força está associado à realização de movimentos repetitivos, esta acentua os riscos de ambos fatores.

Conforme descrito na NBR ISO 11228-3, os fatores vibração e força de impactos são negativas, pois, exigem do trabalhador aumento de força ao segurar os objetos ou ferramentas, sendo que as forças aplicadas durante uma atividade podendo ser classificadas como externas (força aplicada), ou forças internas (tensões nos tecidos) (Colombini *et al.*, 2008).

De acordo com Colombini *et al.* (2008) “a quantificação de força utilizada, em contextos reais de aplicação, apresenta-se como problemática”.

Considerando a dificuldade prática de mensuração da quantidade de força aplicada, por exemplo, ao utilizar uma chave de fenda, a Escala de Borg, possibilita o cálculo da força aplicada num determinado segmento do corpo. A Escala de Borg possui variação de 0 a 10, onde, o valor zero representa a ausência de força e 10 sendo a aplicação máxima de força. Na prática, outro fator que está contemplado para a utilização da Escala de Borg, é o percentual de ocupação da aplicação da força durante o ciclo (Colombini *et al.*, 2008).

Além, dos fatores citados, a metodologia OCRA também aborda a adoção de posturas inadequadas, podendo elas serem estáticas ou dinâmicas.

Segundo Grandjean (2004 como citado em Pavani, 2007, p.72), as posturas estáticas favorecem a fadiga muscular, podendo evoluir para um processo de lesão.

De acordo com Colombini *et al.* (2008, p. 114), “há suficiente consenso em se definir potencialmente prejudiciais as posturas e os movimentos extremos de cada articulação(ainda que não extremas) mantidas por muito tempo”.

Para a análise dos membros superiores, deve-se levar em consideração a frequência e a duração dos movimentos dos braços em relação aos ombros, movimentos dos cotovelos, movimentos de extensão – flexão, desvio radial-ulnar dos punhos e atividades de preensão das mãos. (Colombini *et al.*, 2008).

Muitas atividades também apresentam além das variáveis citadas, a ausência de recuperação dentro do ciclo da atividade. Colombini *et al.* (2008, p. 133) define “período de recuperação é aquele em que há uma substancial inatividade de um ou mais grupos mio-tendíneos anteriormente envolvidos na execução das ações de trabalho”.

Porém, este tempo de recuperação muitas vezes não existe dentro da tarefa, isso foi constatado por Nunes (2005 como citado por Esteves, 2013, p. 1) que cita a pressão

por produtividade e metas como causa para redução ao mínimo da possibilidade de tempos de recuperação da fadiga e descanso durante a jornada de trabalho.

Essa ausência de tempo de recuperação expõe o trabalhador a riscos do desenvolvimento de doenças osteomusculares, e de acordo com Pavani (2007), as LER/Dort são geradas através de uma combinação da sobrecarga do sistema osteomuscular sem que haja tempo para que o trabalhador possa se recuperar.

De acordo com Colombini *et al.* (2008), os tempos de recuperação podem ocorrer de três formas: a) em momentos que não há realização de atividades, como por exemplo, horário de almoço, b) na execução de tarefas que não exijam a utilização dos mesmos grupos musculares que executam os movimentos repetitivos, por exemplo tarefas de controle visual, c) em momentos dentro do ciclo de trabalho em que o trabalhador não está executando sua atividade, por um motivo qualquer, por exemplo devido espera de materiais, ou aguardando uma fase de produção anterior para dar sequencia no processo.

Colombini *et al.* (2008), apresenta fatores complementares aos descritos anteriormente, que influenciam diretamente nas condições de trabalho e na possibilidade do desenvolvimento de doenças osteomusculares dos membros superiores, dentre os fatores podemos citar a utilização de instrumentos vibratórios, compressões sofridas pelos membros superiores por ferramentas ou postos de trabalho, exigência de trabalho com extrema precisão, exposição a temperaturas ou contato com superfícies muito frias, uso de luvas, manipulação de objetos escorregadios, execução de movimentos bruscos, solavancos e/ou contragolpes.

Como citado anteriormente, a metodologia OCRA atende à avaliação de todas estas variáveis, sendo considerado o método mais adequado para avaliação da exposição aos riscos do desenvolvimento de doenças osteomusculares dos membros superiores.

MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

O presente estudo foi realizado em uma empresa especializada na fabricação de equipamentos elétricos, na área de produção de chapas para alisamento de cabelo (popularmente chamada “chapinha”).

Com objetivo de melhoria da produtividade no setor, a empresa, através da aplicação do desenvolvimento de estudos, realizou alterações em seu processo de fabricação.

O processo realizado anteriormente caracterizava-se como tipicamente Taylorista, (produção sequencial), onde, a fabricação do produto é subdivida em tarefas e desta forma o trabalhador realiza movimentos em ciclos curtos e repetitivos, tendo em vista que

as ações técnicas os movimentos são sempre as mesmas em cada tarefa realizada, tornando o trabalho monótono e repetitivo.

O produto é produzido em 14 postos de trabalho dispostos em uma bancada cuja produção é sequencial, onde cada trabalhador executa a atividade utilizando os membros superiores e passa para o trabalhador seguinte, porém, para este estudo o último posto (14) não será considerado na avaliação, uma vez que nesta atividade é realizado o fechamento e colocação da caixa “master”, ou seja, caixa grande com seis caixas individuais dentro, considerando seu peso é configurado como transporte manual de cargas, devendo para este estudo ergonômico, a aplicação do método NIOSH, que não será alvo deste estudo.

Na Figura 1 podemos observar os tempos de produção, em segundos de cada um dos 13 postos analisados, sendo que o tempo total deste processo é de 5 minutos e 38 segundos ou 338 segundos.

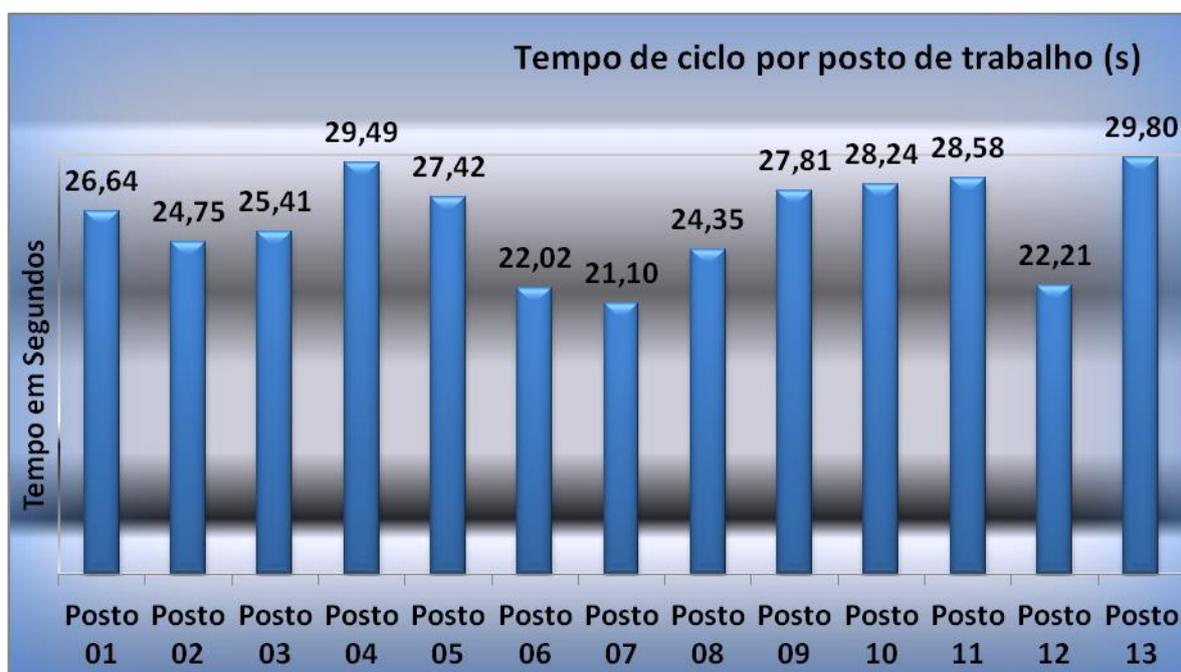


Figura 1. Tempo de ciclo por posto de trabalho

Fonte: Elaborado pelos autores

Analisando a Figura 1, é possível observar que os postos de trabalho possuem tempos diferentes para a realização das tarefas, gerando tempos mortos, em algumas tarefas em relação às outras, o que determina que as tarefas com tempo maior gerem gargalos na produção.

Outro fator observado é que são necessários 13 profissionais para a fabricação do produto, e considerando a existência de lotes mínimos de produção, reduz-se a possibilidade de confecção de uma variedade maior de produtos, sendo necessário também altos estoques de matéria-prima para atendimento a todos os modelos comercializados pela empresa.

A modificação do processo teve como objetivo adotar o modelo Toyotista, no qual o trabalho executado é realizado em células de produção, também conhecidas como “ilhas de produção” sendo composto por 4 (quatro) trabalhadores em cada ilha, onde, cada trabalhador executa várias tarefas com ações técnicas diferenciadas.

Neste novo processo, cada trabalhador realiza todas as fases de fabricação do produto, eliminando o tempo ocioso, que no modelo Toyotista é chamado de tempos mortos ou tempos que não agregam valor ao produto.

Cada ilha de produção está dividida em quatro postos de trabalho, que juntos completam um ciclo. Este novo ciclo de trabalho apresenta um tempo de 5 minutos e 16 segundos.

Outro fator que difere os dois métodos de produção é que no método tipicamente Taylorista, cada trabalhador ocupa um posto de trabalho, o qual é dotado apenas com as ferramentas necessárias para o uso em cada ciclo de trabalho, passando o produto de posto para posto. Já no método tipicamente Toyotista, as bancadas de produção são dotadas de todas as ferramentas necessárias e os trabalhadores acompanham a fabricação do produto em todos os postos de trabalho.

Este novo método de trabalho possibilita a fabricação de uma maior variedade de produtos, reduzindo o estoque, uma vez que cada trabalhador de cada ilha pode produzir produtos diferentes.

Perante o exposto, é possível observar que o processo Toyotista apresenta benefícios tanto em termos de produtividade quanto monotonia e produtividade, quando comparado com o processo Taylorista, porém, o critério adotado para mudança deste processo foi somente o fator produtividade, desconsiderando-se o risco no desenvolvimento de LER/Dort em membros superiores nos trabalhadores envolvidos nos dois processos de produção. Surge então a partir daí, a necessidade desta análise para que haja a comparação entre ambos os processos, a fim de se avaliar o impacto ergonômico desta mudança.

Se por um lado o modelo Toyotista traz benefícios de produtividade, eliminação de monotonia e repetitividade, por outro lado a eliminação dos tempos mortos (ociosos) eliminam também as micro pausas e os tempos de recuperação aumentando a intensificação do trabalho o que provoca a necessidade de quantificar o risco de LER/Dort envolvido nos dois processos.

No processo Taylorista, os ciclos de trabalhos são curtos, caracterizando-se pela repetitividade dos movimentos, já no processo Toyotista, os ciclos são maiores, porém, é extremamente necessário a avaliação da frequência de ações por ciclo.

Conforme citado no referencial teórico, OCRA é a metodologia mais indicada para este tipo de análise. Desta forma cada um dos sistemas de produção foram analisados chegando aos seguintes resultados por posto:

Tabela 2
Análise dos postos de trabalho – sistema Taylorista

ANALISE DOS POSTOS DE TRABALHO – SISTEMA TAYLORISTA

VARIÁVEIS		Tempo Líquido de Trabalho	Tempo de Ciclo	Recuperação	Frequência	Força	Ombro	Cotovelo	Punho	Dedos	Estereotipia	Complementares	Pontuação Intrínseca	Fator de Multiplicação	Pontuação Real	Risco
Posto 1	Dir.	510	26,6	4	3	0	1	0	0	0	0	1	9	1,5	13,5	Risco Leve
	Esq.				1	0	1	2	0	0	0	1	8	1,5	12	
Posto 2	Dir.	510	24,8	4	1	0	0	0	0	4	0	1	10	1,5	15	Risco Médio
	Esq.				0	0	0	0	0	4	0	1	9	1,5	13,5	
Posto 3	Dir.	510	25,4	4	1	0	1	0	0	4	0	1	10	1,5	15	Risco Médio
	Esq.				0	0	0	0	0	4	0	1	9	1,5	13,5	
Posto 4	Dir.	510	29,5	4	6	0	1	0	0	2	0	1	13	1,5	19,5	Risco Médio
	Esq.				2,5	0	1	0	0	2	1,5	1	11	1,5	16,5	
Posto 5	Dir.	510	27,4	4	4	0	1	2	0	2	0	1	11	1,5	16,5	Risco Médio
	Esq.				3	0	1	0	0	0	0	1	9	1,5	13,5	
Posto 6	Dir.	510	22	4	10	0	1	2	0	0	0	1	17	1,5	25,5	Risco Elevado
	Esq.				10	2	1	0	0	2	0	1	19	1,5	28,5	
Posto 7	Dir.	510	21,1	4	10	0	1	2	0	0	0	1	17	1,5	25,5	Risco Elevado
	Esq.				10	2	1	0	0	2	0	1	19	1,5	28,5	
Posto 8	Dir.	510	24,4	4	10	0	1	0	0	0	0	1	17	1,5	25,5	Risco Elevado
	Esq.				10	0	1	0	0	0	0	1	16	1,5	24	
Posto 9	Dir.	510	27,8	4	8	1	1	1	0	0	0	1	15	1,5	22,5	Risco Médio
	Esq.				1	0	1	0	0	0	0	1	7	1,5	10,5	
Posto 10	Dir.	510	28,2	4	4	1	1	1	0	0	0	1	11	1,5	16,5	Risco Médio
	Esq.				1	0	1	0	0	0	0	1	7	1,5	10,5	
Posto 11	Dir.	510	28,6	4	6	0	1	0	0	0	0	1	12	1,5	18	Risco Médio
	Esq.				4	0	1	0	0	0	0	1	10	1,5	15	
Posto 12	Dir.	510	22,2	4	3	0	1	0	0	0	0	1	9	1,5	13,5	Risco Leve
	Esq.				0	0	1	0	0	0	0	1	6	1,5	9	
Posto 13	Dir.	510	29,8	4	3	0	1	0	0	0	0	1	9	1,5	13,5	Risco Leve
	Esq.				3	0	1	0	0	0	0	1	9	1,5	13,5	

Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 3

Análise do método de produção – Sistema Toyota

ANÁLISE DO MÉTODO DE PRODUÇÃO – SISTEMA TOYOTA

VARIÁVEIS		Tempo Líquido de Trabalho	Tempo de Ciclo	Recuperação	Frequência	Força	Ombro	Cotovelo	Punho	Dedos	Estereotipia	Complementares	Pontuação Intrínseca	Fator de Multiplicação	Pontuação Real	Risco
Atividade	Dir.	510	316	4	6	0	1	0	0	0	0	0	11	1,5	16,4	Risco
	Esq.				4	0	1	0	0	0	0	0	9	1,5	13,5	Médio

Fonte: Elaborado pelos autores

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para análise do risco de LER/Dort nos membros superiores, foi utilizada a metodologia de análise OCRA, considerando ser uma das metodologias indicadas pela NBR ISO 11228-3.

Para a elaboração da Tabela 2, dentre os principais fatores contribuintes para o aparecimento de LER/Dort foram analisados: repetitividade, posturas inadequadas, frequência dos movimentos, força e fatores complementares.

A primeira situação analisada foi o processo de trabalho tipicamente Taylorista, onde o produto passava de posto a posto até o momento que estivesse pronto para ser entregue ao consumidor final.

Foram analisados 13 (treze) postos que faziam parte da mesma linha de produção, aplicando metodologia de análise OCRA. O tempo do trabalho é de 600 minutos, sendo que, o tempo efetivo, (que o trabalhador realmente está atuando) é de 590 minutos, considerando que existem 05 (cinco) minutos no horário da entrada para que os trabalhadores organizem os materiais nos postos de trabalho e mais 05 (cinco) minutos no final do turno para que os trabalhadores organizem e realizem a limpeza dos postos de trabalho.

Existem 03 pausas oficiais, sendo de 60 minutos para almoço, 10 minutos para descanso no período da manhã e mais 10 minutos para descanso no período da tarde. Este fato gera uma pontuação comum aos postos de trabalho, pois, todos estão sujeitos à

mesma quantidade de pausas dentro da jornada de trabalho. Por fim, o tempo real de produção ou tempo líquido de trabalho repetitivo é de 510 minutos.

Os tempos de ciclo foram descritos em segundos e variam de acordo com a atividade que é realizada em cada posto. Sendo dependentes do tempo de produção do posto anterior.

Após a quantificação dos itens que compõem a metodologia OCRA, faz-se a avaliação do risco com a tabela de índice do check-list OCRA, no qual os valores até 7,5 são considerados riscos aceitáveis, os índices entre 7,6 e 11 são considerados como risco muito leves, os índices entre 11,1 e 14,0 são considerados risco leve, os índices entre 14,1 e 22,5 são considerados risco médio e por fim os índices acima de 22,6 são considerados risco elevado, necessitando de intervenção urgente.

Dentre os 13 (treze) postos analisados 03 (três) estão classificados na área como risco leve, ou seja, indica leve exposição ao risco de desenvolvimento de LER/Dort.

Dentre os 10 (dez) postos de trabalho restantes, 07 (sete) foram classificados como risco médio, ou seja, indica uma probabilidade muito maior para o aparecimento de LER/Dort do que o índice anterior. Cabe ressaltar que o posto 09 classificado com risco médio, apresenta pontuação próxima a faixa de risco elevada, ou seja, apesar de ser classificado como risco médio, apresenta alto risco ao trabalhador para o desenvolvimento de LER/Dort. Por fim os 03 (três) postos restantes estão classificados como risco elevado, apresenta altíssimo risco para ao trabalhador para o desenvolvimento de LER/Dort. Alguns dos fatores que foram observados e que fizeram jus às pontuações adotadas são as indicadas nas Figuras 2 e 3.

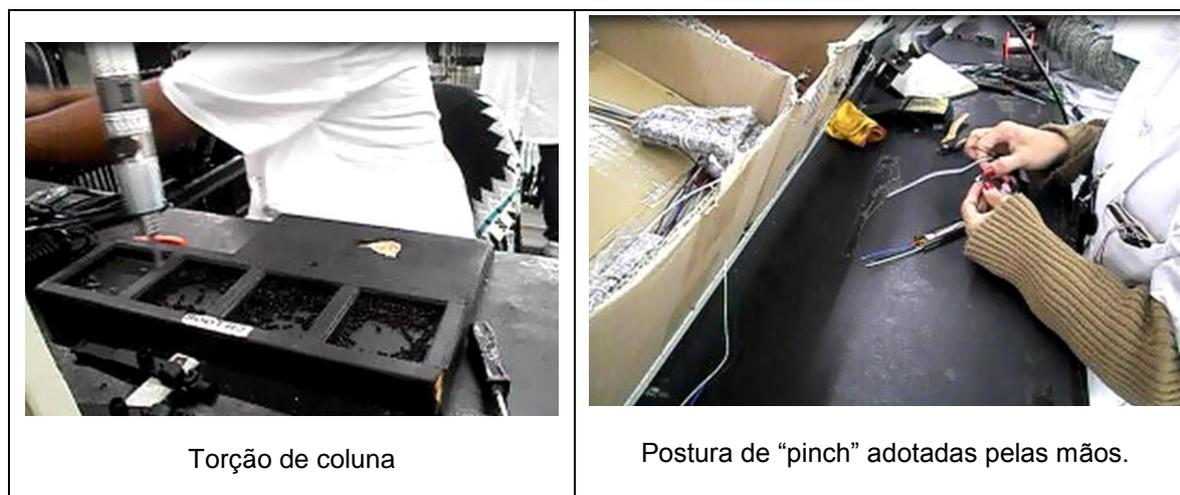


Figura 2. Avaliação dos postos de trabalho

Fonte: Elaborado pelos autores

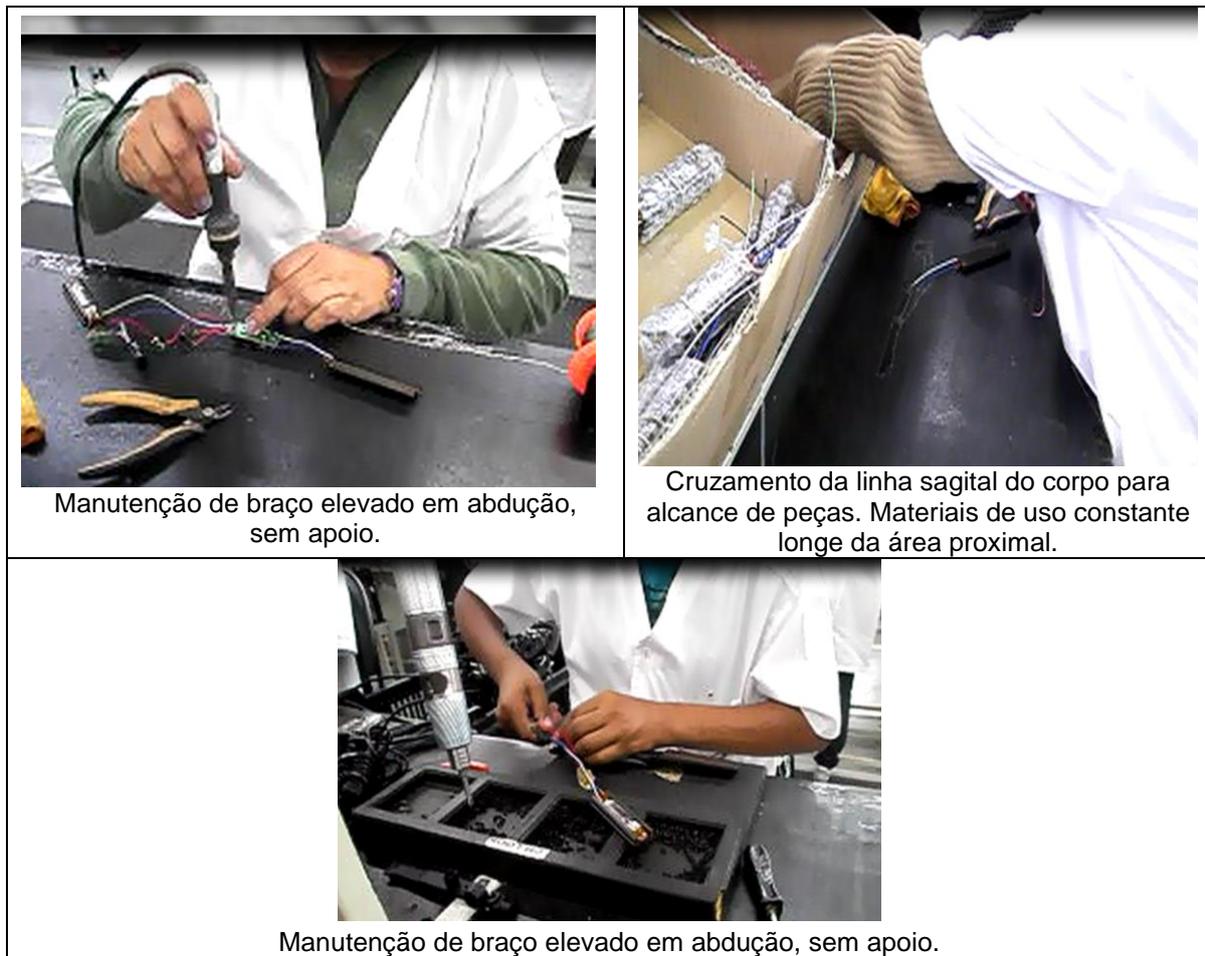


Figura 3. Avaliação dos postos de trabalho

Fonte: Elaborado pelos autores

A análise realizada através do processo tipicamente Toyotista, apresentou-se como risco médio, ou seja, apresenta a probabilidade de aparecimento de doença aos trabalhadores. Cabe ressaltar que este processo é composto por um tempo maior de ciclo, e com isso, movimentos e posturas inadequadas, ainda que assumidas durante a realização das atividades, são dissipadas em todo o ciclo de trabalho.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados obtidos através da metodologia de análise OCRA, nos apresentaram resultados que devem ser melhores discutidos. Observa-se que ambos os processos apresentam aos trabalhadores, riscos que possam gerar adoecimento devido a movimentos repetitivos, adoção de posturas inadequadas, força e utilização de ferramentas. Porém, alguns pontos devem ser alvo de detalhamento.

Considerando o tempo de trabalho nesta unidade, que é de 44 horas semanais, e ainda o processo de compensação de horas, faz com que os trabalhadores fiquem sujeitos a 10 (dez) horas diárias de trabalho, sendo garantido 01 (uma) hora para o almoço, fazendo com que o tempo líquido de trabalho repetitivo seja maior, ou seja, os

trabalhadores ficam durante maior período exposto ao risco de desenvolvimento de LER/Dort.

O tempo líquido de trabalho repetitivo influencia diretamente no risco de desenvolvimento de LER/Dort, pois, existe o fator de multiplicação que representa a relação do período em que o trabalhador esteve exposto diariamente ao risco. Para tempo líquido de trabalho repetitivo até 480 minutos diários, o fator de multiplicação máximo é igual a 1 (hum), ou seja, a pontuação real seria no máximo igual a pontuação intrínseca, o que faria a manutenção de ambos os processos (Taylorista, Toytista) com pontuações reais menores.

No estudo assumido, aplica-se o fator de multiplicação de 1,5 ao tempo de trabalho repetitivo, pois, esse tempo está acima de 480 minutos diários, fato este que eleva a exposição dos trabalhadores em 50%, ao risco de desenvolvimento de LER/Dort.

Outro fator que apresenta influência significativa e direta na obtenção da pontuação real é o tempo de recuperação. Considerando a existência de duas pausas de 10 minutos cada e mais uma pausa de 60 minutos para almoço, classifica como 4 o índice de recuperação, portanto, a adoção de mais uma pausa seria de grande valia para melhoria real dos índices de exposição dos trabalhadores ao risco de desenvolvimento de LER/Dort.

O processo tipicamente taylorista (linha de produção), apresentou 10 (dez) postos de trabalho com pontuação entre o risco médio e o risco elevado, sendo que destes, 3 estão enquadrados no risco elevado, representando real possibilidade de desenvolvimento das LER/Dort.

Já no processo tipicamente Toyotista (células de produção), o índice global do risco do ciclo foi configurado com médio. Desta forma podemos observar primeiramente que houve uma equalização dos riscos apresentados nos postos de trabalho, reduzindo a possibilidade de ocorrência de LER/Dort nos trabalhadores dos postos 6, 7 e 8 (considerados como risco elevado).

Outro ponto a ser observado é que no estudo do processo em célula (Toyotista), quando os membros superiores esquerdo e direito são analisados separadamente, a pontuação real do membro superior esquerdo é de 13,5, ou seja, risco leve. Se comparado com o processo Taylorista, o membro superior esquerdo tem pontuação igual ou superior ao risco médio em 4 dos 13 postos analisados.

Analisando apenas a mão direita, o processo em célula (Toyotista), obteve uma pontuação real de 16,5 pontos, que o qualificou como risco médio, porém, ao observarmos os postos de trabalho tipicamente Tayloristas, 8 dos 13 postos analisados apresentam pontuação igual ou maior do que o processo Toyotista.

Considerando que o novo processo (Toyotista), apresenta um ciclo de trabalho muito maior do que os ciclos adotados no postos de trabalho individuais (Taylorista), observamos a maior variação de movimentos, sendo que os fatores como força e repetitividade de um mesmo movimento ocorrem com maior espaço de tempo entre si, gerando menor sobrecarga física ao trabalhador.

Os resultados sugerem que ambos os processos poderiam fornecer aos trabalhadores postos de trabalho mais seguros, no que tange os fatores de riscos ergonômicos, apenas com medidas administrativas, entre eles: a reorganização da carga horária de trabalho (de modo que a carga horária máxima seja de 480 minutos por dia) e a adoção de mais uma pausa de aproximadamente 10 minutos durante a jornada de trabalho.

Comparando os dois processos, podemos concluir que o processo Toyotista apresenta fatores pontuais, apresentados anteriormente que o configuram como mais benéfico para o trabalhador, possibilitando menor índice de exposição ao risco de desenvolvimento de LER/Dort.

Cabe ressaltar, que este trabalho não teve por objetivo esgotar as possibilidades de análises relacionadas a este estudo de caso, sendo possível o desenvolvimento de novos estudos, envolvendo os demais fatores ergonômicos do processo, como os riscos ambientais, iluminação, fatores cognitivos e posturas de trabalho (em pé) adotadas.

REFERÊNCIAS

- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2014). NBR ISO 11228-3 Ergonomia – Movimentação Manual – Parte 3: Movimentação e cargas leves e alta frequência de repetição. Brasil
- Agahnejad, P., Leite, J. C., & Oliveira, R. C. L. (2014). Análise ergonômica de um posto de trabalho numa linha de produção utilizando o método NIOSH – um estudo de caso no polo industrial de Manaus. *INOVAE – Journal of Engineering and Technology Innovation*. 2(2), 100-118.
- Bernardo, M. H. (2009). Flexibilização do discurso de gestão como estratégia para legitimar o poder empresarial na era do toyotista: uma discussão a partir da vivência de trabalhadores. *12(1)*, 93-109. São Paulo.
- Bulhões, I. R. & Picchi, F. A. (2013). Redução do tamanho do lote em projetos como estratégia de implementação do fluxo contínuos em sistemas pré-fabricados. Porto Alegre,
- Colombini, D., Occhipinti, E., & Fanti, M. (2008). Método Ocra para análise e a prevenção do risco por movimentos repetitivos – manual para a avaliação e a gestão do risco. São Paulo, LTR.

- Esteves, C. A. G. (2013). Lesões músculoesqueléticas relacionadas com o trabalho – uma análise estatística. Dissertação de mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal.
- Guimarães, B.M & Azevedo, L.S (2013). Riscos de distúrbios osteomusculares em punhos de trabalhadores de uma indústria de pescados. *Fisioterapia em Movimento*, 26(3), 481-483.
- Krajewski, L., Ritzman, L. & Malhotra, M. (2009). *Administração da Produção e Operações*. São Paulo: Pearson Prentice Hall.
- Manual de Aplicação da Norma Regulamentadora nº17 (2002). Recuperado em 03 novembro, 2014, de <http://portal.mte.gov.br/geral/manual-de-aplicacao-da-norma-regulamentadora-n-17.htm>
- Másculo, F. S. (2011). *Ergonomia: trabalho adequado e eficiente*. Rio de Janeiro. Elsevier / ABEPRO.
- Maximiano, A. C. A. (2000). *Introdução à Administração*. São Paulo: Saraiva
- Guimarães, B.M & Azevedo, L.S (2013). Riscos de distúrbios osteomusculares em punhos de trabalhadores de uma indústria de pescados. *Fisioterapia em Movimento*, 26(3), 481-483.
- Ministério da Previdência Social. (2013). *AEPS 2013 – Seção IV – Acidentes do Trabalho: Tabelas*. Recuperado em 03 novembro, 2014, de <http://www.previdencia.gov.br/aeaps-2013-secao-iv-acidentes-do-trabalho-tabelas/>
- Ministério do Trabalho e Emprego. (2014). Recuperado em 03 novembro, 2014, de <http://portal.mte.gov.br/portal-mte/>
- Norma Regulamentadora nº 17 – Ergonomia (1978). Redação dada pela Portaria nº. 3.751 de 23 de Novembro de 1990. Recuperado em 03 novembro, 2014, de <http://portal.mte.gov.br/legislacao/normas-regulamentadoras-1.htm>
- Oliveira, R. C., Freitas, T. A. F., & Másculo, F. S. (2010). Análise do grau de risco em postos de trabalho utilizando o método OCRA: Estudo de caso em uma empresa do setor calçadista. *Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, São Carlos, SP, Brasil, 30.
- Pavani, R. A. (2007). *Estudo ergonômico aplicando o método Occupational Repetitive Actions (OCRA): Uma contribuição para a gestão da saúde no trabalho*. Dissertação de mestrado, Centro Universitário SENAC, São Paulo, SP, Brasil
- Portaria n. 3.214 de 08 de Junho de 1978 (1978). *Aprova as Normas Regulamentadoras – NR – do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas a Segurança e Medicina do Trabalho*. Recuperado em 03 novembro, 2014, de <http://portal.mte.gov.br/legislacao/portaria-n-3-214-de-08-06-1978-1.htm>
- Portaria n. 3.751 de 23 de Novembro de 1990 (1990). *Altera a Norma Regulamentadora NR-17, nos termos no ANEXO constante nesta Portaria*. Recuperado em 03

novembro, 2014, de <http://portal.mte.gov.br/legislacao/portaria-n-3-751-de-23-11-1990.htm>

Prates, C. C. & Bandeira, D. L. (2011). Aumento da eficiência por meio do mapeamento do fluxo de produção e aplicação do Índice de Rendimento Operacional Global no processo produtivo de uma empresa de componentes eletrônicos. *Revista Gestão e Produção*, 18(4), 708-718.

Santos, J. M. S. (2009). Desenvolvimento de guia de seleção de métodos para análise do risco de lesões músculo-esqueléticas relacionadas com o trabalho (LMERT). Tese de Mestrado em Engenharia. Universidade do Minho, Braga, Portugal.

Silva, J. C. P, & Paschoarelli, L. C. (2010). A evolução histórica da ergonomia no mundo e seus pioneiros. São Paulo: Cultura Acadêmica.

Freitas, L. C (2008). Manual de segurança e saúde do trabalho. Lisboa: Silabo.

Takahashi, M. A. B. C., Pizzi, C. R & Diniz, E. P. H. (2010). Nutrição e dor: o trabalho das merendeiras nas escolas públicas de Piracicaba – para além do pão com leite. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, São Paulo, 35(122): 362-373.

Vergara, L. G. L., Borba, M., Kobayashi, A. T., & Holler, W. R. (2012). MTM e ergonomia na análise do trabalho de um operador de soldagem de placas eletrônicas de uma empresa de comunicação digital de Florianópolis/SC. *Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, Bento Gonçalves, RS, Brasil, 32.

ANALYSIS ABOUT PROBABILITY OF DEVELOPMENT DISORDERS MUSKOLOSKELETAL ON THE UPPER LIMBS DUE TO CHANGE OF A PROCESS TO MANUFACTURING TYPICALLY TAYLORIST TO TOYOTIST THROUGH THE METODOLOGY OF ANALYSIS OCRA

ABSTRACT

In this article we analyze risks of musculoskeletal disorders (WRULD) on upper limbs of electrical manufacturing workers, due to a change on the system of work, that requests more employees to produce one final product (Taylor system), or for a cell production, where the product assembly is performed by only one worker (Toyotist). To achieve this goal we developed a case which uses OCRA (Occupational Repetitive Action) methodology, that is recommended by ISO 11228-3 to identify which one of these process (Taylorist or Toyotist) have bigger probability to generate (WRULD) on manufacturing workers' upper limbs. The results drive us to say that cell production (Toyotist) has a better ergonomic conditions for workers upper limbs.

Keywords: OCRA; Taylorism; Toyotism; Work Related Upper Limbs Disorders (WRULD); Ergonomics.

ANÁLISIS DE LA PROBABILIDAD DE DESARROLLO DE TRANSTORNOS MUSCULO-ESQUELÉTICOS EM MIEMBROS SUPERIORES DEBIDO A UN CAMBIO DE PROCESO TÍPICAMENTE TAYLORISTA PARA O TOYOTISTA POR MEDIO DE LA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS OCRA

RESUMEN

Este artículo tiene como objetivo analizar los riesgos de trastornos musculoesqueléticos (TME) en los miembros superiores de los trabajadores de la industria de fabricación de equipos eléctricos debido a la evolución de un sistema de trabajo, que requiere de varios trabajadores para ensamblar un producto (sistema típicamente Taylorista) para la producción en la celda donde el montaje del producto se lleva a cabo por un solo trabajador (típicamente Toyotista). Para cumplir con este objetivo se llevó a cabo un estudio de caso en el que se utilizó la metodología OCRA (Occupational Repetitive Acción) que es recomendado por el estándar ISO 11228-3 para identificar cuál dos procesos (o Taylorista Toyotista) tiene la mayor probabilidad de TME en las extremidades superiores de los trabajadores involucrados. Los resultados indican que el sistema de producción en las células (Toyotista), presenta mejores condiciones ergonómicas para la parte superior del cuerpo de los trabajadores.

Palabras clave: Enfermedades OCRA; Taylorismo; Toyotismo; trastornos musculoesqueléticos (TME) en los miembros superiores; Ergonomía