



MIGUEL ÂNGELO D'AGOSTIN⁽¹⁾; JACINTA SIDEGUM RENNER⁽²⁾

(1) Engenharia de Segurança do Trabalho – Unisinos - migdagostin@yahoo.com.br

(2) E – Feevale - jacinta@feevale.br

IMPACTOS DAS FERRAMENTAS DE MANUFATURA ENXUTA NAS CONDIÇÕES ERGONÔMICAS DE TRABALHO: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

RESUMO

Na busca de maior competitividade, as empresas têm investido na aplicação de ferramentas do sistema manufatura enxuta. Porém muitos questionamentos têm sido feitos em relação à aplicação destas ferramentas estarem gerando perdas à condição ergonômica de trabalho. O objetivo deste artigo foi discutir tais questionamentos a partir de uma revisão bibliográfica baseada em publicações sobre o tema nos últimos dois anos (2015/2016). A plataforma de pesquisa utilizada para a busca foi o site da Capes. Como resultado pode-se dizer que não se encontrou evidências sobre perdas nos aspectos ergonômicos após a aplicação das ferramentas de manufatura enxuta. Vale aqui expor que o objetivo das ferramentas enxutas é identificar os problemas existentes e que usualmente as empresas não realizam análises ergonômicas aprofundadas associadas à implantação da manufatura enxuta. Porém, pode-se dizer que a análise ergonômica oportuniza avaliar aspectos do trabalho que não são identificados pelas ferramentas enxutas. Assim, pode-se inferir que as ferramentas focadas em ergonomia e as de manufatura enxuta deveriam ser implantadas concomitantemente, uma vez que se complementam na busca da melhor solução.

Palavras-chave: Ergonomia; Manufatura Enxuta; Ambiente de Trabalho

IMPACT OF THE TOOLS OF LEAN MANUFACTURE IN THE ERGONOMIC CONDITIONS OF WORK: A LITERATURE REVIEW

ABSTRACT

In the searching for greater competitiveness, companies have invested in lean manufacturing tools implementation. However many questions have been asked regarding the application of these tools are generating wastes to the ergonomic working condition. The aim of this article was to discuss such questions based on a theoretical review based on related in the last two years (2015/2016). The search platform used for the search was the Capes website. Findings shows no evidence about wastes regarding ergonomic aspects after the application of lean manufacturing tools. It is relevant to explain the goal of lean tools is to identify existing problems that usually companies do not perform deeply regarding the relation between ergonomic and lean manufacturing. In addition, ergonomic analysis allows to evaluate working aspects not identified only by lean tools. In order to conclude, it can be inferred that tools



focused on ergonomics and lean manufacturing should be implemented concomitantly, since they complement each other in the search for the best solution.

Key-words: Ergonomics; Lean manufacturing; Workplace.

1. INTRODUÇÃO

A produção enxuta foi amplamente adotada não apenas na indústria automobilística, na qual foi implementada pela primeira vez, mas também em outros setores da produção e serviços na indústria mundial (RODRÍGUES, BUYENS, LANDEGHEM, LASIO, 2016). Companhias industriais e de manufaturas tem de serem competitivas quanto aos novos desafios do mercado mundial (ZARE, CROQ, HOSSEIN-ARABI, BRUNET, ROQUELAURE, 2016).

O objetivo da produção enxuta é a diminuição do tempo entre a colocação da ordem e a entrega do produto através da redução dos desperdícios (LIKER, 2004). Companhias tem sempre tentado buscar grandes eficiências e o menor custo em seus processos produtivos (ZARE, CROQ, HOSSEIN-ARABI, BRUNET, ROQUELAURE, 2016). Esses ganhos no desempenho podem ser prejudicados por um efeito negativo sobre as características percebidas do trabalho dos empregados e as atitudes no trabalho. (AREZES, CARVALHO, ALVES, 2015).

O pensamento enxuto está focado na eliminação de perdas (muda), isto é, tudo o que não contribui diretamente para acrescentar valor a um produto, sob a perspectiva das necessidades e exigências dos clientes (AREZES, CARVALHO, ALVES, 2015). Esta abordagem baseia-se em cinco princípios principais: i) criar valor para o cliente; ii) mapear o fluxo de valor; iii) criar fluxo; iv) o cliente puxa a produção, e v) perseguindo a perfeição. (WOMACK, JONES, ROOS, 2004). A ideia principal destas ferramentas é definir um conjunto de princípios e mecanismos para gerar uma sistemática de melhoria no processo buscando atingir a satisfação do cliente e a redução de perdas (ZARE, CROQ, HOSSEIN-ARABI, BRUNET, ROQUELAURE, 2016).

Apesar do claro ganho de produção, algumas das chamadas empresas "enxutas" nem sempre estiveram focadas no bem-estar dos trabalhadores e nas questões



ergonômicas do trabalho, o que também se aplica a algumas das plantas da Toyota, (AREZES, CARVALHO, ALVES, 2015). Embora a maioria dos fabricantes tenha recentemente estabelecido abordagens do sistema de produção como principais procedimentos para produção, o papel da ergonomia tem sido visto mais como a prevenção de distúrbios musculoesqueléticos (MSDs) do que como uma ferramenta para o desenvolvimento de qualidade (ZARE, CROQ, HOSSEIN-ARABI, BRUNET, ROQUELAURE, 2016).

Em termos gerais, as empresas têm o entendimento da necessidade de organizarem o trabalho a partir do uso de metodologias que derivam de alguns modelos de produção que tem se mostrado eficazes no cenário atual de mercado. E neste contexto as ferramentas da manufatura enxuta têm sido amplamente empregadas pelo destaque obtido pela Toyota com seu sistema de produção que foi a base para o desenvolvimento das práticas enxutas.

Na literatura são encontrados muitos estudos sobre a aplicação de práticas de ferramentas da manufatura enxuta que contribuem para um ambiente mais seguro em aspectos de segurança e com ganhos em ergonomia. Também encontramos muitos questionamentos sobre a aplicação destas ferramentas que, em alguns casos, podem gerar problemas ergonômicos.

A prática da Análise Ergonômica do trabalho tem sido motivada, principalmente, pelas fiscalizações e exigências legais (WARTCHOW, 2017). Quando está em foco a produção manufatureira, há que se quebrar esse paradigma, pois o ambiente de manufatura tem um grande contingente de trabalhadores atuando em seus processos. Portanto, ter o foco voltado à saúde e qualidade de vida desses trabalhadores é de extrema relevância, já que a “mão humana” é imprescindível na operacionalização e efetivação da produção.

Referente a implementação de ferramentas enxutas, muitos estudos evidenciam ganhos em produtividade e também em ergonomia. Estudos com ferramentas como o programa 5S, rotatividade no trabalho, treinamento no chão de fábrica entre outras práticas enxutas, após implementadas tem mostrado ganhos em relação à



produtividade, qualidade e segurança do trabalhador. Porém, há estudos questionando que a implementação de sistemas enxutos estaria acarretando em perdas ergonômicas para o trabalhador.

Neste contexto, em que muitos pesquisadores questionam a aplicação das ferramentas do sistema de manufatura enxuta com relação ao conforto do trabalhador, e outros pesquisadores citam que há ganhos com essa ferramenta, se desenvolve este trabalho. O objetivo desse estudo esteve focado em averiguar, a partir de publicações no portal da CAPES, quais os impactos das Ferramentas de Manufatura Enxuta nas condições ergonômicas de trabalho em ambiente industrial.

2. MATERIAIS E METODOS

Este estudo é baseado em dados oriundos da revisão de artigos que foram pesquisados através da plataforma digital de Periódicos da Capes, direcionando a busca de trabalhos desenvolvidos nos últimos dois anos. Para a busca foram utilizadas as palavras chave “Ergonomics”, “Lean Manufacturing” e “Workplace” utilizando o operador booleano “AND”, sendo que a busca esteve focada no período dos últimos dois anos (2015 a dias atuais). Esta busca resultou em 78 artigos dos quais foram selecionados cerca de 30 artigos para análise inicial. Após esta etapa, nova busca foi realizada retirando-se a palavra-chave “Workplace” e mantendo o período relativo a dois anos. Foram encontrados 204 artigos, e após a aplicação do filtro “artigos revisados por pares” restaram 183 artigos. Partindo da necessidade de separar os artigos para obtenção de dados para análise e discussão, foram verificados o tema e o resumo dos artigos das duas pesquisas anteriores, sendo que dessa, resultaram 63 artigos. Foi realizada a impressão dos mesmos e após a leitura do resumo, parcial ou total, 38 artigos foram excluídos seguindo critérios como não estarem relacionados à indústria ou não ter relação direta com o objetivo deste estudo. Dos 25 artigos restantes parte foi utilizado para avaliar a implementação das ferramentas da manufatura enxuta e verificar se houveram ganhos relacionados a segurança do ambiente de trabalho e ganhos em ergonomia. Os demais artigos foram utilizados para embasar a análise deste trabalho.



3. Análise do material bibliográfico

Define-se organização do trabalho como um conjunto de regras e de normas que determinam a maneira de realizar a produção da empresa. A estas regras e normas associam-se no local de trabalho para efetivar o processo produtivo, a mão de obra, as máquinas, instrumentos e matérias primas (MÁSCULO, VIDAL, 2011).

O primeiro modelo formalizado e desenvolvido foi o sistema Taylorista-fordista que teve ampla aplicação pelas empresas. A base desse modelo fundamenta-se em dois elementos: a operacionalização de forma sistêmica da divisão do trabalho a partir dos princípios de Taylor, e a integração do sistema de produção, mediante o emprego da linha de montagem fordista.

A lógica do modelo fordista de produção em massa consistia na completa e consistente intercambiabilidade das peças e na facilidade de ajusta-las entre si (WOMACK, JONES, ROOS, 2004). Em consonância com essa realidade, Henry Ford adotou os princípios científicos de gerenciamento de Taylor para aumentar a produtividade em sua fábrica de automóveis. Estes princípios eram simples e consistiam na divisão das operações em tarefas que qualquer um poderia fazer (WOMACK, JONES, ROOS, 2004).

Corroborando com os pressupostos de Taylor, o produtor em massa utiliza profissionais excessivamente especializados para projetar produtos manufaturados, utilizando máquinas dispendiosas e especializadas em uma única tarefa (WOMACK, JONES, ROOS, 2004). Enquanto o produtor enxuto, em contraposição, combina as vantagens das produções artesanal e em massa, evita os altos custos dessa primeira e a rigidez dessa última. Com essa finalidade, emprega a produção enxuta equipes de trabalhadores multiquificados em todos os níveis da organização, além de máquinas altamente flexíveis e cada vez mais automatizadas, para produzir imensos volumes de produtos de ampla variedade (WOMACK, JONES, ROOS, 2004).



Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

A produção enxuta é assim chamada por utilizar menores quantidades de tudo em comparação com a produção em massa: metade dos esforços dos operários na fábrica, metade do espaço para fabricação, metade do investimento em ferramentas, metade das horas de planejamento para desenvolver novos produtos (WOMACK, JONES, ROOS, 2004). Em termos de aplicação no processo produtivo, muitos autores veem a organização do trabalho no sistema de manufatura enxuta como uma evolução com alguns desvios do sistema taylorista / fordista. A rotação de trabalho e o trabalho em equipe são exemplos desses desvios (WOMACK, JONES, ROOS, 2004).

A base de constituição do Sistema de Manufatura enxuta é o Sistema Toyota de Produção (STP) que está embasado na absoluta eliminação do desperdício. A Toyota enfatiza que as ferramentas do STP são projetadas para destacar e identificar os problemas dentro da organização. O kanban, o fluxo contínuo e o just-in-time, expõem problemas que não seriam vistos sem eles. O mesmo vale para o trabalho padronizado, o 5S e o andon (sistema que permite ao operador parar a linha e impedir que um produto defeituoso passe a frente). A interação entre os sistemas cria padrões dentro da empresa, permitindo assim que ocorra o processo de identificação das condições motivadoras de perdas e não padronizadas.

Em termos conceituais, o termo manufatura enxuta foi utilizado primeiramente por WOMACK em 2004, quando na década de 80 lançou o livro “A Máquina que Mudou o Mundo” que era um estudo sobre a evolução dos sistemas produtivos principalmente sobre o sistema Toyota de produção.

Os princípios do sistema de manufatura enxuta são os mesmos seguidos pelo sistema Toyota de produção, assumindo uma constante preocupação com aspectos ergonômicos do local de trabalho através da eliminação das fontes de tensão físicas e sobrecargas (AREZES, CARVALHO, ALVES, 2015).

Em relação ao sistema de manufatura enxuta, Liker salienta que muitas companhias têm focado muito fortemente em ferramentas como o 5S e Just-in-time, sem entender o sistema enxuto como um sistema completo que deve permear a cultura da organização.



O artigo de AREZES, CARVALHO, ALVES, (2015) traz uma revisão literária do impacto da implantação do sistema de manufatura enxuta sobre o ponto de vista da ergonomia. Na pesquisa realizada são levantados aspectos positivos e negativos sobre a implementação do sistema de manufatura enxuta em relação a aspectos ergonômicos para trabalhador. Os impactos da implementação do sistema de manufatura enxuta são avaliados sobre quatro dimensões: ritmo de trabalho, intensidade e carga; motivação do trabalhador, satisfação e estresse; autonomia e participação; e saúde. No entanto, não se encontra consenso nos dados levantados nesse artigo sobre os impactos da implementação do sistema de manufatura enxuta quanto aos referidos pontos: esforço humano, autonomia dos trabalhadores, risco de transtornos musculoesqueléticos relacionados ao trabalho, enriquecimento do trabalho e engajamento dos trabalhadores. Dessa forma, os autores concluem que: “As desvantagens relatadas de implementações do sistema de manufatura enxuta podem resultar do mal-entendido dos princípios enxutos e possivelmente implementando soluções semelhantes que podem ser eficazes em um contexto de trabalho específico, mas não adequadas para todas as situações possíveis” (AREZES, CARVALHO, ALVES, 2015).

Os aspectos levantados pelos autores: esforço humano, autonomia dos trabalhadores, risco de transtornos musculoesqueléticos relacionados ao trabalho, enriquecimento do trabalho e engajamento dos trabalhadores, podem estar relacionados a incompleta implementação de algumas ferramentas do sistema enxuto. Devemos entender que o nível de implementação das ferramentas está associado a maturidade da empresa para aceitação dessa nova forma de organização do trabalho.

3.1. Padronização do trabalho, trabalho em equipe e andon

A Padronização do trabalho é a fundação da maioria dos sistemas de produção do mundo. Para o Sistema Toyota de Produção (STP) isto é convertido em estabilidade e seus efeitos na redução do índice de absenteísmo (LIKER, 2004). Devido a esta importância a padronização do trabalho está na base do Sistema Toyota de Produção ou Manufatura Enxuta. Para haver melhoria é necessário inicialmente padronizar, estabilizar para então se propor uma nova solução. Nos pilares do STP estão o trabalho



em equipe, o sistema andon e programa de ideias para serem empregados a partir da padronização do trabalho na busca de novos ganhos e solução de problemas.

Em um estudo realizado na General Motors (GM), ROTHSTEIN (2016), é realizada a comparação entre a implementação do sistema de manufatura enxuta em três plantas da GM. Uma em Silao (México) e as outras duas nos Estados Unidos nas cidades Janesville e Artington localizadas respectivamente nos estados de Wisconsin e Texas. As três plantas montam veículos similares.

Implantadas sobre o nome de “Global Manufacturing System” (GMS), a General Motors (GM) tem basicamente implantadas todas as ferramentas chaves do antigo Sistema Toyota de Produção: trabalho padronizado, organização dos trabalhadores em times com o líder de time, sistema andon e programa de ideias para a participação dos funcionários (ROTHSTEIN, 2016).

Nas três plantas são encontradas diferenças nos níveis de implantação do GMS que são oriundas da história de cada unidade. As plantas de Janesville e Artington localizadas nos EUA já passaram por períodos onde quase foram desativadas devido a “downsizing” que aconteceu na estrutura da GM. Estas duas plantas receberam muitas transferências de operadores de outras unidades. Há dados históricos de conflitos com sindicatos locais para concessões sobre regras de trabalho. A implementação do GMS foi uma solução para a estabilidade e padronização do trabalho, porém aspectos culturais e sociais delimitam a maturidade da implementação das ferramentas. Na planta de Silao, a implementação do GMS tem sido bem aceita. Em parte, pelo fato da planta ter um futuro promissor e não haver histórico de conflitos locais com as gerencias e sindicatos. Os trabalhadores são selecionados segundo o perfil: jovens com ensino básico, nenhuma experiência anterior de fábrica ou de sindicato, uma família de apoio e compromissos financeiros que os ligassem ao trabalho.

A *Tabela 1* mostra um resumo sobre as diferenças encontradas nas três plantas quanto a implementação do sistema de manufatura enxuto. Pode se observar a diferença da maturidade das equipes e gerencias na implantação do sistema de manufatura aqui representado pela GMS. As características da implantação da manufatura enxuta nas



plantas da GM, que considerou a maturidade das equipes, foi fator determinante de inclusão desse artigo nessa análise.

Tabela 1 - Comparativo entre três plantas da GM

Aspecto	Planta localizada na Cidade de Silao (México)	Planta localizada na Cidade Janesville (Wisconsin) - EUA	Planta localizada na Cidade Artington - (Texas) - EUA
Trabalho Padronizado	Implementado e bem documentado	Implementado e bem documentado	Implementado e bem documentado
Trabalho em equipe	Equipes de 6 colaboradores sendo um líder	Equipes de 5 colaboradores sendo um líder	Equipes de 6 colaboradores sendo um líder
Trabalho em equipe (aspecto: Rotação do trabalho)	Bem definida. A rotação ocorre durante o turno de trabalho. O operador inicia em uma atividade e durante o turno faz a rotação com os colegas da sua equipe	Não há rotação durante o turno de trabalho e operadores não estão treinados em outros postos. Para mudar de posto o operador deve estar capacitado em um posto de trabalho para então solicitar a rotação para aprender outra atividade. Operador mais antigo busca transferir-se para uma atividade mais leve.	Rotação só ocorre em postos que foram definidas por razões ergonômicas. Não há rotação durante o turno de trabalho e operadores não estão treinados em outros postos. Para mudar de posto o operador deve estar capacitado em um posto de trabalho para então solicitar a rotação para aprender outra atividade. A rotação segue o tempo de caso porém a uma certa cooperação informal entre os operadores quando trocam de atividade
Sistema Andon	Funciona e há cooperação entre os colegas	Não funciona adequadamente	Não funciona adequadamente
Programa de ideias-participação dos funcionários	Tem implementado com incentivo financeiro. Se a ideia é aprovada entra em mural de melhoria Com foto antes e depois), geralmente melhorias relacionadas a qualidade ou movimentações de materiais. Muito utilizada também para melhorias nas atividades do trabalho porém estas são implementadas anualmente.	Tem implementado com incentivo financeiro. Foi a planta que mais distribuiu gratificações em 2005. O programa de ideias implementados com foco principalmente em ideias que tm redução de custos.	O programa existe, porém não funciona adequadamente.

3.2. Programa 5S

Uma ferramenta enxuta que facilita o trabalho em equipe é chamada de 5S, que é um agrupamento de atividades para eliminar desperdícios que contribuem para erros, defeitos e lesões. O 5S tem origem em cinco palavras japonesas que são: Seiri (ordenação), Seiton (conjunto em ordem), Seiso (varredura), Seiketsu (padronizar) e Shitsuke (sustentar) (LIKER 2004).

O programa 5S é considerado o alicerce da segurança, pois mantém tudo organizado, no seu lugar e corretamente rotulado para que todos possam enxergar e entender o padrão. Muitas empresas enxutas transformam o “S” de Segurança no sexto “S”, o que apoia a importante integração de limpeza, organização e segurança (LIKER, HOSEUS, 2009).

Na Tabela 2 é mostrada o comparativo sobre os ganhos e aspectos positivos obtidos com a implementação da ferramenta enxuta 5S. Estes trabalhos foram aplicados em ambiente industrial e mostram de forma prática os ganhos com esta ferramenta. Segue na tabela 2 a apresentação dos resultados obtidos a partir dos artigos analisados.



Tabela 2 - Comparativo sobre ganhos com a implementação do programa 5S

Artigo	Ferramenta enxuta implementada	Tipo de Indústria	Ganhos Verificados	Aspectos Positivos Apresentados
SRINIVASAN, IKUMA, SHAKOURI, NAHMENS, HARVEY, 2016	5S	Linha de montagem	* aumento de produtividade (redução do tempo de ciclo em 16%) * ganho em espaço de área em 18,2% * estoques reduzidos em 36,6%	* melhorou o clima de segurança no local de trabalho * melhorou o trabalho em Equipe * redução de risco usando ferramenta ou maquina quebrada/enferrujada * ambiente de trabalho mais visível e organizado permitindo maior visibilidade aos possíveis riscos ergonomicos
GUPTA, JAIN, 2015	5S	Industria de manufatura	* Reduziu o tempo de busca de ferramentas de 30 min para 5 min por dia	* área de trabalho esta mais visível * retirou materiais desnecesários * melhorou a organização * menos risco de acidente no local de trabalho (Percepção)
FILIP, MARASCU-KLEIN, 2015	5S	Industria de manufatura	NA	* desenvolvimento de um ambiente de trabalho propicio de melhor qualidade * redução das perdas (tempo de espera e de procura) * transparencia e clareza nos fluxos e postos de trabalho * padronização (todos sabem onde encontrar as coisas) * eliminação de erros, enganos e outros problemas visuais * rápida detecção de problemas * trabalho seguro e ergonomico para todos os trabalhadores (Percepção) * melhor qualidade no ambiente de trabalho

Um dos propósitos principais do 5S é preparar o ambiente de trabalho de forma a manter as informações visuais (FILIP, MARASCU-KLEIN, 2015). O método de gerenciamento visual assume que através de uma simples observação, de no máximo 5 minutos, permite enxergar a existência de situação na qual o estabelecimento de um plano de ação rápido permita uma melhoria em todo o processo produtivo (FILIP, MARASCU-KLEIN, 2015).

O programa 5S melhorou o clima de segurança no trabalho juntamente com aumento na produtividade (SRINIVASAN, IKUMA, SHAKOURI, NAHMENS, HARVEY, 2016). Todos os artigos avaliados sobre a implementação do programa 5S, citam ganhos em segurança que podem ser associados a redução de acidentes devido a organização dos materiais. Ganhos ergonômicos também são apresentados como um melhor ambiente de trabalho, organização do ambiente mais visual, alguma melhoria relacionada a troca de equipamento ou inclusão de carrinhos para transporte. Porém sem a devida análise ergonômica do trabalho em específico, fica incompleto o levantamento de



todos os riscos. Portanto, ficam em aberto questionamentos quanto à eficácia da ferramenta na gestão de riscos.

3.3. Análise ergonômica

O termo ergonomia foi usado primeiramente pelo polonês Wojciech Jastrzebowski em 1857. A ergonomia surgiu como uma disciplina científica na década de 1940 como consequência da crescente percepção de que, à medida que o equipamento técnico se tornava cada vez mais complexo, nem todos os benefícios esperados seriam alcançados se as pessoas não conseguissem entender e usar o equipamento ao máximo. Contudo, a ergonomia só adquiriu status de uma disciplina em 1950 com a fundação da Ergonomics Research Society, (IIDA, BUARQUE, 2016).

O objetivo geral da ergonomia é maximizar as capacidades dos trabalhadores e ao mesmo tempo garantir sua segurança, conforto, eficiência e eficácia, (SCHEER, MITAL, 1997). A busca para identificar e eliminar gargalos de produção muitas vezes leva a uma solução ergonômica (BOND, 2016). A literatura tem mostrado que, quando não se considera uma abordagem ergonômica, as disciplinas de gerenciamento da qualidade tendem a não alcançar seus objetivos (ZARE, CROQ, HOSSEIN-ARABI, BRUNET, ROQUELAURE, 2016).

Os fatores humanos devem ser considerados em qualquer estudo ergonômico. Esses fatores são discutidos considerando três domínios de especialização da Ergonomia: Ergonomia Física, Ergonomia Cognitiva e Ergonomia Organizacional (MÁSCULO, VIDAL, 2011). A ergonomia está relacionada com o estudo do tamanho do corpo humano (antropometria), resposta corporal às forças internas e externas (biomecânica), fisiologia do trabalho e do ambiente, resposta comportamental humana ao trabalho, processamento de informação e tomada de decisão (psicologia de habilidades), e a adaptação equipamentos e dispositivos para uso humano. A ergonomia tem como objetivo: eliminar as lesões, minimizar a fadiga e o esforço excessivo, minimizar o absentismo e a rotatividade da mão-de-obra, melhorar a qualidade e a quantidade da produção, minimizar o tempo perdido e os custos associados a lesões e acidentes maximizar a segurança, eficiência, conforto e produtividade. (SCHEER, MITAL, 1997).



Ergonomia diz respeito a adaptação: quaisquer máquinas e sistemas que tenha o ser humano envolvido devem estar adaptados ao usuário, e não o contrário. (MÁSCULO, VIDAL, 2011). A ação ergonômica visará eliminar ou limitar os efeitos indesejáveis afetando o operador ou tarefa. Para tanto, o ergonomista pode buscar transformar as condições internas do agente, por exemplo, formando-o melhor, ou melhorar as condições externas da tarefa, por exemplo modificando o nível de exigência da tarefa, tornando-a mais flexível, aumentando os recursos ambientes etc. (FALZON, 2012)

Em se tratando de ergonomia aplicada ao contexto industrial, em 1994 na fábrica de Motomachi localizada no Japão, a Toyota fez estudos onde determinou o volume de fadiga e estresse causado por movimento e, em seguida resumiu isso por tarefa. E assim pôde falar objetivamente sobre o nível de esforço necessário em cada tarefa. Na Toyota, se níveis inaceitáveis de estresse e fadiga são detectados, a equipe de trabalho submete as atividades ao kaizen, afim de reprojeter tarefas e desenvolver mecanismos simples de auxílio ao operador (WOLMACK, JONES, 2004).

Muitos autores têm mostrado ganhos significativos com a aplicação das ferramentas ergonômicas. A maioria das abordagens do gerenciamento da qualidade foca em métodos e ferramentas para obter vantagens, enquanto aspectos humanos têm sido ignorados ou ganham uma pequena atenção (ZARE, CROQ, HOSSEIN-ARABI, BRUNET, ROQUELAURE, 2016). As ferramentas ergonômicas buscam a performance do trabalhador adequando a máquina, o sistema e/ou o processo ao homem, para então ter o ganho de performance. Esta visão complementa a da manufatura enxuta que busca a eliminação das perdas olhando especificamente o processo produtivo.

O artigo proposto por ZARE, CROQ, HOSSEIN-ARABI, BRUNET, ROQUELAURE (2016) tem por objetivo documentar evidências empíricas em artigos que apoiem a proposição de que a incorporação de uma abordagem ergonômica no sistema de produção de uma empresa teria não só efeitos sobre saúde e prevenção de lesões, como também na qualidade do produto e do processo, reduzindo os erros e os custos da má qualidade do produto. Este artigo traz evidências de ganhos em qualidade, principalmente na indústria automobilística.



4. DISCUSSÕES FINAIS E CONCLUSÕES

Ao finalizar a análise e discussão dos dados, a partir do olhar de diversos autores que versão sobre a temática da manufatura enxuta e os impactos nas condições ergonômicas de trabalho, verificou-se que a padronização auxilia na organização dos processos e que é um meio facilitador para que as operações ocorram com maior agilidade, menos perdas e maior ganho produtivo. Se a padronização decorrente do modelo de produção enxuta estiver associado à implantação dos aspectos ergonômicos no trabalho, existe tendência ao êxito não somente de resultados produtivos, mas também na promoção da saúde e qualidade de vida no trabalho.

A implantação das ferramentas do sistema de manufatura enxuta é influenciada pela cultura da região, da empresa, dos colaboradores o que pode levar também a diferentes níveis de implantação devido a maturidade da empresa. Neste aspecto a análise ergonômica pode ajudar na implantação das ferramentas, pois o objetivo da ergonomia também é a produtividade com a visão sobre as atividades realizadas pelo operador.

A análise ergonômica, assim como o sistema de manufatura enxuta, tem o objetivo de buscar melhorias em processos nos aspectos relacionados à produtividade, qualidade e segurança. A visão da manufatura enxuta está voltada para a melhoria dos processos seguindo o fluxo pelo qual os produtos se deslocam. Já a ergonomia busca a melhoria dos processos visando melhor aproveitamento do trabalhador, respeitando seus limites e potenciais físicos, cognitivos e psicossociais.

Assim estas duas metodologias se complementam e devem ser aplicadas juntas para a convergência da melhor solução dos problemas encontrados nas rotinas de manufatura.

5. AGRADECIMENTOS

Agradeço a professora Doutora Jacinta Sidegum Renner pelo apoio e tempo disponibilizado para a realização deste trabalho. Pela atenção dispensada durante as



orientações que foram cruciais para definir uma linha de raciocínio para a pesquisa que estava sendo proposta.

6. CONTINUAÇÃO DO TRABALHO

Este artigo representa uma breve visão sobre o tema proposto e um passo para entendimento das relações entre as ferramentas de manufatura enxuta e ergonomia. Para a continuação deste trabalho deve-se aprofundar a pesquisa em um maior banco de dados e buscar a aplicação em um estudo de caso.

7. REFERÊNCIAS

- (1) AREZES, P. M.; CARVALHO, J.D.; ALVES, A.C. **Workplace ergonomics in lean production environments: A literature review**. IOS Press. Work 52. Pg. 57-70, 2015.
- (2) BOND, J. **Ergonomics: Take Comfort in Productivity**. Modern Materials Handling. N°26. Pg. 48-53. May, 2016. (mmh.com).
- (3) BABUR, F.; CEVIKCAN, E.; DURMUSOGLU, M.B. **Axiomatic Desing for Lean-oriented Occupational Helth and Safety system: An application in shipbuilding industry**. Computers & Industrial Engineering, N° 100. Pg. 88-109, 2016.
- (4) FALZON, P. **Ergonomia**. São Paulo. Editora Blucher. 2ª reimpressão, 2012.
- (5) FILIP, F.C.; MARASCU-KLEIN, V. **The 5S lean method as a tool of industrial management performances**. Materials Science and Engineering. N° 95, 2015.
- (6) GAITHER, N.; FRAIZER, G. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo. Editora Thomson Learning. 8ª edição, 2007.
- (7) GUPTA, S.; JAIN, S.K. **An application of 5S concept to organize the workplace at a scientific instruments manufacturing company**. International Journal o Lean Six. Vol.6 N°1, 2015.
- (8) IIDA, I; BUARQUE, L. **Ergonomia - Projeto e Produção**. São Paulo. 3ª ed. Editora Blucher, 2016.
- (9) KANAMORI, S.; SHIBANUMA, A.; JIMBA, M. **Applicability of the 5S management method for quality improvement in health-care facilities: review**. Tropical Medicine and Health, 2016.
- (10) ZARE, M.; CROQ, M.; HOSSEIN-ARABI, F.; BRUNET, R.; ROQUELAURE, Y. – **Does Ergonomics Improve Product Quality and Reduce Cost? A Review Article**. Human Factors and Ergonomics un Manufacturing & Service Industries. Pg. 205-223, 2016.
- (11) RODRÍGUES, D; BUYENS, D.; LANDEGHEM, H. V.; LASIO, V. **Impact of Lean Production on Perceived Job Autonomy and Job Satisfaction: An Experimental Study**. Human Factors and Ergonomics un Manufacturing & Service Industries. N° 26. Pg. 159-176, 2016.
- (12) LAMPREA, E.J.H.; CARREÑO, Z.M.C.; SÁNCHEZ, P.M.T.M. **Impact of 5S on productivity, quality, organizational climate and industrial safety in Caucho Metal Ltda**. Revista Chilena de Ingeniería, vol 23, 2015.
- (13) LIKER, J.K. **The Toyota Way**. New York, NY:McGraw-Hill, 2004.
- (14) LIKER, J.K.; HOSEUS, M. **A Cultura Toyota**. Porto Alegre, Editora Bookman, 2009.
- (15) MÁSCULO, F. S.; VIDAL, M.C.V. – **Ergonomia: Trabalho Adequado e Eficiente**. Rio de Janeiro. Editora Elsevier, 2011.
- (16) MISIUREK, K.; MISIUREK, B. **Methodology of improving occupational safety in the construction industry on the basis of the TWI program**. Safety Science. Vol. 92, 2017.
- (17) OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção**. Editora Bookman, 1997.
- (18) PADULA, R.S.; COMPER, M.L.C; SPARER, E.H.; DENNERLEIN, J.T. **Job rotation designed to prevent musculoskeletal disorders and control risk in manufacturing industries: A systematic review**. Applied Ergonomics. N°58. Pg. 386-397, 2017.



- (19) PAKDIL, F.; LEONARD, K.M. **The effect of organizational culture on implementing and sustaining lean processes.** Journal of Manufacturing. Vol. 26 N° 5, 2015.
- (20) ROTHSTEIN, J.S. **Contextualizing Work: The Influence of Workplace History and Perceptions of the Future on Lean Production at Three GM Plants.** Critical Sociology, Vol. 42, 2016.
- (21) SCHEER, S.J.; MITAL, A. **Ergonomics.** Arch Phys Med Rehabil Vol 78, March, 1997.
- (22) SOBEK II, D. K.; ART, S. **Entendendo o Pensamento Toyota.** São Paulo, Editora Bookman, 2010.
- (23) SRINIVASAN, S.; IKUMA, L.H.; SHAKOURI, M.; NAHMENS, I.; HARVEY, C. **5S Impact on safety climate of manufacturing works.** Journal of Manufacturing. Vol 27. N°3. 2016.
- (24) TORTORELLA, G.L.; VERGARA, L.G.L.; FERREIRA, E.P.; **Lean manufacturing implementation: an assessment method with regards to socio-technical and ergonomics practices adoption.** International Journal of Advanced Manufacturing Technology. Agosto, 2016.
- (25) WOMACK, J.P.; JONES, D.T.; ROOS, D. **A Máquina que Mudou o Mundo.** Rio de Janeiro, Editora Elsevier, 2004.
- (26) WOMACK, J.P.; JONES, D.T. – **A Mentalidade Enxuta nas Empresas.** Rio de Janeiro, Editora Elsevier, 2004.
- (27) WARTCHOW, M. **Visão de Raio X – Análise Ergonômica.** Revista Proteção, nº 302, Fevereiro, 2017.