

*Lean Manufacturing e ergonomia: uma revisão sistemática da literatura*

**Lean Manufacturing and ergonomics: a systematic literature review**

---

Carla Beatriz da Luz Peralta\* – [carlablp@gmail.com](mailto:carlablp@gmail.com)  
Fernando Henrique Lermen\* – [fernando-lermen@hotmail.com](mailto:fernando-lermen@hotmail.com)  
Márcia Elisa Soares Echeveste\* – [echeveste.mar@gmail.com](mailto:echeveste.mar@gmail.com)  
Paula Lunardi de Mello\* – [paulalunardi@hotmail.com](mailto:paulalunardi@hotmail.com)  
Claudia Rafaela Basso\* – [rafaelabasso@yahoo.com.br](mailto:rafaelabasso@yahoo.com.br)

\* Universidade Federal do Rio Grande do Sul – (UFRGS), Porto Alegre, Rio Grande do Sul

---

**Article History:**

Submitted: 2016 – 09 – 08

Revised: 2016 – 10 – 20

Accepted: 2016 – 11 – 15

---

**Resumo:** No decorrer dos anos as temáticas de *lean manufacturing*, ergonomia e segurança vem sendo estudadas e integradas para melhorias de processos, porém, muitas vezes os recursos humanos são esquecidos. Desta forma, a presente pesquisa busca verificar como tais temáticas estão sendo empregadas juntas. Com base nisso, o presente artigo teve como objetivo analisar na literatura qualificada de estudos referentes a tais temáticas. Para desenvolver trabalho, utilizou-se o método teórico-conceitual, por meio de uma revisão bibliográfica sistemática. No que se refere aos procedimentos e técnicas utilizados, trata-se de uma pesquisa bibliográfica, que recorre recursos tecnológicos para identificação, seleção e indexação dos artigos científicos do portfólio com a utilização do *software Endnote Basic*. Inicialmente, foram coletados 66 artigos, porém após uma breve interpretação, resultaram 21 artigos que fizeram parte do portfólio da pesquisa. Com a realização do trabalho, notou-se que muitas vezes a ergonomia e a segurança ficam em segundo plano, pois as empresas buscam a produtividade e o lucro.

**Palavras-Chave:** Sistema Toyota de Produção; Ergonomia; Gerenciamento da Segurança; Segurança.

**Abstract:** Over the years the themes of lean manufacturing, ergonomics and safety have been studied and integrated to improve processes, but often human resources are forgotten. However, this research aims to verify how these themes are being employed together. Based on this, this article aims to analyze the qualified literature studies relating to such issues. To develop work used the theoretical and conceptual method through a systematic literature review. With regard to the procedures and techniques used, it is a literature search, which uses technology to identification, selection and indexing of scientific articles of the portfolio using the Software Endnote Basic. Initially, they collected 66 articles, but after a brief interpretation resulted 21 articles that were part of the research portfolio. With the achievement of the work, it was noted that often the ergonomics and safety are the background, as companies seek productivity and profit.

**Key-words:** lean; toyota production system; ergonomics; safety management; safety.

## 1. Introdução

Em 1973 a crise do petróleo, seguida de recessão afetou empresas, governos e sociedades no mundo inteiro. No ano de 1974, a economia japonesa havia caído para um nível de crescimento zero e diversas empresas passavam por problemas. Porém, na *Toyota Motor Company*, embora os lucros tenham diminuído ganhos maiores do que os de outras empresas foram mantidos durante os anos seguintes. A diferença, a cada dia maior, entre ela e outras companhias fez com que as pessoas se perguntassem sobre o que estaria acontecendo na Toyota (Ohno, 1997).

A partir deste fato inicia-se a implementação do Sistema Toyota de Produção pelo mundo, quando critério como o *just-in-time* passou a ser adotado por empresas de variados setores, tanto no Ocidente como no Oriente (Graeml e Peinado, 2007). Porém, para que seja possível a compreensão do Sistema Toyota de Produção torna-se necessário compreender a função produção como um todo, consistindo em uma rede de processos e operações. Denomina-se processo como o fluxo de materiais ou informações no tempo e no espaço, ou seja, é a transformação da matéria-prima em componente semiacabado e por consequência em produto acabado. E as operações podem ser visualizadas como o trabalho realizado para efetivar essa transformação (Shingo, 1996).

De acordo com Werkema (2011), o *Lean Manufacturing* é uma iniciativa que busca eliminar ou reduzir desperdícios, isto é, excluir o que não tem valor para o cliente e produzir agilidade à empresa. O Sistema Toyota de Produção, por representar uma forma de produzir cada vez mais com menos, foi denominado um sistema *Lean Manufacturing*.

Tapping e Shuker (2010) destacam que várias organizações procuram “fazer o *Lean*”, sem necessariamente tornarem-se *Lean*. E para se tornar enxuta, uma organização precisa mudar sua mentalidade, sua cultura, precisa aprender a enxergar os desperdícios em todos os seus processos. Assim sendo, de nada adianta escolher uma área da empresa/organização para “ser *Lean*”, o que geralmente ocorre apenas na manufatura, negligenciando outras áreas.

Por outro lado, para a implementação da filosofia *Lean*, que reduzem os tempos de ciclo de trabalho e a variedade de tarefas tendem a aumentar a tensão fisiológica e psicológica dos trabalhadores. Deste modo, para evitar problemas de saúde e de segurança para os trabalhadores e custos para as organizações (por exemplo, ao aumento de erros, à perda de produtividade, ao aumento do absentismo ou à indenização aos trabalhadores) torna-se fundamental a integração dos aspectos relacionados com os fatores humanos adequando a implementação desta abordagem (Nunes e Machado, 2007).

A Ergonomia pretende maximizar a eficiência dos recursos humanos, assegurando a sua segurança, minimizando a exposição a fatores de risco por falta de adequação ergonômica e obter proativamente um programa de melhoria contínua na fase inicial de qualquer atividade de concepção, ou quando ocorrem alterações no fluxo de produtos ou processos (Smyth, 2003). Neste sentido, essa contribui positivamente para a segurança do trabalho, que tem o propósito de prevenção aos acidentes de trabalho, assim como de promoção à saúde e à integridade física dos trabalhadores.

Desta forma, conforme foi apresentada a relevância das temáticas anteriores, a presente pesquisa busca verificar como tais temáticas estão sendo empregadas juntas. Sendo assim, o presente artigo tem como objetivo analisar na literatura qualificada de estudos referentes a tais temáticas.

## 2. Procedimentos metodológicos

O método, teórico-conceitual foi utilizado nesta pesquisa, com base na revisão bibliográfica sistemática. No que se refere aos procedimentos e técnicas utilizados, trata-se de uma pesquisa bibliográfica, que recorre recursos tecnológicos para identificação, seleção e indexação dos artigos científicos do portfólio com a utilização do *software Endnote Basic*.

Segundo Kitchenham (2004), este tipo de revisão proporciona uma avaliação a respeito de um tópico de pesquisa, fazendo uso de uma metodologia de revisão que seja confiável, rigorosa e que permita ser auditada. A Figura 1 apresenta as etapas que foram divididas à revisão.

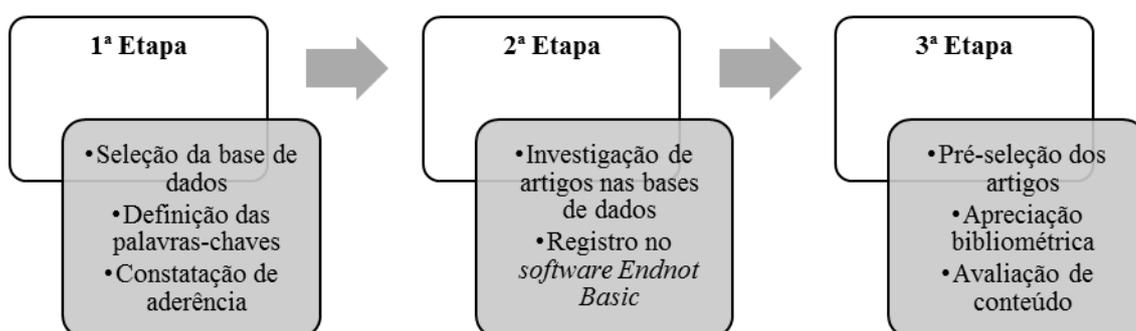


Figura 1- Etapas da pesquisa

Na primeira etapa, selecionou-se a base de dados para busca dos artigos, a *Web of Science*, por dominar a maior parte dos artigos publicados internacionalmente. Após, as palavras-chave foram determinadas e realizou-se um teste para verificar se a quantidade de

artigos retornados seria suficiente para o estudo. As palavras-chave utilizadas foram: *lean OR toyota production system AND ergonomics OR safety management OR safety OR health*.

Na base de dados, *Web of Science* colocaram-se as palavras chaves e com relação ao tempo estipulado, optou-se por todos os anos conforme a Figura 2. Posteriormente, foi feita a pesquisa para ver quantos estudos retornariam, desta maneira apareceu 5.220 trabalhos.

Em seguida, realizou-se um filtro, para os tipos de documento, sendo escolhidos apenas artigos. Outro filtro realizado foi em relação aos idiomas dos documentos. Sendo assim, utilizaram-se apenas três línguas sendo elas: inglês, espanhol e português, após os filtros resultaram 3.188 documentos.

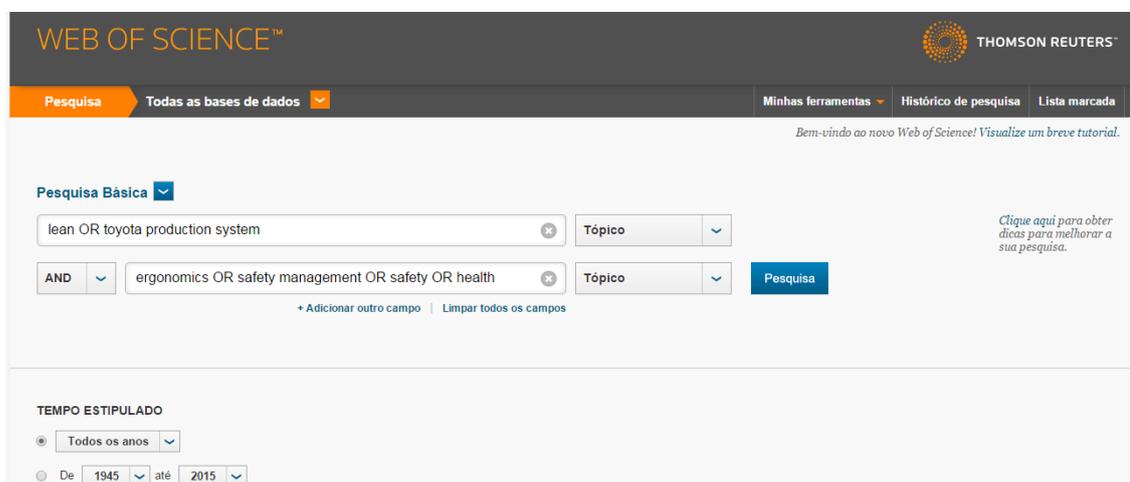
The image shows the Web of Science search interface. At the top, there is a navigation bar with 'Pesquisa' (Search) highlighted, and other options like 'Todas as bases de dados' (All databases), 'Minhas ferramentas' (My tools), 'Histórico de pesquisa' (Search history), and 'Lista marcada' (Marked list). Below this, the search area is titled 'Pesquisa Básica' (Basic Search). It features two search input fields. The first field contains the text 'lean OR toyota production system' and is labeled 'Tópico' (Topic). The second field contains 'ergonomics OR safety management OR safety OR health' and is also labeled 'Tópico'. Between these fields is a dropdown menu set to 'AND'. To the right of the second field is a blue 'Pesquisa' (Search) button. Below the search fields, there are links for '+ Adicionar outro campo' (Add another field) and 'Limpar todos os campos' (Clear all fields). At the bottom of the search area, there is a section for 'TEMPO ESTIPULADO' (Specified Time). It has a radio button selected for 'Todos os anos' (All years) and a dropdown menu. Below this, there are radio buttons for 'De' (From) and 'até' (to), with '1945' and '2015' selected in the respective dropdown menus. On the right side of the search area, there is a small text box that says 'Clique aqui para obter dicas para melhorar a sua pesquisa.' (Click here to get tips to improve your search.)

Figura 2 – Tempo estipulado

Fonte: *Web of Science*, 2016.

Esses 3.188 foram transferidos para o *Endnote Basic*. Em seguida, foram encontradas as duplicações dos mesmos, resultando 3.047 documentos para realizar a leitura dos títulos.

Em seguida realizou-se a leitura dos títulos. Vale destacar que a pesquisa resultou em muitos artigos voltados a área da saúde. Desta forma, resultaram 92 artigos para serem baixados, desses 92 artigos 26 não permitiam o acesso gratuito, limitando o portfólio do estudo.

### 3. Resultados e discussões

Como primeiro resultado, 26 artigos não possuíam acesso gratuito, e foram automaticamente excluídos. Realizou-se então leitura dos resumos dos 66 artigos restantes. Após essa interpretação, resultaram 21 artigos (listados na Figura 3) para serem lidos na íntegra e dar sequência à análise de conteúdo.

Figura 3 - Lista dos 22 artigos que constituem o portfólio

Artigos	Autores
<i>Ergonomics, employee involvement, and the Toyota production system: A case study of Nummi's 1993 model introduction</i>	Adler, P. S.; Goldoftas, B.; Levine, D. I.
<i>A proposed approach for setup time reduction through integrating conventional SMED method with multiple criteria decision-making techniques</i>	Mohammed Ali Almomani; Mohammed Aladeemy; Abdelhakim Abdelhadi; Ahmad
<i>Is lean mean? workplace transformation and employee well-being</i>	Anderson-Connolly, R.; Grunberg, L.; Greenberg, E. S.; Moore, S.
<i>Measuring the effectiveness of a near-miss management system: An application in an automotive firm supplier</i>	S. Andriulo; M.G. Gnoni
<i>Lean thinking across a hospital: redesigning care at the Flinders Medical Centre</i>	David I Ben-Tovim, Jane E Bassham, Denise Bolch, Margaret A Martin, Melissa Dougherty and Michael Szwarcbord
<i>Assessment of Working Conditions in Two Different Semiconductor Manufacturing Lines: Effective Ergonomics Interventions</i>	Saw Bin Wong; Stanley Richardson
<i>The rationalisation movement in perspective and some ergonomic implications</i>	Torsten BjGrkman
<i>The effects of lean organizational practices on employees' attitudes and workers' health: evidence from France</i>	Bouville, Gregor; Alis, David
<i>Job design under lean manufacturing and its impact on employee outcomes</i>	Cullinane, Sarah-Jane; Bosak, Janine; Flood, Patrick C; Demerouti, Evangelia
<i>Applying lean manufacturing system to improving productivity of airconditioning coil manufacturing</i>	Biman Das; Uday Venkatadri; Pankajkumar Pandey
<i>"Lean occupational" safety: An application for a Near-miss Management System design</i>	M.G. Gnoni; S. Andriulo; G. Maggio; P. Nardone
<i>Lean Production-An Evaluation of the Possibilities for an Employee Supportive Lean Practice</i>	Hasle, Peter
<i>Effect of lean process improvement techniques on a university hospital inpatient pharmacy</i>	Hintzen, Barbara L.; Knoer, Scott J.; Van Dyke, Christie J.; Milavitz, Brian S.
<i>The impact of Kaizen on safety in modular home manufacturing</i>	James, Joel; Ikuma, Laura H.; Nahmens, Isabelina; Aghazadeh, Fereydoun
<i>The impact of lean production on musculoskeletal and psychosocial risks: An examination of sociotechnical trends over 20 years</i>	Koukoulaki, Theoni
<i>Call Centers as lean service environments: Job-related strain and the mediating role of work design</i>	Sprigg, Christine A.; Jackson, Paul R.
<i>Diretrizes para avaliação dos impactos da produção enxuta sobre as condições de trabalho</i>	Saurin, Tarcisio Abreu; Ferreira, Cléber Fabricio

Artigos	Autores
<i>Lean Job Design and Musculoskeletal Disorder Risk: A Two Plant Comparison</i>	Womack, Sarah K.; Armstrong, Thomas J.; Liker, Jeffrey K.
<i>Lean production and psychosocial risks: the case of a multinational merger in a metallurgical company in Brazil</i>	Stenger, Eunice; Monteiro, Maria Ines; Sabino, Marcos Oliveira; Campos Miquilin, Isabella de Oliveira; Correa Filho, Heleno Rodrigues
<i>The impacts of lean production on working conditions: A case study of a harvester assembly line in Brazil</i>	Saurin, Tarcisio Abreu; Ferreira, Cleber Fabricio
<i>The USA perspective: Current issues and trends in the management of work stress</i>	Murphy, L. R.; Sauter, S. L.

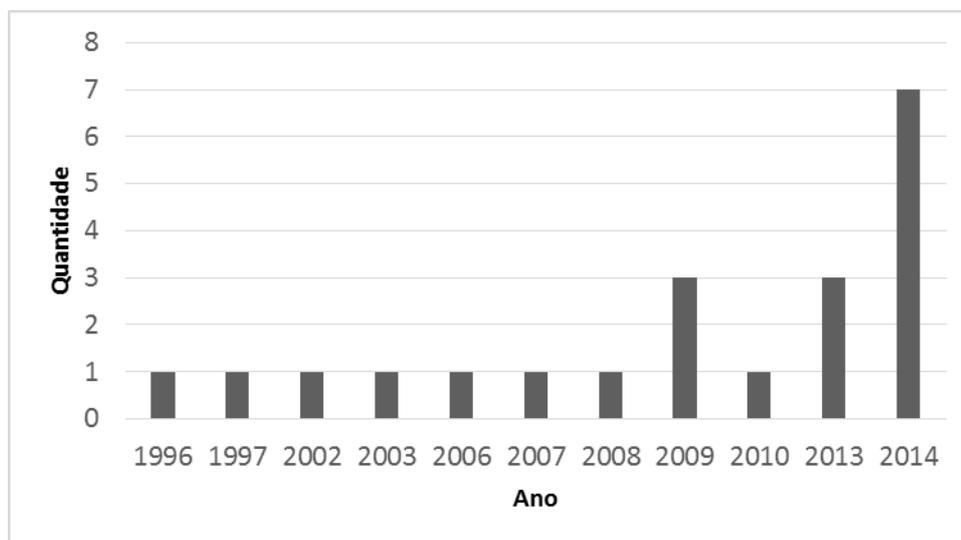
A Figura 4 apresenta a quantidade de artigos por periódicos com base no portfólio final. Embora em um primeiro momento os periódicos pareçam estar bastante distribuídos, é possível destacar os periódicos: *Applied Ergonomics*; *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries* e *International Journal of Advanced Manufacturing Technology* com dois artigos respectivamente.

Figura 4 – Quantidade de artigos por periódico

Periódicos	Quantidade
<i>American Journal of Health-System Pharmacy</i>	1
<i>Applied Ergonomics</i>	2
<i>Australian Health Review</i>	1
<i>Australian Psychologist</i>	1
<i>Cadernos De Saude Publica</i>	1
<i>Computers &amp; Industrial Engineering</i>	1
<i>Human Factors and Ergonomics in Manufacturing</i>	1
<i>Human Factors and Ergonomics in Manufacturing &amp; Service Industries</i>	2
<i>Industrial &amp; Labor Relations Review</i>	1
<i>International Journal of Advanced Manufacturing Technology</i>	2
<i>International Journal of Human Resource Management</i>	1
<i>International Journal of Industrial Ergonomics</i>	1
<i>Journal of Occupational Health Psychology</i>	1
<i>Organizational Psychology Review</i>	1
<i>Production</i>	1
<i>Reliability Engineering &amp; System Safety</i>	1
<i>Safety Science</i>	1
<i>Work Employment and Society</i>	1

No que diz respeito à distribuição de periódicos por ano, a maior concentração dos artigos está concentrada no ano de 2014, com 7 artigos, conforme é possível observar na Figura 5.

Figura 5 - Distribuição por artigo por ano



### 3.1. Avaliação de conteúdo

Os artigos trataram, em sua maioria, de estudos de caso abrangendo empresas de diferentes atividades, como indústria, serviços e saúde. A mesma diversidade se deu quanto à sua localização, ocorrendo em países da Europa, América do Norte, América do Sul e Oceania.

Inicialmente os trabalhos contextualizavam a situação das empresas, principalmente quanto ao estágio da implementação *lean* do seu sistema de produção (Adler *et al.*, 1997; Saurin, Ferreira, 2009; Stenger *et al.*, 2014; Womack *et al.*, 2009). As empresas do ramo industrial possuíam certa maturidade do sistema, passados anos da implementação, enquanto estudos do setor de serviços e saúde tinham algumas práticas e iniciativas implementadas, o que possibilitou a sua avaliação (Sprigg *et al.*, 2006).

Detalhando cada um dos artigos, foi possível verificar que apesar de conterem as palavras-chave e seus resumos serem pertinentes ao tema, o objetivo de alguns era estabelecer avaliação das operações das empresas quanto ao bem-estar e qualidade de vida no ambiente de trabalho na percepção dos funcionários, ergonomia dos postos de trabalho, além de analisar isoladamente os ganhos com algumas práticas de *lean production*, porém não avaliando exatamente o impacto delas na saúde dos trabalhadores (Almomani *et al.* 2013; Andriulo, S. , Gnoni, M.G. , 2014; Ben-Tovim *et al.*, 2007; Murphy *et al.*, 2003).

Almomani *et al.* (2013) propuseram uma metodologia para avaliação de alternativas na redução de tempos de setup, utilizando a técnica *Single Minute Exchange of Dies* (SMED)

de Taiichi Ohno. Vários fatores foram considerados para a escolha da melhor alternativa, dentre os quais saúde, segurança e ergonomia. Porém foram apenas listadas como ganhos e não analisadas no detalhe.

Já os autores Ben-Tovim *et al.* (2007) trouxeram o caso de uma instituição de saúde que empregou o mapeamento do fluxo de pacientes para otimizá-lo e reduzir perdas, tornando o atendimento mais seguro e acessível, porém sem avaliar especificamente a situação dos funcionários após a melhoria.

Andriulo e Gnoni (2014) propuseram uma sistemática de avaliação da eficácia de Sistemas de Gerenciamento da Segurança Operacional na prevenção de acidentes, através da análise correta de incidentes que antecedem um acidente de trabalho. A ligação com o tema *lean* se dá quando os autores identificam que estes sistemas fornecem tanto engajamento empregador na melhoria dos níveis de segurança e um conhecimento atualizado do campo operacional sobre os níveis de segurança reais no local de trabalho.

Murphy *et al.* (2003) fornecem uma perspectiva sobre questões de estresse no trabalho e os esforços em curso para reduzi-lo. Indicam que as tendências na reestruturação do trabalho e do emprego apresentam novos riscos de estresse do trabalhador. A disseminação da produção enxuta foi uma das possíveis fontes de estresse identificadas, devido a intensificação do trabalho e sobrecarga, e consequentes efeitos sobre o estresse, doença e risco de lesão. Eles acreditam que a instabilidade de emprego associada a práticas de redução de postos de trabalho e emprego flexível podem ser capazes de comprometer a capacidade dos trabalhadores e das organizações para acumular e reter o conhecimento de segurança, ou ainda a criação de altos níveis de estresse através de incerteza emprego. Desta forma, foi realizado um levantamento dos possíveis riscos para a qualidade de vida do trabalhador no ambiente de trabalho, sem relação direta com a produção enxuta.

Sprigg *et al.* (2006) estudaram o ambiente de trabalho em um *call center* que utiliza comunicação padronizada na interface com clientes, além do monitoramento de desempenho dos funcionários durante o atendimento. Utilizaram essas duas iniciativas para caracterizar o *call center* como *lean*, e identificaram conflitos entre o objetivo dos gestores e dos empregados, que sentem-se insatisfeitos em meio ao ambiente sob pressão. Ainda sugerem que tais práticas sejam minimizadas e que as empresas tenham maior rigor no projeto dos postos e das atividades, contemplando aspectos não só do negócio e do cliente, como também do trabalhador.

Saurin e Ferreira (2008, 2009) propuseram diretrizes para avaliação dos impactos da produção enxuta sobre as condições de trabalho de operadores de chão-de-fábrica. Na opinião dos trabalhadores, houve uma melhora das condições de trabalho após a adoção das práticas de produção enxuta. Importante salientar que o ambiente em questão permitia menor rigidez no cumprimento dos padrões de operação, tornando o trabalho menos rígido e mais autônomo, sendo a força de trabalho composta por operadores experientes em suas atividades, contribuindo para uma menor dependência dos padrões prescritos.

A análise que Adler *et al.* (1997) fazem dos anos iniciais da operação da *joint venture* entre General Motors e Toyota traz a experiência da implementação de diversas práticas *lean*, demonstrando a realidade de uma empresa que empregou essa filosofia desde o princípio. O projeto dos postos de trabalho considerava demandas tanto do ponto de vista produtivo como ergonômico. Ainda assim, muitas das demandas levantadas por parte dos trabalhadores não eram plenamente atendidas, o que gerava debates entre a gestão e a operação de empresa. Os autores reconhecem que produtividade e qualidade superior do Sistema Toyota de Produção (STP) depende do empenho e da motivação do trabalhador. Eles concluem que se os trabalhadores sentem que a gestão é sensível aos seus interesses de segurança e saúde, o STP sob as pressões conjugadas dos trabalhadores, gestores, sindicatos e órgãos fiscalizadores, desloca para cima a curva de *trade-off* de lucros e saúde e segurança, numa direção que permita níveis mais elevados para trabalhador e empresa.

O caso estudado por Anderson-Conolly *et al.* (2002) foi um processo de reestruturação em uma organização, utilizando princípios de produção enxuta. Os resultados do estudo sugeriram que o aumento da intensidade foi a dimensão mais nociva das mudanças implementadas. Eles ainda destacam o papel dos funcionários, que ao invés de resistir completamente à introdução de alterações no local de trabalho que aumentam a produtividade, podem aceitar tais mudanças, quando são acompanhadas de mais autonomia, senso crítico e enriquecimento do trabalho, tendo benefícios físicos e psicológicos. Também determinam que o pesquisador pode desempenhar um papel mais positivo, avaliando quais mudanças têm maiores benefícios e prejuízos, usando sua posição para orientar a política social na direção apropriada.

Por sua vez, Womack *et al.* (2009) examinaram a relação entre design trabalho *lean* e fatores de risco de distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (DORT). Repetição, força e postura foram avaliadas em postos em diversos departamentos em uma *lean manufacturing* e em uma fábrica tradicional. Os resultados sugerem que a produção enxuta

não necessariamente aumenta o risco de DORT dos trabalhadores. Na fábrica *lean*, a busca de melhores processos iniciou na concepção do produto e seguiu até fase de testes do piloto, envolvendo inclusive os trabalhadores da produção, que eram desafiados a criar melhores processos através de avaliação e resolução de problemas. O grupo de segurança apoiava os grupos de produção realizando avaliações ergonômicas formais e avaliando contramedidas para eliminar as fontes potenciais de lesões identificadas.

Stenger *et al.* (2014) estudaram elementos associados com riscos psicossociais relacionados ao trabalho em empresa multinacional de autopeças. Os autores identificaram a produção enxuta como um desses elementos, pois foi implantado após a fusão da empresa com outras multinacionais. Eles reforçaram a necessidade da precaução em relação a saúde do trabalhador quando mudanças no processo produtivo introduzem novos e maiores riscos de doenças físicas e mentais aos trabalhadores. Destacaram também que “as condições de trabalho com adensamento de máquinas e homens, ausências de pausas durante as jornadas de trabalho, as longas jornadas de trabalho (com inclusão insistente de horas extras), a pressão de trabalho relacionada à produção *just-in-time* e a sobrecarga de tarefas relatadas pelos autores, caracterizam uma situação de trabalho intensificado e em condições ergonômicas desfavoráveis”. Por fim concluíram que a produtividade elevada não tem sido convertida em melhores condições de trabalho e de saúde dos trabalhadores.

Os autores Wong e Richardson (2010) analisaram duas linhas de produção de semicondutores que produzem diferentes conceitos de tecnologia, ou seja, uma linha convencional (CL) e uma linha de *Lean Production* (LP). Ambas as linhas fabricam esses mesmos produtos foram comparados usando vários fatores, incluindo as condições de trabalho, riscos de tarefas e os perigos do trabalho e estresse. Abordagens ergonômicas foram adotadas na investigação das duas linhas. Questionários foram administrados a 30% dos trabalhadores, e múltiplos testes estatísticos foram utilizados para determinar preditores cruciais e para investigar as interações entre os fatores. Esta pesquisa mostrou que a melhoria dos fatores de ergonomia levará a melhores condições de trabalho e, assim, maior satisfação no trabalho. As diferenças ergonômicas observadas destas duas linhas de produção são comparadas, e são recomendadas medidas corretivas. As intervenções para ambas as linhas devem reduzir as taxas de acidentes, minimizar o desperdício de recursos, melhorar a eficácia do trabalho, e proporcionar um melhor ambiente de trabalho que aumenta o moral dos funcionários e maximiza a produtividade e os lucros.

BjGrkman (1996) dá uma visão geral do Movimento Racionalização de Taylor para os mais recentes modelos de organização, tais como “Reengenharia de Processos de Negócios”. Especial ênfase é colocada sobre as implicações das diferentes estratégias de racionalização em termos de ergonomia e fisiologia do trabalho. Além disso, são definidos os termos e conceitos básicos. Segundo o autor, o taylorismo, fordismo e *Lean Production* parecem oferecer um potencial suficiente para uma boa ergonomia. No entanto, os modelos organizacionais mais recentes, como “Gestão baseada em tempo” e “Reengenharia de Processos de Negócios”, podem aparecer mais promissor, mas, infelizmente, quase nenhuma pesquisa foi conduzida para descrever as implicações de ergonomia destes modelos.

Os autores Bouville e Alis (2014) destacam que a organização do trabalho mudou profundamente durante na última década, em particular, com a introdução de um novo tipo de sistema de produção de gestão nos setores industriais e de serviços - o sistema de produção enxuta. Poucos estudos têm considerado os resultados sociais de formas de organização do trabalho. Desta maneira eles utilizaram referencial teórico de sistema de trabalho de alto desempenho para analisar a influência das práticas *Lean* específicas da organização do trabalho. Estes concluíram que práticas *Lean* de organização do trabalho, como um conjunto têm um efeito prejudicial sobre a saúde no trabalho.

Para Cullinane *et al.* (2013), as implicações de manufatura enxuta para o bem-estar do funcionário permanecem obscuros como os rendimentos de pesquisas anteriores conflitantes descobertas e se esforça para identificar um modelo aplicável de projeto de trabalho. O trabalho se adapta e integra tanto o modelo de características do emprego e do modelo de demandas de recursos de trabalho para demonstrar as implicações cotidianas de manufatura enxuta para o projeto de trabalho, e ao fazê-lo, utiliza princípios de fabricação que influenciam a motivação e a saúde dos funcionários. A agenda de pesquisa foi criada para melhorar a compreensão da experiência do empregado do trabalho *lean*, e uma série de implicações práticas para a configuração de trabalhos sob manufatura enxuta são descritas.

Das, Venkatadri e Pandey (2014) implementaram o sistema de manufatura enxuta para melhorar a produtividade na fabricação de ar condicionado. Foram utilizadas algumas ferramentas do *Lean* como mapeamento do fluxo de valor, troca rápida de ferramentas, e Kaizen. Alguns benefícios foram obtidos através da redução do estoque em processo, que por sua vez reduziu o congestionamento de chão de fábrica e danos bobina devido ao manuseio bobina extra e maior segurança no local de trabalho.

Gnoni et al. (2013) a estratégia *Lean Thinking* (ou *Management*) representa atualmente uma ferramenta competitiva a nível mundial para melhorar a produtividade no setor de manufatura em todo o mundo. Assim, a aplicação destes princípios obriga as empresas a definir novas abordagens para projetar e gerenciar toda a organização e, conseqüentemente, o sistema de gestão da segurança. Sendo assim os autores propõem um método inovador baseado na integração de princípios de *Lean Management* em segurança do trabalho para uma empresa fornecedora automotiva mundial. Como nenhum modelo de referência foi definido anteriormente, vários fatores foram avaliados com o objetivo de integrar eficientemente segurança no trabalho no atual sistema *Lean Management*. Características inovadoras caracterizando o modelo proposto foram também discutidas em conjunto com os primeiros resultados obtidos com a aplicação em grande escala.

Hasle (2014), *Lean* é um conceito contestado, embora tenha sido elogiado pela capacitação de funcionários, e tem sido criticado por intensificação do trabalho e prejudicando a saúde e o bem-estar dos colaboradores. O autor realizou uma revisão da literatura sobre as relações entre *Lean* e funcionários, e sugere formas para o desenvolvimento de uma prática *Lean*-funcionário de suporte. Há fortes evidências de conseqüências adversas do *Lean* para os trabalhadores pouco qualificados na indústria automobilística e outros trabalhos de fabricação, mas também há exemplos de resultados positivos. É importante ressaltar que, não só o pensamento enxuto, mas também o contexto e implementação do *Lean* tem conseqüências para os resultados de funcionários. Pesquisa ainda é necessária para demonstrar que na vida real, esta análise do pensamento enxuto, contexto e execução sugerem possibilidades para o desenvolvimento de uma prática *Lean* que é genuinamente de suporte ao empregado.

Hintzen et al. (2009) implementaram técnicas enxutas em uma farmácia em regime de internamento para melhorar o fluxo de trabalho, reduzir o desperdício e obter economias de custos substanciais. Metodologia *Lean* foi implementada com sucesso. Qualidade e segurança também foram melhorados, conforme avaliado pelas reduções nas doses faltantes, produtos vencidos e erros de produção.

James et al. (2014) mencionam que as altas taxas de prejuízo e fatalidade prevalentes em todos os tipos de construção nos EUA podem ser abordados através da combinação de iniciativas de segurança com a melhoria de processos através do *Lean*. Os autores avaliaram o impacto sobre a segurança do trabalhador, fazendo uso da ferramenta *Kaizen*. Estes concluíram que o *Kaizen* tem o potencial para melhorar a segurança na construção civil modular e, possivelmente, outras indústrias transformadoras e as atividades de construção.

Koukoulaki (2014) fornece uma extensa revisão de estudos realizados em ambientes de produção enxuta nos últimos 20 anos. Sua pesquisa identificou os efeitos da produção enxuta (positivos ou negativos) sobre a saúde ocupacional e os fatores de risco relacionados. Trinta e seis estudos sobre os efeitos *Lean* foram aceitos a partir da pesquisa bibliográfica e classificadas por setor e por tipo de resultado. A produção enxuta foi encontrada para ter um efeito negativo na saúde e fatores de risco, os resultados mais negativos foram encontrados nos primeiros estudos na indústria automotiva. No entanto, exemplos de efeitos mistos e positivos foram também encontrados na literatura. As correlações mais fortes da produção enxuta com o estresse foram encontradas com características da produção *just-in-time* que estão relacionadas com a redução do tempo de ciclo e redução de recursos. Aumento de sintomas musculoesqueléticos de risco foi relacionado ao aumento de ritmo de trabalho e falta de tempo de recuperação também encontrado nesses sistemas.

#### 4. Conclusões

Conforme a análise de conteúdo, apesar de muitos casos trazerem experiências de melhora nas condições de trabalho, a maior parte dos artigos expõe as deficiências e prejuízos causados aos trabalhadores por sistemas de manufatura enxuta implementada sem considerar demandas humanas no momento do seu projeto ou design. Um viés bastante produtivo e material está sendo dado pelas empresas como objetivo da utilização das técnicas e ferramentas *lean*, embora elas tenham consequências diretas na qualidade de vida dos trabalhadores.

Certamente a melhora no ambiente de trabalho alcançada pelo *lean manufacturing* é destacável, pois através da organização e prescrição de atividades a serem realizadas, tem-se um maior controle de movimentações e fluxo de materiais/pessoas no ambiente de trabalho, o que acaba por diminuir a exposição dos trabalhadores a lesões e acidentes não previstos. Porém, essa importante consequência não está sendo devidamente planejada e analisada, tendo um resultado sub otimizado.

Por isso, as futuras implementações do *lean manufacturing* nas empresas deve prever além dos impactos na produção, os impactos na saúde e segurança, utilizando técnicas de projeto de postos de trabalho e suporte aos funcionários e suas demandas.

---

**REFERÊNCIAS**

- Adler, P. S., Goldoftas, B., & Levine, D. (1997). Ergonomics, Employee Involvement, and The Toyota Production System: A Case Study Of Nummi's 1993 Model Introduction. *Industrial & Labor Relations Review*. 50 (3): 416-437.
- Almomani, M., Aladeemy, M., Abdelhadi, A., & Mumani, A. (2013). A Proposed Approach for Setup Time Reduction Through Integrating Conventional Smed Method With Multiple Criteria Decision-Making Techniques. *Computers & Industrial Engineering*, 66(2): 461–469.
- Anderson-Conolly, R., Grunberg, L., Greenberg, E. S., & Moore, S. (2002). Is Lean Mean? Workplace Transformation And Employee Well-Being. *Work, Employment And Society*. 16 (3): 389-413.
- Andriulo, S., & Gnoni, M.G (2014). Measuring The Effectiveness Of A Near-Miss Management System: An Application In An Automotive Firm Supplier. *Reliability Engineering And System Safety*. 132, 54–162.
- Ben-Tovim, D. I., Bassham, J. E., Bolch, D., Martin, M. A., Dougherty, M., & Szwarcbord, M. (2007). Lean Thinking Across A Hospital: Redesigning Care At The Flinders Medical Centre. *Australian Health Review*. 31 (1): 10-15.
- Bjgrkman, T. (1996). The Rationalisation Movement In Perspective And Some Ergonomic Implications. *Applied Ergonomics*. 27(2): 111-117.
- Bouville, G., & Alis, D. (2014). The Effects Of Lean Organizational Practices On Employees' Attitudes And Workers' Health: Evidence From France. *International Journal of Human Resources Management*. 25(21): 3016-3037.
- Cullinane, S. J., Bosak, J., Flood, P.C., & Demerouti, E. (2013). Job Design Under Lean Manufacturing And Its Impact On Employee Outcomes. *Organizational Psychology Review*, 3(1): 41-61.
- Das, B., Venkatadri, U., & Pandey, P. (2014). Applying Lean Manufacturing System To Improving Productivity Of Airconditioning Coil Manufacturing. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 71(1-4): 307–323.
- Gnoni, M.G., Andriulo, S., Maggio, G., & Nardone, P. (2013). “Lean Occupational” Safety: An Application For A Near-Miss Management System Design. *Safety Science*. 53(2013): 96–104.
- Graeml, A. R., & Peinado, J. (2007). *Administração Da Produção: Operações Industriais E De Serviços*. UNICENP.
- Hasle, P. (2014). Lean Production: An Evaluation Of The Possibilities For An Employee Supportive Lean Practice. *Human Factors And Ergonomics In Manufacturing & Service Industries*. 24(1): 40–53.
- Hintzen, B., Knoer, S., Van Dyke, C., & Milavitz, B. (2009). Effect Of Lean Process Improvement Techniques On A University Hospital Inpatient Pharmacy. *American Journal Of Health-System Pharmacy*, 66(22).
- James, J., Ikuma, L. H., Nahmens, I., & Aghazadeh, F. (2014). The Impact Of Kaizen On Safety In Modular Home Manufacturing. *International Journal Of Advanced Manufacturing Technology*, 70(1-4): 725-734.
- Koukoulaki, T. (2014). The Impact Of Lean Production On Musculoskeletal And Psychosocial Risks: An Examination Of Sociotechnical Trends Over 20 Years. *Applied Ergonomics*. 45(2): 198-212.
- Murphy, L. R., & Sauter, S. L. (2003). The USA Perspective: Current Issues And Trends In The Management Of Work Stress. *Australian Psychologist*. 38(2): 151-157.
- Nunes, I. L., & Nachado, V. C. (2007). Merging Ergonomic Principles Into Lean Manufacturing. *Industrial Engineering Research Conference*, Nashville, Tennessee. 836-841.
- Ohno, Taiichi. (1997) *O Sistema Toyota de Produção: Além da produção em larga escala*. Porto Alegre: Bookman.
- Saurin, T. A., & Ferreira, C. F. (2008). Diretrizes para Avaliação dos Impactos da Produção Enxuta sobre as Condições de Trabalho. *Produção*. 18 (3): 508-522.
- Saurin, T. A., & Ferreira, C. F. (2009). The Impacts of Lean Production on Working Conditions: A Case Study Of A Harvester Assembly Line In Brazil. *International Journal Of Industrial Ergonomics*. 39(2): 403–412.

- Shingo, S. (1996). *O sistema toyota de produção: do ponto de vista da engenharia de produção*. Porto Alegre: Bookman.
- Smyth, J. (2003). Work smarter not harder: Ergonomics in a lean business environment. *Annal conference of the ergonomics-society*. Edinburgh, Scotland, 555-560.
- Sprigg, C. A., & Jackson, P. R. (2006). Call centers as lean service environments: job-related strain and the mediating role of work design. *Journal of Occupational Health Psychology*. 11 (2): 197–212.
- Stenger, E., Monteiro, M. I., Sabino, M. O., Miquilin, I. O. C., & Filho, H. R. C. (2014). Lean production e riscos psicossociais: o caso de uma fusão multinacional de grupo metalmeccânico no brasil. *Caderno saúde pública*. Rio De Janeiro, 30(8): 1765-1776.
- Tapping, D., & Shuker, T. (2010). *Lean Office: Gerenciamento do fluxo de valor para as áreas administrativas*. São Paulo: Leopardo.
- Werkema, C. (2011). *Lean Seis Sigma*. Rio De Janeiro: Elsevier.
- Womack, S. K., Armstrong, T. J., & Liker, J. K. (2009). Lean Job Design and Musculoskeletal Disorder Risk: A Two Plant Comparison. *Human Factors And Ergonomics In Manufacturing*. 19(4): 279–293.
- Wong, S. B., & Richardson, S. (2010). Assessment of working conditions in two different semiconductor manufacturing lines: effective ergonomics interventions. *Human factors and ergonomics in manufacturing & service industries*. 20(5): 391–407.



This journal is licenced under a Creative Commons License. Creative Commons - Atribuição-CompartilhaIgual 4.0 Internacional.