

JOURNAL OF LEAN SYSTEMS, 2018, Vol. 3, Nº 3, pp. 24-46

## Ferramenta para avaliação dos aspectos da ergonomia e princípios *lean* em pequenas e médias empresas

### Assessment tool to measure ergonomics and lean principles in small and medium enterprises

Dalila Pagnoncelli Laperuta\* – [dalila@utfpr.edu.br](mailto:dalila@utfpr.edu.br)  
Simone Mezzomo Giaretta\* – [simonemezomo@hotmail.com](mailto:simonemezomo@hotmail.com)  
Marcelo Gonçalves Trentin\* – [marcelo@utfpr.edu.br](mailto:marcelo@utfpr.edu.br)  
Dalmarino Setti\* – [dalmarino@utfpr.edu.br](mailto:dalmarino@utfpr.edu.br)  
Sergio Luiz Ribas Pessa\* – [slpessa@utfpr.edu.br](mailto:slpessa@utfpr.edu.br)

\*Universidade Tecnológica Federal do Paraná – (UTFPR)

#### Article History:

Submitted: 2017 - 07 - 20

Revised: 2017 -10 - 31

Accepted: 2017- 11 – 01

**Resumo:** Diversos estudos discutem as relações entre a ergonomia e os princípios *Lean*, procurando investigar suas sinergias e conflitos. Este artigo analisa essas relações por meio de uma revisão de estudos relacionados a fim de elencar os aspectos avaliáveis de ambas as áreas. No intuito de sistematizar essa revisão, utilizou-se a técnica analítica (para extrair os aspectos avaliáveis), e a interpretativa (a fim de discutir a relação através da combinação desses aspectos). Os aspectos foram confrontados e discutidas as suas relações, onde 51% das relações foram interpretadas como harmoniosas, 37% parcialmente harmoniosas e 12% das relações foram consideradas conflitantes. A partir desses aspectos, criou-se uma ferramenta para avaliar a ergonomia e os princípios *Lean* nas pequenas empresas, onde tais práticas não são formalizadas. Aplicou-se um teste piloto do questionário em empresa de compensados, cujos resultados mostraram aspectos da ergonomia e da produção enxuta que devem ser melhorados, tais como adequação da organização do trabalho, das condições ambientais (temperatura e ruído), do layout de produção, incentivo a participação dos trabalhadores nas soluções e ergonomia nos ambientes de escritório. O coeficiente de Pearson indicou as correlações entre os aspectos, constatando que manter a demanda adequada colabora com a redução de desperdício, que as práticas de prevenção e saúde maximizam a produtividade, e ainda que desempenho do sistema e trabalhador estão positivamente relacionados. Tais resultados diferem da análise interpretativa, uma vez que a primeira foi realizada a partir das discussões contidas nos artigos, e a segunda apresenta um diagnóstico de um ambiente específico. A análise de correlação pode ser utilizada pelo gestor a fim de compreender o relacionamento dos aspectos percebidos na sua empresa e embasar estratégias. Conclui-se que esta ferramenta é útil para identificar as demandas ergonômicas e *Lean*, podendo contribuir para os ambientes que buscam harmonia entre a ergonomia e a produção enxuta.

**Palavras-chave:** Ergonomia; Princípios *Lean*; Produção enxuta; Condições de trabalho

**Abstract:** Several studies discuss the relationships between ergonomics and Lean principles, seeking to investigate their synergies and conflicts. This paper analyzes these relationships through a review of related studies in order to list the evaluable aspects of both areas. In order to systematize this review, we used the analytical (to extract the evaluable aspects), and the interpretative techniques (in order to discuss the relation through the combination of these aspects). The aspects were confronted and discussed their relations, where 51% were interpreted as harmonious, 37% partially harmonious and 12% of the relations (2x) were considered conflicting. From these aspects, a tool was created to evaluate ergonomics and Lean principles in small companies, where such practices are not formalized. A pilot test of the questionnaire was carried out in the company of plywood, whose results showed aspects of ergonomics and lean production that should be improved, such as the adequacy of work organization, environmental conditions (temperature and noise), production layout, encouraging employee participation in solutions and ergonomics in office environments. The Pearson coefficient indicated the correlations between the aspects, noting that maintaining adequate demand contributes to the reduction of waste, that prevention and health practices maximize productivity, and yet that system and worker performance are positively related. These results differ from the interpretative analysis, since the first one was carried out from the discussions contained in the articles, and the second presents a diagnosis of a specific environment. The correlation analysis can be used by the manager in order to understand the relationship of the aspects perceived in his company and to base strategies. It is concluded that this tool is helpful to identify ergonomic and Lean demands, and can contribute to environments that seek harmony between ergonomics and lean production.

**Keywords:** Ergonomics; Lean production; Work conditions

## 1. Introdução e objetivo

O sistema de produção *Lean* nasceu no TPS (Toyota Production System) com o objetivo de maximizar valor para o cliente enquanto reduz desperdícios (Hu, 2013; Womack, Jones & Roos, 1992; Hayes & Wheelwright, 1984). Esse sistema passou a rever como os processos ocorriam e como otimizá-los, aperfeiçoando os layouts, as distâncias percorridas, os movimentos, a execução da tarefa e a organização da produção, de forma que o ajuste fino mostre outras imperfeições a serem corrigidas. Funcionando com o mínimo de recursos possíveis, esse aperfeiçoamento faz com que o fluxo de produção seja contínuo, e as demandas puxadas pelos clientes, produzindo apenas o necessário e reduzindo o estoque (Hayes, 1981). Contribuindo para estas melhorias está a ergonomia, que visa adaptar o trabalho ao homem buscando conforto e eficiência. Essa área do conhecimento, consolidada após a produção em massa, busca adequar as tarefas, produtos e sistemas à máquina humana, considerando os fatores físicos, cognitivos e organizacionais do trabalho (Iida, 2005).

Porém, enquanto a produção enxuta visa reduzir desperdícios do processo produtivo em busca de qualidade e produtividade, a ergonomia preocupa-se com a saúde do trabalhador e o desempenho global do sistema (Elias & Merino, 2007). Essas diretrizes estão alinhadas quanto a melhoria do processo, mas podem conflitar quando a produtividade é priorizada, sendo necessário manter o equilíbrio entre as demandas de produção e as boas condições de trabalho (Johansson & Abrahamsson, 2009). Silva, Tortorella & Testoni (2015) afirmam que o modelo enxuto influencia no trabalho dos empregados e em sua qualidade.

O objetivo deste trabalho é diagnosticar as práticas ergonômicas e *Lean* aplicadas de formas não estruturadas em empresas de pequeno porte, onde não há planejamento ou estruturas bem definidas sobre esses aspectos, sendo necessário analisar essas práticas com maior nível de detalhamento. Neste estudo optou-se por construir e aplicar uma ferramenta de diagnóstico dessas práticas em uma pequena empresa que, informalmente, incorpora em suas atividades alguns dos Princípios *Lean*.

A seção dois ocupa-se do referencial teórico selecionado que trata da relação entre *Lean* e ergonomia, onde características foram identificadas (no texto) como pertencentes à Ergonomia (E) ou aos Princípios *Lean* (L), e classificados em aspectos (Tabela 1) posteriormente sintetizados nas Tabelas 2 e 3. A seção três trata dos passos metodológicos utilizados para a obtenção dos resultados (seção quatro), na qual os aspectos encontrados são organizados em uma planilha (apêndice) e combinados entre si, servindo de base para a criação

de uma ferramenta de avaliação da ergonomia e dos Princípios *Lean*, cujas relações e análise das respostas são tratadas nas seções 4-6 (resultados, discussão e conclusão).

## **2. Princípios *Lean* e as condições de trabalho**

Diversos estudos vêm sendo desenvolvidos para investigar as relações entre a produção enxuta e a ergonomia, analisando as ferramentas *Lean*, as demandas psicofísicas, a carga de trabalho, a organização do trabalho, as condições de trabalho, o *stress*, os riscos psicossociais e musculoesqueléticos, entre outros. Buscando identificar os principais aspectos da ergonomia e do sistema *Lean*, a Tabela 1 apresenta as principais características, extraídas de Conti, Angelis, Cooper, Faragher & Collin, 2006; Elias & Merino, 2007; Maia, Francisco & Pilatti, 2007; Johansson & Abrahamsson, 2009; Bittencourt, Alves & Arezes, 2011; Koukoulaki, 2014; Silva *et al.*, 2015.

Tabela 1 - Aspectos ergonômicos e aspectos *Lean* extraídos da literatura

Autor	Assunto	Aspectos de ergonomia (E)	Aspectos <i>Lean</i> (L)
Conti et al. (2006)	Os efeitos da produção enxuta sobre o estresse no trabalho dos trabalhadores	Gestão do stress; desempenho do sistema; intensidade do trabalho; controle do trabalho pelo empregado; frustração por erro; processos cognitivos do operador; ritmo agradável; melhoria contínua; opinião do trabalhador; satisfação	Gestão <i>Lean</i> ; eliminação de desperdícios; melhorar o desempenho do sistema; <i>poka-yoke</i> ; modelo a prova de falhas; controle visual de estoque; fluxo repetitivo; qualidade
Elias & Merino (2007)	Aspectos ergonômicos na utilização de técnicas de produção enxuta	Bem-estar humano; desempenho do sistema; adequação do trabalho ao homem; treinamento; autonomia aos trabalhadores; enriquecimento do trabalho; redução da monotonia; sobrecarga; stress	Qualidade; produtividade; eliminação de desperdícios; desempenho do sistema; satisfação do cliente; JIT, <i>kanban</i> ; autonomia aos trabalhadores; carga encarada como desafio; resultado da produção
Maia et al. (2007)	Fundamentos da ergonomia na melhoria contínua	Agregar valor ao trabalho; melhorar a segurança; adequação do trabalho ao homem; satisfação; menor esforço dos operários	Melhoria contínua; reduzir custos; produtividade; adequação do layout; otimizar espaços; menor esforço dos operários; redução do tempo de produção
Johansson & Abrahamsson (2009)	Armadilhas para o <i>good work</i> , e critérios para o <i>new good work</i> no <i>Lean</i>	Controle do trabalho pelo empregado; autonomia aos trabalhadores; aprendizagem; segurança; saúde	Autonomia aos trabalhadores; integrar a manutenção ao operador
Silva et al. (2015)	Relação entre as demandas psicofísicas e a carga de trabalho percebida em um sistema de produção enxuto	Qualidade do trabalho; demanda adequada; perfil dos empregados; risco físico; risco psicológico; saúde; redução de esforços; melhoria do posto de trabalho; conforto térmico; interrupções não programadas	Aprimoramento contínuo; produtividade
Bittencourt et al. (2011)	Sinergia entre as técnicas de <i>Lean production</i> e a ergonomia	Redução de esforços; saúde; bem-estar humano; desempenho do sistema; pensamento criativo; adequação do trabalho ao homem; autonomia aos trabalhadores; enriquecimento do trabalho; redução da monotonia; stress; sobrecarga; trabalho em equipe; diminuição da incidência de LER/DORT; tarefa prescrita; segurança; redução de esforços; comunicar erros sem constrangimento; descrição da tarefa; adequação do trabalho ao homem	Redução de custos; eliminação de desperdícios; desempenho do sistema; JIT, <i>kanban</i> , <i>Jidoka</i> ou <i>Autonomation</i> ; força de trabalho flexível; pensamento criativo; autonomia aos trabalhadores; carga encarada como desafio; adequação do layout; setup rápido; automação; produtividade; eliminar erros; gestão visual; compreensão da linha pelos trabalhadores; comunicação de erros; padronização dos procedimentos; melhoria contínua
Koukoulaki (2014)	O impacto do <i>Lean production</i> nos riscos musculoesqueléticos e psicossociais	Demanda adequada; redução de esforços; adequação do trabalho ao homem; fadiga; sobrecarga; riscos ergonômicos; descentralização do poder; stress; organização do trabalho; autonomia aos trabalhadores; satisfação; ritmo agradável; condições de trabalho; diminuição de desordens musculoesqueléticas	Eliminação de desperdícios; gestão da qualidade total; demanda balanceada; produtividade; envolvimento do trabalhador na qualidade

Fonte: Elaborado pelo autor

### 3. Materiais e métodos

Para identificação dos aspectos *Lean* e ergonomia, realizou-se uma pesquisa a partir da combinação das palavras-chave *ergonomic*/ergonomia e *Lean* na base ScienceDirect. Após análise dos títulos e resumos, foram selecionados os estudos cujo objetivo principal era analisar as influências entre as áreas. As informações sobre as áreas foram extraídas dos artigos por meio da técnica analítica, cujo propósito é ordenar e resumir as informações contidas na fonte de forma objetiva e imparcial. As características encontradas nos artigos foram identificadas (no texto) como referentes à Ergonomia (E) ou aos Princípios *Lean* (L), e suas relações analisadas utilizando-se da técnica interpretativa, cuja finalidade é obter significado mais amplo às informações extraídas pela técnica analítica (Gil, 2002), evitando a subjetividade. As características identificadas foram organizadas com o auxílio de uma planilha eletrônica, classificadas em aspecto (quando representavam um objetivo). Portanto, esses aspectos foram agrupados em tabelas (Tabelas 2 e 3) e combinados em pares, sem repetição, e sua relação foi interpretada, qualitativamente, a partir de uma caixa de seleção contendo três opções da escala (ver apêndice). Posteriormente, realizou-se uma análise percentual das respostas no intuito de mensurar as relações entre a ergonomia e os Princípios *Lean*, para então discorrer sobre os conflitos e semelhanças encontrados. A partir dos critérios identificados, criou-se uma ferramenta para avaliar esses aspectos segundo a percepção dos trabalhadores, onde cada questão referiu-se a 1 aspecto (Tabelas 2 e 3). O questionário foi elaborado no Formulários Google (serviço de formulários online, fornecido por Google Inc., “Google”, Estados Unidos), composto por 14 questões objetivas do tipo “grade de múltipla escolha”, onde as linhas abordavam características do aspecto, e as colunas representavam as opções de resposta, conforme Figura 1.

PARTE 1: ERGONOMIA				
E1. Você considera que o seu trabalho: *				
	Sim	Parcialmente	Não	Não sei responder
Oferece um ambiente ergonômico	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Busca reduzir os movimentos repetitivos	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Respeita os limites do seu corpo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
É organizado, com fluxo bem definido	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

Figura 1 - Exemplo de resposta ao critério E1 (Adaptar o trabalho ao homem)  
Fonte: Elaborado pelo autor

## 4. Resultados

A seguir, são apresentados os dados da análise interpretativa dos aspectos, aplicação do questionário e análise das respostas. Na análise interpretativa, os aspectos extraídos foram comparados entre si, e suas relações analisadas de forma conceitual a partir das discussões contidas nos estudos e da percepção dos autores desse estudo. Uma breve descrição do ambiente também foi incluída a fim de apresentar o perfil da empresa, uma vez que a maioria de seus procedimentos e estratégias são informais. Por fim, são analisadas as respostas ao questionário, bem como o coeficiente de correlação entre os aspectos, buscando medir através da ferramenta as influências entre *Lean* e ergonomia no ambiente avaliado.

### 4.1. Análise interpretativa dos aspectos

Após a leitura dos artigos selecionados e a extração dos aspectos por meio da técnica analítica, foram selecionados 7 aspectos ergonômicos e 7 aspectos *Lean* (Tabela 1), cuja numeração representa o nome da variável (e não uma ordem de importância), os quais foram combinados, e analisadas qualitativamente as suas relações, classificando-as em uma escala de 1 (relação harmoniosa), 2 (parcialmente harmoniosa) a 3 (relação conflitante) (ver apêndice). As Tabelas 2 e 3 listam os aspectos selecionados e esclarecem a sua descrição.

Tabela 2 - Síntese dos Aspectos de Ergonomia (E) apresentados na Tabela 1

ID	Aspectos <i>lean</i>	Descrição
E1	Adaptar o trabalho ao homem	Reduzir a repetitividade, tornar as estações de trabalho mais ergonômicas, considerar a antropometria, organizar o trabalho
E2	Proporcionar conforto	Ajustar o ambiente e o ritmo da produção ao trabalhador, melhorar o posto de trabalho, proporcionar conforto térmico
E3	Preservar a saúde do trabalhador	Diminuir riscos à saúde e segurança do trabalhador, adequar o esforço físico e mental
E4	Aumentar o desempenho do trabalhador	Capacitar os funcionários, racionalizar o trabalho (otimizar), dar autonomia
E5	Manter a produtividade	Reduzir ausências por doenças laborais ou acidentes
E6	Manter a demanda adequada	Adequar carga de trabalho e prazos de acordo com as capacidades do trabalhador, permitir controle sobre o ritmo de trabalho pelo trabalhador
E7	Diminuir as doenças de trabalho	Avaliar os riscos físicos, cognitivos e organizacionais, gerando intervenções

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Conti *et al.*, 2006; Elias & Merino, 2007; Maia *et al.*, 2007; Johansson & Abrahamsson, 2009; Bittencourt *et al.*, 2011; Koukoulaki, 2014; Silva *et al.*, 2015

Tabela 3 - Síntese dos Aspectos *Lean* (L) apresentados na Tabela 1

ID	Aspectos <i>lean</i>	Descrição
L1	Melhorar continuamente o processo	Solucionar problemas através da melhoria contínua, redução de erros ( <i>poka-yoke</i> )
L2	Balancear a linha	Adequar as tarefas e cargas, otimizar o layout, manter o fluxo contínuo
L3	Aumentar o lucro	Reduzir custos, estocar somente o necessário (JIT)
L4	Aumentar o desempenho do sistema	Minimizar a variabilidade de fornecedores, incentivar a participação da força de trabalho
L5	Maximizar a produtividade	Manter o fluxo contínuo, reduzir o tempo de setup e entrega
L6	Simplificar	Diminuir o tamanho do lote, controle visual (estoque, <i>kanban</i> )
L7	Eliminar o desperdício	Produção Excedente, Espera longos períodos de ociosidade, Transporte excessivo, Processos inadequados, Inventário desnecessário, Movimentação desnecessária, Produtos defeituosos.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Conti *et al.*, 2006; Elias & Merino, 2007; Maia *et al.*, 2007; Johansson & Abrahamsson, 2009; Bittencourt *et al.*, 2011; Koukoulaki, 2014; Silva *et al.*, 2015

Estes aspectos foram combinados entre si, sem repetição, visto que a combinação de E1+L1 é igual a L1+E1. Foram realizadas, ao todo, 49 combinações para os 14 aspectos, tomados 2 a 2, a fim de classificar e quantificar as relações entre a ergonomia e os Princípios *Lean*. Por exemplo: E1 + L1 = parcialmente harmoniosa, pois “Ao melhorar continuamente o processo, adaptações que melhoram o trabalho podem ser sugeridas pelos trabalhadores e implantadas, porém algumas melhorias que visam aumentar a produtividade podem acelerar o processo e não respeitar o ritmo do trabalhador”. Após a análise qualitativa da combinação dos aspectos, mensurou-se que 51% das relações foram consideradas harmoniosas, 37% parcialmente harmoniosas e 12% das relações apresentaram uma relação conflitante.

Os aspectos harmoniosos consideram como o desempenho do trabalhador (capacitar, motivar, direcionar e recompensar a produtividade) podem aumentar o desempenho do sistema, assim como o conforto pode gerar produtividade, bem-estar e motivação. Quando se adapta o trabalho ao homem, o mesmo consegue realizar tarefas de forma simples, confortável e contínua, sem prejuízos à saúde. Neste cenário, a demanda adequada e o balanceamento da linha podem considerar os limites do trabalhador, e o simplificar torna as atividades mais fáceis de executar, facilitando os processos cognitivos e organizando o trabalho, contribuindo para aumentar o desempenho do trabalhador, o que gera satisfação. O eliminar desperdícios busca otimizar o processo, onde os movimentos, distâncias e procedimentos desnecessários são eliminados. Já o processo de melhoria contínua permite ao trabalhador fazer sugestões para melhoria do ambiente e sugerir mudanças que preservem a sua saúde. Ao preservar a saúde do trabalhador, há diminuição de doenças e ausências, o que colabora para com o desempenho do sistema. Um maior desempenho implica em tempo e processos otimizados, contribuindo para eliminar o desperdício. Todos esses aspectos colaboram para a produtividade.

Os aspectos parcialmente harmoniosos apresentaram harmonia em algumas características, porém conflitam em outras. Ao melhorar continuamente o processo, adaptações que melhoram o trabalho podem ser sugeridas pelos trabalhadores e implantadas, porém algumas melhorias que visam aumentar a produtividade podem acelerar o processo e não respeitar o ritmo do trabalhador. Já o balanceamento da linha, que procura padronizar os tempos nas etapas de produção, pode contrastar com o conforto, que busca permitir que cada trabalhador desempenhe suas funções conforme suas condições e habilidades. Entretanto, uma linha balanceada pode proporcionar mais conforto que uma desbalanceada. O conforto pode melhorar a produtividade do trabalhador, aumentando o lucro. Entretanto, investir em conforto e ajustar a produção ao ritmo do trabalhador contrasta com aumentar o lucro. Preservar a saúde representa investimento em treinamento, segurança e ergonomia. Investir nestas condições de trabalho podem significar, a curto prazo, prejuízo ao lucro, entretanto, a longo prazo, pode representar lucro com a redução de ausências, absenteísmos e baixa produtividade. Enquanto a ergonomia visa manter a saúde do trabalhador para que o mesmo não perca sua produtividade, o sistema sempre busca maximizar a produtividade com foco em aumentar o lucro, e não nas necessidades da máquina humana. As doenças laborais representam desperdício de recurso humano, encargos e tempo. Entretanto eliminar o desperdício (tempo, movimentos e distâncias) deixa o processo mais enxuto e acelerado, o que pode contribuir para a ocorrência de doenças físicas ou psicológicas. A linha é balanceada orientada às tarefas e ritmos. Se o ritmo e a carga estão adequados, o balanceamento é benéfico. O balanceamento ajusta a produção e pode colaborar para com a saúde do trabalhador devido a adequação dos layouts, tarefas e tempos, devendo ser monitorado quando houver troca de operador. Entretanto, o fluxo contínuo pode causar problemas de fadiga, stress, circulatórios, musculoesqueléticos e funcionais, pois retém a autonomia do trabalhador sobre seu trabalho. O trabalho adequado e eficiente pode aumentar a produtividade, sempre respeitando carga, ritmo e duração. Entretanto, alguns fatores de conforto e segurança podem agregar tempo às tarefas, impactando na produtividade. Sem desperdícios (superprodução, defeitos) o trabalhador tem o ritmo, movimentos e demandas ajustados. A preocupação reside em manter o conforto enquanto pausas não programadas são consideradas como desperdício). Aumentar o desempenho do trabalhador contribui para o lucro pois pode melhorar a qualidade do trabalho e produto. Entretanto, é preciso adequar cargos e salários para não gerar insatisfação.

Por fim, seis relações entre os aspectos da ergonomia e *Lean* foram considerados conflitantes, e diferem por causa de seus objetivos: E1-L3, E2-L5, E5-L3, E6-L3, E6-L5 e E7-



L5. Adaptar o trabalho ao homem implica em ritmos mais brandos, pausas, motivação. Essas características contrastam, a curto prazo, com o lucro. A busca por maximizar a produtividade faz conflitar fluxo contínuo e conforto, e o lucro pode contrastar com o investimento em segurança e ergonomia, a fim de manter a produtividade. Aumentar o lucro pode contrastar com a demanda adequada, visto que as metas da produção para lucro serão sempre superiores às ideais para a máquina humana, onde o fluxo contínuo pode causar doenças de trabalho devido à repetitividade, falta de autonomia e sobrecargas (Rau, Morling & Rösler, 2010).

#### *4.2. Caracterização do ambiente percebido durante a aplicação do questionário*

Devido à ausência de documentação na empresa sobre seus processos de produção e ergonomia (o que é comum nas pequenas empresas brasileiras), buscou-se descrever as percepções dos autores sobre o ambiente. A empresa selecionada atua no ramo moveleiro, com manipulação e acabamento de diversos tipos de lâmina de madeira. Em relação à ergonomia, a empresa possui a CIPA (Comissão Interna de Prevenção de Acidentes), e recebe assessoria de empresa especializada para avaliações periódicas das condições de trabalho. A empresa está instalada em um barracão antigo de alvenaria, que recebeu ampliações conforme necessidades e recursos financeiros. O barracão possui janelas grandes, e está dividido por uma parede, também de alvenaria, que separa o ambiente de produção do administrativo. O escritório possui ar-condicionado, enquanto a produção possui exaustor, onde não é possível a instalação de ventiladores devido à poeira produzida pela manipulação da madeira. Em vista disso, o ambiente fica muito quente no verão (que na região é de aproximadamente 30°C), temperatura que é potencializada pelo tipo de cobertura (telha ondulada, sem forro). A empresa disponibiliza uniformes e EPIs, e embora utilizados no momento da aplicação do questionário, a gerência diz haver resistência quanto ao uso diário desses recursos pelos trabalhadores. Na produção, os operários seguem um caminho que facilita o trabalho, mas não existe um layout formalizado.

#### *4.3. Aplicação do questionário e análise das respostas*

O questionário foi aplicado à 18 dos 22 empregados da empresa, havendo 2 recusas e 2 ausências (sob atestado). Os respondentes foram separados em 2 grupos: os operários (10 participantes), mediante aplicação de questionário impresso, e a gerência (8 participantes), por meio de questionário online. Após verificar ser importante coletar a função do empregado para a análise das respostas, os autores acrescentaram questão correlata ao questionário. As respostas estão representadas graficamente na Figura 2, onde cada aspecto foi abordado por uma questão composta por 4 sub aspectos relacionados (Tabela 4).

A Figura 2 permite identificar quais são os aspectos que devem ser priorizados na empresa, devido à baixa taxa de resposta para “Sim” e valores expressivos para “Parcialmente” e “Não”. A primeira e maior insatisfação percebida é o desconforto térmico, seguido pelo ruído. Segundo a percepção dos trabalhadores, a empresa não se preocupa o suficiente com treinamento, redução de doenças laborais, ou em incentivar a participação dos trabalhadores nas soluções. Também apontaram que a empresa deveria se preocupar em diminuir a rotatividade de fornecedores e melhorar a organização do trabalho, com fluxo bem definido, bem como realizar o monitoramento das mudanças implementadas e proporcionar um ambiente ergonômico. No outro extremo, é possível identificar os aspectos que estão sendo bem percebidos pelos trabalhadores. São eles: redução do tempo de entrega, fluxo contínuo, aumento da produtividade, maximização de lucro e redução de custos. Embora os 9 aspectos melhores avaliados estejam associados ao *Lean*, o décimo aspecto refere-se à ergonomia, e mostra satisfação em relação ao investimento em equipamentos de segurança pela empresa (EPIs). No aspecto E4c (autonomia), os respondentes ficaram distribuídos igualmente entre as respostas. Ao analisar essas respostas por grupo, esse comportamento se mostrou presente tanto no setor administrativo quanto no ambiente de produção. Este aspecto foi o que apresentou maior número de respostas “Não”, e sugere que uma conscientização em relação à autonomia pode trazer benefícios aos trabalhadores e à empresa, podendo aumentar o desempenho global do sistema.

Tabela 4 - Sub-aspectos que compõe o questionário

ID	ASPECTO / SUB-ASPECTO	ID	ASPECTO / SUB-ASPECTO
E1A	AMBIENTE ERGONÔMICO	L1A	MELHORIA CONTÍNUA
E1B	REDUÇÃO DE MOVIMENTOS REPETITIVOS	L1B	REDUÇÃO DE ERROS
E1C	REPEITO AOS LIMITES DO SEU CORPO	L1C	SOLUÇÃO JUNTO AOS TRABALHADORES
E1D	ORGANIZAÇÃO, COM FLUXO BEM DEFINIDO	L1D	TREINAMENTOS
E2A	CONFORTO NO POSTO DE TRABALHO	L2A	LINHA BALANCEADA
E2B	CONFORTO NO RITMO DE TRABALHO	L2B	LINHA ADEQUADA (TAREFAS E CARGAS)
E2C	CONFORTO EM RELAÇÃO À TEMPERATURA	L2C	LINHA COM LAYOUT ADEQUADO
E2D	CONFORTO EM RELAÇÃO AO RUÍDO	L2D	LINHA EM FLUXO CONTÍNUO
E3A	PREVENÇÃO DE RISCOS	L3A	REDUÇÃO DE CUSTOS
E3B	SEGURANÇA	L3B	ESTOQUE MÍNIMO
E3C	ESFORÇO FÍSICO ADEQUADO	L3C	MAXIMIZAÇÃO DO LUCRO
E3D	ESFORÇO MENTAL ADEQUADO	L3D	REDUÇÃO DE DESPÉDICIOS
E4A	CAPACITAÇÃO	L4A	BAIXA ROTATIVIDADE DE FORNECEDORES
E4B	PROCEDIMENTOS DE PRODUÇÃO	L4B	PARTICIPAÇÃO NAS SOLUÇÕES
E4C	AUTONOMIA	L4C	IMPLANTAÇÃO DAS SUGESTÕES
E4D	MOTIVAÇÃO	L4D	MONITORAMENTO DAS MUDANÇAS
E5A	IDENTIFICAÇÃO E ADEQUAÇÃO DE RISCOS	L5A	AUMENTO DA PRODUTIVIDADE
E5B	EPIS	L5B	FLUXO CONTÍNUO
E5C	REDUÇÃO DE DOENÇAS LABORAIS	L5C	REDUÇÃO DO TEMPO DE SETUP
E5D	REDUÇÃO DE AUSÊNCIAS	L5D	REDUÇÃO DO TEMPO DE ENTREGA
E6A	DEMANDA EM RELAÇÃO À CARGA	L6A	REDUÇÃO DE MOVIMENTOS E DISTÂNCIAS
E6B	DEMANDA EM RELAÇÃO AOS PRAZOS	L6B	DIMINUIÇÃO DO TAMANHO DO LOTE
E6C	DEMANDA X CAPACIDADES	L6C	CONTROLE VISUAL DE ESTOQUE
E6D	DEMANDA EM RELAÇÃO AO RITMO	L6D	CONTROLE VISUAL DA PRODUÇÃO
E7A	AVALIAÇÃO DE RISCOS FÍSICOS	L7A	ELIMINAÇÃO DA SOBREPRODUÇÃO
E7B	AVALIAÇÃO DE RISCOS COGNITIVOS	L7B	DIMINUIÇÃO DA ESPERA ENTRE SETORES
E7C	AVALIAÇÃO DE RISCOS ORGANIZACIONAIS	L7C	CONTROLE DE QUALIDADE
E7D	INTERVENÇÕES ERGONÔMICAS	L7D	REDUÇÃO DE TRANSPORTES

Fonte: Elaborado pelo autor a partir das Tabelas 2 e 3

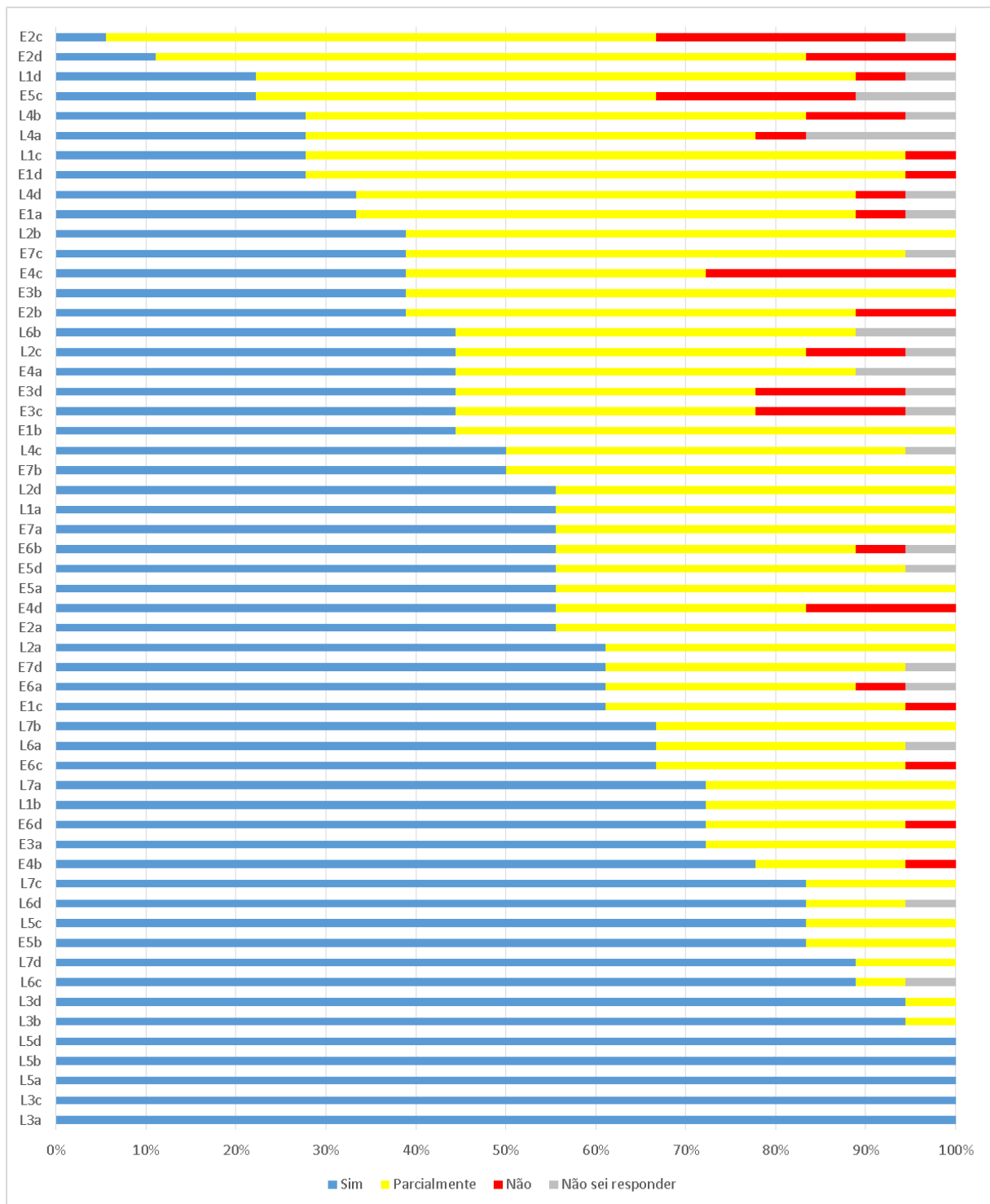


Figura 2 - Resultado da aplicação da ferramenta de avaliação dos aspectos da ergonomia e princípios *Lean* em pequena empresa de compensados

A fim de obter uma visão geral dos aspectos, as respostas foram tabuladas em planilha eletrônica, e uma atribuição de peso foi realizada para análise quantitativa das respostas, conforme Figuras 3 e 4.



item c (temperatura) do aspecto 2 (proporcionar conforto). Os critérios com menor score por grupo estão descritos nas Tabelas 5 e 6. Os colaboradores operários apontaram maior desconforto em relação à temperatura do ambiente de trabalho. Outros aspectos parcialmente atendidos referem-se à organização do trabalho, ruído, esforço físico e mental adequado às suas capacidades, melhoria contínua, treinamentos, adequação do layout de produção e soluções participativas. Os demais aspectos devem ser geridos em busca de melhorias. Os trabalhadores lotados nos escritórios mostraram preocupação com a ergonomia do ambiente, repetitividade, temperatura e ruído. Buscam ainda, maior autonomia sobre o trabalho e maior efetividade das comissões internas de segurança e ergonomia.

Tabela 2 - Menores scores apresentados pelo grupo Operários

<b>OPERÁRIOS</b>		
Aspecto	Característica	Score
E1d	Trabalho organizado, com fluxo bem definido	3
E2c	Conforto quanto à temperatura	2
E2d	Conforto quanto ao ruído	3
E3c	Esforço físico adequado às capacidades	3
E3d	Esforço mental às capacidades	3
L1c	Solução de problemas junto aos trabalhadores	3
L1d	Treinamentos	3
L2c	Adequação do layout da linha de produção	3
L4b	Incentivo participação dos trabalhadores nas soluções	3

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 3 - Menores scores apresentados pelo grupo "Administrativo / Gerência"

<b>ADMINISTRATIVO / GERÊNCIA</b>		
Aspecto	Característica	Score
E1a	Trabalho oferece um ambiente ergonômico	3
E1b	Busca reduzir os movimentos repetitivos	3
E2c	Conforto quanto à temperatura	3
E2d	Conforto quanto ao ruído	3
E4c	Autonomia sobre o trabalho	3
E5c	Comissões internas de segurança e ergonomia	3

Fonte: Elaborado pelo autor

Por fim, obteve-se o coeficiente de correlação de Pearson, a fim de analisar quantitativamente a relação entre os aspectos *lean* e da ergonomia, encontrando 12 relações positivas e 2 negativas (Tabela 7).

Tabela 4 - Correlação de Pearson: aspectos com maiores coeficientes

ASPECTO ERGONOMIA		ASPECTO LEAN		CORRELAÇÃO	
E6	Manter a demanda adequada	L7	Eliminar o desperdício	0,61	Moderada
E3	Preservar a saúde do trabalhador	L5	Maximizar a produtividade	0,47	Moderada
E4	Aumentar o desempenho do trabalhador	L4	Aumentar o desempenho do sistema	0,40	Moderada
E2	Proporcionar conforto	L7	Eliminar o desperdício	0,39	Fraca
E7	Diminuir as doenças de trabalho	L1	Melhorar continuamente o processo	0,37	Fraca
E6	Manter a demanda adequada	L4	Aumentar o desempenho do sistema	0,33	Fraca
E1	Adaptar o trabalho ao homem	L7	Eliminar o desperdício	0,29	Fraca
E1	Adaptar o trabalho ao homem	L4	Aumentar o desempenho do sistema	0,26	Fraca
E1	Adaptar o trabalho ao homem	L6	Simplificar	0,25	Fraca
E2	Proporcionar conforto	L2	Balancear a linha	0,25	Fraca
E5	Manter a produtividade	L7	Eliminar o desperdício	0,24	Fraca
E2	Proporcionar conforto	L4	Aumentar o desempenho do sistema	0,21	Fraca
E1	Adaptar o trabalho ao homem	L5	Maximizar a produtividade	-0,23	Fraca
E2	Proporcionar conforto	L6	Simplificar	-0,36	Fraca

Fonte: Elaborado pelo autor

As correlações moderadas sugerem que manter a demanda adequada contribui para eliminar o desperdício, que preservar a saúde do trabalhador maximiza a produtividade, e que o desempenho do trabalhador e do sistema estão positivamente correlacionados. As demais correlações positivas, embora fracas, indicam, por exemplo, que adaptar o trabalho ao homem ajuda a eliminar o desperdício, a aumentar o desempenho do sistema e a simplificar. Já as correlações negativas (fracas) mostram os aspectos conflitantes, onde adaptar o trabalho ao homem é inversamente proporcional a maximizar a produtividade, e que proporcionar conforto e simplificar também apresenta uma fraca correlação negativa (enquanto um aspecto aumenta, o outro diminui).

## 5. Discussão

O critério E7, relacionado à prevenção de doenças laborais, mostrou uma insatisfação parcial dos trabalhadores em relação à avaliação periódica de riscos físicos, cognitivos, e principalmente, organizacionais. Cardella (1999) define segurança como uma variável de estado dos sistemas vivos, organizações, comunidade e sociedade, sendo abrangente e holística. Quanto maior a segurança, menor a probabilidade de ocorrência de danos ao homem, ao meio ambiente e ao patrimônio. Sua natureza multifacetada envolve fenômenos físicos, biológicos, psicológicos, culturais e sociais. A melhoria na gestão da saúde e segurança no trabalho, entendido como um conjunto de pessoas, recursos, políticas e procedimentos para assegurar a realização das atividades e alcançar ou manter um resultado específico, pode prevenir os

acidentes e doenças do trabalho. Essas ações podem ainda minimizar os riscos para os trabalhadores e melhorar o desempenho do negócio (Melo, 2001).

Em relação ao aspecto L4, os respondentes consideraram como preocupante o baixo incentivo à participação dos trabalhadores nas soluções, e ainda, o baixo monitoramento das mudanças implantadas. Esse comportamento gera insatisfação, pois as soluções podem não ser efetivas, e adequá-las à realidade da empresa é inviável sem acompanhar o desempenho das mudanças. Segundo Neely (1998), no atual cenário empresarial, os novos modelos de avaliação de desempenho são necessários para verificar e comunicar a posição no mercado, motivando o progresso e o comprometimento dos funcionários com as mudanças nos projetos de melhoria implantada na empresa, auxiliando a tomada de decisão no processo de implantação e gerenciamento das melhorias e mudanças empresariais.

O aspecto “Eliminar o desperdício” foi bem avaliado, principalmente em relação a diminuir processamento incorreto e transportes e movimentos desnecessários. Segundo Bornia (2002, p. 27), "entende-se por desperdícios todo insumo consumido de forma não eficiente e não eficaz desde materiais e produtos defeituosos, até atividades desnecessárias". Ghinato (2002) afirma que as atividades desnecessárias que geram custo e não agregam valor (os desperdícios) devem ser imediatamente eliminadas. Reis (1994) complementa essa ideia, abordando o desperdício como o uso dos recursos disponíveis de forma descontrolada, abusiva, irracional e inconsequente. Na empresa avaliada, em busca de eliminar desperdícios, a ferramenta mostrou ser necessário eliminar a superprodução e diminuir as esperas entre os setores (células).

Os déficits apontados na Tabela 5 sugerem ser necessária uma avaliação de conforto térmico e ruído do ambiente, por meio de métodos e instrumentos validados, a fim de mensurar o desconforto apontado e gerar adequações. Soluções imediatas podem ser adotadas, tais como a instalação de manta térmica e forros na cobertura do barracão, análise e adequação do conforto térmico dos uniformes e melhorias na ventilação do ambiente, bem como lubrificação e a regulagem de máquinas (manutenção preventiva) e o uso de protetores auriculares (Labaki & Barbosa, 2007; Filipe, Silva, Trugilho, Fiedler, Rabelo e Botrel, 2014).

O resultado mostrou que as preocupações principais da empresa focam em reduzir os custos, estocar somente o necessário, aumentar o lucro e evitar os desperdícios. Mostrou ainda uma busca por aumentar a produtividade, manter o fluxo contínuo, reduzir os tempos do setup e consequentemente reduzir o tempo de entrega para ao cliente. A empresa adota uma postura



de controle visual de estoque e de controle visual de produção (*kanban*), diminuindo transportes e movimentos desnecessários, e também reduzindo os processos incorretos, otimizando assim os procedimentos de produção e preocupando-se com a segurança de seus colaboradores. Os aspectos com avaliação negativa sugerem que a empresa poderia ser mais organizada, com fluxo de trabalho melhor definido. No ambiente de produção, foi identificado que a temperatura e o ruído são fatores de desconforto para os colaboradores de ambos os grupos. Todas essas percepções trazem informações importantes sobre a empresa segundo a visão do trabalhador; entretanto a empresa parece não incentivar a participação dos trabalhadores nas soluções de problemas da organização.

A análise de correlação das respostas mostrou que os aspectos mais conflitantes para a empresa analisada foram E6-L7, E3-L5 e E4-L4. Isto revela, para a empresa avaliada, que manter a demanda adequada colabora com a redução de desperdício, que as práticas de prevenção e saúde maximizam a produtividade, e ainda que desempenho do sistema e trabalhador estão positivamente relacionados. Das relações consideradas conflitantes na avaliação interpretativa, nenhuma delas obteve sinal negativo. Isto ocorre, pois, a primeira análise dos aspectos foi realizada de forma interpretativa, subjetiva e com base nos estudos revisados. Já a análise quantitativa foi realizada sobre os dados da empresa estudada, cujas correlações refletem a influência dos aspectos naquele ambiente e grupo específicos.

A ferramenta apresentou-se de fácil entendimento, embora alguns termos possam ser simplificados para melhorar a compreensão pelos respondentes. Sugere-se que a ferramenta seja aplicada em outras empresas, Pequenas ou Médias, avaliando assim os aspectos da ergonomia e Princípios *Lean* da organização, e incorporando novos aspectos e critérios ao checklist. Também sugere-se, conforme recomendações contidas em Vieira e Dalmoro (2008), que a escala de resposta seja alterada para 5 pontos a fim de torná-la mais confiável, veloz no uso, e ainda ter mais precisão para demonstrar a opinião do entrevistado.

## 6. Conclusão

A ergonomia e os Princípios *Lean* apresentaram, na análise interpretativa, um percentual satisfatório (51%) de harmonia em suas relações, onde contrastam os aspectos *Lean* “Aumentar o lucro” e “Maximizar a produtividade” com outros aspectos ergonômicos. Entretanto, a análise interpretativa e a quantitativa (correlação) apresentaram resultados diferentes, uma vez que a

primeira foi realizada a partir dos estudos, e a segunda apresenta um diagnóstico de um ambiente específico.

A ferramenta criada mostrou-se útil para o diagnóstico da ergonomia e das práticas *Lean*, permitindo pontuar aos gestores os aspectos que necessitam intervenção imediata, ou que merecem atenção dos gestores para aumentar a satisfação dos trabalhadores em relação aos aspectos ergonômicos e da produção enxuta. As práticas que já estão implantadas na empresa, embora de maneira informal, podem ser mais facilmente aperfeiçoadas quando comparadas às estruturas mais formais. Os resultados, quando analisados a partir do coeficiente de Pearson, indicaram as correlações positivas e negativas existentes entre os aspectos, na empresa avaliada. Essas informações podem ser utilizadas pelo gestor a fim de compreender o relacionamento dos aspectos percebidos na sua empresa e embasar estratégias, visto que os conflitos podem ser administrados para que se tornem harmoniosos, pois as relações entre o sistema *Lean* e a ergonomia também dependem da gestão *Lean*, do contexto e o nível de confiança entre a gerência e os empregados (Silva, 2015).

São limitações desse estudo: o número reduzido de respondentes, o que pode causar baixos coeficientes de correlação; a seleção dos aspectos a partir de um grupo limitado de artigos, podendo em estudos futuros ampliar o portfólio de base para a definição dos aspectos, gerando uma nova versão da ferramenta. Por fim, é importante considerar que a natureza humana do trabalhador, instável, diverge da estabilidade dos Princípios *Lean*, podendo levar o trabalhador a manter o ritmo e a produção sob quaisquer condições. Entretanto, o conflito entre os aspectos pode ocorrer motivado por práticas *Lean* ou ergonômicas aplicadas de forma incorreta, ou ainda, quando uma visão holística de ambos as áreas não está presente na empresa estudada. Mais estudos são necessários para investigar essas relações, uma vez que suas consequências, apesar de vistas a nível de indivíduo, se estendem aos familiares, comunidade, sistema de saúde e previdência, que podem ter de arcar com os custos enxugados pela empresa.

## REFERÊNCIAS

Bittencourt, Wastony, Alves, A. C. & Arezes, P. (2011). Revisão bibliográfica sobre a sinergia entre *lean production* e ergonomia. *CLME – 6º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia*. Recuperado em Julho, 2016, de <http://hdl.handle.net/1822/18865>.

Bornia, Antônio Cezar (2002). *Análise gerencial de custos em empresas modernas*. Porto Alegre: Bookman.

Cardella, Benedito (1999). *Segurança no Trabalho e Prevenção de Acidentes – Uma Abordagem Holística: Segurança Integrada à Missão Organizacional com Produtividade, Qualidade, Preservação Ambiental e Desenvolvimento de Pessoas*. São Paulo: Atlas.

- Conti, Robert, Angelis, Jannis., Cooper, Cary., Faragher, Brian & Collin, Gil (2006). The effects of *lean* production on worker job stress. *International Journal of Operations & Production Management*, 26(9), 1013-1038. Recuperado em Julho, 2016, de <http://www.emeraldinsight.com/doi/full/10.1108/01443570610682616>.
- Elias, Sérgio J. B. & Merino, Eugenio (2007). Aspectos ergonômicos na utilização de técnicas de produção enxuta: uma contribuição para a melhoria global do sistema produtivo. *XXVII ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção*. Recuperado em Agosto, 2016, de [http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEPEP2007\\_TR600448\\_0467.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEPEP2007_TR600448_0467.pdf).
- Filipe, Alexandre Petusk, Silva, José Reinaldo Moreira da, Trugilho, Paulo Fernando, Fiedler, Nilton César, Rabelo, Giovanni Francisco, & Botrel, Douglas Alvarenga. (2014). Avaliação de ruído em fábricas de móveis. *CERNE*, 20(4), 551-556. <https://dx.doi.org/10.1590/0104776020142004959>.
- Ghinato, P. (2002) *Lições Práticas para a Implementação da Produção Enxuta*. EDUCS - Editora da Universidade de Caxias do Sul: Caxias do Sul.
- Gil, Antonio Carlos (2002). *Como elaborar projetos de pesquisa*, 4ª edição. São Paulo: Atlas.
- Hayes, Robert H. (1981). Why Japanese factories work. *Harvard business review*. Recuperado em Maio, 2016, de <https://hbr.org/1981/07/why-japanese-factories-work>.
- Hayes, H. R. & Wheelwright, S. C. (1984). *Restoring our competitive edge: competing through manufacturing*. Nova Iorque: John Wiley & Sons.
- Hu, S. Jack (2013). Envolving paradigms of manufacturing: from mass production to mass customization and personalization. *Procedia CIRP*, 7(2013), 3-8. Recuperado em Junho, 2016, de <https://doi.org/10.1016/j.procir.2013.05.002>.
- Iida, Itiro (2005). *Ergonomia - Projeto e Produção*, 2ª edição, revista e ampliada. São Paulo: Blucher.
- Johansson, Jan & Abrahamsson, Lena (2009). The good work – A Swedish trade union vision in the shadow of *lean* production. *Applied Ergonomics*, 40(4), 775-780. Recuperado em Junho, 2016, de <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2008.08.001>.
- Koukoulaki, Theoni (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. Recuperado em Junho, 2016, de <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2013.07.018>.
- Labaki, Lucila C. & Barbosa, Marcia Piovesana (2007). Thermal comfort evaluation in workplaces in Brazil: the case of furniture industry. *Proceedings of Clima, Wellbeing Indoors*, Helsinki, Finland. Recuperado em Junho, 2016, de [http://www.inive.org/members\\_area/medias/pdf/Inive%5Cclima2007%5CA04%5CA04L1391.pdf](http://www.inive.org/members_area/medias/pdf/Inive%5Cclima2007%5CA04%5CA04L1391.pdf).
- Maia, Ivana M. O., Francisco, Antonio Carlos & Pilatti, Luiz Alberto (2007). Fundamentos da ergonomia na melhoria contínua. *Congresso Internacional de Administração*, Ponta Grossa, Brasil. Recuperado em Julho, 2016, de <http://www.pg.utfpr.edu.br/ppgep/Ebook/E-book%202007/Congressos/Internacionais/2007%20-%20ADM/11.pdf>.
- Melo, M. B. F. V. (2001). Influência da Cultura Organizacional no Sistema de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho em Empresas Construtoras. 180p. Tese (doutorado), Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. SC. Recuperada em Junho, 2016, de [http://www.fundacentro.gov.br/dominios/ctn/anexos/teses\\_pdf/Tese\\_Ber\\_nadete.pdf](http://www.fundacentro.gov.br/dominios/ctn/anexos/teses_pdf/Tese_Ber_nadete.pdf).
- Neely, A. (1998). Measuring business performance: why, what and how. *The Economics*, London, 3, 70-89.
- Rau, Renate, Morling, Katja & Rösler, Ulrike (2010). Is there a relationship between major depression and both objectively assessed and perceived demands and control? *Work & Stress: An International Journal of Work, Health & Organisations*, 24(1), 88-106. Recuperado em Junho, 2016, de <http://dx.doi.org/10.1080/02678371003661164>.
- Reis, H. L. (1994). Implantação de Programas de Redução de Desperdício na Indústria Brasileira - um Estudo de Caso. Dissertação (Mestrado), Centro de Ciências Jurídicas e Econômicas Instituto de Pesquisa e Pós-Graduação em Administração: Rio de Janeiro. Recuperado em Agosto, 2016, de [http://www.coppead.ufrj.br/upload/publicacoes/Helvecio\\_Reis.pdf](http://www.coppead.ufrj.br/upload/publicacoes/Helvecio_Reis.pdf).
- Silva, Marcelo Pereira, Tortorella, Guilherme Luz & Testoni, Manuela (2015). Relação entre as demandas psicofísicas e a carga de trabalho percebida em um sistema de produção enxuta. *Produto & Produção*, 16(3), 66-78. Recuperado em Junho, 2016, de <http://seer.ufrgs.br/index.php/ProdutoProducao/article/view/58081/35103>.
- Womack, J. P., Jones, D. T. & Roos, D. (1992). *A máquina que mudou o mundo*, 17ª. ed. Rio de Janeiro: Campus.

Vieira, Kelmara Mendes & Dalmoro, Marlon (2008). Dilemas na Construção de Escalas Tipo Likert: o Número de Itens e a Disposição Influenciam nos Resultados? XXXII Encontro da ANPAD. Rio de Janeiro, 2008. Recuperado em Outubro, 2017, de <http://www.anpad.org.br/admin/pdf/EPQ-A1615.pdf>.

## ANEXOS

Apêndice 1 - Discussões sobre a relação dos aspectos ergonomia x *Lean*

Aspecto ergonomia	Aspectos lean	Relação	Descrição
Adaptar o trabalho ao homem	Melhorar continuamente o processo	Parcialmente harmoniosa	Ao melhorar continuamente o processo, adaptações que melhoram o trabalho podem ser sugeridas pelos trabalhadores e implantadas, porém algumas melhorias que visam aumentar a produtividade podem acelerar o processo e não respeitar o ritmo do trabalhador.
Proporcionar conforto	Balancear a linha	Parcialmente harmoniosa	O balanceamento da linha é feito com o auxílio da cronoanálise, que procura definir os tempos das etapas de produção. Já o conforto busca permitir que cada trabalhador desempenhe suas funções conforme suas condições e habilidade. Entretanto, uma linha balanceada pode proporcionar mais conforto que uma desbalanceada.
Preservar a saúde do trabalhador	Aumentar o lucro	Parcialmente harmoniosa	Preservar a saúde representa investimento em treinamento, segurança e ergonomia. Investir nestas condições de trabalho podem significar, a curto prazo, prejuízo ao lucro, entretanto, a longo prazo, pode representar lucro com a redução de ausências, absenteísmos e baixa produtividade.
Aumentar o desempenho do trabalhador	Aumentar o desempenho do sistema	Relação harmoniosa	Aumentar o desempenho do trabalhador representa capacitar, motivar, direcionar e recompensar a produtividade, aumentando o desempenho do sistema.
Manter a produtividade	Maximizar a produtividade	Parcialmente harmoniosa	A ergonomia visa manter a saúde do trabalhador para que o mesmo não perca sua produtividade. Entretanto, o sistema sempre busca maximizar a produtividade com foco na otimização do sistema e não nas necessidades da máquina humana.
Manter a demanda adequada	Simplificar	Relação harmoniosa	A demanda adequada considera os limites do trabalhador, e o simplificar torna as atividades mais fáceis de executar.
Diminuir as doenças de trabalho	Eliminar o desperdício	Parcialmente harmoniosa	Trabalhador doente representa desperdício de recurso humano, encargos e tempo. Entretanto eliminar o desperdício deixa o processo mais enxuto e acelerado, o que pode contribuir para a ocorrência de doenças físicas ou psicológicas.
Adaptar o trabalho ao homem	Balancear a linha	Parcialmente harmoniosa	A linha é balanceada orientada às tarefas e ritmos. Se o ritmo e a carga estão adequados, o balanceamento é benéfico. Entretanto, ele precisa ser flexível quando há troca de operador.
Adaptar o trabalho ao homem	Aumentar o lucro	Relação conflitante	Adaptar o trabalho implica em ritmos mais brandos, pausas, motivação. Essas características contrastam com o lucro.
Adaptar o trabalho ao homem	Aumentar o desempenho do sistema	Relação harmoniosa	Quando se adapta o trabalho ao homem, o mesmo consegue realizar tarefas de forma simples, confortável e contínua, sem prejuízos à saúde, o que propicia motivação e pode aumentar o desempenho do sistema.
Adaptar o trabalho ao homem	Maximizar a produtividade	Parcialmente harmoniosa	O trabalho adequado e eficiente pode aumentar a produtividade, sempre respeitando carga, ritmo e duração. Entretanto, alguns fatores de conforto e segurança podem agregar tempo às tarefas, impactando na produtividade.
Adaptar o trabalho ao homem	Simplificar	Relação harmoniosa	Simplificar facilita os processos cognitivos do trabalhador e organiza o trabalho.
Adaptar o trabalho ao homem	Eliminar o desperdício	Relação harmoniosa	Ambas estão em harmonia pois buscam otimizar o trabalho, onde os movimentos desnecessários são eliminados.
Proporcionar conforto	Melhorar continuamente o processo	Relação harmoniosa	No processo de melhoria contínua, o trabalhador faz sugestões para melhoria do ambiente.
Proporcionar conforto	Aumentar o lucro	Parcialmente harmoniosa	O conforto pode melhorar a produtividade do trabalhador, aumentando o lucro. Entretanto, investir em conforto e ajustar a produção ao ritmo do trabalhador contrasta com aumentar o lucro.

Aspecto ergonomia	Aspectos lean	Relação	Descrição
Proporcionar conforto	Aumentar o desempenho do sistema	Relação harmoniosa	O conforto pode aumentar o desempenho do sistema, pois pode gerar produtividade, bem-estar e motivação.
Proporcionar conforto	Maximizar a produtividade	Relação conflitante	Nestes aspectos, pode conflitar o fluxo contínuo com o conforto.
Proporcionar conforto	Simplificar	Relação harmoniosa	Simplificar facilita os processos cognitivos do trabalhador e organiza o trabalho.
Proporcionar conforto	Eliminar o desperdício	Parcialmente harmoniosa	Sem desperdícios (superprodução, defeitos) o trabalhador tem o ritmo, movimentos e demandas ajustados. A preocupação reside em manter o conforto enquanto pausas não programadas são consideradas como desperdício).
Preservar a saúde do trabalhador	Melhorar continuamente o processo	Relação harmoniosa	Na melhoria contínua, os trabalhadores podem sugerir mudanças que preservem sua saúde.
Preservar a saúde do trabalhador	Balancear a linha	Parcialmente harmoniosa	O balanceamento ajusta a produção e pode colaborar para com a saúde do trabalhador devido a adequação dos layouts, tarefas e tempos, devendo ser monitorado quando houver troca de operador. Entretanto, o fluxo contínuo pode causar problemas de fadiga, estresse, circulatórios, musculoesqueléticos e funcionais.
Preservar a saúde do trabalhador	Aumentar o desempenho do sistema	Relação harmoniosa	Ao preservar a saúde do trabalhador, há diminuição de doenças e ausências, o que colabora para com o desempenho do sistema.
Preservar a saúde do trabalhador	Maximizar a produtividade	Parcialmente harmoniosa	A ergonomia visa manter a saúde do trabalhador para que o mesmo não perca sua produtividade. Entretanto, o sistema sempre busca maximizar a produtividade em busca de lucro, sem se atentar às necessidades da máquina humana.
Preservar a saúde do trabalhador	Simplificar	Relação harmoniosa	Simplificar as tarefas poupa física e psicologicamente o trabalhador.
Preservar a saúde do trabalhador	Eliminar o desperdício	Parcialmente harmoniosa	Eliminar o desperdício faz reduzir as ações desnecessárias do trabalhador, entretanto pode acelerar a produção e aumentara repetitividade e a velocidade da produção, podendo trazer danos à saúde.
Aumentar o desempenho do trabalhador	Melhorar continuamente o processo	Relação harmoniosa	Ambas se complementam
Aumentar o desempenho do trabalhador	Balancear a linha	Parcialmente harmoniosa	Balancear a linha impede que haja superprodução, desperdícios e sobrecarga de um trabalhador. Entretanto, o balanceamento vem acompanhado do fluxo contínuo, o que contrasta com a autonomia.
Aumentar o desempenho do trabalhador	Aumentar o lucro	Parcialmente harmoniosa	Aumentar o desempenho do trabalhador contribui para o lucro pois pode melhorar a qualidade do trabalho e produto. Entretanto, é preciso adequar cargos e salários quando para não gerar insatisfação.
Aumentar o desempenho do trabalhador	Maximizar a produtividade	Relação harmoniosa	O aumento do desempenho do trabalhador colabora para a produtividade, gerando satisfação ao trabalhador.
Aumentar o desempenho do trabalhador	Simplificar	Relação harmoniosa	Simplificar facilita os processos cognitivos do trabalhador e organiza o trabalho, contribuindo para aumentar o desempenho do trabalhador.
Aumentar o desempenho do trabalhador	Eliminar o desperdício	Relação harmoniosa	Um maior desempenho implica em tempo e processos otimizados, contribuindo para eliminar de desperdício.
Manter a produtividade	Melhorar continuamente o processo	Relação harmoniosa	Um processo participativo motiva o trabalhador a dar sugestões para melhorar seu ambiente de trabalho.

Aspecto ergonomia	Aspectos lean	Relação	Descrição
Manter a produtividade	Balacear a linha	Parcialmente harmoniosa	Uma linha adequadamente balanceada do ponto de vista ergonômico pode reduzir stress e sobrecarga do trabalhador, entretanto conflita com a falta de autonomia.
Manter a produtividade	Aumentar o lucro	Relação conflitante	Lucro pode contrastar com o investimento em segurança e ergonomia, a fim de manter a produtividade.
Manter a produtividade	Aumentar o desempenho do sistema	Relação harmoniosa	Incentivar a participação da força do trabalho traz motivação que ajuda a manter a produtividade.
Manter a produtividade	Simplificar	Relação harmoniosa	Simplificar tarefas diminui esforços físicos e cognitivos, ajudando a manter a produtividade.
Manter a produtividade	Eliminar o desperdício	Relação harmoniosa	Com a redução de distâncias e movimentos, o trabalhador não tem prejuízo à produtividade.
Manter a demanda adequada	Melhorar continuamente o processo	Relação harmoniosa	Devido à rotatividade e também à instabilidade humana, a melhoria contínua colabora para uma demanda adequada.
Manter a demanda adequada	Balacear a linha	Relação harmoniosa	Em harmonia se o balanceamento é revisto continuamente e considerar os limites do trabalhador
Manter a demanda adequada	Aumentar o lucro	Relação conflitante	Pode contrastar visto que as metas da produção para lucro serão sempre superiores à demanda adequada à máquina humana.
Manter a demanda adequada	Aumentar o desempenho do sistema	Relação harmoniosa	A participação da força de trabalho pode adequar ambientes e tarefas e aumentar o desempenho do sistema.
Manter a demanda adequada	Maximizar a produtividade	Relação conflitante	A demanda adequada prioriza o trabalhador, enquanto que maximizar a produtividade objetiva o lucro
Manter a demanda adequada	Eliminar o desperdício	Parcialmente harmoniosa	Eliminar o desperdício reduz as ações desnecessárias do trabalhador, entretanto pode acelerar a produção.
Diminuir as doenças de trabalho	Melhorar continuamente o processo	Relação harmoniosa	Melhorias no ambiente, também sugeridas pelos trabalhadores, ajudam a diminuir as doenças de trabalho.
Diminuir as doenças de trabalho	Balacear a linha	Parcialmente harmoniosa	No delineamento do processo de produção, ambas objetivam organizar, adequar e otimizar o trabalho. Entretanto, o balanceamento da linha deve considerar os limites do trabalhador e não apenas a capacidade da linha e a demanda do cliente.
Diminuir as doenças de trabalho	Aumentar o lucro	Parcialmente harmoniosa	Enquanto que investir em ergonomia e segurança diminui as doenças de trabalho, isso pode contrastar com o lucro, pois seus benefícios são mais difíceis de mensurar.
Diminuir as doenças de trabalho	Aumentar o desempenho do sistema	Relação harmoniosa	Incentivar a participação da força do trabalho traz motivação que ajuda a diminuir as doenças psicológicas.
Diminuir as doenças de trabalho	Maximizar a produtividade	Relação conflitante	Fluxo contínuo pode causar doenças de trabalho devido à repetitividade, falta de autonomia e sobrecargas.
Diminuir as doenças de trabalho	Simplificar	Relação harmoniosa	Simplificar diminui esforços físicos e cognitivos, e pode ajudar a diminuir as doenças de trabalho.