

NIVELAMENTO DA PRODUÇÃO À DEMANDA (HEIJUNKA): UMA ANÁLISE DAS PUBLICAÇÕES DESSA FERRAMENTA ENXUTA NA INDÚSTRIA TÊXTIL

Silvia de Lima Defalco (UFSC campus Blumenau) silvia.defalco@posgrad.ufsc.br
Ana Julia Dal Forno (UFSC campus Blumenau) ana.forno@ufsc.br

Resumo

Esse artigo tem o objetivo de avaliar a implementação da ferramenta *heijunka* na indústria têxtil. Os trabalhos analisados mencionam com frequência a dificuldade que as organizações possuem em nivelar a produção, embora considerem isso uma questão importante em razão dos efeitos que o desnivelamento causa em toda a cadeia de abastecimento. Na maioria dos casos, o nivelamento de produção evoluiu em melhores práticas tais como redução de *lead times*, a eliminação de atividades que não agregam valor, programas de manutenção, flexibilização de processos, polivalência dos trabalhadores e acurácia no relacionamento com clientes para melhorar a previsão da demanda. Ambientes produtivos onde não há linhas de montagem sincronizadas como no caso de vários setores da indústria têxtil precisam ser mais explorados a fim de beneficiar-se dessa abordagem enxuta, cujo objetivo final é a eliminação de desperdícios.

Palavras-Chave: Nivelamento da produção, *Heijunka*, Manufatura enxuta, Indústria têxtil.

1. Introdução

Determinar a extensão de como as várias indústrias do setor têxtil utilizam a ferramenta *lean heijunka* para a execução de suas atividades é o que foca este artigo. Os princípios *lean* foram usados pela primeira vez na *Toyota Motor Company*, com o objetivo de obter o máximo de benefícios na produção. Muitas empresas, em vários outros setores diferentes do automobilístico adotaram estes princípios e despontaram como líderes no mercado global (NAUGHTON; SLOAN, 2007).

Com o atual aumento da concorrência, os clientes têm uma variedade crescente de produtos melhores com menos defeitos a preços mais baixos para escolher, oferecidos em uma grande variedade de canais de vendas (WOMACK; JONES, 2005). Muitos varejistas incorporaram

princípios enxutos em suas decisões de análise de estoque aumentando a pressão sobre os fornecedores para entregar mercadorias de forma mais rápida ao mercado (ABERNATHY et al., 2000).

O setor têxtil é dependente de recursos naturais como fibras e corantes, além de consumir muita água e energia, principalmente nos processos de tingimento e acabamento. Outro fator relevante é que estes processos, desde a obtenção das fibras até o produto acabado causam poluição com seus resíduos, efluentes e emissões gasosas. A redução do consumo destes recursos e por consequência, dos poluentes, é uma preocupação para as empresas e a sociedade.

Este setor inclui a produção de fibras, fiação, tecelagem, malharia e beneficiamento que engloba os departamentos de tinturaria, estamparia e acabamento além da indústria de vestuário, que inclui fabricação de roupas e acessórios.

A sazonalidade tradicional do setor e as mudanças no padrão da demanda com o encurtamento do ciclo de vida dos produtos forçam a evolução dos sistemas de operação nas empresas para que possam continuar competitivas. Para isto, precisam ser flexíveis, a fim de responder rapidamente ao mercado, produzindo somente o necessário, na quantidade e na hora certa.

Dessa forma, este artigo tem por objetivo responder às seguintes perguntas:

- Quais resultados são obtidos na aplicação da ferramenta *heijunka* na indústria têxtil?
- Quais outras ferramentas enxutas são utilizadas juntamente com o *heijunka*?

Dessa forma o artigo segue a estrutura inicial da introdução, apresentada nessa seção 1. Após, há a revisão de literatura que conceitua a manufatura enxuta e a ferramenta *heijunka*, assim como a indústria têxtil. A seção 3 é dedicada à metodologia, seguidos dos resultados dos trabalhos analisados. Nas considerações finais são feitas as críticas e apontadas sugestões para trabalhos futuros e, por fim, as referências são listadas.

2. Revisão de literatura

Esta revisão da literatura apresenta a história, evolução e aplicação da manufatura *lean* em uma pluralidade de setores. Essa percepção ajudará a determinar quais princípios *lean* são apropriados para implementação na indústria têxtil, visto que raramente são aplicados isoladamente, e como essas ferramentas podem ser utilizadas para beneficiar essa indústria.

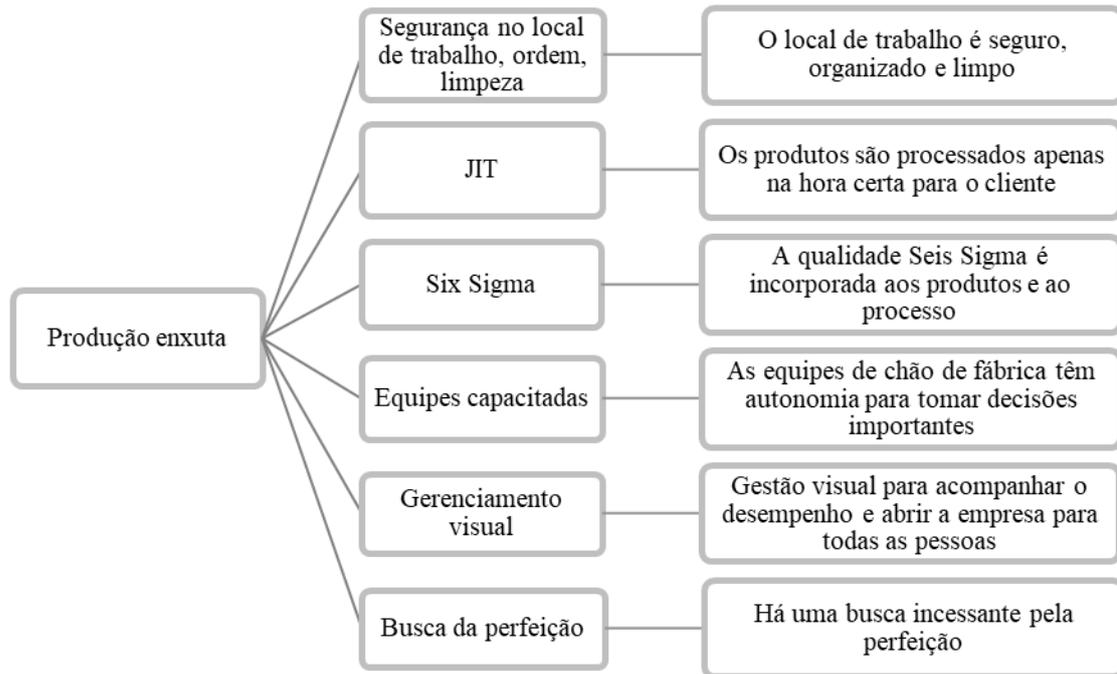
Na indústria têxtil muitas empresas ainda acreditam que a manufatura enxuta foi projetada para operações não têxteis e que muitas das ferramentas e princípios podem não ser relevantes ou adequados para suas linhas de produção. A intensidade de capital e produção da fiação, tecelagem e beneficiamento muitas vezes exige que os produtores agendem máquinas continuamente. Como os tempos de configuração são demorados e caros, as empresas preferem executar grandes quantidades de material para estes setores, contrastando com o setor de vestuário, onde com frequência novos estilos são constantemente criados. (ABERNATHY ET AL., 2000).

O conceito *lean* cria o máximo valor para o cliente, consumindo a mínima quantidade de recursos para projetar, construir e manter o produto. Womack e Jones (1996) identificaram como o sistema de produção Toyota é diferente da abordagem tradicional de produção em massa. Explicam que as empresas ganharão as melhorias do *lean* quando redesenharem seus fluxos de valor aplicando seus princípios: Especificação do valor do ponto de vista do cliente, identificar o fluxo de valor para cada produto ou família de linha de serviço, fazer o valor fluir para o cliente, produzir com base na atração do cliente e esforçar-se continuamente para se aproximar da perfeição.

O objetivo desses princípios enxutos é criar o melhor sistema possível, desde o conceito até consumidor usando as atuais restrições financeiras e de recursos para fornecer o máximo valor para o cliente. Uma vez que o fluxo de valor é projetado, ou redesenhado, melhorias podem ser feitas por implementação de ferramentas e técnicas enxutas apropriadas para cada situação particular (WOMACK; JONES, 1996).

A Figura 1 apresenta os aspectos de um produtor enxuto. Ao contrário dos modelos Toyota, este modelo também inclui qualidade Six Sigma, que não faz parte do Sistema Toyota de Produção, mas como o modelo sugere, pode ser usado como parte do sistema enxuto produção. (HENDERSON; LARCO, 1999).

Figura 1 - Princípios da Produção Enxuta



Fonte: adaptado de Henderson (1999)

Muitas são as ferramentas usadas durante a aplicação da produção enxuta, se relacionando e interagindo e muitos dos benefícios e usos dessas ferramentas se sobrepõem em direção ao objetivo final. A flexibilidade também é um importante princípio enxuto onde a produção é impulsionada pela demanda do cliente e a produção deve ser flexível para atender a essa demanda, pois ela está sempre mudando.

Em um ambiente *just in time* (JIT) é necessário que a produção flua tão suave quanto possível na fábrica, nivelando a produção com a demanda. Seu objetivo é reduzir as ondas de reação ao longo das etapas de produção que, normalmente, ocorrem em resposta a variações de programação. Se uma mudança importante é feita na montagem final, ela cria mudanças nas necessidades das operações de alimentação, as quais são, quase sempre, amplificadas por causa das regras de tamanho de lotes, de *setups*, de filas e de tempo de espera. No momento em que o impacto da mudança é sentido no início da cadeia de fornecimento, uma mudança de 10% na montagem, pode se transformar facilmente em uma mudança de 100% no início da operação. Essa reação é denominada efeito chicote (DAVIS et AL., 2001).

A maneira de eliminar este problema é fazer com que as perturbações na montagem final sejam as menores possíveis, para que se tenham apenas pequenas ondulações através da fábrica, e não ondas de choque. Isso pode ser obtido com o estabelecimento de um plano firme de produção mensal, durante o qual a taxa de saída é congelada. Nesse modelo, é feito o planejamento do mesmo mix de produção todos os dias, mesmo se as quantidades totais são

pequenas. Se eles estão produzindo cem peças por mês, irão produzir cinco por dia. Como espera-se produzir a mesma quantidade de tudo que está na programação diariamente, sempre há um mix total que está pronto para responder a variações na demanda (DAVIS et al., 2001). O nivelamento da produção pressupõe uma redução do tamanho dos lotes e é necessário que o balanceamento e a sincronização da produção sejam cumpridos. O balanceamento tem por objetivo fazer com que quantidades necessárias de itens sejam submetidas ao processamento no momento necessário, de tal maneira que operários e máquinas estejam organizados para realizar tal demanda. Além disso, para que o balanceamento funcione, os processos têm que ser sincronizados, ou seja, um sequenciamento eficiente de processos tem que ser implementado através de um sistema que puxe a produção. Ao final de tudo, tem-se então um fluxo de produção e uma forma de manter as peças em suprimento constante para serem processadas, de acordo com o *takt time* (SHINGO, 1996; WOMACK; JONES, 2004).

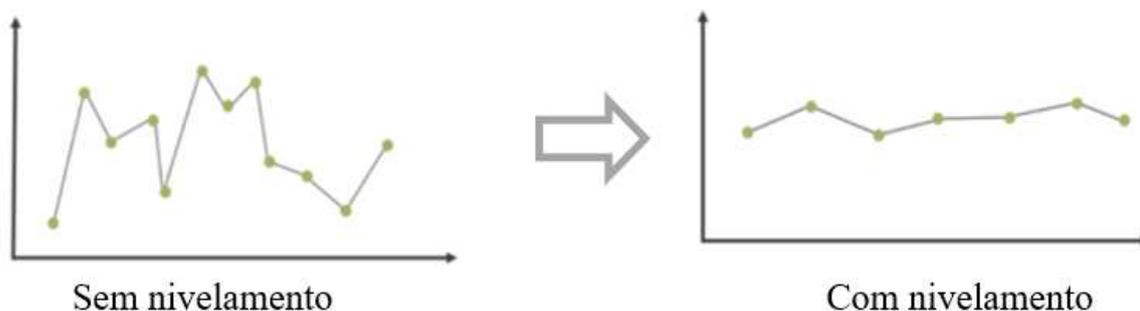
Há vários fatores causadores do desnivelamento da produção na utilização da capacidade produtiva. Podemos citar as vendas desbalanceadas em relação à capacidade do sistema produtivo, o desnivelamento de vendas em relação a determinados períodos e sistemas de premiação que desencorajam a adoção de comportamentos nivelados. Saber lidar com a variabilidade é um dos pontos chaves da produção enxuta. Hines et al. (2004) concluíram que a abordagem enxuta existe em dois níveis: o estratégico e o operacional. Eles sugerem que as ferramentas da produção enxuta sejam utilizadas no piso de fábrica, tendo a Toyota como exemplo e o pensamento enxuto na dimensão estratégica da cadeia de valor. As organizações que não perceberam o aspecto estratégico da criação de valor e compreensão do que é valor para o cliente e supõem que qualidade, custo e entrega são o mesmo que valor para o cliente estão apenas elevando seus custos, sem, necessariamente, criar valor para o cliente.

No sistema *heijunka*, as linhas de produção devem ser organizadas para produzir vários tipos de produtos ao mesmo tempo em conformidade com as mudanças da demanda, eliminando a necessidade de trabalhar horas extras pois há maior utilização média da mão-de-obra que é preparada para multitarefas. Desta forma há redução dos estoques e conseqüente redução do número total de linhas de produção e da utilização de área na fábrica. Além de proporcionar uma produção mais equilibrada, aumenta a eficiência e reduz os desperdícios.

Para que a produção possa ser nivelada, todas as pessoas envolvidas precisam ter conhecimento da taxa de consumo do produto pelo cliente. Os colaboradores devem ser informados sobre a quantidade de produção necessária para satisfazer as necessidades da demanda, permitindo uma produção nivelada a montante da cadeia. O objetivo desta

ferramenta é adaptar a produção às variáveis da demanda, distribuindo e mesclando o volume de produção uniformemente ao longo do tempo, diminuindo a variação de quantidade na linha de produção, conforme mostra a Figura 2. Isto permite a redução de custos de inventário, pois haverá uma menor quantidade de bens em reserva, esperando serem comprados quando o volume de pedidos é baixo.

Figura 2 - Produção tradicional sem nivelamento e produção nivelada com *heijunka*



Fonte: Adaptado de Miyake (2018)

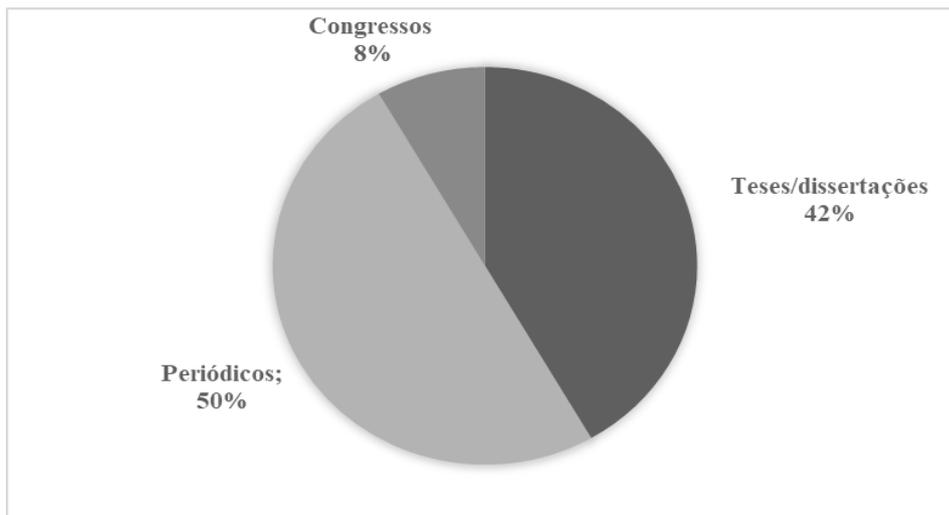
4. Metodologia

Quanto aos procedimentos metodológicos, foi utilizada a revisão sistemática, que planejada, permitiu utilizar métodos para identificar, selecionar e avaliar estudos primários relacionados com o tema priorizado (*heijunka*) dentro do universo têxtil.

Quanto aos procedimentos técnicos foi realizada a pesquisa bibliográfica onde a análise dos dados coletados possibilitou estudar 12 trabalhos encontrados ao longo da revisão sistemática da literatura, conforme descrito na Figura 3.

As palavras-chaves utilizadas foram *production leveling*, *smoothing*, *heijunka*, *textile* e nivelamento de produção têxtil. As bases de dados empregadas foram do Google Acadêmico e Portal Periódicos do Capes.

Figura 3 - Trabalhos abordados na pesquisa



Fonte: elaborado pelos autores

5. Resultados e análises dos trabalhos

A Tabela 1 apresenta um resumo dos trabalhos estudados onde pode-se verificar que as empresas compartilham dos objetivos e preocupações ao implementar as técnicas *lean* como estratégia para melhorar seus negócios. Há necessidade da mudança de cultura dentro das organizações que deve estender-se do topo até o chão de fábrica. Observa-se que a implantação destas ferramentas é escalonada e uma das primeiras a ser implementada foi o 5s pois é de fácil entendimento e pode ser aplicada em qualquer setor da organização.

Tabela 1 - Resumo dos objetivos e conclusões dos trabalhos abordados

Autor	Objetivo	Conclusões
ELIAS, 2011	Apresentar um modelo de planejamento do plano mestre de produção em concordância com o nivelamento de produção.	As empresas analisadas não utilizam o nivelamento do plano mestre de produção e atuam com práticas <i>lean</i> mais amplas e genéricas que não envolvem informações mais aprimoradas sobre as demandas.
GOMES, 2002	Conceber um modelo de nivelamento da produção à demanda para as empresas de confecção.	As empresas não registraram a utilização de nivelamento de produção com práticas voltadas para a flexibilidade e produção de pequenos lotes. Foi apresentado um modelo para a implantação da ferramenta em indústrias de vestuário.

MAIA et al, 2013	Discutir a sustentabilidade e uso de ferramentas <i>lean</i> como modelo organizacional	Através da flexibilidade as empresas precisam produzir <i>just in time</i> (JIT), sendo o nivelamento de produção a ferramenta mais importante para se produzir somente o necessário, na quantidade e hora certas.
İŞLER et al, 2014	Aplicação do <i>heijunka</i> no departamento de corte de uma confecção de peças de vestuário.	Melhoria no departamento de corte e consequente otimização no balanceamento do setor de costura.
YAVUZ et al, 2007	Estudo dos desafios práticos e de modelagem que surgem no nivelamento da produção no contexto da manufatura JIT.	O uso da simulação pode produzir soluções de alta qualidade para o tamanho e sequenciamento de lotes na produção em diferentes ambientes de manufatura.
SULLIVAN et al, 2002	Substituição de equipamentos feitos para operações de alto volume de manufaturas tradicionais baseadas no princípio de economia de escala com a utilização de ferramenta para nivelamento de produção.	A utilização de equipamentos menores e mais versáteis acarretou maior flexibilidade, nivelamento da produção, economia de estoque, redução de espaço, maior qualidade, força de trabalho multiquificada e diminuição dos resíduos.
GÓZAR, 2019	Reduzir o tempo de ciclo de fabricação da área de malharia para otimizar a capacidade de produção dos processos posteriores.	Os resultados foram ótimos e a redução de falhas foram: fora de medida de 1491 para 347, ponto caído de 1620 para 96, furos de 1365 para 830, tensão frouxa de 982 para 286, tensão concentrada de 818 para 421 e mancha de máquina de 182 para 0.
MERINO, 2014	Implantação de ferramentas <i>lean</i> para melhoramento da produtividade	Com a implementação do <i>heijunka</i> e <i>kanban</i> houve aumento da produtividade de 1,13 para 1,38 unid/US\$, aumento da produção em 60% e redução da média de despacho de 26 para 9 dias.
MOHAPATRA et al, 2021	Analisar as mudanças de prioridades das diversas técnicas implementadas no <i>lean</i> .	Em sustentabilidade, a importância do <i>heijunka</i> na indústria têxtil ficou em terceiro lugar, atrás apenas do <i>poke yoke</i> e 5s.

GOFORTH, 2007	Desenvolver um roteiro que identifique as melhores práticas à implementação dos princípios de manufatura enxuta em um ambiente têxtil	O modelo encontrado consta de ferramentas enxutas principais, que são gerenciamento visual, melhoria contínua, trabalho padronizado, <i>just in time</i> , nivelamento de produção, mapeamento do fluxo de valor, além de métodos como pensamento 5s e A3.
GERGER, 2019	Mostrar os benefícios da ferramenta <i>heijunka</i> na otimização dos processos de variação de fabricação da indústria 4.0	O método <i>heijunka</i> ainda não é tratado com a devida importância pela indústria, não sendo conhecido todos os seus benefícios e em decorrência, não aplicado de forma sistemática.
MARTINS, 2014	Otimização das áreas produtivas e não produtivas da empresa.	Redução de desperdícios e dos estoques intermediários no chão de fábrica, utilização de produção puxada, criação de controles visuais e tarefas padrão; aumento de 25% de ocupação das equipes e nivelamento da carga de trabalho.

Fonte: elaborado pelos autores

Embora esta indústria esteja utilizando a manufatura enxuta, na maioria dos casos ela tem muito para evoluir com a busca do *heijunka* para uma produção nivelada. As alternativas podem ser numerosas.

Pode-se citar a utilização e o aprimoramento do mapeamento do processo produtivo a fim de eliminar atividades que não agregam valor e a implantação de programas de manutenção produtiva total, para que seja possível um maior índice de disponibilidade de máquinas para que a produção possa estar mais nivelada à demanda.

A flexibilização dos processos através da multifuncionalidade dos trabalhadores e da troca rápida de ferramentas podem dar a agilidade necessária dos processos para se ajustarem de forma mais rápida e econômica às demandas variadas.

Para possibilitar um plano mestre de produção nivelado, a adequada previsão de demandas se faz necessária, bem como o envolvimento da área comercial para um melhor nível de relacionamento com os clientes, a fim de minimizar as oscilações.

6. Considerações finais

Constata-se que os princípios de manufatura enxuta podem ser adaptados por empresas têxteis como estratégias competitivas de negócios. A maior barreira para a implementação do *lean* se

baseia na filosofia de que a fábrica têxtil com suas máquinas é um grande ativo, que não pode ser deixado inativo por qualquer período. Estes custos fixos estão espalhados por lotes grandes de produção em um esforço para minimizar o total de custos.

O assunto nivelamento da produção em ambientes produtivos que não sejam linhas de montagem sincronizadas ainda tem muito que ser explorado, principalmente no que se refere ao que é encontrado na prática das organizações.

A partir das informações e dados estudados, as análises realizadas neste setor mostram a necessidade de mudanças em seu sistema de produção, tanto no âmbito do planejamento como no da operacionalização da produção onde qualquer mudança implementada deve abranger toda a organização.

Muitas das teses, dissertações e artigos pesquisados se dedicaram a propor métodos para avaliação ou implementação da produção enxuta, onde o nivelamento da produção foi, com frequência, abordado como uma importante prática enxuta. Os princípios, que devem ser trabalhados em conjunto, são os que foram estabelecidos por diversos autores, tais como Womack e Jones (2004): determinar o valor para o cliente; identificar a cadeia de valor; trabalho em fluxo simplificado; produção puxada; busca da perfeição; foco na qualidade; manter o ambiente de trabalho limpo, organizado e seguro; fornecer ao cliente ampla diferenciação de produtos e pouca diversidade; desenvolvimento e capacitação de recursos humanos; gerenciamento visual e adaptação das outras áreas da empresa ao pensamento enxuto.

A análise apresentada possibilitou identificar a tendência de ganhos significativos em produtividade que o nivelamento de produção causou nas empresas têxteis estudadas que adotaram a ferramenta *lean heijunka* em seus processos produtivos.

Com o incremento da flexibilidade de produção que esta ferramenta proporciona, foram demonstrados melhor fluidez nos processos, aumento da produção, maior qualidade, diminuição dos resíduos, redução dos níveis dos estoques e melhora da resposta ao cliente, corroborando que a mudança para o uso desta ferramenta melhorou a competitividade dessas empresas frente a complexidade das demandas flutuantes características desse mercado.

Referências

ABERNATHY, F. H., DUNLOP, J. T., HAMMOND, J. H., WEIL, D. **Control Your Inventory in a World of Lean Retailing**. Harvard Business Review, 78(6), 169-176. EUA. 2000



- DAVIS, M. M; AQUILANO N. J. A; CHASE, R. B. **Fundamentos da Administração da Produção**. Tradução de Eduardo D'Agord Schaan et al. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- ELIAS, S.J.B. **A Influência do Planejamento Mestre da Produção na Implementação da Manufatura Enxuta: O Nivelamento da Produção (Heijunka)**. Tese de doutorado Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFSC. Brasil. 2011
- GERGER, A. **Heijunka Method for the Optimization of Process Variance Within the Frame of Industry 4.0**. Izmir Democracy University Social Sciences Journal Idusos e-ISSN: 2651-5458. Turquia. 2019
- GOFORTH, K. A. **Adapting Lean Manufacturing Principles to the Textile Industry**. Tese de mestrado Faculty of North Carolina State University. EUA. 2007
- GOMES, M.L.B. **Um Modelo de Nivelamento da Produção à Demanda para a Indústria de Confecção e do Vestuário Segundo os Novos Paradigmas da Melhoria de Fluxos de Processos**. Tese de doutorado Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFSC. Brasil. 2002
- GÓZAR, F.K.I., **Reducción del Tiempo de Ciclo de Producción del Área de Tejido de Una Empresa Textil en Base a Lean Manufacturing**. Tese de graduação Universidad Ricardo Palma. Peru. 2019
- HENDERSON, B.A., LARCO, J.L. **Lean Transformation: How to Change Your Business into a Lean Enterprise** (1st ed.). Richmond Virginia: The Oaklea Press. 1999
- HINES, P.; HOLWEG, M.; RICH, N. **Learning to Evolve: A Review of Contemporary Lean Thinking**. International Journal of Operations & Production Management. v.24, n. 10, p. 994-1011, 2004.
- İŞLER, M., GÜNER M. **Heijunka Technique from Lean Production Tools, and its Apparel Applications** XIIIth International Izmir Textile and Apparel Symposium. Turquia. 2014
- MAIA, L.C., Alves, A.C. & Leão, C.P. **Sustainable Work Environment with Lean Production in Textile and Clothing Industry**. International Journal of Industrial Engineering and Management (IJEM). Portugal. 2013
- MARTINS, S.B.S. **Aplicação Da Filosofia Lean Nas Áreas Produtivas e Não Produtivas da Empresa**. Tese de mestrado Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Portugal. 2014
- MERINO, C.R.R., **Implementación de Herramientas Lean Manufacturing em el Área de Producción de Reyes Industria Textil Cía. Ltda**. International Journal of System Dynamics Application. Equador. 2014
- MOHAPATRA, B., Singhal D. & Tripathy S. Índia. **Lean Manufacturing Towards Sustainability: A Grey Relational Framework** - International Journal of System. 2021
- NAUGHTON, K.; SLOAN, A. **Comin' Though!** Newsweek. 149(11), 42-45. 2007
- SHINGO, Shigeo. **O sistema Toyota de Produção: do Ponto de Vista da Engenharia de Produção**. Tradução de Eduardo Schaan. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1996.
- SULLIVAN, W.G.; MCDONALD, T.N.; AKEN, E.M.V. **Equipment Replacement Decisions and Lean Manufacturing Robotics and Computer Integrated Manufacturing**. EUA. 2002
- WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. **A mentalidade Enxuta nas Empresas: Elimine o Desperdício e Crie Riqueza**. Tradução de Ana Beatriz Rodrigues e Priscilla Martins Celeste. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.
- WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; ROOS, Daniel. **A Máquina que Mudou o Mundo**. Tradução de Ivo Iorytovski. 14. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992.
- YAVUZ, M., Akçali, E. **Production Smoothing in Just-in-time Manufacturing Systems: A Review of the Models and Solution Approaches** - International Journal of Production Research - Vol. 45, No. 16, 15 August 2007, 3579–3597. EUA. 2007.