



**UMA ANÁLISE DE INTERAÇÃO ENTRE OS SISTEMAS DE PRODUÇÃO LEAN
MANUFACTURING E PRODUÇÃO MAIS LIMPA**

***AN ANALYSIS OF INTERACTION BETWEEN THE PRODUCTION SYSTEMS LEAN
MANUFACTURING AND CLEANER PRODUCTION***

Amanda Franciele Cavicchioli – amandacavicchioli@gmail.com

Angelita Moutin Segoria Gasparotto – angelita.gasparotto@fatectq.edu.br

Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (FATEC) – São Paulo – Brasil

RESUMO

A Produção Industrial é vital para o progresso e desenvolvimento de um país, contudo os impactos ambientais acompanham o crescimento e causam danos econômicos, sociais e ambientais. O presente trabalho busca defender a interação da Produção Enxuta (Lean Manufacturing) com a Produção mais Limpa (Cleaner Production), ressaltando os benefícios que podem gerar para as organizações e o meio ambiente, com foco na minimização ou mitigação dos desperdícios gerados nas linhas de produção e no destino da matéria prima e dos produtos, economizando energia e recursos naturais, baseando-se nos cinco desperdícios especificados no Sistema Toyota de Produção. A metodologia utilizada foi a revisão bibliográfica em artigos, livros, periódicos e monografias já publicadas. A sinergia das duas filosofias gera resultados positivos para as organizações e para o meio ambiente, tornando possível o crescimento sustentável. É imprescindível que mais estudos na área sejam incentivados e realizados, pois ainda existem poucas pesquisas que destacam essa interação.

Palavras-chave: Manufatura Enxuta. Produção Mais Limpa. Sistemas de Produção.

ABSTRACT

The Industrial Production is vital to the progress and development of a country, however the environmental impacts go with the growth and cause economic, social and environmental damages. This work defends the interaction of Lean Manufacturing and Cleaner Production, pointing out the benefits by the organizations and environment, focusing on minimize or mitigate the waste generated in the production lines, raw material destiny and of the products, saving energy and natural resources, basing on the five specified Toyota Production System. The methodology used was a bibliographic review in articles, books, periodic and other already published works. The collaboration of two philosophies generates positive results for organizations and environment, making the sustainable growth possible. It is indispensable that more studies in the area encourage and fulfill, because there are not many researches that point out this interaction.

Keywords: Lean Manufacturing. Cleaner Production. Production Systems.



1 INTRODUÇÃO

Os impactos ambientais são reflexos do progresso e do desenvolvimento da humanidade, advindos dos processos industriais que são vitais para suprir as necessidades dos seres humanos.

Buscar uma sinergia entre progresso e preservação do meio ambiente é uma necessidade cada dia mais difundida, presente em indústrias e empresas que necessitam se manter competitivas no mercado, aumentar produtividade, reduzir perdas e ainda reduzir ao máximo o impacto que sua produção causa ao meio ambiente e a sociedade em geral.

Utilizar matéria prima e mão de obra de forma eficaz e eficiente tornou-se uma importante estratégia operacional nas empresas (ALLWOOD et al., 2011).

Segundo Hoffmann et al. (2018) o Lean Manufacturing (Manufatura Enxuta) e o Cleaner Production (Produção Limpa) são Sistemas de Produção que auxiliam no objetivo de minimizar os impactos ambientais ocasionados pelos processos industriais e reduzir os desperdícios em diferentes setores da empresa.

Galeazzo et al. (2014) define que a Manufatura Enxuta é uma filosofia que por meio de ferramentas e práticas ajuda a identificar e eliminar os sete desperdícios considerados pelo sistema enxuto de produção, que são: superprodução, tempo de espera, transporte, defeitos, processos impróprios, estoque e movimentos desnecessários (VERRIER et al., 2014).

A Cleaner Production tem como objetivo alcançar maior sustentabilidade ambiental e melhorias ambientais no processo de desenvolvimento de produtos (SEVERO et al. 2015). Dunn e Bush (2001) afirmam que ela também está relacionada à redução dos impactos ambientais ao longo do ciclo de vida de um produto.

A Produção mais limpa preconiza mudanças tecnológicas e no gerenciamento dos processos produtivos consequentemente gerando aumento de produtividade por meio da redução de desperdícios, economia de custos e racionalização dos resultados nos processos produtivos.

Busca-se estudar como a interação do Lean Manufacturing com o Cleaner Production pode ser vantajoso e eficiente para o desenvolvimento da produção e do futuro das empresas, visto a crescente preocupação com os efeitos adversos que o ciclo de vida dos produtos (desde a produção até o descarte) tem gerado.



O presente estudo é motivado pelo significativo resultado que a união desses dois sistemas de produção pode gerar tanto para as empresas, quanto para o meio ambiente e a sociedade, visto que ambos buscam reduzir desperdícios, evitar perdas e aumentar a produtividade gerando o menor impacto possível. Também foi motivada pelo estudo de outros artigos e a conclusão de que ainda se fala pouco na junção das duas filosofias e dos seus benefícios e dificuldades na hora da implantação.

Para a produção do presente trabalho foram realizadas consultas bibliográficas em artigos, teses de conclusão de curso, periódicos e livros relacionados aos assuntos Lean Manufacturing e Produção mais Limpa, após foi feita uma análise crítica da interação, seguido das considerações finais.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Lean Manufacturing

De acordo com Ghinato (1996), o sistema Toyota de Produção tem sido mais referenciado como “sistema de produção enxuta”. O termo Lean surgiu originalmente, pela primeira vez, no livro *A Máquina que Mudou o Mundo*, de Womack et al. (1992), fruto de um estudo sobre a indústria automobilística realizado pelo Massachusetts Institute of Technology, EUA (MIT), em que ficaram evidenciadas as vantagens no uso do Sistema Toyota de Produção que proporcionava expressivas diferenças em relação à produtividade, qualidade e desenvolvimento de produtos.

Para McLachlin (1997), o Lean é um conceito multifacetado, focado em eliminar de forma sistemática os desperdícios através de um conjunto de práticas que sincronizam a produção com a demanda. Essas práticas incluem produção puxada, equipes de trabalho multifuncionais, Just In Time (JIT), produção em fluxo contínuo, gerenciamento da qualidade total (TQM), manufatura celular, controle estatístico de processo, manutenção produtiva total, treinamento dos funcionários, equipes autogeridas, solução de problemas em pequenos grupos, padronização do trabalho e práticas específicas de gerenciamento de recursos humanos.

O que sustenta a o Lean Manufacturing é a busca pela diminuição do tempo entre o pedido feito pelo cliente e a entrega do produto, removendo de forma sistemática o que não



agrega valor (OHNO, 1997). Hines e Taylor (2000) sustentam esta afirmação classificando os tipos de atividades como:

- Atividades que agregam valor: tornam o produto ou serviço valioso pois são reconhecidos pelo cliente e representam 5% das atividades.
- Atividades que não agregam valor: são vistas pelos clientes como desnecessárias, não são reconhecidas como importantes e por isso não tornam o produto melhor ou pior e representam 60% das atividades.
- Atividades necessárias, mas que não agregam valor: aos olhos dos clientes não tem valor, porém são necessárias e correspondem a 35% das atividades.

Focado nas atividades, a produção enxuta tem o principal objetivo de eliminar as perdas, Ghinato (1996) ainda diferencia perda e desperdício da seguinte forma:

- Perda: ao longo da cadeia de valor da produção de um produto ou serviço, utilizar de forma ineficaz um serviço.
- Desperdício: extravio, na maioria das vezes não intencional, que pode ocorrer por negligência ou atividades que consomem recursos, mas não agregam valor.

Os desperdícios segundo Ohno (1997) são divididos em sete categorias, a saber:

1. Superprodução: característico do sistema de produção empurrada, representa a produção sem uma demanda pré-estabelecida.
2. Espera: quando um processo não ocorre no tempo devido, conseqüentemente afeta toda a cadeia produtiva, o que gerará atraso na entrega.
3. Transporte: ocorre pela má organização da linha de produção, gerando movimentações desnecessárias.
4. Processamento: são etapas que não agregam valor ao produto.
5. Estoque: acúmulo de matéria prima, algumas vezes ocasionado pela má organização da linha de produção.
6. Movimentação: movimentação em excesso de funcionários e materiais.
7. Produção Defeituosa: qualquer erro que ocorre no processo produtivo e não permite atingir o produto esperado, gerando retrabalho e conseqüente perda de material, tempo e dinheiro.

Em busca de estruturar as ações da melhor forma possível, com o menor esforço humano, quantidade de equipamentos, estoques, tempo e espaço é fundamental ter o conhecimento da diferença entre desperdício e perda e a classificação das atividades conforme a visão do cliente (OLIVEIRA, 2016).



Para isso, segundo Womack e Jones (1996), alguns princípios são responsáveis por guiar a mentalidade enxuta contribuindo para a eliminação dos desperdícios.

Os princípios são:

Valor: estabelecido pelo cliente, é o ponto de partida do pensamento enxuto, seu foco é atender as necessidades dos clientes, evitando consumir recursos e esforços em algo que não terá boa aceitação.

Cadeia de Valor: busca-se uma visão geral das atividades que geram valor, as que não geram e as que não geram, mas são necessárias. É nessa etapa que todas as atividades que não geram valor devem ser definidas eliminadas.

Fluxo de Valor Enxuto: após definir as atividades e eliminar as atividades que não geram valor, busca-se o fluir das etapas que geram valor ao produto, isso é chamado de Fluxo de Valor Enxuto, nessa etapa é fundamental a total participação de todos os envolvidos no processo.

Produção Puxada: a produção puxada acontece após a formação de uma demanda determinada pelo pedido do cliente, diferente da produção empurrada que primeiro produz, sem uma demanda real.

Perfeição: após passar por todos os princípios a busca pela perfeição é o foco final, em busca de uma melhoria contínua.

De maneira unificada deve-se trabalhar com diversas ferramentas, práticas gerenciais e a mentalidade lean para a implantação da produção enxuta. Os pilares Just In Time (JIT) e Jidoka contém práticas pré-estabelecidas para atingir os objetivos, existe ainda a utilização de ferramentas que estruturam e garantem o funcionamento desses pilares, além da interação constante com o Kaizen (melhoria contínua), elencados sobre a padronização do trabalho e nivelamento da produção (Heijunka Box) (SHAH e WARD, 2003).

2.2 Produção mais Limpa

A Produção Mais Limpa (Cleaner Production) busca atingir melhorias ambientais no processo e desenvolvimento de produtos, bem como maior sustentabilidade (SEVERO et al., 2015), também está relacionada à redução dos impactos ambientais no ciclo de vida do produto (DUNN e BUSH, 2001).

Ela visa mudanças tecnológicas e no gerenciamento dos processos produtivos, para isto, deve-se ter uma visão do sistema produtivo e das atividades, realizar um diagnóstico,



efetuar análises e investigar as causas e os efeitos das ações (DUMKE e CALÁBRIA, 2007). Em 1992, a Newsletter of Cleaner Production (periódico da UNEP sobre a Produção Mais Limpa) publicou quatro asserções que procuram explicar o significado de Produção Mais Limpa, segundo Bass (1995) a Produção Mais Limpa pode ser definida como:

- Produção mais Limpa significa a execução contínua de uma estratégia ambiental integrada e preventiva para processos e produtos, com a finalidade de minimizar os riscos para as pessoas e o meio ambiente;

- As técnicas de Produção mais Limpa abrangem a preservação de matérias-primas e energia, a extinção de materiais tóxicos nos procedimentos e a minimização da quantidade e toxicidade de emissões de poluentes e resíduos;

- A estratégia de Produção mais Limpa para produtos foca na diminuição dos impactos ambientais ao longo do ciclo de vida do produto.

- A Produção mais Limpa é conquistada pela prática de inspeções, melhoria tecnológica e mudanças de atitude.

A Produção Mais Limpa, relacionada à Gestão Ambiental, é uma ferramenta que torna possível o funcionamento da empresa social e ambientalmente responsável, influenciando também em melhorias econômicas e tecnológicas (SILVA FILHO e SICSÚ, 2003).

Segundo Silva et al. (2014) devido à maneira como lida com os resíduos gerados a Produção mais Limpa (P+L) vem conquistando espaço dentro das organizações, assim consegue conciliar significativos ganhos financeiros e a preservação ambiental.

Essa metodologia avalia os aspectos relacionados com o funcionamento de um negócio e aponta oportunidades de melhoria, tanto no desempenho econômico quanto no ambiental (KHAN, 2008).

Para Montalvo (2006) além de mudanças e inovações tecnológicas, a Produção mais Limpa também está relacionada as alterações nas políticas e mentalidade das gerências e dos colaboradores envolvidos (KJAERHEIM, 2005). As organizações devem ter consciência de que a P+L é uma técnica de aplicação contínua e necessita da mobilização de toda a organização, ocasionando transformações culturais em todos os níveis hierárquicos (SILVA, MORAES e MACHADO, 2015).



3 ANÁLISE CRÍTICA DA REVISÃO DA LITERATURA

Os princípios da Manufatura Enxuta objetiva a mitigação dos desperdícios que ocorrem durante o processo produtivo. A Produção mais Limpa de maneira concreta beneficia-se dessa filosofia, pois por meio de ferramentas exclusivas originadas no Sistema Toyota de Produção, ela consegue tornar-se mais evidente (ELIAS E MAGALHÃES, 2003).

O conceito resumido de Manufatura Enxuta e Produção mais Limpa e algumas práticas e ferramentas foram destacadas na ilustração 1 para melhor elucidar a aplicabilidade de cada uma.

Ilustração 1: Conceitos e práticas dos sistemas de produção Lean Manufacturing e Cleaner Production

Sistemas de Produção	Conceitos	Práticas / Ferramentas
Manufatura Enxuta	A Manufatura Enxuta é uma filosofia que ajuda empresas a identificar e eliminar desperdícios por meio de constantes melhorias, controladas por ferramentas e práticas.	<ul style="list-style-type: none"> - Just in Time - Kanban - Value Stream Map - Total Quality Management - First In/First Out
Produção mais Limpa	A Produção mais Limpa busca alcançar melhorias ambientais no processo e desenvolvimento de produtos, bem como maior sustentabilidade ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> - Melhorar o uso de matéria prima e energia - Tecnologias Limpas - Minimizar impactos ambientais - Diminuir a emissão de poluentes

Fonte: Hoffmann et al. (2016)

A interação eficaz da Produção Enxuta e a Produção mais Limpa pode ter início com o pensamento preliminar do Sistema Toyota de Produção que é identificar e eliminar os desperdícios de superprodução, espera, transporte, processamento, estoque, movimento e produção de produtos defeituosos.



Com o foco de eliminar os desperdícios utilizando a Produção Enxuta, conseqüentemente obtém-se resultados significativos quanto a redução de recursos naturais, contribuindo para a não obsolescência e a não deterioração dos produtos, o que significa perda de matéria prima e energia, deste modo evita-se a geração de resíduos e a disposição dos mesmos no meio ambiente (ELIAS E MAGALHÃES, 2003).

A ilustração 2 a seguir lista as principais ferramentas do Lean Manufacturing e quais os benefícios esperados para a Produção mais Limpa.

Ilustração 2: Ferramentas de Produção Enxuta possibilitando benefícios para a P+L

Principais Ferramentas do Lean Manufacturing	Benefícios para a Produção mais Limpa
Kanban	Diminuição do volume de estoque, com redução da possibilidade de deterioração e obsolescência dos materiais e a conseqüente geração de resíduos e sua disposição no meio ambiente
Manufatura Celular	Redução da movimentação dos materiais, diminuindo a possibilidade de estragos em seu manuseio e a conseqüente geração de resíduos e sua disposição no meio ambiente. Diminuição da necessidade do uso de meios de movimentação de materiais e do conseqüente consumo de energia (combustível).
Setup rápido	Diminuição do volume de estoque, com redução da possibilidade de deterioração e obsolescência dos materiais e a conseqüente geração de resíduos e sua disposição no meio ambiente.
5S	Maior visibilidade do processo produtivo e rápida identificação de desperdícios, tais como vazamentos e geração excessiva de



	resíduos, possibilitando o uso mais racional dos recursos, com reflexos positivos para o meio ambiente.
Inspeção Autônoma	Redução do número de peças defeituosas, com a consequente diminuição do consumo de recursos produtivos tais como materiais e energia, possibilitando o uso mais racional dos recursos naturais.
Manutenção Produtiva Total (TPM)	Diminuição das paradas de máquina para manutenção e, conseqüentemente, do consumo de materiais para o seu conserto e a consequente geração de resíduos. A manutenção mais adequada possibilita também um melhor rendimento da máquina colaborando, assim, para um menor consumo de energia
Poka Yoke	Redução do número de peças defeituosas, com a consequente diminuição do consumo de recursos produtivos tais como materiais e energia, possibilitando o uso mais racional dos recursos naturais.

Fonte: Elias e Magalhães (2003)

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do artigo foi destacar a possibilidade da interação das ferramentas e práticas do da Produção Enxuta e a Produção mais Limpa, salientando a significativa contribuição que a utilização de ambas pode trazer para a organização, no aspecto econômico, ambiental e social.

Por meio de pesquisas bibliográficas foi possível compará-las e uni-las, chegando a conclusão de que é possível trabalhar com a ideia, desde que haja um envolvimento de todos os colaboradores, também é necessária uma mudança no pensamento padrão e uma adaptação as mudanças que os modelos de produção exigem.



Reduzir desperdícios é a base dos dois, enquanto a Produção Enxuta busca mitigar os desperdícios na produção, a Produção mais Limpa se beneficia dos resultados e traz novos resultados, com a minimização dos desperdícios de recursos naturais e geração de resíduos e sua disposição no meio ambiente.

A motivação do presente estudo deu-se pelo pouco material existente unindo as duas filosofias e a importância que ele representa para um futuro sustentável, onde a produção exista em grandes escalas, gerando empregos de qualidade, mas que não seja a causadora da destruição do meio ambiente e ainda possa ajudar na mitigação dos problemas ambientais gerados pelo excesso do consumo humano.

Por esse motivo novos e frequentes estudos devem ser incentivados nessa área, buscando auxiliar o crescimento industrial e econômico, mas levando sempre em consideração a importância do meio ambiente para a existência humana.

REFERÊNCIAS

ALLWOOD, Julian M. et al. **Material efficiency: A white paper**. Resources, Conservation and Recycling, v. 55, n. 3, p. 362-381, 2011.

BAAS, Leo W. **Cleaner production: beyond projects**. Journal of Cleaner Production, v. 3, n. 1, p. 55-59, 1995. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0959-6526\(95\)00042-D](https://doi.org/10.1016/0959-6526(95)00042-D) (Acesso em: 19 set. 2018).

DUMKE, DENISE; CALÁBRIA, MEDEIROS FELIPE ALVES. **Aplicação da produção mais limpa em uma empresa como ferramenta de melhoria contínua**. Produção, v. 17, n. 1, p. 109-128, Jan./Abr. 2007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132007000100008> (Acesso em: 19 set. 2018).

DUNN, Russell F.; BUSH, Greg E. **Using process integration technology for CLEANER production**. Journal of cleaner production, v. 9, n. 1, p. 1-23, 2001. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(00\)00021-4](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(00)00021-4) (Acesso em: 19 set. 2018).

ELIAS, Sérgio José Barbosa; MAGALHÃES, Liciane Carneiro. **Contribuição da Produção Enxuta para obtenção da Produção mais Limpa**. Revista Produção Online, v. 3, n. 4, 2003.

GALEAZZO, Ambra; FURLAN, Andrea; VINELLI, Andrea. **Lean and green in action: interdependencies and performance of pollution prevention projects**. Journal of Cleaner Production, v. 85, p. 191-200, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.10.015> (Acesso em: 19 set. 2018).

GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção: Mais do que simplesmente just-intime**. Caxias do Sul: EDUCS, 1996.



HINES, Peter; TAYLOR, David. **Going lean**. Cardiff, UK: Lean Enterprise Research Centre Cardiff Business School, p. 3-43, 2000.

HOFFMANN, Nicholas; REIS, Lucas Vinicius; KIPPER, Liane Mahlmann. **Cientometria dos sistemas de produção lean manufacturing e cleaner production: um olhar nos periódicos da ABEPRO**. Revista Produção Online, v. 18, n. 1, p. 329-349, 2018.

KHAN, Z. **Cleaner production: an economical option for ISO certification in developing countries**. Journal of Cleaner Production, v. 16, n. 1, p. 22–27, 2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.06.007> (Acesso em: 19 set. 2018).

KJAERHEIM, G. **Cleaner production and sustainability**. Journal of Cleaner Production, v. 13, n. 4, p. 329-339, 2005. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/S0959-6526\(03\)00119-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0959-6526(03)00119-7) (Acesso em: 19 set. 2018).

MCLACHLIN, R. **Management initiatives and just-in-time manufacturing**. Journal of Operations Management, v. 15, n. 4, p. 271-292, 1997.

MONTALVO, C. **What triggers change and innovation? Technovation**, v. 26, n. 3, p. 312– 323, 2006. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.technovation.2004.09.003> (Acesso em: 19 set. 2018).

OHNO, T.; **O Sistema Toyota de Produção**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OLIVEIRA, Bruno Alexandre. **Proposta de melhorias através da aplicação de conceitos do lean manufacturing e simulação em uma indústria de celulose e papel**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

SHAH, R.; WARD, P.T. **Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance**. Journal of Operations Management, v. 21, p. 129-149, 2003.

SEVERO, Eliana Andréa et al. **Cleaner production, environmental sustainability and organizational performance: an empirical study in the Brazilian Metal-Mechanic industry**. Journal of Cleaner Production, v. 96, p. 118-125, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.06.027> (Acesso em: 19 set. 2018).

SILVA FILHO, Júlio Cezar Gomes; SICSÚ, Abraham Benzaquem. **Produção mais Limpa: uma ferramenta da Gestão Ambiental aplicada às empresas nacionais**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23., 2003. Anais... Ouro Preto, Minas Gerais, Rio de Janeiro: ABEPRO, 2003.

SILVA, A. L. E.; REIS, L. V.; SANTOS, L. M. A. L.; MALLMANN, M. A. **Aplicação da metodologia P+L na redução de desperdícios dentro das empresas de beneficiamento de tabaco**. Tecno-Lógica, Santa Cruz do Sul, v. 18, n. 2, p. 97-102, jul./dez. 2014.

SILVA, A. L. E.; MORAES, J. A. R.; MACHADO, E. L. **Proposal for cleaner production oriented practices ecodesign and reverse logistics**. Eng Sanit Ambient., v. 20, n. 1, p. 29-



37, jan/mar 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522015020000087843> (Acesso em: 19 set. 2018).

SILVA, André Luiz Emmel et al. **Contribuições da produção mais limpa, ecoeficiência e sustentabilidade como alternativas de agregação de valor para uma cooperativa de materiais reciclados.** Desafio Online, v. 5, n. 2, 2017.

VERRIER, Brunilde; ROSE, Bertrand; CAILLAUD, Emmanuel; REMITA, Hakim. **Combining organizational performance with sustainable development issues: the Lean and Green project benchmarking repository.** Journal of Cleaner Production, v. 85, p. 83-93, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.12.023> (Acesso em: 19 set. 2018).

WOMACK, James P. JONES Daniel T.; ROOS Daniel. **A máquina que mudou o mundo.** Tradução: Ivo korytovski. Revisão técnica e apêndice: José Roberto Ferro. 17ª. Ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **Lean thinking – Banish waste and create wealth in your corporation.** New York. Simon & Schuster. 1996.