



Manufatura Sustentavel: Estudo e Análise da Adopção Articulada das Tecnicas de Produção Mais Limpa e Produção Enxuta

G. V. Rizzo ^a, A. Batocchio^b

a. Universidade Estadual de Campinas, verarizzo@fem.unicamp.br

b. Universidade Estadual de Campinas, batocchi@fem.unicamp.br

Resumo

Atualmente as indústrias estão implantando novas tecnologias e estratégias que permitam o melhoramento dos processos e aumento da produtividade da cadeia de valor, para isso, técnicas de aproveitamento e reuso dos recursos são aplicadas. As técnicas atuais apresentam muitas similitudes, estas convergem á eliminação de desperdícios e reutilização dos resíduos originados nos processos, o qual gera vantagens operacionais que permitem o aumento da produtividade. No presente trabalho, são apresentadas e estudadas as diferentes técnicas aplicadas a manufatura, incluindo o conceito de sustentabilidade, por meio da análise e adoção articulada dos conceitos DE produção mais limpa e da produção enxuta, de maneira que seja abordada para sua aplicação nos processos de produção. Esta adoção apresenta benefícios associados na diminuição dos impactos ao meio ambiente além aproveitamento dos recursos usados nos processos.

Palavras-chave: *Produção mais limpa, produção enxuta, articulação de ferramentas.*

1 Introdução

Na atualidade as empresas estão considerando dentro de suas operações o estabelecimento de metas, em relação ao cuidado do meio ambiente, estas bem sendo influenciadas pelo comportamento dos clientes, os quais cada vez tornam-se mais exigentes com a qualidade dos produtos que consomem, as matérias primas envolvidas no processo de fabricação, o impacto ambiental que gera dito processo, mostrando desta maneira, um cambio no clima dos negócios.

Dentro das práticas mais significativas de sustentabilidade aplicadas à cadeia de valor, estão aquelas relacionadas com alternativas para o sistema produtivo, como: Mecanismos de desenvolvimento limpo, as técnicas de produção mais limpa, a norma ISO 14001 os Sistemas de Gestão Ambiental entre outras. As empresas que integram práticas de sustentabilidade ao longo de a sua cadeia de suprimentos, recebem benefícios econômicos na redução dos custos de processamento e na otimização dos insumos. Nesse contexto, a Produção mais Limpa (P+L), aponta como uma ferramenta favorável na atuação produtiva das empresas de forma preventiva, em relação aos aspectos ambientais, por meio da minimização dos impactos associados ao custo dos processos, recuperação e a otimização do uso de matérias-primas e energia, obtendo de forma geral ganho de produtividade, a partir de um controle ambiental preventivo.

A aplicação das ferramentas da Produção Enxuta focada também nos aspectos ambientais pode trazer muitos benefícios para o desenvolvimento da P+L principalmente, se estas duas estratégias estiverem alinhadas se poderia alcançar como resultado final a redução dos custos; além disso, a melhoria do desempenho ambiental sabendo que o processo de produção é só uma parte da cadeia de valor, e para que este seja sustentável não só tem que exercer estratégias e tecnologias limpas, se não, os que fazem parte da cadeia, como fornecedores, insumos, produção e produto final, sejam o menos contaminantes possíveis.

Porem a adoção articulada contribui ao melhoramento da qualidade dos processos produtivos, a recuperação de materiais, redução de resíduos e por tanto redução de custos associados ao processo, a melhora da eficiência das operações; habilita as organizações e as empresas para alcançar suas metas econômicas as quais simultaneamente aportam com o cuidado e manutenção do ambiente.

O presente trabalho estudou os diferentes conceitos apresentados na literatura em relação às técnica de produção mais limpa, e a utilização dos conceitos do sistema de produção enxuta, procurando a eliminação de atividades que não agregam valor no processo produtivo; Assim, a importância das questões ambientais, a redução ou eliminação de resíduos, tendo como objetivo o aumento da eficiência produtiva e ambiental dos sistemas de produção.

3 Conceitos

3.1 Produção Enxuta (*Lean Production*)

A produção enxuta é uma filosofia que engloba vários princípios, têm como objetivo principal atender a racionalização das atividades de valor agregado e a eliminação de resíduos no processo de fabricação com a finalidade diminuir custos de satisfazer a demanda dos clientes.

Dentro dos princípios que reúne a Produção Enxuta para eliminar desperdícios durante a produção, procurando atingir e superar as expectativas dos clientes. (MacDonald, et al., 2000).

Womack e Jones sistematizaram cinco princípios necessários para orientar a configuração de um sistema enxuto de produção:

1. O significado de valor de um produto desde a perspectiva do cliente final;
2. A identificação da cadeia de valor para cada produto ou família de produtos e a eliminação das perdas;
3. A geração de um fluxo de valor baseado na cadeia de valor obtida; Promover ações a fim de criar um fluxo de valor contínuo, sem interrupções, ou esperas;
4. A configuração do sistema produtivo de forma que o acionamento da cadeia de valor seja iniciado a partir do pedido do cliente ou; em outras palavras, a utilização de uma programação puxada;
5. A busca incessante da melhoria da cadeia de valor através de um processo contínuo de redução de perdas.

Toyota Production System (TPS) faz uso de diferentes ferramentas para alinhar estrategicamente, não só suas instalações de produção, senão, as instalações do fornecedor na eliminação processo destes resíduos (Bergmiller et al., 2009). Ohno (1997) define o que sistema TPS, também é um meio de tornar o trabalho mais satisfatório, porque oferece retorno imediato sobre os esforços despendidos para tornar o desperdício em valor, afirma que uma vez identificados os desperdícios estes levem as empresas a conseguir a melhora continua, os classifica em sete tipos, ver tabela 1.

Desperdícios	Descrição
Superprodução	Produzir mais, antes o mais rápido do que se precisa.
Tempo de Espera	Tempo no qual não é efetuado nenhum tipo de processamento, transporte ou inspeção, (tempos excessivos de preparação, falta de máquinas ou ferramentas).
Transporte	Desperdício de deslocamentos desnecessários ou estoques temporários.
Sobre Procesamiento	Maior uso de energia o atividades da que se precisa para produzir um produto ou agregar mais valor.
Inventario	Qualquer inventario no processo que exceda ou que se requer para satisfazer as necessidades do cliente.
Movimentos desnecesarios	Movimentação desnecessária de pessoas, (caminhar, levantar, estirar etc.).
<u>Produção deficiente ou Re-trabalho</u>	<u>Qualquer produção que requer re-trabalho.</u>

Tabela 1. Definição dos desperdícios da produção enxuta

Quando se trata de qualquer sistema produtivo, os processos correspondentes às transformações das matérias primas em produtos finais são compostos de várias atividades que podem ou não agregar valor ao cliente final.

- ✓ Atividades que agregam valor (AV): Aquelas atividades que o cliente final está disposto a pagar por sua execução;
- ✓ Atividades que não agregam valor (NAV): Aquelas atividades que sua existência ou não das mesmas não têm importância para o cliente final;
- ✓ Atividades que não agregam valor, porém necessárias (NNVA): São aquelas que porém sua existência é de fundamental importância para a execução das atividades que realmente agregam valor ao produto final.

Quando uma empresa inclui dentro de seu sistema de produção o programa de produção enxuta, vai a ter uma eficiência na redução dos custos de operação, tempos de ciclo, desperdícios, adoção de um modelo de trabalho baseado na melhora continua ou Kaizen, utilização ótima dos recursos sem sacrificar qualidade, incrementado seu produtividade, qualidade e nível de serviços. Este sistema proporciona diferentes técnicas para às empresas, como Just in time, setup, kanban, Mapa de Fluxo de Valor, Manutenção Preventiva Total, entre outras para sobreviver em um mercado global, o qual exige qualidade mais alta, entregam mais rápida a baixo preço e a quantidade requerida.

3.2 Cleaner Production (*Producción más Limpia*)

Segundo a *United National Industrial Development Organization* (UNIDO) define a Produção mais Limpa, como uma estratégia preventiva e integrada, que pode ser utilizada em todas as fases do processo produtivo, a qual aumenta a produtividade fazendo uso mais eficiente dos materiais, energia e água; desta maneira promove a melhora do desempenho ambiental, devido a redução de resíduos, emissões de gases e outros elementos que permitam reduzir o impacto ambiental dos produtos em todo seu ciclo de vida, a partir de um projeto ecológico e economicamente eficiente (Kazmierczyk, 2002; CNTL, 2006).

“CLEANER PRODUCTION INITIATIVES AND CHALLENGES FOR A SUSTAINABLE WORLD”

Nascimento et al., (2008), propõe um sistema industrial que visa a sustentabilidade das fontes renováveis de matérias primas através da redução do consumo de água e energia; prevenção de resíduos tóxicos e perigosos na fonte de produção; a reutilização e reaproveitamento de materiais por reciclagem de maneira tóxica e que seja mais eficiente em termos energéticos; a geração de produtos de longa vida útil, seguros e atóxicos ao homem e ao meio ambiente, cujos restos, inclusive embalagens, sejam reaproveitados e recicláveis.

A Produção mais Limpa atua na fonte de geração de resíduos de forma preventiva, procurando a identificação de alternativas para evitar ou minimizar a geração durante as etapas de um processo produtivo. O *United National Industrial Development Organization* (UNIDO) a define com uma estratégia preventiva e integrada, aplicada em todo o ciclo de produção, com o objetivo de:

- ✓ Aumentar a produtividade assegurando maior eficiência no uso de matérias primas, energia e água;
- ✓ Promover melhor desempenho ambiental através da redução de resíduos e emissões;
- ✓ Reduzir os impactos em todo o ciclo de vida dos produtos através do desenvolvimento de produtos pouco impacto ambiental e com boa relação custo-benefício.

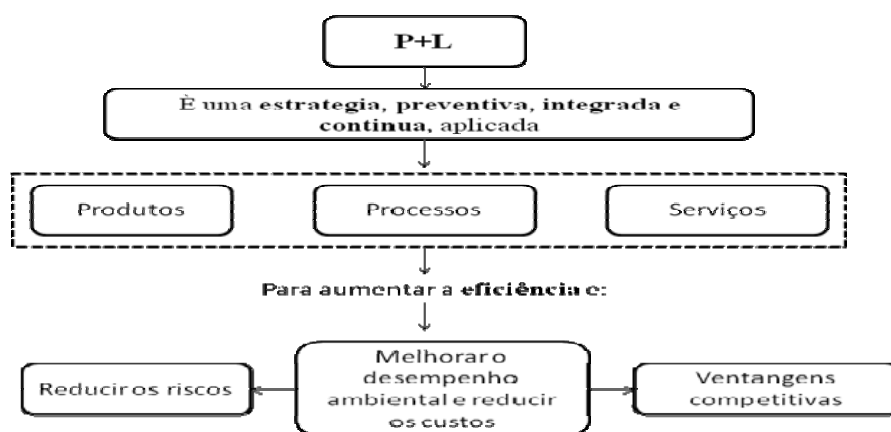


Figura 1. – Principais elementos do conceito da produção mais limpa, UNEP Guidance Manual

Dentro dos princípios da produção mais limpa a *US Environmental Protection Agency* (1998) enumera seis componentes que guiam os Programas da P+L:

- a) Redução de desperdício: o termo desperdício refere-se a todos os tipos de desperdícios (sólidos, líquidos, gasosos, de calor etc.). A meta da P+L é alcançar o ponto de desperdício zero;
- b) Produção não poluente: o processo produtivo ideal na abordagem de P+L gera um ciclo fechado, sem liberação de contaminantes;
- c) Eficiência energética na produção: P+L pressupõe os mais altos níveis de eficiência e conservação energética. Eficiência energética é determinada pelo melhor uso de energia por unidade de produto produzido, enquanto conservação se refere à redução do consumo energético total;
- d) Ambiente de trabalho seguro e saudável: P+L se esforça para minimizar os riscos para os trabalhadores provendo um ambiente de trabalho mais limpo, saudável e seguro;
- e) Produtos ambientalmente apropriados: Os produtos e seus subprodutos devem ser ambientalmente apropriados, considerando os fatores ambientais e de saúde em todo o seu ciclo de vida, do projeto inicial à disposição final;
- f) Embalagens ambientalmente corretas: Deve-se minimizar o uso de embalagens sempre que possível e, quando por razões mercadológicas ou

de proteção ao produto estas forem necessárias, que sejam as mais ambientalmente apropriadas.

A P+L aborda sistematicamente de forma organizada atividades de produção, estas atividades incluem minimização de uso de recursos, eco eficiência melhorada e redução na fonte, com objetivo de melhorar a proteção do ambiente e reduzir riscos para os organismos (Glavic et al., 2007).

As vantagens de aplicar prática de P+L esta em que promove o uso eficiente de matéria Prima, água e energia, entre outros insumos, a fim de eliminar ou reduzir nas fontes de origem a quantidade de resíduos não desejados e que são gerados durante os processos de produção. Desta maneira, além de reduzir os custos unitários de produção, se reduz os requerimentos para o tratamento final de desperdícios. As técnicas de P+L podem se aplicar a qualquer processo industrial e abarcam desde câmbios operacionais relativamente fáceis de executar até câmbios mais profundos, como a substituição de insumos, a modificação de processos ou operações unitárias ou o uso de tecnologias mais limpas e eficientes.

4 Análise da adoção articulada Produção Enxuta-P+L

A conexão entre a eficiência na fabricação e a sustentabilidade foi apresentada na literatura por (Ángel et al., 1999); (Sawhney et al., 2007). A manufatura Verde o de fabricação sustentável, define-se por (Allwood et. al., 2009), como um método de "desenvolver tecnologias para transformar materiais sim emissões de gases de efeito estufa o uso de materiais não renováveis ou tóxicos, ou geração de resíduos". Em particular, o objetivo da produção enxuta é otimizar o custo o tempo tradicionais de um sistema de produção (Bergman et al., 2007) tanto que a produção mais limpa referente aos efluentes que impactam o meio ambiente.

As vantagens apresentadas na articulação das ferramentas encontram se:

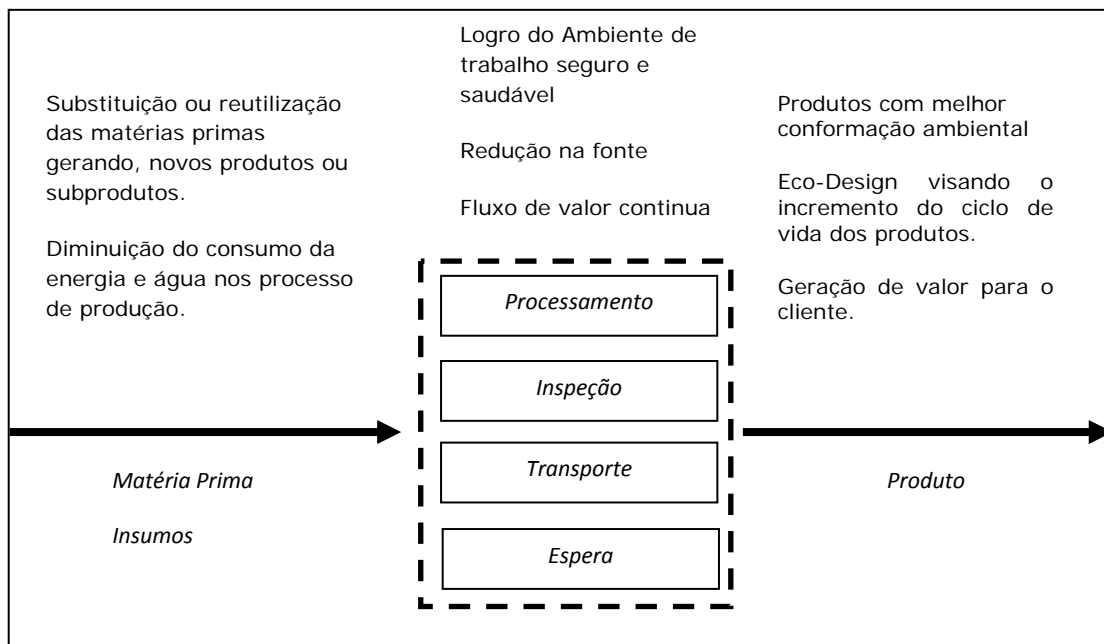


Figura 2. Vantagens da sinergia entre a P+L e a produção enxuta
 Pode-se perceber a aplicação das ferramentas para implantação da Produção Enxuta conduz a benefícios de P+L e, conseqüentemente, ao desenvolvimento sustentável (tabela 2) apresenta as principais ferramentas da produção enxuta e produção mais limpa encontradas na literatura, fazendo um análise da relação apresentada.

Matriz Produção Enxuta vs P+L

Principiais Técnicas		Vantagens da integração
Produção Enxuta	Produção mais Limpa	
Kanban	Matriz MER materiais, Energia, Resíduos	Redução do volume de inventário, com a diminuição do deterioro e obsolescência dos materiais, gerando assim resíduos e sua disposição no meio ambiente, por meio do análise dos materiais necessários, energia empregada no processo, e os resíduos gerados, identificando quais de eles podem ser reutilizáveis.
Manufatura Celular	Eco mapeo	Redução na fonte e de movimentação dos materiais, diminuindo a probabilidade de destruição na manipulação, diminuição do uso de meios de movimentação de materiais evitando o consumo de energia.
5s	Análisis do risco	Maior visibilidade do processo produtivo e rápida identificação de desperdícios, possibilitando o uso racional dos recursos, com benefícios positivos para o meio ambiente; incluindo o análise da probabilidade dos efeitos sobre ele através de uma visão probabilística dos efeitos.
Manutenção Produtiva Total TPM	Auditorias ambientais	Diminuição das paradas de máquina para manutenção, o consumo de materiais para ou seu restauração e a conseqüente geração de resíduos. A manutenção mais possibilita um melhor rendimento da máquina colaborando, assim, para um menor consumo de energia.
Visual System Map	6R (Reciclar, Reduzir, Redesenhar, Revender, Reaproveitar, reusar) Ecomapeo Ecobalance	Visualiza os problemas da produção eliminando as causas do desperdício, incorpora a maneira em que se comunica o programa de produção aos processos operativos; permite identificar as áreas do processo produtivo que requerem intervenção para melhorar o desempenho ambiental, organiza dados para avaliar estratégias de prevenção da contaminação, reduzindo custos, e diminuindo o consumo de recursos.

Kaizen	Ecoindicador Auditorias ambientais	As auditorias ambientais fazem parte da melhora continua de todo o processo, otimizando eficientemente o uso dos recursos na fabricação, uma medida para estabelecer uma condição para a toma de decisões a nível empresarial, medir o melhoramento, dirigir inovações, lograr metas, responder a pressões do mercado e programar estratégias de gestão.
Just in Time	Matriz MER materiais, Energia, Resíduos	Produzir o necessário evita acumulação do estoque a qual têm uma relação direta com os distintos impactos ambientais, procurando evitar-los e reduzir-los no máximo possível, logrando um processo produtivo mais limpo.

Tabela 2. Integração conceitual das ferramentas

5 Considerações finais

A utilização das técnicas de produção enxuta e as de produção mais limpa convergem no mesmo ponto a eliminação de desperdícios, e aplicação da mesma depende da responsabilidade das empresas e de sua adaptabilidade ao mercado, muitas são as dificuldades da implantação de estratégias sustentáveis entre elas o desconhecimento das organizações, a falta de políticas do governo na diminuição dos impostos, a capacidade financeira de elas e adoção de novas tecnologias.

O crescimento industrial sustentável é possível se a visão empresarial baseada nas atitudes dos consumidores, as tecnologias aplicáveis no desenho a fabricação e utilização dos produtos. As estratégias na redução de impactos ambientais devem-se aplicar à cadeia de suprimentos estendida tendo em conta a avaliação de fornecedores e a logística de distribuição dos produtos, além da geração de consciência ambiental a trabalhadores e clientes.

6 Referências

Ángel, L., Klassen, R., 1999. *Integrating environmental issues into the mainstream: an agenda for research in operations management. Journal of operations management.* n. 17, pp. 575-598.

Allwood J.M., Cullen J.M., 2009. *The Role of Washing Machines in Life Cycle Assessment Studies: The Dangers of Using LCA for Prioritization.* Journal of Industrial Ecology. Vol. 13(1) pp. 27-37.

Bergman, L., Hermann, C., Stehr J., Sebastián T., 2008. *An environmental perspective on lean production. Manufacturing systems and technologies for the new frontier.* n. 3, pp. 83-88.

Bergmiller, G., Mcwright, P., 2009. *Lean manufactures transcendence to green manufacturing. Proceedings of the industrial engineering research conference.*

CNTL-Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI. <http://www.senairs.org.br/cntl/>. Acessado em Agosto 2010.

Glavic P., Lukman R., 2007. *Review of sustainability terms definitions: Journal of Cleaner Production,* Vol. 15, pp. 1875-1885.

Kazmierczyk, P. 2002. *Manual on the Development of Cleaner Production Policies Approaches and Instruments.*

Macdonald, T., Van Aken, E., Rentes, A., 2000. *Utilization of simulation model to support value stream analysis and definition of future state scenarios in a high-technology motion control plant. Research paper. Department of industrial and systems engineering, Virginia Polytechnic Institute and State University and São Carlos engineering school.* Universidade de São Paulo.

Nascimento, I., Lemos, Â., Mello, M. P. 2008. *Gestão socioambiental estratégica.* Porto Alegre: Bookman, 1 Edição, 232

OHNO, T., *O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala.* Porto Alegre: Bookman, 1997. 149p.

Sawhney, R., Teeparaku, P., Aruna, B., Li, X., 2007. *En-lean: a framework to align lean and Green manufacturing in the metal cutting supply chain. International Journal of Enterprise Network Management.* Vol. 1, pp. 238-260.

UNIDO, *Resource Efficient and Cleaner Production (RECP).* <http://www.unido.org/index.php?id=o5151>. Acessado 18 de Agosto de 2010.

UNEP, *United Environmental Program, Guidance Manual: How to establish and operate Cleaner Production Centers.* <http://www.unep.fr> Acesso 10 de agosto de 2010.

US Environmental Protection Agency (EPA), 1998. *Principles of environmental impact assessment review: chapter 3-overview of the reviewer's responsibilities.* <http://www.elaw.org/system/files/5+FCHAP3.pdf>. Acessado 12 de dezembro de 2010.

Womack, J.P., Jones, D.T., 1992. *A Máquina que Mudou o Mundo*, 5 Ed. Rio de Janeiro, Editora Campus.