

Contribuição da Produção Enxuta para obtenção da Produção mais Limpa

Sérgio José Barbosa Elias (UFC) npmlce@dem.ufc.br
Liciane Carneiro Magalhães (UFC) liciane@dem.ufc.br

Resumo

Este trabalho procura evidenciar o relacionamento entre duas técnicas: Produção Enxuta e Produção mais Limpa. A primeira, mais voltada para melhoria da qualidade e produtividade e a segunda mais ligada a ecoeficiência. Embora tenham surgido em épocas e contextos diferentes, a obtenção da Produção Enxuta contribui para que a Produção mais Limpa alcance seus objetivos. É apresentada uma breve revisão bibliográfica sobre essas técnicas e mostrado como as ferramentas da Produção Enxuta conduzem a benefícios de Produção mais Limpa.

Palavras chave: Produção Enxuta, Produção mais Limpa, Meio Ambiente.

1. Introdução

A Produção Enxuta (*Lean Production*) surgiu no Japão em 1950 por meio de estudos feitos por dois engenheiros, Eiji Toyoda e Taiichi Ohno. Após uma visita aos Estados Unidos, mais precisamente à Ford, que utilizava o sistema de produção em massa, chegou-se a conclusão que copiar ou melhorar o sistema da Ford era inviável, seria necessário criar um novo sistema de produção. A partir daí criou-se o Sistema de Produção Enxuta, também conhecido como Sistema Toyota de Produção.

MELLO(2002) menciona que a partir da década de 50 a preocupação com os efeitos ou impactos ambientais gerados pelo homem no meio ambiente passou a ter maior ênfase. Surgiram movimentos ambientalistas ao longo de 30 anos, do tipo Conferências, entidades não governamentais sem fins lucrativos e agências não governamentais.

Em 1987, a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, órgão criado pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 1983, aprofundou o debate sobre a interligação entre as questões ambientais e o desenvolvimento, de onde surgiu o termo Desenvolvimento Sustentável e a pergunta: Como produzir de modo sustentável e aumentar a produtividade das empresas?(MELLO, 2002)

A *United Nation Industrial Development Organization* (UNIDO) e a *United Nation Environmental Program* (UNEP) iniciaram, em 1991, o Projeto Ecoprofit (*Ecological Project For Integrated Environmental Technologies*). Foi nesse projeto que Centros Nacionais de Produção Limpa foram criados, com o intuito de desenvolver a Produção mais Limpa (P+L) em países em desenvolvimento, minimizando ou eliminando resíduos, prevenindo a poluição, trazendo benefícios em termos econômicos para empresas de manufatura e reduzindo impactos ambientais (MELLO, 2002).

A aplicação da filosofia tanto da Produção Enxuta como da Produção mais Limpa contribui efetivamente para a melhoria da competitividade das indústrias, pois ambas têm como benefícios, por exemplo, o aumento da produtividade, melhoria da qualidade, otimização na utilização da matéria-prima, dos insumos e outros recursos, fatores esses de importância relevante frente à necessidade da busca contínua da excelência empresarial no mundo atual.

Tendo em vista esse contexto, o presente artigo tem como objetivo relacionar as duas abordagens apresentadas, demonstrando como a utilização da Produção Enxuta contribui para a obtenção da Produção mais Limpa.

2. Abordagem Teórica

2.1. Produção Enxuta

O berço da produção enxuta no mundo foi, nos anos 50, na fábrica de automóveis da Toyota, no Japão. Seu principal idealizador foi o engenheiro dessa mesma fábrica, Taiichi Ohno. A Toyota veio a chamar essa forma de abordar a produção de Sistema Toyota de Produção, o que hoje se chama também de Produção Enxuta.

A Produção Enxuta objetiva combater os desperdícios (ou *muda*, em japonês) que, segundo Ohno, caracterizavam o sistema de produção preconizado por Henry Ford. Ford foi o criador, em 1914, da linha de montagem móvel e mecanizada, que passou a ser o modelo de produção de referência até então, em razão da drástica melhoria de produtividade que proporcionava. Estava então instituído o modelo Fordista de produção, que passou a se chamar de produção em massa. O Ford modelo T foi o primeiro automóvel produzido com esse conceito produtivo.

OHNO(1997) estabelece como passo preliminar para a aplicação do Sistema Toyota de Produção a identificação e eliminação dos desperdícios (ou perdas): de *superprodução* de mercadorias desnecessárias; de *espera*, dos funcionários pelo equipamento de processamento para finalizar o trabalho ou por uma atividade anterior; em *transporte* desnecessário de mercadorias; do *processamento* desnecessário, devido ao projeto inadequado de ferramentas e produtos; de *estoque* à espera de processamento ou consumo; de *movimento* desnecessário de pessoas; de produzir *produtos defeituosos*.

Desperdício significa qualquer atividade que absorve recursos mas que não cria valor. Valor significa a capacidade de oferecer um produto/serviço no momento certo a um preço adequado, conforme definido pelo cliente. A base da produção enxuta é, uma vez eliminados os desperdícios, reduzir os custos de produção e maximizar a satisfação do cliente, ou seja, do valor agregado.

Para a eliminação do desperdício o Just In Time (JIT) exerce papel fundamental. O JIT significa produzir o produto certo, no tempo certo e na quantidade correta. Uma vez implementado o JIT integralmente, a empresa pode chegar ao estoque zero, eliminando-se assim uma atividade que não agrega valor (estoque). Para Ohno, os métodos tradicionais de produção não possibilitam uma produção JIT, sendo necessário assim a mudança do paradigma de produção, ou seja, será preciso migrar para a produção enxuta.

WOMACK & JONES (1996) na obra A Mentalidade Enxuta nas Empresas, ampliaram o conceito de produção enxuta para empresa enxuta, onde apresentam os princípios do pensamento enxuto (*lean thinking*) e relatam casos de sucesso das empresas que o adotaram. A mentalidade enxuta pode ser definida como uma filosofia que requer menores tempos de processamento para entregar produtos ou serviços com qualidade elevada e baixos custos, através da melhoria do fluxo produtivo via eliminação dos desperdícios no fluxo de valor. Essa definição encontra forte semelhança com o pensamento original de OHNO (1997, p.xi) quando se referiu ao que estava sendo feito na Toyota: “Tudo que estamos fazendo agora é olhar a linha do tempo.....do momento que o freguês nos entrega um pedido até o ponto em que recebemos o dinheiro. E estamos reduzindo essa linha do tempo removendo os desperdícios que não agregam valor”.

O pensamento enxuto se baseia em cinco princípios: valor; cadeia de valor; fluxo; puxar; perfeição. O valor deve ser especificado a partir do ponto de vista do consumidor final. A cadeia de valor representa as atividades específicas necessárias para projetar, pedir e oferecer um produto específico, da concepção ao lançamento, do pedido à entrega, e da matéria-prima às mãos do cliente. O fluxo significa a realização progressiva de tarefas ao longo da cadeia de valor, que deverá ser sem refugos ou retrofluxos. Puxar a produção significa o oposto da produção tradicional, que é empurrada, ou seja, com a produção puxada, nada deve ser produzido pelo fornecedor a montante, sem que o cliente a jusante solicite. A perfeição refere-se a necessidade de se criar um círculo virtuoso permanente de criação de valor e eliminação de desperdício. Essa perfeição pode ser por meio de melhorias contínuas (*kaizen*) ou de melhorias radicais (*kaikaku*).

SPEAR & BOWEN (1999) relatam que o desempenho industrial observado com a utilização do Sistema Toyota de Produção, tem merecido o esforço de grandes empresas do mundo, no sentido de alcançar esses resultados. Segundo esses autores, o Sistema Toyota de Produção se baseia em quatro regras: 1 – todo o trabalho deve ser altamente especificado em relação ao conteúdo, seqüência, tempo e resultado desejado; 2 – toda relação cliente-fornecedor deve ser direta, inequívoca no envio de solicitações e recebimento de respostas; 3 – o caminho percorrido por cada produto deve ser simples e direto; 4 – qualquer melhoria deve ser realizada pelos envolvidos na atividade que está sendo melhorada, de acordo com uma metodologia “científica” e com orientação de um especialista na metodologia.

Para que a produção enxuta possa ser implantada, a fábrica deve adotar algumas técnicas, que juntas, a tornam possível. Essas técnicas são: *kanban*, manufatura celular, 5 Ss, *setup* rápido, inspeção autônoma, manutenção produtiva total, dispositivos a prova de erros (*poka-yoke*), entre outras. Essas técnicas buscam eliminar atividades que não agregam valor.

O *kanban* é uma palavra japonesa que significa “anotação visível”, mas que vem sendo traduzida comumente como cartão. O *kanban* é uma maneira de informar às pessoas envolvidas diretamente com o processo de produção o que deve ser produzido internamente ou fornecido (no caso do relacionamento cliente-fornecedor externo), e operacionaliza a produção puxada.

A manufatura celular consiste em configurar a fábrica, do ponto de vista do arranjo físico, em um conjunto de postos de trabalho que processam famílias definidas de produtos, através de operações diferentes e seqüenciais, a fim de permitir o fluxo contínuo e o emprego flexível da mão-de-obra, através de operários polivalentes.

Os 5 Ss são cinco palavras japonesas: *seiri* –senso de seleção e de utilidade; *seiton* – senso de organização; *seiso* –senso de limpeza; *seiketsu* – senso de saúde ou zelo; *shitsuke* – senso de autodisciplina. É uma técnica utilizada para criar um local de trabalho adequado ao controle visual e à produção enxuta.

Setup rápido significa a necessidade da troca de ferramentas ser realizada de forma rápida, a fim de que os produtos possam ser produzidos em pequenos lotes, de maneira econômica, e de acordo com as necessidades dos clientes, no momento certo. SHINGO (2000) estabeleceu os pressupostos para que o *setup* rápido seja possível.

A inspeção autônoma tem por princípio fundamental que qualidade não se controla, qualidade se faz, ou seja, as inspeções devem ser realizadas pelos próprios operadores, eliminando a dependência de inspeções externas realizadas pelo departamento de controle de qualidade, agilizando assim a produção.

A manutenção produtiva total implica que os próprios operários tenham responsabilidade por parte da manutenção das máquinas que operam, reduzindo assim a dependência do

departamento de manutenção e minimizando a possibilidade de fluxo produtivo ser interrompido, o que é crítico com a produção enxuta, uma vez que ela trabalha com estoques que buscam tender a zero, possuindo desta forma poucas possibilidades de manter a produção em andamento em caso de pane.

Os dispositivos a prova de erro (*poka-yoke*) são destinados a impedir a ocorrência de defeitos na produção. Há duas maneiras nas quais o *poka-yoke* pode ser usado para corrigir erros: método de controle - quando o *poka-yoke* é ativado, a máquina ou a linha de processamento pára, de forma que o problema pode ser corrigido; método de advertência - quando o *poka-yoke* é ativado, um alarme soa, ou uma luz sinaliza, visando alertar o trabalhador (SHINGO, 1996).

A produção enxuta tem sua aplicabilidade mais evidente nas indústrias que produzem de acordo com processos repetitivos em lote, onde há uma produção de produtos variados em lotes, que se repetem. São exemplos clássicos as metalúrgicas, fábricas de eletrodomésticos e confecções, entre outros.

2.2. Produção mais Limpa (P+L)

O significado de Desenvolvimento Sustentável encontra-se hoje, baseado tanto na gestão empresarial como na sociedade como um todo. É uma solução eficaz diante da agressão feita ao planeta pela intensificação dos processos produtivos, principalmente após a Segunda Guerra Mundial (ALMEIDA, 2002).

Globalização, competitividade e produtividade são palavras primordiais na reestruturação de nações, na criação de blocos regionais, na organização de mercados, e, para que esse movimento de início de milênio se cumpra de forma duradoura, ele deve ser ecoeficiente.

CNTL (2002) menciona que a ecoeficiência incorpora três pilares: econômico, ambiental e social. Para que uma empresa ou processo se adeqüe ao mercado e permaneça nele, deve ser economicamente rentável, ambientalmente compatível e socialmente justo. Sendo assim, será ecoeficiente e criará as condições básicas para se introduzir dentro dos conceitos atuais.

As tecnologias ambientais existentes inicialmente trabalhavam, principalmente, no tratamento dos resíduos, efluentes e emissões existentes (ex: tecnologia de incineração de resíduos, tratamento de águas residuais, tratamento de emissões atmosféricas, etc.). Essas tecnologias são chamadas de técnicas de fim-de-tubo, ou seja, estuda os resíduos no final do processo de produção. São caracterizadas pelas despesas adicionais para a empresa e diversos problemas, como por exemplo a produção de lodo de esgoto através do tratamento de águas residuais.

A tecnologia chamada Produção mais Limpa veio para tomar o lugar dessa visão de fim de tubo. P+L significa a aplicação contínua de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica integrada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficiência no uso das matérias-primas, água e energia através da não geração, minimização ou reciclagem de resíduos gerados em todos os setores produtivos (CNTL, 2001).

Essa tecnologia apresenta várias vantagens quando comparada às tecnologias de fim de tubo, são elas: 1 - P+L reduz a quantidade de materiais e energia usados, apresentando assim um potencial para soluções econômicas; 2 - devido a uma intensa exploração do processo de produção, a minimização de resíduos, efluentes e emissões geralmente induz a um processo de inovação dentro da empresa; 3 - a responsabilidade pode ser assumida para o processo de produção com um todo e os riscos no campo das obrigações ambientais e da disposição de resíduos podem ser minimizados; 4 - a minimização de resíduos, efluentes e emissões é um passo em direção a um desenvolvimento sustentável (CNTL, 2002).

Enquanto o enfoque convencional de resíduos questiona: O que se pode fazer com os resíduos, efluentes e as emissões existentes?, a Produção mais Limpa pergunta: De onde vêm os resíduos, os efluentes e as emissões? Por que se transformaram em resíduos? A essencial diferença é o fato de que a P+L não se preocupa simplesmente com o sintoma mas procura conhecer as raízes do problema.

O Programa de Produção mais Limpa objetiva fortalecer economicamente a indústria através da prevenção de poluição, contribuindo com a melhoria da situação ambiental de uma certa região. O programa estuda o processo produtivo e as demais atividades de uma empresa e analisa-os considerando a utilização de materiais e energia. A partir disto, são criteriosamente estudados os produtos, as tecnologias e os materiais, com a finalidade de minimizar os resíduos, as emissões e os efluentes, e encontrar modos de reutilizar os resíduos inevitáveis (CNTL, 2002).

A figura 01 sumariza a abordagem de Produção mais Limpa e o estabelecimento de prioridades na identificação de oportunidades (CNTL, 2001).

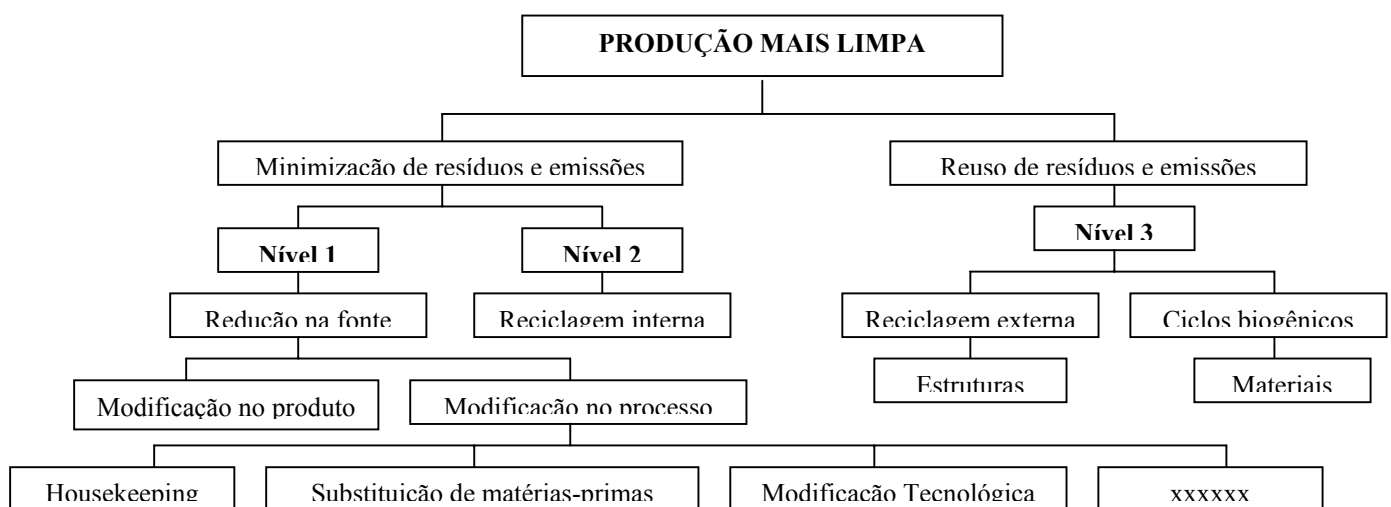


Figura 01 – Fluxograma para o estabelecimento de prioridades na identificação de oportunidades de Produção mais Limpa

CNTL(2002) estabelece alguns dos principais fatores ligados a origem dos resíduos e emissões são os seguintes: Falta de disponibilidade de recursos humanos qualificados; Operação ritualística; Falta de instalações e de um sistema de treinamento; Falta de informações; Uso de tecnologias ultrapassadas e de equipamentos obsoletos; Uso de matérias-primas baratas abaixo do padrão; Falta de especificações de qualidade; Deficiência no suprimento; Uso de matérias-primas que geram muitos resíduos não recicláveis; Mau controle de estoque; Produtos com pouca longevidade; Proporção ineficiente entre produtos e subprodutos; Design do produto impraticável; Embalagem; Má utilização dos parâmetros de processo; Falta de intercâmbio com os parceiros comerciais; etc.

A Produção mais Limpa é uma ferramenta completa em termos de opção para otimização do processo produtivo e melhoria contínua do mesmo, pois engloba os pontos que levam a esse fim, como: qualidade, planejamento, segurança, meio ambiente, design, saúde ocupacional, eficiência. A metodologia de implantação do programa de P+L pode ser dividida em 6 etapas, conforme figura 02. (CNTL, 2001)



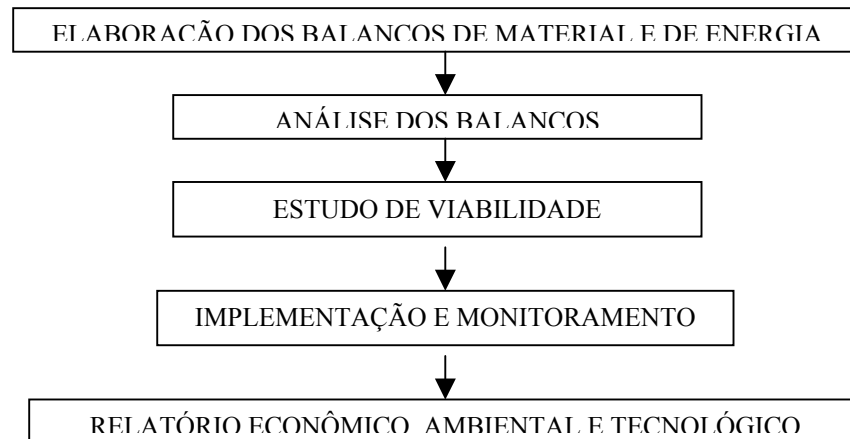


Figura 02 – Fluxograma das etapas de implantação do Programa de Produção mais Limpa.

Como todo processo de implantação, o programa de P+L necessita de planejamento e organização e para isso o fator mais relevante é o comprometimento da gerência. Sem esse comprometimento não haverá verdadeira ação, e não haverá resultado. Esse compromisso pode ser obtido tanto pela ênfase no princípio de proteção ambiental como pela influência das forças de mercado (impostos e arrecadação sobre o consumo de recursos e/ou resíduos e emissões), ressaltando os benefícios econômicos, encorajando o cuidado responsável, destacando os benefícios ambientais, valorizando os aspectos de melhoria de qualidade e mostrando as vantagens que podem ser evidenciadas pelo Marketing.

Uma vez comprometida, a gerência da empresa precisa manter-se envolvida durante toda a avaliação. Para sustentar esse envolvimento é necessário informar regularmente e mostrar os benefícios que a avaliação tem trazido para a empresa. A maioria das tarefas e trabalhos necessários para a implantação do programa são realizados por um grupo de trabalho, chamado *ECOTIME*, esse é formado por profissionais da empresa, que são colaboradores engajados em diversas atividades e postos chaves. Essas atividades podem ser: organização, produção, técnica, departamento de materiais, compras, recepção, vendas, manutenção, controle de qualidade, departamento pessoal, conselho administrativo, planejamento, desenvolvimento, meio ambiente, segurança, energia (CNTL, 2002).

3. Pontos Comuns da Abordagem

Para traçar um paralelo entre as duas metodologias e mostrar como a implantação e aplicação da Produção Enxuta resulta em benefícios da produção mais limpa, pode-se começar com o passo preliminar do Sistema Toyota de Produção; identificação e eliminação dos desperdícios (ou perdas): de *superprodução*, de *espera*, de *transporte*, do *processamento*, de *estoque*, de *movimento*, de produzir *produtos defeituosos*.

Quando se tenta eliminar as perdas a que se refere o Sistema Toyota de Produção, está se evitando o desperdício, principalmente, de recursos naturais, contribuindo para a não obsolescência e a não deterioração do produto (desperdício de matéria-prima e energia), evitando assim a geração de resíduos e conseqüentemente a disposição dos mesmos no meio ambiente. Eliminando o estoque excessivo, reduz-se a utilização de recursos, como energia (iluminação e climatização) necessária para armazenagem.

A tentativa de minimizar a necessidade de transporte e movimentação de mercadorias está também contribuindo para a P+L, pois se evita a utilização de meios de transporte interno, como as empilhadeiras, reduzindo uso de energia (combustível) e reduzindo o tempo dedicado a manutenção do transporte.

No desperdício de processamento, deve-se questionar, por exemplo, por que determinado item ou componente deve ser feito, qual a função no produto e se esta etapa do processo é necessária, pois desse modo está eliminando um elemento que só adiciona custo e não valor ao produto. Atendendo a esse requisito, ter-se-á benefício ambiental, tecnológico e econômico, pois minimizou-se a necessidade de utilização de recursos, energia e matéria-prima.

As técnicas: *kanban*, manufatura celular, 5 Ss, *setup* rápido, inspeção autônoma, manutenção produtiva total, dispositivos a prova de erros (*poka-yoke*), cujos conceitos já foram mencionados anteriormente, são as ferramentas necessárias para atingir a Produção Enxuta, e que contribuem para a obtenção dos benefícios de P+L, como visto nos parágrafos acima.

Pode-se realmente perceber que a aplicação das ferramentas para implantação da Produção Enxuta conduzem a benefícios de P+L e, conseqüentemente, ao desenvolvimento sustentável, conforme pode ser observado no quadro 01.

Principais Ferramentas da Produção Enxuta	Benefícios para a Produção mais Limpa
<i>kanban</i>	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).
<i>Setup</i> 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.
5 Ss	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 conseqüente diminuição do consumo de recursos produtivos tais como materiais e energia, possibilitando o uso mais racional dos recursos naturais.
Manutenção Produtiva Total	Diminuição das paradas de máquina para manutenção e, conseqüentemente, do consumo de materiais para o seu conserto e a conseqüente geração de resíduos. A manutenção mais adequada possibilita também um melhor rendimento da máquina colaborando, assim, para um menor consumo de energia.
<i>Poka-yoke</i>	Redução do número de peças defeituosas, com a conseqüente diminuição do consumo de recursos produtivos tais como materiais e energia, possibilitando o uso mais racional dos recursos naturais.

Quadro 01 – Ferramentas de Produção Enxuta possibilitando benefícios para a P+L.

4. Conclusão

Os princípios tradicionais ligados aos sistemas de Manufatura Enxuta propõem a eliminação dos desperdícios que ocorrem durante o processo produtivo. A Produção mais Limpa de uma

forma concreta beneficia-se dessa metodologia, pois através de ferramentas exclusivas da origem do Sistema Toyota de Produção, ela consegue tornar-se evidente.

Não se pode esquecer de outra alternativa também presente como benefício de P+L com a implantação de Produção Enxuta que é o benefício econômico. Notadamente, percebe-se que com a otimização do processo, minimizando a utilização dos recursos para atingir a mesma meta de produção, a empresa estará reduzindo custos e terá capacidade de ter preços competitivos e gerar mais lucros.

É neste contexto que deve ser inserida a conscientização ambiental como parte da formação dos profissionais que irão atuar na administração, principalmente na gerência de processos produtivos. A conservação dos recursos naturais e o uso racional dos mesmos contribuem significativamente para iniciar e dar continuidade ao conceito de desenvolvimento sustentável, onde a Produção mais Limpa possui um papel fundamental (ENEGEP, 2002).

Bibliografia

- ALMEIDA, F. **O Bom Negócio da Sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2002.
- Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL). **Manual Questões Ambientais e Produção mais Limpa**. Curso de Formação de Consultores em Produção mais Limpa, Fortaleza, dez. 2001.
- Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL). **Manual Metodologia de Implantação do Programa de Produção mais Limpa**. Curso de Formação de Consultores em Produção mais Limpa, Fortaleza, jan. 2002.
- CORRÊA, L. H. **Just in time, MRP II e OPT: Um enfoque estratégico**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1996.
- BORCHARDT, M., SELMITTO, M. A. O Pensamento Enxuto convergindo para a preservação dos Recursos Naturais. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – ENEGEP, 22., 2002, Curitiba. **Anais**. Curitiba: ABEPRO, 2002.
- MELLO, M.C.A. de. **Produção mais Limpa: Um estudo de caso na AGCO do Brasil**. Porto Alegre, 2002. 163f. Dissertação (Mestrado em Produção mais Limpa) – Escola de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- OHNO, T. **O Sistema Toyota de produção**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
- SHINGO, S. **O Sistema Toyota de produção**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
- SHINGO, S. **Sistema de troca rápida de ferramenta**. Porto Alegre: Bookman, 2000.
- SLACK, N. **Vantagem competitiva em manufatura: atingindo competitividade nas operações industriais**. São Paulo: Atlas, 1993
- SLACK, N. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1996.
- SPEAR, S, BOWEN, H. Kent. Decoding the DNA of the Toyota production system. **Harvard Business Review**, Boston: Harvard Business School, v.77, nº 5, p. 97-106, september-october, 1999.
- WOMACK, J. P., JONES, Daniel T. **A Mentalidade enxuta nas empresas**. Rio de Janeiro: Campus, 1998.