

O CONCEITO DE PRODUÇÃO ENXUTA APLICADO A UMA INDÚSTRIA DE MANUFATURA NÃO SERIADA: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA DE IMPLANTAÇÃO

José Lourenço Junior

Universidade de Taubaté, Departamento de Economia, Contabilidade e Administração
Av. Godoy Neto, 159 - Lorena - SP / pinha@pinha.com.br

José Glenio Medeiros de Barros

Universidade de Taubaté, Departamento de Economia, Contabilidade e Administração
Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia de Produção
Rua Padre José Rubens Bonafé, 149 / casa 9, Taubaté-SP / glenio@uerj.br

Cyro Alves Borges Junior

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Mecânica
Av. São Francisco Xavier, 524 / sala 5023, Rio de Janeiro - RJ / cyroborges@terra.com.br

Resumo. *O conceito de Produção Enxuta, ou do inglês Lean Production, sempre esteve associado à indústria de produção seriada, muito embora suas técnicas e metodologias possam, reconhecidamente, ser aplicadas a outros tipos de sistemas produtivos. Neste contexto, descreve-se no presente trabalho uma proposta metodológica de aplicação do conceito de Produção Enxuta a uma indústria de manufatura do tipo não seriada. Tal aplicação difere da utilização usual associada à manufatura seriada, utilizada por diversas montadoras de automóveis e fabricantes de autopeças, como amplamente encontrado na literatura. A elaboração da metodologia foi possível a partir da análise dos aspectos particulares da produção não seriada em comparação aos da indústria de manufatura seriada, notadamente quanto à adoção das técnicas e ferramentas próprias da gestão da manufatura, conforme os conceitos de Lean Production. A metodologia proposta foi testada em uma indústria fabricante de condutores elétricos com produção não seriada e com elevada diversidade de produtos. Os resultados do trabalho demonstraram a eficácia da adoção do conceito a uma outra realidade da indústria de manufatura, confirmando a viabilidade do modelo proposto, adaptado do conceito enxuto e de suas técnicas e ferramentas.*

Palavras-chave: *Produção Enxuta, Metodologia, Indústria de Produção Não Seriada*

1. INTRODUÇÃO

Numa época de competição industrial extremada, a busca por técnicas e tecnologias inovadoras para o gerenciamento passou a se constituir em fator de sobrevivência para a indústria; na medida em que as melhorias tornam-se, cada vez mais, intuitivamente difíceis de serem alcançadas. A indústria automobilística, em particular a japonesa, tem influenciado intensamente as metodologias de gestão da produção; muito em função de profundas mudanças nas técnicas de administração da manufatura pelas quais continuam passando as empresas industriais em geral, segundo Womack; Jones⁽¹⁾. Tal influência teve sua origem na Toyota Motor Company. Esta idealizou e implantou métodos de organização industrial que possibilitaram a produção simultânea de variados modelos

de automóveis em pequena escala de produção, melhorando a qualidade dos produtos e reduzindo os custos.

O fenômeno estudado por especialistas e pesquisadores, como Arai⁽²⁾ e Cusumano⁽³⁾, bem como por colaboradores de inúmeras empresas em todo o mundo, evidenciou a utilização de um conjunto de novas técnicas e metodologias de produção. Segundo Womack *et al.*⁽⁴⁾, em um estudo do Massachusetts Institute of Technology que consumiu cinco milhões de dólares em cinco anos de pesquisas abrangendo 14 países, aquele sistema de produção, concebido predominantemente na Toyota, possuía conceitos diferenciados daqueles até então utilizados e recebeu a denominação em inglês de “lean production”; tendo sido traduzido para o português como produção enxuta, do sentido original de produção “sem gorduras” ou “desprovida de supérfluos”.

Apesar do consenso entre autores e especialistas, tais como Schonberger⁽⁵⁾; Shinohara⁽⁶⁾; Womack *et al.*⁽⁴⁾, acerca da aplicabilidade da Produção Enxuta em qualquer tipo de empresa, a base referencial disponível na literatura sobre Produção Enxuta é predominantemente focada nos casos dos processos produtivos seriados da indústria automobilística. Outros renomados pesquisadores como Alford *et al.*⁽⁷⁾ e Cusumano⁽⁸⁾, também discutem os limites da aplicação do conceito da Produção Enxuta. Questionam, em particular, a adoção do conceito em ambientes industriais de elevada diversidade de produtos, como os típicos dos sistemas de produção não seriados. Sem uma conclusão a tal questionamento ou ainda sem referências bibliográficas específicas, o problema que se apresenta resume-se nas seguintes questões: o conceito da Produção Enxuta é aplicável a ambientes de elevada diversidade de produtos como aqueles típicos da produção não seriada? Se aplicável, quais as customizações necessárias em relação aos casos disponíveis na literatura acerca da implantação em sistemas seriados?

A fim de satisfazer tais questões, em que pese o aprendizado prático, o presente trabalho partiu de uma ampla revisão bibliográfica de forma a se obter uma visão crítica acerca do conceito de Produção Enxuta. Esta se constituiu em embasamento teórico para a apresentação de uma proposta metodológica de implantação do conceito num ambiente industrial de manufatura não seriada. Toda a revisão considera, fundamentalmente, o que é o conceito de Produção Enxuta.

Por outro lado, o como fazer, considerando o ambiente da manufatura não seriada, é o problema a ser tratado, por ocasião da proposição do modelo de implantação em ambientes não seriados.

Pelo exposto, o atendimento ao problema apresentado deve incluir a padronização de ações que norteiem a implantação do conceito de Produção Enxuta, considerando as especificidades próprias do ambiente de manufatura não seriada.

2. OBJETIVO DO TRABALHO

O objetivo do trabalho foi o de apresentar uma proposta metodológica para a implantação do conceito da Produção Enxuta à uma indústria de manufatura não seriada, diferentemente da aplicação clássica em indústrias de produção seriada como as de montagem de automóveis e fabricação de auto-peças.

3. METODOLOGIA

A proposição metodológica foi estruturada em oito componentes, quais sejam: (i) adoção do conceito de “enxuto”, (ii) liderança e participação, (iii) gerenciamento visual, (iv) produção puxada, (v) qualidade na fonte, (vi) melhoramentos contínuos, (vii) redução do *lead-time* e (viii) controle e redução de custos. Tais componentes não devem ser entendidos como eventos estanques, mas interativamente uns aos outros e em referências cruzadas. Tampouco representam etapas seqüenciadas de um programa de implantação generalizável ao ambiente da manufatura não seriada. Devem ser compreendidos como conteúdos mínimos a serem observados quando da idealização de um programa específico, que, se contemplados, podem contribuir para se obter resultados compatíveis com as metas estabelecidas pela empresa estudada.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A metodologia proposta somente poderia ser validada se a sua aplicação pudesse gerar resultados considerados satisfatórios. Sendo assim, tomando-se como parâmetro as metas estabelecidas pela própria empresa, objeto do estudo, referente à implementação dos conceitos de Produção Enxuta, chegou-se a resultados que, de um modo geral, puderam atender as metas estabelecidas para a planta industrial. A Tabela 1, a seguir, apresenta as metas proposta ao Programa denominado NF para a referida planta, referente ao período estudado.

É oportuno salientar que as metas estabelecidas não foram precedidas por estudos, num nível de aprofundamento, que justificassem tecnicamente os percentuais estabelecidos. Estas foram adotadas como resultados de ganhos mínimos que poderiam garantir a sobrevivência da planta industrial no curto prazo, considerando a situação de mercado e a posição da empresa frente a concorrência.

Tabela 1. Metas e resultados obtidos com o Programa NF na fábrica estudada

	Metas	Resultados (1992-1994)
Redução de estoque	50%	52,3%
Aumento da produtividade	50%	41,1%
Redução de perdas	50%	45,8%
Redução do <i>lead-time</i>	50%	n/d
Redução dos atrasos	50%	97,0%

4.1. Redução de Estoque

Para a meta de redução de estoque, utilizou-se como indicador a transformação dos estoques em valores monetários. Utilizando o dólar americano como unidade monetária, objetivando reduzir os efeitos inflacionários do período em análise, foi contabilizado todo o estoque de matéria-prima, tanto em processo (WIP – *work in process*) como de produtos acabados. A meta proposta significa à redução do valor contabilizado no início de 1992 em relação a dezembro de 1994. Note-se que a empresa optou por incluir em seu indicador mesmo os produtos acabados já faturados, mas ainda estocados no pátio de expedição. A intenção foi a de, além de fomentar a cultura de que todo e qualquer estoque é prejudicial, assegurar um parâmetro mais aproximado do objetivo de tornar tanto menor quanto possível, o tempo entre o pedido do cliente e o pagamento pela mercadoria entregue. Assim, eventualmente, um produto já faturado mas não retirado pelo cliente poderia impactar negativamente no prazo para recebimento, dependendo das condições comerciais negociadas. Os resultados do estoque eram aferidos periodicamente por meio do controle de inventário e balanço realizados com a presença de auditoria contábil externa. A meta redução de estoque foi amplamente atendida, trazendo todas as conseqüências positivas preconizadas pelo conceito de Produção Enxuta, além da expressiva redução de capital imobilizado no sistema produtivo.

4.2. Aumento da Produtividade

A meta de aumento da produtividade foi estabelecida e acompanhada tendo como base os tempos padrões de manufatura de cada produto específico. Anteriormente ao Programa NF, a empresa dispunha de um abrangente banco de dados acerca dos tempos padrões, empenho de matéria-prima e de mão-de-obra direta para cada um dos componentes e itens fabricados em cada uma das máquinas específicas. Tais parâmetros constituíam-se na base da definição dos preços dos produtos. Ainda no início do Programa NF, uma verificação destes números revelou a compatibilidade com a prática naquele momento.

A meta foi então definida, adotando-se como base 100 o início do referido Programa para os valores definidos nas fichas técnicas de processo de cada produto. O acompanhamento sistemático dos relatórios de produção possibilitou o acompanhamento da meta. Notou-se também que a necessidade de precisão destes dados, acabou por implicar na melhoria dos métodos de coleta e análise destes números, com reflexos positivos na sistemática de apontamento da produção e de precificação de produtos. Ligeiramente abaixo da meta, o percentual 41,1% obtido foi considerado um ganho absolutamente significativo.

4.3. Redução de Perdas

Por perdas foram apropriados os custos (em dólares americanos) das sobras não utilizáveis e perdas de matéria-prima no processo de fabricação. Como exemplos mais comuns tem-se: pontas de fios de aço utilizadas para a fabricação de cordoalhas (almas de aço), perdas na extrusão de materiais plásticos, seja na forma de borras (comum nos *set-up*) ou provenientes de defeitos e retrabalhos, perdas provocadas por reprovações do controle da qualidade, perdas provenientes da fusão, bem como do reaproveitamento, de alumínio e outros metais. A meta de redução de perdas para a empresa está fortemente correlacionada ao consumo de matéria-prima. Em japonês *budomari* significa o índice de aproveitamento de matéria prima. Por exemplo, um índice de 65% indica que, no produto final aprovado, está contido apenas 65% da matéria prima utilizada; ou seja, 35% da matéria prima foi perdida durante o processo.

Assim, a meta “redução de perdas”, na empresa também denominada por *loss factor*, estava intimamente relacionada ao aproveitamento da matéria prima. O valor percentual de 45,8% obtido, é igualmente significativo e sugere-nos a relevância do programa adotado.

4.4. Redução do *Lead-Time*

Quanto a meta de redução do *lead-time*, apesar de definida, não foi possível o seu acompanhamento ao longo de Programa. Isto porque para os pressupostos do conceito enxuto, as metas adotadas não tinham associação com os processos lógicos para o seu estabelecimento. De certa forma, foram muito mais motivacionais do que técnicas. Tão logo dado início prático ao Programa descobriu-se da inviabilidade do acompanhamento deste parâmetro. Primeiro, por que não havia números anteriores ao Programa. Depois pela dificuldade neste tipo de medida. Observe-se que, no caso da meta de produtividade anteriormente detalhada, a medida baseou-se nos tempos padrões de processamento versus o real apontados nos relatórios de produção. No caso do *lead-time*, tempos de espera ou fila não são medidos ou têm sua medição bastante onerosa. A questão resumiu-se em como, por exemplo, determinar o início da fabricação de um dado produto? A determinação do tempo final de produção de um pedido até que seria algo fácil de ser apontado. Porém, de que forma seria exequível definir se uma determinada corrida de alumínio, no forno de fundição, seria exatamente a utilizada num dado produto acabado? E os itens intermediários?

Naturalmente trata-se da necessidade de um nível de rastreabilidade além do disponível e economicamente viável. A saída para o problema foi a definição de alguns produtos mais freqüentes entre o *mix* produzido (três produtos), a fim de constituírem numa amostra da evolução do parâmetro *lead-time* ao longo do período 1992 a 1994. Para estes, foram implantados controles específicos e dedicados. Dos produtos eleitos para tal, os percentuais obtidos variam de 47,0% a 75,3% de redução do *lead-time*. Lembrando-se que o *lead-time* foi definido, para este caso da meta especificamente, como o tempo entre o início da produção até a fabricação do último carretel (de fio) componente do lote encomendado.

4.5. Redução dos Atrasos

Por último, entre as principais metas do Programa, a redução dos atrasos contabilizou a média mensal de pedidos entregues fora do prazo acordado com os clientes antes (no início de 1992) do Programa e depois (no final de 1994). De todos os resultados obtidos e apresentados pelos indicadores, o percentual de 97% foi o mais significativo. Em números absolutos, significou a média de um único pedido atrasado a cada quatro meses em 1994.

Levando-se em conta a natureza dos produtos associados à construção eletro-mecânica e seus cronogramas físico-financeiros, a precisão no prazo de entrega, por parte da empresa estudada, é importante fator de atendimento às necessidades dos clientes. Resultando daí uma condição mais favorável pela disputa do mercado.

5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve por finalidade a elaboração de uma proposta metodológica para a implantação do conceito de Produção Enxuta em ambientes industriais de manufatura não seriada. A proposta foi estruturada em oito componentes metodológicos e efetivamente aplicada em uma indústria de produção não seriada fabricante de condutores elétricos destinados à transmissão e distribuição de energia elétrica. O trabalho contempla um período de 36 meses, coincidindo como a primeira fase de implantação na empresa do programa de Produção Enxuta.

O objetivo geral do trabalho foi atingido, uma vez que desenvolveu-se, implantou-se e avaliou-se uma metodologia para viabilizar o conceito da Produção Enxuta em ambientes industriais de manufatura não seriada. Contudo, conclusões mais específicas também puderam ser elaboradas a partir do trabalho desenvolvido.

5.1. Conclusões Associadas ao Conteúdo da Metodologia Proposta

A partir dos resultados obtidos com a implantação da metodologia proposta, pôde-se concluir que esta é aplicável a ambientes industriais de manufatura não seriada cujos processos de fabricação reúnam as seguintes condições similares às do caso estudado: intermitência do fluxo de produção sob o ponto de vista de produtos, porém com continuidade de produção sob a ótica dos equipamentos; grande variedade de produtos; gargalos flutuantes em função do *mix* de produção; compartilhamento de recursos produtivos; características de produtos em corridas ou bateladas.

Não se tratando de um seqüenciamento de etapas ou um plano com implicações temporais, a metodologia apresentada é basicamente o conteúdo mínimo a ser contemplado por ocasião do planejamento de um programa de implantação e sua adequação ao ambiente não seriado.

5.2 Conclusões Associadas à Aplicação da Metodologia

Da aplicação prática da metodologia constatou-se a viabilidade da proposta. Assim, outras conclusões puderam ser elaboradas em função de sua adoção, quais sejam: (i) todos os componentes metodológicos propostos tiveram sua aplicação prática com resultados considerados satisfatórios, o que permite dedução quanto a adequabilidade da metodologia aplicada em ambiente industrial de manufatura não seriada; (ii) pode-se considerar que todas as metas estipuladas foram atingidas, o que leva a crer que o conceito enxuto pode ser introduzido em outro ambiente industrial que não o comumente utilizado, ou seja, a produção seriada; (iii) os resultados quantificáveis obtidos em detrimento das metas adotadas, bem como a política de desdobramento do programa nos diversos níveis da organização, deram à alta administração e aos demais gestores uma noção realista do andamento da implantação; (iv) a utilização de elementos multiplicadores do conceito com experiências anteriores sobre o assunto foi significativo para o êxito do programa; (v) a participação dos funcionários, seja por meio das atividades de melhoria ou assumindo novas responsabilidades, foi condição imprescindível para o êxito da implantação; (vi) não só o comprometimento, mas a participação efetiva da alta direção foi decisiva para a obtenção dos bons resultados do Programa.

Transcorridos mais de oito anos desde a finalização das etapas do Programa NF, a empresa continua aprofundando a aplicação dos conceitos de Produção Enxuta e se mantém com receita e lucratividade crescentes, tendo ao longo de 1999 e 2000 superado vários de seus recordes de produção e faturamento.

Por outro lado, seus concorrentes no mercado brasileiro, apesar de condições mais favoráveis de produção, por serem detentores da matéria-prima principal – no caso o alumínio – passaram por grandes transformações, incluindo a saída de algumas empresas do mercado de condutores do tipo que a empresa estudada fabrica e comercializa.

6. REFERÊNCIAS

1. WOMACK, James P.; Jones, Daniel T. **Lean Thinking – Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation**. New York: Simon & Schuster, 1996. 350 p.
2. ARAI, Seiyu. Araban, **O Princípio das Técnicas Japonesas de Produção: Qualidade, Custo, Prazo de Entrega**. SP: Instituto de Movimentação e Armazenamento de Materiais, 1989.
3. CUSUMANO, Michael A. **The Japanese Automobile Industry**. Cambridge: Harvard University Press, 1989.
4. WOMACK, James P.; Jones, Daniel T.; Roos, Daniel. **A Máquina que Mudou o Mundo**. 13^a ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992. 347 p.
5. SCHONBERGER, Richard J. **Técnicas Industriais Japonesas**. 4^a ed. São Paulo: Pioneira, 1993.
6. SHINOHARA, Isao. **New Production System: JIT Crossing Industry Boundaries**. Productivity Press, 1988, 197 p.
7. ALFORD, D.; Sackett, P.; Nelder, G. **Mass Customisation: an automotive perspective**. UK: International Journal of Production Economics, 65, p.99-110, 2000.
8. CUSUMANO, Michael A. **The Limits of Lean**. Cambridge: Sloan Management Review, Summer 1994.

THE LEAN PRODUCTION CONCEPT APPLIED IN AN INDUSTRY OF NON SERIAL MANUFACTURING: A METHODOLOGICAL PROPOSAL OF IMPLANTATION

José Lourenço Junior

Economy, Accounting and Administration Department, University of Taubaté
Godoy Neto Av., 159 - Lorena – SP, Brazil / pinha@pinha.com.br

José Glenio Medeiros de Barros

Economy, Accounting and Administration Department, University of Taubaté
Production Engineering Department, University of Rio de Janeiro State
Padre José Rubens Bonafé street, 149 / 9 - Taubaté-SP, Brazil / glenio@uerj.br

Cyro Alves Borges Junior

Engineering Mechanical Department, University of Rio de Janeiro State
São Francisco Xavier street, 524 – s. 5023, Rio de Janeiro – RJ, Brazil / cyroborges@terra.com.br

Abstract. *The lean production concept was always associated to serial production, very away your techniques and methodologies can, thankfully, to be applied the other types of productive systems. The present article describe a methodological proposal of application of the lean production philosophy to the industry of the type non serial. The elaboration of the methodology was possible starting from the analysis of the peculiar aspects of the non serial production in comparison with the of the serial industry, especially as the adoption of the techniques and own tools of the administration of the manufacture according to the concepts of the lean production. The proposed methodology was tested in a non serial manufacturing of electrical conductors and with high diversity of products. The results of the work demonstrate that is possible the adoption of the concept to another reality of manufacture industry, and it confirm the viability of the proposed model adapting the lean concept and your techniques and tools.*

Keywords: *lean production - non-serial industry – methodological proposal*