

EVOLUÇÃO HISTÓRICA DOS SISTEMAS PRODUTIVOS

Wanderson Paris

Evaldo Zagonel

OS PRIMÓRDIOS

A função produção, entendida como o conjunto de atividades que levam à transformação de um bem tangível em um outro com maior utilidade, acompanha o homem desde sua origem. Quando polia a pedra a fim de transformá-la em utensílio mais eficaz, o homem pré-histórico estava executando uma atividade de produção. Nesse primeiro estágio, as ferramentas e os utensílios eram utilizados exclusivamente por quem os produzia, ou seja, inexistia o comércio, mesmo que de troca ou escambo.

Até o século XVII, as atividades de produção de bens eram desempenhadas por artesãos. Com inúmeras especializações e denominações, essa classe abarcava praticamente todas as profissões liberais então existentes: pintores, escultores, marceneiros, vidraceiros, sapateiros, arquitetos, armeiros e assim por diante.

O mestre artesão, proprietário de uma oficina, recebia aprendizes, geralmente membros da família ou, então, jovens talentosos da região, para estudarem o ofício. Estes permaneciam na oficina por um período de até quinze anos, aprendendo a dominar as técnicas da profissão. Os novos artesãos uniam-se em corporações de ofício e os bons artesãos eram capazes de realizar obras refinadas e de grande complexidade e detinham o domínio completo do ciclo de produção, já que negociavam com o cliente o serviço a ser realizado, executavam estudos e provas, selecionavam os materiais e as técnicas mais adequadas, construía o bem e o entregavam. Cada bem produzido era personalizado e incorporava inúmeros detalhes solicitados pelo cliente: o número de variações é quase ilimitado.

A REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

A partir das invenções da imprensa de tipos (séc. XV) e do tear hidráulico (séc. XVIII), ficara demonstrada a possibilidade de mecanizar o trabalho e produzir um bem em série. Mas foi em 1776, com o desenvolvimento da máquina a vapor por James Watt, que o homem passou a dispor de um recurso prático para substituir o trabalho humano ou a tração animal por outro tipo de energia. Uma das atividades rapidamente mecanizada foi a produção de têxteis. A partir de então, a velocidade da máquina passava a impor o ritmo da produção e os locais de trabalho passavam a ser construídos em função das necessidades impostas pelos equipamentos: era o nascimento das fábricas.

O homem, antes um artesão, passou a ser um operário coadjuvante da máquina. A produção tornou-se padronizada e o número de opções colocadas à disposição do cliente era limitado. O trabalho era rotineiro e padronizado e o trabalhador perdeu o contato com o cliente e com a visão global dos objetivos da empresa. Era a divisão do trabalho entre aqueles que pensam (gerentes, administradores, engenheiros) e aqueles que executam (operários).

Essa verdadeira revolução na maneira como os produtos eram fabricados trouxe consigo algumas exigências:

- » Padronização dos produtos;
- » Padronização dos processos de fabricação;
- » Treinamento e habilitação de mão-de-obra direta;
- » Criação e desenvolvimento dos quadros gerenciais e de supervisão;
- » Desenvolvimento de técnica de planejamento e controle da produção;
- » Desenvolvimento de técnicas de planejamento e controle financeiro;
- » Desenvolvimento de técnicas de vendas.

Muitos dos conceitos que hoje nos parecem óbvios não o eram na época, como o conceito de padronização de componentes introduzido por Eli Whitney em 1790, quando conduziu a produção de mosquetões com peças intercambiáveis, fornecendo uma grande vantagem operacional aos exércitos. Teve início o registro, através de desenhos e croquis, dos produtos e processos fabris, surgindo a função de projeto de processos, de instalações, de equipamentos e etc.

A PRODUÇÃO CENTRADA NO PRODUTO

No fim do século XIX surgiram nos Estados Unidos os trabalhos de Frederick W. Taylor, considerado o pai da Administração Científica. E com os trabalhos de Taylor surgiu a sistematização do conceito de produtividade, isto é, a procura incessante por melhores métodos de trabalho e processos de produção, com o objetivo de se obter melhoria da produtividade com o menor custo possível. Essa procura ainda hoje é o tema central em todas as empresas, mudando-se apenas as técnicas utilizadas. A análise da relação entre o output - ou, em outros termos, uma medida quantitativa do que foi produzido, como quantidade ou valor das receitas provenientes da venda dos produtos ou serviços finais - e o input - ou, em outros termos, uma medida quantitativa dos insumos, como quantidade ou valor das matérias-primas, mão-de-obra, energia elétrica, capital, instalações prediais, etc.: - nos permite quantificar a produtividade, que sempre foi o grande indicador do sucesso ou fracasso das empresas.

$$\text{Produtividade} = \text{output} / \text{input}$$

A INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA

Em 1887 a P&L (Penhard e Levanssor) iniciou sua produção de automóveis com motor a gasolina e em 1890 já era a maior produtora. Sua fabricação era totalmente artesanal, empregando máquinas de uso geral para diversas tarefas em diversos materiais. A força de trabalho era altamente qualificada em projeto, operação de máquinas, ajuste e acabamento. Os clientes não se preocupavam com custo, facilidade de dirigir ou manutenção e o volume de produção era baixo.

FORD E A PRODUÇÃO EM MASSA

Em 1903, Henry Ford iniciou a fabricação do modelo A com plataformas fixas e com ciclo médio do montador de 514 min. Ao aplicar a divisão do trabalho em suas fábricas, bem como, a filosofia da "mão visível" de Adam Smith, Ford criou uma série de profissões, obrigando indiretamente, os funcionários a uma constante evolução profissional. Por "mão visível" entenda-se a verticalização do negócio, ou seja, o controle de todas as etapas da produção, desde a matéria-prima até o produto final.

Em 1908, começou a fabricar o modelo T, já trabalhando com maior padronização e intercambiabilidade reduzindo o ciclo para 2,3 min. Surgiu aí o conceito de produção em massa, caracterizada por grandes volumes de produtos extremamente padronizados, isto baixíssima variação nos tipos de produtos finais. Essa busca da melhoria da produtividade por meio de novas técnicas definiu o que se denominou engenharia industrial.

Novos conceitos foram introduzidos, tais como:

- » Linha de montagem e posto de trabalho;
- » Estoques intermediários;
- » Monotonia do trabalho;
- » Arranjo físico;
- » Balanceamento de linha;
- » Motivação;
- » Sindicatos;
- » Manutenção preventiva;
- » Controle estatístico da qualidade;
- » Fluxograma de processos.

Em 1927, iniciaram as atividades do Complexo de Rouge (Detroit). Com uma linha de montagem móvel, eliminação completa dos ajustes, divisão completa do trabalho e perfeita intercambia-

bilidade, Ford conseguiu reduzir o ciclo para 1,19 min. A produção em massa aumentou de maneira fantástica a produtividade e a qualidade, e foram obtidos produtos bem mais uniformes, em razão da padronização e da aplicação de técnicas de controle estatístico da qualidade.

Duplicatas de Rouge foram criadas na Inglaterra (modelo Y) e Alemanha (Ford V8). Nesta época, Ford possuía: fundição de ferro, fábrica de vidros, conformação e corte de metais em Highland Park; plantaçao de borracha no Brasil; minas de ferro em Minnessota; e navios próprios para transporte de minério de ferro e carvão. Na Ford, uma só pessoa organizava o empreendimento global, o próprio Ford.

A PRODUÇÃO CENTRADA NO MARKETING E NO PRODUTO

O Complexo de Rouge foi o marco industrial de nossa era. Todavia, a “genialidade” no aspecto produtivo de Ford não lhe conferiu sutileza necessária para o mundo dos negócios. Embora tenha sido o grande precursor dos processos produtivos em massa, foi necessário que Sloan (contratado pela GM) iniciasse um modelo de gestão empresarial para complementar o conceito de produção em massa que é praticado hoje. Ele afirmava que os executivos de uma empresa devem ser profissionais e não necessariamente os proprietários do negócio.

Segundo Sloan, o modelo da “mão visível” estava ultrapassado. Não havia necessidade da empresa produzir todos os componentes do produto. Cabia a ela projetá-los, comprá-los e montá-los no produto final. Eis algumas mudanças promovidas por ele:

» Utilizou-se do modelo de produção em massa de Ford e criou um sistema organizacional descentralizado e muito mais eficaz.

» Gerou cinco modelos de produtos para atender a todas as classes econômicas.

» Unificou vários componentes para todos os modelos (bateria, direção, carburacao);

» Criou vários acessórios como: transmissão automática, rádio, ar condicionado, etc.

Em 1955, a indústria automobilística norte-americana atingiu a marca de 7 milhões de carros vendidos. Ford, GM e Chrysler eram responsáveis por 95% das vendas e 6 modelos representavam 80% de todos os carros vendidos. Este ano marca também, o início da queda da indústria automobilística EUA.

O SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO (STP)

O Sistema Toyota de Produção foi idealizado por Eiji Kiichiro e Taiichi Ohno, cujas ideias revolucionaram o modo de produzir automóveis sem a necessidade da escala de produção para baratear os custos. Os dois pilares do STP são: a filosofia *Just-in-Time* e a autonomia. A filosofia *Just-in-Time* (JIT) nasceu na década de 30 e após a 2ª Guerra Mundial se tornou uma arma estratégica para a Toyota atender ao mercado japonês, o qual exigia muitos produtos diferentes em pequenas quantidades. Ela prega a produção de somente o necessário, no momento necessário, com um mínimo de insumos e estoques, atendendo os prazos de entrega dos clientes, com fornecimentos de lotes menores e com maior frequência. Isto, no entanto, se firmou somente mais tarde, nos anos 50, com a implantação do sistema Kanban (produção puxada). A autonomia, segundo Taiichi Ohno, significa “automação com um toque humano”. Ela prega a separação do homem e da máquina, no sentido de liberar o trabalhador para operar mais de uma máquina ao mesmo tempo, dando-lhe mais autonomia para resolver os problemas da sua área (inclusive parar uma linha de produção se o problema não for resolvido de imediato). Outra ideia por trás da autonomia é de que as máquinas devem ter dispositivos à prova de erros (poka-yokes), tanto do homem, quanto da própria máquina, fazendo com que um erro não se propague para frente e gere custos desnecessários. Com isso a Toyota teve seus custos reduzidos a ponto de, nos anos 80, ameaçar seriamente as indústrias automobilísticas americanas e européias.

Algumas ferramentas do STP são:

- » poka-yoke;
- » kanban;
- » *set-up* rápido;
- » parceria com fornecedores;
- » *layout* celular;
- » kaizen;
- » trabalho em times semiautônomos (multidisciplinaridade da mão-de-obra);
- » TPM (manutenção produtiva total); entre outras.

A produção enxuta introduziu, entre outros, os seguintes conceitos:

- » Just-in-time e produção puxada (Kanban);
- » Autonomia;
- » Nivelamento da produção;
- » Engenharia simultânea;
- » Tecnologia de grupo e células de produção (manufatura celular);
- » Melhorias contínuas;
- » Qualidade na fonte;
- » Consórcio modular;
- » Desdobramento da função qualidade;
- » Sistemas flexíveis de manufatura e manufatura integrada por computador;
- » Benchmarking.

O STP (mais tarde chamado de “Produção Enxuta”, pelos autores do livro “A Máquina que Mudou o Mundo”) obteve grande sucesso com a produção de pequenos lotes e com a eliminação quase total de estoques, gerados antes pela produção em massa da era Ford. O STP aumentou a flexibilidade das empresas e ao mesmo tempo reduziu os custos

de produção.

A PRODUÇÃO CENTRADA NA TECNOLOGIA

LOW AND MEDIUM TECH

Os europeus aproveitaram os modelos das fábricas Ford na Inglaterra e Alemanha e passaram a produzir em massa, porém com novas concepções de tamanho, economia e modelos esportivos.

O conceito de produção em massa e as técnicas produtivas dele decorrentes predominaram nas fábricas até meados da década de 60, quando começaram a surgir novas técnicas produtivas, que mais tarde, viriam a caracterizar a produção enxuta.

Em 1973, com a alta crescente da gasolina, os europeus passaram a ter seus carros mais valorizados. Com a tecnologia do “carro com estrutura monobloco” e com salários baixos, a competitividade de seu produto aumentou estrondosamente.

Nesta época, a indústria eletrônica começou a se desenvolver a passos largos. Começaram a aparecer os grandes computadores, que posteriormente revolucionariam o mercado. Os primeiros relógios eletrônicos surpreenderam o mundo, os suíços não acreditavam que aquele modelo superaria as precisas engenhocas mecânicas.

HIGH TECH

Nos anos 80, os Japoneses começam a consolidar o modelo de produção enxuta que vem crescendo vertiginosamente e superando a produção em massa.

O SISTEMA REFLEXIVO DE PRODUÇÃO (SRP)

Na indústria automobilística surge outro modelo de produção: O SRP - Sistema Reflexivo de Produção. No projeto da planta de Uddevalla, a Volvo combinou aspectos de produção manual com alto grau de automação, isso permitiu imensa flexibilidade tanto de produto quanto de processo, além de possibilitar uma redução da intensidade de capital. Foi criado um grupo de trabalho cujo

objetivo seria o de alcançar as seguintes metas:

- » Alta produtividade;
- » Alta flexibilidade;
- » Alta qualidade;
- » Eficiência geral;
- » Boas condições de trabalho.

Este objetivo possibilitaria ao trabalhador montar grande parte do automóvel. Entretanto, o modelo não pode ser completamente testado em função do grupo ser formado por tradicionalistas, conservadores, radicais e rebeldes, bem como, por algumas dificuldades encontradas por este grupo:

- » Separação entre trabalhadores de cada estação;
- » Desenvolvimento de habilidade não foi como esperado;
- » Poucas melhorias propostas;
- » Problemas ergonômicos, gerando complicações trabalhistas.

O sucesso do Sistema Toyota de Produção (produção enxuta) em relação à produção de pequenos lotes, foi a eliminação quase total de estoques, gerados antes pela produção em massa da era Ford. Para tempos de alta inflação ter estoque em grande volume era uma consequência positiva, isto é, lucro certo. Porém, para os tempos de baixa inflação, reduzir gastos eram necessários, o que ocasionou a eliminação de estoques.

O STP seguiu o caminho contrário desse tipo de produção, produzindo produtos em pequenos lotes, isto é, fabricando a quantidade certa no tempo certo, fazendo com que os pedidos de emissão de fabricação, fossem aceitos em pequenas quantidades.

Os produtos eletrônicos ganham definitivamente o mercado. Os computadores passam a ser parte integrante do dia a dia da população.

A PRODUÇÃO CENTRADA NO FATOR HUMANO

Ao longo desse processo de modernização da produção cresceu em importância a figura do consumidor em nome do qual tudo se tem feito. Pode-se dizer que a procura da satisfação do consumidor é que tem levado as empresas a se atualizarem com novas técnicas de produção, cada vez mais eficazes e de alta produtividade. É tão grande a atenção dispensada ao consumidor que este, em muitos casos, já especifica em detalhes o seu produto, sem que isso atrapalhe os processos de produção do fornecedor, tal a flexibilidade. Assim, estamos caminhando para a produção customizada, que, sob certos aspectos, é um "retorno ao artesanato" sem a figura do artesão, que passa a ser substituído por moderníssimas fábricas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LINS, Bernardo E. **Breve história da engenharia da qualidade**.

MARTINS, Petrônio & LAUGENI, Fernando. **Administração da Produção**. 1ª ed. São Paulo: Editora Saraiva, 1998.

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

WOMACK, J. P. et al. **A Máquina que Mudou o Mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

COMO REFERENCIAR ESTE ARTIGO

PARIS, W. S.; ZAGONEL, E. **Evolução histórica dos Sistemas de Produção**. Curitiba: Cronos Quality, 2015.