

PLANEJAMENTO E CONTROLE DE PRODUÇÃO II

REVISÃO

INTRODUÇÃO

Caro(a) aluno(a),

Chegamos ao fim de mais uma disciplina e está na hora de revisar os principais tópicos abordados em cada semana. Assim sendo, você está recebendo esta apostila de revisão da disciplina de Planejamento e Controle da Produção II. Espero que este material contribua para o seu processo de aprendizagem, reforce a compreensão do conteúdo abordado ao longo da disciplina e sirva de apoio para que você se prepare para a prova final.

Inicialmente, os tópicos abordados na Semana 1 são revisados, incluindo os conceitos de MRP e o cálculo da necessidade de materiais. Na sequência, são revisitados os assuntos tratados na Semana 2 relacionados ao status dos atuais softwares de gestão da produção (ERP) e os conceitos de manufatura enxuta. As matérias abordadas na Semana 3 são objeto de revisão da terceira parte deste material, quais sejam: os conceitos e os 14 princípios de gestão do sistema Toyota, bem como o mapa de fluxo de valor, uma importante ferramenta da manufatura enxuta. Continuando a revisão, os temas estudados na Semana 4 são trazidos à tona, especialmente os conceitos e características relacionados ao mapa de fluxo de valor futuro e a uma sistemática de análise de problemas, perpassando por mais alguns temas relacionados ao Modelo Toyota de produção. Em seguida, os conceitos de Manutenção Produtiva Total e de Setup Rápido de Ferramentas apresentados na Semana 5, relacionados à manufatura enxuta, são revisados. Os principais tópicos abordados na Semana 6 são apresentados na sequência, assim ampliando sua compreensão acerca da Teoria das Restrições, incluindo suas aplicações práticas. Por fim, apresenta-se a revisão do conteúdo da Semana 7, contemplando o sistema Kanban e o sistema duas gavetas.

Lembre-se que sua dedicação e seu comprometimento são elementos fundamentais para o sucesso. Se você participou das aulas, interagiu com seu facilitador e colegas e, principalmente, leu com atenção os textos-base e os textos de apoio, este material servirá como importante fonte de revisão e preparação para a prova. Bons estudos!

Profª Drª Ana Claudia Belfort

SEMANA 1 – Introdução e cálculo do MRP

O planejamento de recursos é um dos principais elementos a serem considerados quando uma organização quando se fala em Planejamento e Controle da Produção. O motivo: para se produzir um item, é preciso ter informações necessárias e fidedignas de que há recursos suficientes para tal. Para compreender o que significa o planejamento de recursos é preciso antes compreender a diferença conceitual e prática existente entre itens de demanda dependente e itens de demanda independente. Tal conhecimento é fundamental para um planejamento de recursos bem-sucedido e é a base para o sistema MRP.

Itens de demanda dependente têm sua necessidade (quantidade) calculada com base nos planos de produção para outros produtos mantidos no estoque da empresa, enquanto itens de demanda independente têm sua quantidade influenciada apenas por condições de mercado, sendo calculada com

PLANEJAMENTO E CONTROLE DE PRODUÇÃO II

REVISÃO

base no plano de vendas e operações. Lembre do exemplo fornecido por Krajewski, Malhotra e Ritzman (2017): bicicleta é um produto final, então é item de demanda independente; pedais e aros são componentes de um produto final (no caso, bicicleta), “dependendo” da demanda de tal produto, sendo então considerados itens de demanda dependente.

O **MRP (Material Requirement Planning)** é “um sistema computadorizado de informações desenvolvido especificamente para auxiliar fabricantes a administrar estoque de demanda dependente e programar pedidos de reposição” (KRAJEWSKI; MALHOTRA; RITZMAN, 2017, p. 467), cujos principais *inputs* são o plano mestre de produção (PMP), a lista de materiais e os registros de estoque.

O **plano mestre de produção (PMP)** “contém uma declaração do volume e do *timing* dos produtos finais a serem fabricados” (SLACK; BRANDON-JONES; JOHNSTON, 2018, p. 551). Seus *inputs* são os pedidos de clientes e a demanda prevista. Para desenvolvê-lo é preciso:

1. calcular os estoques disponíveis projetados com base na fórmula $EDP = EDF + Q - NP$, onde: EDP = Estoque disponível projetado no final do período; EDF = Estoque disponível no final do período; Q = Quantidade devida no PMP no começo do período; NP = Necessidades projetadas para o período.
2. determinar o *timing* e as quantidades no PMP, lembrando que a primeira quantidade deve ser programada para o período em que o estoque disponível projetado reflete uma falta. O objetivo desta etapa é manter um saldo de estoque disponível projetado maior do que zero, ou seja, caso seja identificada falta de estoque o PMP deverá cobri-la.

Na sequência deverá ocorrer a chamada **explosão do MRP**, que é realizada com base na lista de materiais e no registro de estoques e resulta no plano de necessidade de materiais e outros relatórios. Em relação à **lista de materiais**, convém ressaltar que ela nada mais é do que uma estrutura simplificada que mostra os componentes necessários para fabricar um determinado produto, inclusive com a indicação de quantidades de cada componente e o *timing* para fabricá-lo/montá-lo. Geralmente a lista de materiais é representada por uma estrutura hierárquica, na qual o produto final está no topo e os seus componentes estão nos níveis abaixo. Associado a cada item está a quantidade necessária para fabricar o produto final. Os **registros de estoque**, por sua vez, consideram toda as transações de estoque, incluindo liberação de novos pedidos, entrada de recebimentos programados, retiradas de estoque, cancelamento de pedidos, correção de erros de estoque, recusa de remessas, verificação de perdas por refugo e devoluções de estoque. Basicamente, as fichas de registro de estoque contemplam as seguintes informações: necessidades brutas (demanda total proveniente de todos os planos de produção de itens de origem); recebimentos programados (pedidos em aberto); estoque disponível projetado (resultado da soma do estoque disponível no final do período anterior com os recebimentos programados, total esse subtraído pelas necessidades brutas do período atual); recebimentos planejados (indica o momento em que o pedido planejado e liberado deve ser recebido e estar disponível para produção); e liberação de pedidos planejados (indica o momento em que um pedido, com uma determinada quantidade, deve ser colocado a fim de atender a produção).

Em suma:

O MRP funciona a partir de um programa mestre de produção (PMP) que resume o volume e o *timing* de produtos ou serviços finais. Usando a lógica da lista de materiais e registros de estoque, a programação

PLANEJAMENTO E CONTROLE DE PRODUÇÃO II

REVISÃO

de produção é “explodida” (processo do MRP para calcular as necessidades líquidas) para determinar quantas e quando as submontagens e peças são necessárias. (SLACK; BRANDON-JONES; JOHNSTON, 2018, p. 557)

SEMANA 2 – ERP – estado atual e manufatura enxuta

O **Enterprise Resource Planning** (ERP) consiste em um sistema de informação que integra todas as informações da empresa, provenientes de diversos departamentos, em um único banco de dados de sorte a planejar e controlar as atividades corporativas. Além de planejamento e controle, o ERP possibilita tomar decisões com base nas informações ali constantes. O ERP é considerado uma evolução do MRP, uma vez que não se ocupa somente do chão de fábrica. Tal como o MRP possibilita melhoria em termos de processos, desta vez integrando todas as áreas, e tende a contribuir para a implementação de sistemas que permitam a tomada de decisões.

Os **Sistemas de produção enxuta** são “sistemas operacionais que maximizam o valor agregado por cada atividade de uma empresa eliminando-se recursos desnecessários e demoras excessivas” (KRAJEWSKI; MALHOTRA; RITZMAN, 2017, p. 231). Seu foco é “alcançar um fluxo de materiais, informações ou clientes que ofereça exatamente o que os clientes desejam (qualidade perfeita), em quantidades exatas (nem muito nem pouco), exatamente quando for necessário (não antes nem depois), exatamente onde for necessário (no local certo) e com o menor custo possível” (SLACK; BRANDON-JONES; JOHNSTON, 2018, p. 559). Portanto, os sistemas de produção enxuta permitem às empresas tanto maximizar lucro de seus acionistas como atender às expectativas de seus clientes.

Mas, como fazer isso? É preciso eliminar desperdícios e otimizar processos, descartando atividades que não agregam valor. Assim emergem os conceitos de *just-in-time* (JIT) e *kaizen* (melhoria contínua). Enquanto o primeiro tem como foco eliminar desperdícios, o segundo objetiva proporcionar a melhoria de processos.

Em relação aos **desperdícios**, convém esclarecer que suas causas podem ter origem na realização de atividades consideradas desperdiçadoras porque não agregam valor à operação ou ao cliente (*muda*), na sobrecarga periódica de pessoal ou equipamentos decorrente de atividades inconsistentes ou irregulares (*mura*) e em maus resultados originários de exigências desnecessárias ou irracionais colocadas em um determinado (*muri*). Quanto aos tipos de desperdícios, podem ser divididos em quatro grupos:

- Desperdício pelo fluxo irregular – as barreiras que impedem o fluxo simplificado incluem o tempo de espera, o transporte, as ineficiências do processo, o estoque e a movimentação desperdiçada.
- Desperdício pelo fornecimento inexato – as barreiras para alcançar uma combinação exata entre suprimento e demanda incluem a superprodução ou subprodução, a entrega antecipada ou atrasada e o estoque.
- Desperdício pela resposta inflexível – os sintomas de flexibilidade inadequada incluem a existência de grandes lotes, os atrasos entre atividades e a existência de mais variação no mix de atividades do que na demanda do cliente.

PLANEJAMENTO E CONTROLE DE PRODUÇÃO II

REVISÃO

- Desperdício pela variabilidade – os sintomas da baixa variabilidade incluem a pouca confiabilidade do equipamento e a existência de produtos ou serviços defeituosos

A fim de eliminar desperdícios, é preciso identificar o “local real” (*gemba*) onde o desperdício acontece e examinar os fluxos envolvidos, incluindo o tempo de atravessamento. Os sistemas enxutos devem considerar, sob o ponto de vista estratégico:

- em termos de cadeia de suprimentos, a proximidade com seus fornecedores e a manutenção de lotes pequenos;
- em termos de processo, a adoção do método puxado e da qualidade na fonte, além de considerar cargas uniformes nas estações de trabalho, padronização de componentes e métodos de trabalho, flexibilização da força de trabalho, automação, implementação do Cinco S (5S) e da Manutenção Preventiva Total (MPT).

A respeito do 5S é preciso esclarecer que se trata de “uma metodologia de organização, limpeza, desenvolvimento e manutenção de um ambiente de trabalho produtivo” (KRAJEWSKI; MALHOTRA; RITZMAN, 2017, p. 237), centrada em cinco práticas: senso de utilização (*seiri*); senso de arrumação/ordenação (*seiton*); senso de limpeza (*seiso*); senso de padronização (*seiketsu*); e senso de disciplina (*shitsuke*). Já a MPT diz respeito à realização de manutenção de máquinas e equipamentos de forma preventiva e organizada, de modo a reduzir a frequência e a duração do *setup* (tempo de parada) de tais máquinas e equipamentos.

Também é possível eliminar desperdícios por meio do sistema *Kanban* e do Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV). O primeiro, sistema *Kanban*, consiste na adoção de cartões para controlar o fluxo de produção em uma fábrica. O segundo, MFV, é uma ferramenta que permite criar um mapa visual de cada processo envolvido no fluxo de materiais e informações na cadeia de valores de um produto. Ambos podem trazer benefícios consideráveis para as empresas que os implantarem, pois a criação de recursos visuais pode ajudar os gestores a identificar tanto as atividades desnecessárias como as que desperdiçam recursos e não agregam valor.

Ao comparar o sistema de produção enxuta a outras abordagens, em especial ao MRP, é preciso destacar que a produção enxuta pode ser boa no controle, mas é fraca no planejamento. Os sistemas de produção enxuta favorecem os projetos baseados em estruturas de produto mais simples, com grande semelhança entre as partes, enquanto o MRP é ideal para estruturas de produto mais complexas.

Conclui-se, portanto, que a produção enxuta é tanto uma filosofia de como conduzir a produção como um método de planejar e controlar a produção, além de ser considerada um conjunto de ferramentas que contribui para a melhoria do desempenho da produção.

SEMANA 3 – Os 14 princípios de gestão do Sistema Toyota e manufatura do fluxo de valor atual

Para Womack e Jones (1998, *apud* MOREIRA; FERNANDES, 2001), a produção enxuta por si só não torna a empresa competitiva. É necessário explorar a cadeia de valor de um produto a fim de saber se a empresa tem

PLANEJAMENTO E CONTROLE DE PRODUÇÃO II

REVISÃO

um pensamento enxuto em todas as suas atividades. Visando ajudar as empresas a identificar os pontos nos quais há agregação de valor e a implantar a produção enxuta, emerge o **Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV)**.

Desenvolvido em 1998 por Rother e Shook, o MFV é uma ferramenta qualitativa que mapeia visualmente a “produção” de um produto ou serviço do início ao fim, registrando tanto as atividades diretas de criação de produtos e serviços como os sistemas de informação “indiretos” que apoiam o processo direto. Basicamente, o MFV consiste em 4 passos, a começar pela escolha de uma família de produtos. Na sequência, é preciso desenhar o estado atual do fluxo, ou seja, como a empresa se encontra no momento. O terceiro passo consiste em desenhar o estado futuro. Para tal fim, é preciso determinar o *takt time* (calculado mediante a divisão do tempo de trabalho disponível pela demanda do cliente), determinar para onde os produtos finais serão enviados (dispostos em supermercados ou produzidos diretamente para a expedição), identificar os processos com tempo de ciclo próximo e que podem ser colocados em fluxo contínuo, estabelecer onde será utilizado o sistema puxado, determinar qual será o processo puxador, nivelar o *mix* de produção, determinar o *pitch* (intervalo de verificação da produção) e identificar as melhorias necessárias para atingir o estado futuro. O quarto e último passo consiste em escrever o plano de trabalho, o qual deve conter objetivos, metas e datas necessários ao atingimento do estado futuro, assim contribuindo para a produção enxuta.

A propósito, a produção enxuta é tema recorrente em estudos que envolvam o **Sistema Toyota de Produção (STP)**, uma vez que tal sistema foi desenvolvido pela Toyota. Técnicas como *just-in-time*, *kaizen*, automação (*jidoka*) e nivelamento da produção (*heijunka*) também foram desenvolvidas pela Toyota e contribuíram com a chamada “revolução da produção enxuta”. O sucesso da Toyota se deve, não somente à sua excelência operacional, mas também à sua filosofia empresarial baseada na compreensão das pessoas e da motivação humana. Convém salientar que o foco no “fluxo” continua a ser base para o sucesso internacional da Toyota no século XXI.

O grande segredo da Toyota está na sua contínua busca por métodos que permitam “ensinar e reforçar o sistema de valores que impulsionou os fundadores da empresa para que colocassem as mãos na massa, para que verdadeiramente inovassem e pensassem sobre os problemas com base em fatos reais” (). No entanto, é importante entender que o Modelo Toyota e o STP não são sinônimos, mas sim complementares. O Modelo Toyota consiste nos princípios fundamentais da cultura Toyota, que permite que o STP funcione tão eficazmente. O STP tem foco no cliente e no que ele deseja, assim agregando valor ao produto. Então, sua maior preocupação é eliminar os desperdícios e as perdas sem agregação de valor, quais sejam: superprodução; espera (tempo sem trabalho); transporte ou movimentação desnecessários; superprocessamento ou processamento incorreto; excesso de estoque; movimento desnecessário; defeitos; e desperdício da criatividade dos funcionários. Reduzir atividades desnecessárias, que não agregam valor, é o cerne da produção enxuta.

O STP é considerado um sistema sofisticado de produção em que todas as partes contribuem para o todo. Representado pelo diagrama “Casa STP”, tal sistema tem como base apoiar e estimular as pessoas para que continuamente melhorem os processos com que trabalham e é consubstanciado nos 14 princípios do Modelo

PLANEJAMENTO E CONTROLE DE PRODUÇÃO II

REVISÃO

Toyota de produção (ver Videoaula 5 - O Modelo Toyota: 14 Princípios de Gestão), os quais refletem a cultura da empresa.

SEMANA 4 – Mapa de fluxo de valor futuro e análise de causa raiz

A contribuição do **Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV)** para a implantação da produção enxuta é evidenciada no artigo de Santos, Gohr e dos Santos (2011), mediante a apresentação de um caso real de aplicação do MFV por uma fábrica de fios de cobre a fim de introduzir práticas enxutas em seu processo de fabricação. O modelo de aplicação do MFV proposto por Rother e Shook (2003) foi aplicado em sua totalidade, desde a seleção da família de produtos a ter seus fluxos mapeados até a elaboração do plano de trabalho e sua efetiva implementação. Os resultados obtidos indicaram a existência de um fluxo de valor intermitente no processo de fabricação de fios de cobre e que este deveria passar a ser contínuo, atingindo o ideal da produção enxuta. O plano de trabalho incluiu metas, responsáveis e prazos para a implantação, além de uma mudança no layout para a produção de fios a fim de otimizar os fluxos de produção e minimizar perdas por transporte e movimentação.

Convém ressaltar que o texto em questão apresentou alguns pontos importantes a considerar a respeito do MFV:

- mais abrangente do que técnicas comuns de mapeamento de processos;
- possui procedimentos definidos e simbologia própria;
- considerada uma metodologia de referência para a implantação da produção enxuta;
- sua utilização não está restrita ao ambiente industrial, podendo ser adotada também no âmbito da cadeia de suprimentos, no processo de desenvolvimento de produtos, em operações de serviços etc.;
- embora sua eficácia seja comprovada do ponto de vista técnico, deve considerar aspectos organizacionais a exemplo de formação e treinamento da equipe e de comprometimento da direção da empresa.

O exposto no último item reforça a aplicabilidade e a contribuição da ferramenta MFV para a implantação da produção enxuta, uma vez que apresenta alinhamento ao que preconiza a cultura arraigada na Toyota, que fornece base tanto para o Sistema de Toyota de Produção (STP) como para o Modelo Toyota. A propósito, os 14 princípios que constituem o Modelo Toyota de produção são apresentados no quadro a seguir:

Princípios do Modelo Toyota

Categoria	Princípio
Filosofia de longo prazo	Princípio 1. Basear as decisões administrativas em uma filosofia de longo prazo, mesmo em detrimento de metas financeiras de curto prazo
O processo certo produzirá os resultados certos	Princípio 2. Criar um fluxo de processo contínuo para trazer os problemas à tona.
	Princípio 3. Usar sistemas puxados para evitar a superprodução.
	Princípio 4. Nivelar a carga de trabalho (<i>heijunka</i>). (Trabalhar como a tartaruga, não como a lebre.)
	Princípio 5. Construir uma cultura de parar e resolver os problemas, obtendo a qualidade logo na primeira tentativa.
	Princípio 6. Tarefas padronizadas são a base para a melhoria contínua e a capacitação dos funcionários.
	Princípio 7. Usar controle visual para que nenhum problema fique oculto.
	Princípio 8. Usar somente tecnologia confiável e completamente testada que atenda aos funcionários e processos.

PLANEJAMENTO E CONTROLE DE PRODUÇÃO II

REVISÃO

Valorização da organização através do desenvolvimento de seus funcionários e parceiros	Princípio 9. Desenvolver líderes que compreendam completamente o trabalho, que vivam a filosofia e a ensinem aos outros.
	Princípio 10. Desenvolver pessoas e equipes excepcionais que sigam a filosofia da empresa.
	Princípio 11. Respeitar sua rede de parceiros e de fornecedores desafiando-os e ajudando-os a melhorar.
A solução contínua de problemas na origem estimula a aprendizagem organizacional	Princípio 12. Ver por si mesmo para compreender completamente a situação (<i>genchi genbutsu</i>).
	Princípio 13. Tomar decisões lentamente por consenso, considerando completamente todas as opções; implementá-las com rapidez
	Princípio 14. Tornar-se uma organização de aprendizagem através da reflexão incansável (<i>hansei</i>) e da melhoria contínua (<i>kaizen</i>).

Fonte: Elaborado com base em Liker (2007).

Todo o processo de desenvolvimento da Lexus evidencia os princípios que norteiam o Modelo Toyota. O Princípio 9 é facilmente identificado quando a Toyota confia a Ichiro Suzuki a tarefa de criar e desenvolver o Lexus, atuando “como professor da nova geração, ensinando o que era necessário para ser um excelente engenheiro na Toyota” (LIKER, 2007, p. 60). Considerando o cuidado com que Suzuki considerou seus concorrentes, é possível identificar o Princípio 13, que consiste em avaliar cuidadosamente os prós e os contras de todas as soluções possíveis, com base em fatos, antes de decidir o caminho a seguir. As análises de Suzuki e sua equipe eram convertidas em tabelas e figuras que sintetizassem os achados de seus estudos, o que demonstra claramente a presença do Princípio 7. A aplicação do Princípio 12 é evidenciada na passagem em que Suzuki pediu aos engenheiros que construíssem um motor real para o Lexus.

Analisando com maior profundidade o papel da liderança para o Modelo Toyota é possível constatar que “a cultura de liderança da Toyota foi moldada pelas personalidades, valores e experiências de seus fundadores na família Toyoda” (LIKER, 2007, p. 176). Para o Modelo Toyota os líderes devem: demonstrar a habilidade de observar atentamente a situação real (*genchi genbutsu*) e entender como o trabalho é feito dentro da fábrica; devem compreender e vivenciar a filosofia; ensinar a seus subordinados o Modelo Toyota; se esforçar para sustentar a cultura ano após ano para criar o ambiente de uma organização de aprendizagem; desenvolver as pessoas para que participem e possam pensar e seguir o Modelo Toyota em todos os níveis na organização.

SEMANA 5 – Manutenção produtiva total e setup rápido de ferramentas

A **manutenção industrial** surgiu no século XVI, com o desenvolvimento da produção industrial. A partir da Segunda Guerra Mundial, a manutenção industrial tornou-se ainda mais necessária. Segundo a NBR 5462/1994, os conceitos básicos relacionados à manutenção incluem item, função requerida, defeito, falha e pane. Quando realizada de forma planejada, a manutenção industrial apresenta benefícios que justificam a sua realização. Inclusive, para definir a melhor estratégia de manutenção industrial, sugere-se considerar a recomendação do fabricante, a segurança do trabalho e meio ambiente, as características do equipamento (falha e reparo) e o fator econômico.

Há quatro tipos de manutenção:

- Corretiva – se trata de uma intervenção imediata, efetuada após a ocorrência de uma pane, quando o componente é usado até a sua exaustão. Pode ser não programada (corrige uma falha quando ela ocorre,

PLANEJAMENTO E CONTROLE DE PRODUÇÃO II

REVISÃO

paralisando as atividades produtivas do equipamento) ou programada (corrige desempenho inferior ao esperado, ou seja, defeito que não tenha implicado falha). Tal tipo de manutenção é passível de adoção quando: (1) a falha não apresenta risco para os funcionários, a instalação, o meio ambiente, o cliente e o usuário; (2) a falha não provoca deterioração do produto; (3) a qualidade não é um objetivo de desempenho da organização; (4) as empresas não precisam produzir em alto volume; (4) existem sobressalentes, equipamentos e ferramentas; (5) existem recursos humanos para execução dos serviços; (6) existe tecnologia para execução dos serviços; e (7) há a possibilidade de compatibilizar a necessidade de intervenção com os interesses da produção.

- Preventiva – é planejada, sendo realizada em intervalos predeterminados ou de acordo com critérios específicos, em equipamentos que não estejam em falha, a fim de evitar uma parada indesejada da produção. Este tipo de manutenção deve ser adotado quando: (1) não é possível a manutenção preditiva; (2) aspectos relacionados à segurança tornam mandatória a intervenção; (3) surgir a oportunidade em equipamentos de difícil liberação operacional; (4) há riscos ao meio ambiente; e (5) há parada geral em equipamentos estratégicos ou de operação contínua. As vantagens de sua adoção são: aumento da vida útil dos equipamentos; redução de custo a curto prazo; menos interrupções no fluxo produtivo; melhora na qualidade dos produtos; conhecimento prévio das ações a serem tomadas; e previsibilidade de consumo de materiais.
- Preditiva – aplica, de forma planejada e sistemática, técnicas de análise com o objetivo de reduzir ao mínimo as manutenções preventiva e corretiva. Os passos a seguir para sua realização são: (1) planejamento inicial para definição de ferramentas necessárias e equipamentos inspecionados; (2) coleta de dados para avaliar o desempenho padrão dos equipamentos; (3) verificação contínua dos equipamentos; (4) dados constantemente comparados com o desempenho padrão; (5) armazenamento dos dados coletados; e (6) acompanhamento periódico de todas as etapas para melhoria contínua. A manutenção preditiva pode ser realizada por meio de monitoração subjetiva ou de monitoração objetiva. Ao adotá-la é possível reduzir o número de falhas em equipamentos, o tempo de parada e os custos, bem como aumentar a produtividade, a segurança e a vida útil dos equipamentos.
- Detectiva – é realizada em sistemas de proteção ou comando para detectar falhas ocultas ou não perceptíveis à equipe de operação ou manutenção, a fim de garantir seu perfeito funcionamento no momento de necessidade.

Considerando que a manutenção industrial envolve a manutenção de ativos, faz-se necessário compreender os conceitos associados à **Troca Rápida de Ferramentas (TRF)**. A TRF consiste em um conjunto de técnicas que tem o objetivo de reduzir o tempo de *setup* de um ativo. A propósito, há dois tipos de *setup*: interno (atividades que só podem ser realizadas com a máquina parada) e externo (atividades que podem ser realizadas com a máquina em operação com o molde antigo ou com o molde novo já em funcionamento).

Visando uma melhoria do tempo de *setup*, a implantação da TRF deve atender aos seguintes estágios: (1) avaliar as condições atuais do sistema de produção; (2) separar o *setup* interno do *setup* externo; (3) transformar *setup* interno em *setup* externo; e (4) racionalizar as atividades de *setup* com o objetivo reduzir o tempo de *setup* interno e as falhas de *setup* externo.

PLANEJAMENTO E CONTROLE DE PRODUÇÃO II

REVISÃO

Considerando que a redução do tempo de *setup* contribui com o aumento da capacidade de produção de um recurso gargalo (recurso que apresenta capacidade de produção disponível inferior à capacidade necessária para atender à demanda do mercado), é evidente a importância que a TRF tem para a eficiência de um processo produtivo. Afinal, a redução do tempo em que o equipamento permanece parado tende a aumentar a disponibilidade do mesmo para as atividades de produção.

A redução do tempo de *setup* é importante para redução do custo de sua preparação, pois quando o custo de *setup* é alto, as empresas tendem a aumentar o lote de produção, o que aumenta o estoque, que é uma forma de desperdício considerada pelo sistema de produção enxuta. Além do mais, quando o tempo de *setup* é reduzido, o tempo de operação do equipamento é maximizado.

SEMANA 6 – Introdução à teoria das restrições e aplicação dos conceitos da teoria das restrições

O conceito de **Teoria das Restrições** emergiu da abordagem **Optimized Production Technology (OPT)**, uma técnica de gestão de produção e operações desenvolvida por um grupo de pesquisadores israelenses, do qual fazia parte o físico Goldratt. Para o OPT, o objetivo básico das empresas é “ganhar dinheiro” e cabe à manufatura contribuir com esse objetivo por meio de sua atuação sobre três elementos: aumentando o ganho que advém da produção/venda (*throughput*); reduzindo os estoques (*inventory*); e reduzindo as despesas operacionais (*operating expenses*).

Os nove princípios que norteiam a Teoria das Restrições e o OPT são:

- Princípio 1: Balanceie o fluxo e não a capacidade.
- Princípio 2: A utilização de um recurso não gargalo não é determinada por sua disponibilidade, mas por alguma outra restrição do sistema (por exemplo, um gargalo).
- Princípio 3: Utilização e ativação de um recurso não são sinônimos.
- Princípio 4: Uma hora ganha num recurso gargalo é uma hora ganha para o sistema global.
- Princípio 5: Uma hora ganha num recurso não gargalo não é nada, é só uma miragem.
- Princípio 6: O lote de transferência pode não ser, e frequentemente não deveria ser, igual ao lote de processamento.
- Princípio 7: O lote de processamento deve ser variável e não fixo.
- Princípio 8: Os gargalos não só determinam o fluxo do sistema, mas também definem seus estoques.
- Princípio 9: A programação de atividades e a capacidade produtiva devem ser consideradas simultânea e não sequencialmente. Os *lead times* são resultado da programação e não podem ser assumidos *a priori*.

Uma empresa que desejar implantar o OPT e adotar a Teoria das Restrições deve se comprometer com os princípios sobre os quais essa abordagem se fundamenta, a começar pela alta direção. Gerentes e colaboradores do nível operacional também devem se comprometer com a adoção desta abordagem. Para tanto, é preciso que os funcionários sejam treinados. O gerenciamento de um sistema produtivo que decide utilizar a ferramenta consiste em cinco passos:

Passo 1. identificar a(s) restrição(ões) do processo (os RRCs ou os gargalos);

PLANEJAMENTO E CONTROLE DE PRODUÇÃO II

REVISÃO

Passo 2. explorar a(s) restrição(ões) do processo;

Passo 3. subordinar todas as demais decisões às restrições;

Passo 4. procurar relaxar a restrição;

Passo 5. se no passo 4 uma restrição foi relaxada, voltar ao passo 1 para identificar a próxima restrição do sistema.

As principais limitações desta ferramenta decorrem do fato de: ser um sistema computadorizado, centralizando a tomada de decisões; ser um *software* caro e quem o adota está concordando em se tornar de certa forma dependente de um fornecedor; sua filosofia depender basicamente da identificação dos recursos gargalos; que se trata de um sistema que demanda certo nível de habilidade analítica do programador, o que exige extenso treinamento e entendimento perfeito dos princípios envolvidos. No entanto, é importante ressaltar que a Teoria das Restrições pode servir como balizadora das ações visando a Troca Rápida de Ferramentas, pois mostraria pontos específicos dentro do processo produtivo que deveriam ser atacados.

SEMANA 7 – Introdução e simulação do Sistema Kanban e sistema duas gavetas

Há vários sistemas que possibilitam a coordenação de ordens de produção e compra, entre os quais o KANBAN, o CONWIP e o Método Híbrido CONWIP/KANBAN, entre outros. O KANBAN efetua a liberação de ordens de produção por meio de cartões que limitam o estoque em processo do sistema. O CONWIP (*Constant Work-In-Process*), por sua vez, utiliza um único tipo de cartão para controlar a quantidade total de estoque em processo (WIP) permitido na linha de produção. O CONWIP é mais ágil do que o KANBAN em resposta às mudanças de demanda. O Método Híbrido CONWIP/KANBAN é uma combinação do KANBAN e do CONWIP cujo foco é detectar problemas na linha e bloquear o lançamento de peças para produção, se essas não puderem ser processadas no futuro. Neste método, o controle CONWIP é completado com células secundárias controladas por KANBAN.

No Método Híbrido CONWIP/KANBAN, a informação de demanda de produto acabado é propagada diretamente ao início da cadeia para autorizar o primeiro estágio de produção por meio do método CONWIP e, para evitar o acúmulo de estoque na entrada do estágio caracterizado como gargalo, que é limitado em cada estágio pelo KANBAN. Assim, pode-se afirmar que o Método Híbrido CONWIP/KANBAN é um mecanismo de controle que depende apenas de um parâmetro por estágio e um parâmetro adicional para o sistema inteiro. É importante ainda ressaltar que o número de cartões KANBAN e CONWIP influencia tanto na transferência de peças acabadas ao cliente ou ao próximo estágio como na transferência de demandas para os estágios anteriores.

Também definido como um sistema de controle da produção no qual a informação de demanda é propagada ao primeiro estágio da linha, os estoques intermediários são controlados por sinalizadores e o estoque total em processo é limitado (CONWIP), o Método Híbrido CONWIP/KANBAN apresenta um desempenho superior quando robustez e riscos são considerados.

PLANEJAMENTO E CONTROLE DE PRODUÇÃO II

REVISÃO

Considerações Finais

Ao longo da disciplina, foi possível conhecer e verificar a aplicabilidade de sistemas e técnicas comumente adotadas no campo do Planejamento e Controle da Produção. Os conceitos, as características e até mesmo exemplos foram explicitados e compartilhados com você a fim de contribuir para a ampliação de seu conhecimento a respeito de MRP, ERP, Sistema Toyota de Produção, Mapeamento de Fluxo de Valor, Manutenção, Teoria das Restrições, KANBAN, entre outros temas. Ainda que estes temas tenham sido abordados de forma tangencial, dada sua complexidade, buscou-se registrar e fornecer conceitos e informações importantes que permitissem a você alçar voos mais altos no âmbito do Planejamento e Controle da Produção. Assim sendo, os temas aqui abordados emergem como tópicos de suma importância que, uma vez aplicados nas organizações, tendem a possibilitar melhor desempenho.

Referências Bibliográficas

- ANTUNES JR, José Antônio Valle; RODRIGUES, Luís Henrique. A teoria das restrições como balizadora das ações visando a troca rápida de ferramentas. **Production**, v. 3, n. 2, p. 73-85, 1993.
- CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração de produção e operações: o essencial**. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- GREGÓRIO, Gabriela Fonseca Parreira; SILVEIRA, Aline Moraes da. **Manutenção industrial**. Porto Alegre: SAGAH, 2018.
- KRAJEWSKI, Judie; MALHOTRA, Maya; RITZMAN, Barbara. **Administração da Produção e Operações**. 11ª ed. São Paulo: Pearson Education, 2017.
- LIKER, Jeffrey K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2007.
- MOREIRA, Matheus Pinotti; FERNANDES, Flávio César F. Avaliação do mapeamento do fluxo de valor como ferramenta da produção enxuta por meio de um estudo de caso. XXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP, 2001, Foz do Iguaçu. **Anais do XXI ENEGEP**. Foz do Iguaçu: ABEPRO, 2001.
- NISHIDA, Lando T. Como determinar metas para o tempo de setup. **Artigo publicado no site do Lean Institute Brasil** (www.lean.org.br), 2005.
- SANTOS, Luciano Costa; GOHR, Cláudia Fabiana; DOS SANTOS, Eder Jonis. Aplicação do mapeamento do fluxo de valor para a implantação da produção enxuta na fabricação de fios de cobre. **Revista Gestão Industrial**, v. 7, n. 4, 2011.
- SERENO, Bruno; DA SILVA, Daniel Sant Anna; LEONARDO, Dênis Gustavo; SAMPAIO, Mauro. Método híbrido CONWIP/KANBAN um estudo de caso. **Gestão & Produção**, v. 18, n. 3, p. 651-672, 2011.
- SLACK, Nigel; BRANDON-JONES, Alistair; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 8ª ed. São Paulo: Atlas, 2018.