

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ABNER KLOSS KAMAROSKI

DIMINUIÇÃO DE LEAD TIME EM UMA INDUSTRIA DE MÁQUINAS E  
EQUIPAMENTOS – UM ESTUDO DE CASO

CURITIBA

2019

ABNER KLOSS KAMAROSKI

DIMINUIÇÃO DE LEAD TIME EM UMA INDUSTRIA DE MÁQUINAS E  
EQUIPAMENTOS – UM ESTUDO DE CASO

Artigo apresentado como requisito parcial à  
conclusão do curso de Especialização em  
Engenharia de Produção, Setor de Engenharia de  
Produção, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Gechele Cleto.

CURITIBA

2019

## Diminuição de Lead Time em uma Indústria de Máquinas e Equipamentos – Um Estudo de Caso

Abner Kloss Kamaroski

### RESUMO

O presente artigo trata da aplicação de ferramentas do chamado *Quick Response Manufacturing* (QRM) para redução de *lead time* em uma indústria de máquinas e equipamentos. A pesquisa procurou levantar os dados e identificar os principais agressores, de onde constatou que o principal problema encontra-se na cadeia de suprimentos da empresa. Além disso, houve um estudo da produção propriamente dita, que levantou prováveis sugestões de melhoria. A redução estimada do *lead time*, mesmo em uma perspectiva conservadora, é de 35% e as mudanças na produção sugerem uma redução em 30% da necessidade de recursos.

Palavras-chave: Redução de lead time, Quick Response Manufacturing, Estudo de caso.

### ABSTRACT

This article deals with the application of Quick Response Manufacturing (QRM) tools to reduce lead time in a machinery and equipment industry. The research sought to collect the data and identify the main aggressors, from which it found that the main problem is in the supply chain of the company. In addition, there was a study of actual production which raised probable suggestions for improvement. The estimated reduction of lead time, even in a conservative perspective, is 35% and changes in production suggest a 30% reduction in resource requirements.

Keywords: Lead Time Reduction, Quick Response Manufacturing, Case Study.

## 1 INTRODUÇÃO

Em oposição ao cenário presente no início do século XX, onde figurava o Fordismo e a sua produção padronizada em massa; ou a metade do mesmo século, onde surgiu o Toyotismo e sua produção cadenciada e com foco na redução de desperdícios, o mercado atual exige muito mais do que apenas baixo custo: exige também responsividade.

Essa característica trata de atender rápida e adequadamente ao que os consumidores anseiam. “Responder rapidamente aos seus clientes claramente promove a satisfação desses. Não há nada como um cliente feliz.” (SURI, 1998).

Tanoue e Pereira (2016) colocam que “a responsividade está diretamente relacionada ao lead time do fluxo de operações e informações.” Reduzir o lead time passa, então, a ser um fator de suma importância dentro das organizações, visto sua contribuição à empresa no quesito competitividade.

Apesar do termo ser amplamente utilizado, é importante, porém, definir o conceito de lead time empregado nesse artigo. Ericksen, Stoflet e Suri (2007) propõem uma métrica para o lead time: o *Manufacturing Critical Path Time* (MCT), que é definido como “a quantidade de tempo de calendário desde a colocação do pedido, através do caminho crítico, até que a primeira unidade daquela ordem seja entregue ao cliente.” (Ericksen, Stoflet e Suri, 2007).

Inúmeros são os paradigmas, dentro da literatura, que se propõe a aumentar a competitividade das empresas. Pode-se citar os casos da Manufatura Ágil, Manufatura Enxuta, Customização em massa, entre outros. Entre esses paradigmas, ressalta-se a Manufatura Responsiva, objeto de estudo desse artigo, e, em especial o enfoque da chamada Manufatura de Resposta Rápida – do inglês *Quick Response Manufacturing* ou simplesmente QRM.

O QRM foi proposto por Suri (1998) e constitui-se de um método estruturado para redução do *lead time* geral da empresa. Mais do que apenas alterações na cadeia produtiva, esse método propõe uma reorganização total da companhia, através de mudanças na cadeia de suprimentos, produção, atendimento ao cliente e até mesmo no projeto de novos produtos.

O artigo em questão trata de um estudo de caso, visando o objetivo prático de redução de *lead time* através das ferramentas do QRM, em uma empresa multinacional de médio porte. Essa empresa projeta, fabrica e opera seus próprios

equipamentos. Existem vendas a clientes externos, mas a maior parte do seu faturamento está diretamente atrelada ao serviço de operação desses equipamentos. Assim, apesar de seu tamanho total, a maior parte de seu contingente concentra-se onde há o faturamento efetivo e, com isso, a indústria ainda é pequena.

Esse trabalho está dividido em seis seções, cujo início dá-se pela introdução. Logo após, na segunda seção, é apresentada uma revisão da literatura aplicada a esse caso. A seção três é composta pela metodologia, seguida pela seção que apresenta os resultados. A quinta seção apresenta as considerações finais. Ao fim, são apresentadas as referências bibliográficas.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

*Quick Response Manufacturing* (QRM) teve suas origens na estratégia conhecida como Competição Baseada no Tempo, do inglês *Time-Based Competition* (TBC). Essa estratégia era, até então, utilizada em empresas japonesas, na década de 80, de maneira a utilizar a velocidade como vantagem competitiva (SURI, 1998).

Ao final da década de 80, alguns autores procuraram documentar essa estratégia. Stalk Junior (1988) conceitua o TBC através da exposição de dados, até então atuais, e da evolução histórica das empresas japonesas. Expõe também toda a vantagem competitiva dessas empresas, quando comparadas a empresas americanas. A TABELA 1 mostra, à luz da época, a vantagem competitiva em números para um elemento de suspensão.

TABELA 1. COMPARAÇÃO ENTRE PRODUÇÃO NOS EUA E JAPÃO NA DÉCADA DE 80.

Pico de produtividade de manufatura flexível (Componente de suspensão automotiva)		
	Competidor 1 (Estados Unidos)	Competidor 2 (Japão)
Volume anual	10000000	3500000
Colaboradores		
Diretos	107	50
Indiretos	135	7
Total	242	57
Unidades/Colaboradores	41322.31405	61403.50877
Tipos de peças acabadas	11	38
Custo unitário da peça (similares)	\$100	\$49

FONTE: STALK JUNIOR (1988)

A partir desse novo paradigma apresentado, aliado a experiência e conhecimento prévios, o professor Rajan Suri, da Universidade de Wiscosin (EUA),

criou a filosofia do QRM – inicialmente conhecida a partir da publicação do livro “*Quick Response Manufacturing: a companywide approach to reducing lead times*” em 1998.

Suri (1998) coloca “Essencialmente, o QRM busca implacavelmente a redução do *lead time* em todos os aspectos da sua operação”. Ou seja, o QRM é um conjunto de ferramentas que, se aplicadas de maneira correta, reduzem drasticamente o *lead time* da empresa.

É importante, porém, o entendimento da definição de *lead time*. Esse termo é amplamente utilizado dentro do contexto de manufatura, porém a sua definição tradicional deixa muitos pontos descobertos e sujeitos a má interpretação. Suri (2010a) propõe o uso do *Manufacturing Critical Path Time* (MCT), definido como “a quantidade de tempo de calendário desde a colocação do pedido, através do caminho crítico, até que a primeira unidade daquela ordem seja entregue ao cliente.” (ERICKSEN, STOFLET e SURI, 2007). O MCT é não somente uma variável, porém uma ferramenta de análise das operações da empresa no contexto de tempo.

Suri (2014) apresenta uma metodologia de cálculo do MCT e de criação de mapas MCT. O primeiro passo para aplicação do método é o mapeamento das atividades desde a colocação do pedido pelo cliente até a sua efetiva entrega, algo similar ao Mapeamento de Fluxo de Valor. Assim, com os tempos das operações e dos estoques intermediários – calculados mediante o uso da *Lei de Little* – é possível calcular, sem esquecer da premissa do caminho crítico, o tempo de calendário total entre a entrada do pedido e sua entrega efetiva.

O MCT mostra um panorama geral da empresa, porém as causas do *lead time* e o modo como devem ser tratados esses potenciais problemas são baseados nos princípios do QRM propostos por Suri (1998, 2010a). Em número de dez, esses princípios contrapõem muitas visões tidas como boas práticas dentro do ambiente fabril. A TABELA 2 expõe esses princípios e explica em detalhes a visão sobre cada um deles.

TABELA 2. PRINCIPIOS QRM.

Princípio	Crença Tradicional	Princípio QRM	Descrição
1	Todos têm que trabalhar mais rápido, por mais tempo e mais intensamente para diminuir o tempo de conclusão de operações.	Achar maneiras totalmente novas para executar as operações, com foco na diminuição de <i>lead time</i> .	As organizações não são pensadas de maneira a gerenciar o tempo, mas sim a considerar custo e escala. A maior inimiga do QRM é a organização funcional com departamentos especializados. Reduzir tempo das operações requer repensar totalmente a organização: produção, cadeia de suprimentos e tarefas de escritório.
2	Manter a ocupação de pessoas e máquinas no maior nível possível.	Planejar para operar 80% ou menos 70% da capacidade dos recursos críticos.	A política de utilização de 100% da capacidade gera uma complexa série de interações disfuncionais que aumentam o <i>lead time</i> , filas e trabalhos aguardando por recursos. A folga na utilização é um investimento que se paga muitas vezes pelo incremento nas vendas, melhor qualidade e menores custos.
3	Para reduzir o <i>lead time</i> , deve-se aumentar a eficiência das operações.	Medir a redução de <i>lead time</i> e fazer desta a principal medida de desempenho.	Essa crença tradicional caminha em conjunto com a de 100% de utilização. O problema não é o conceito de eficiência e sim a utilização como principal indicador, ao invés da medição da redução de <i>lead time</i> .
4	Colocar grande foco na entrega no prazo correto em cada um dos departamentos e fornecedores.	Medir e recompensar as reduções de <i>lead time</i> .	A entrega no prazo é disfuncional como indicador, pois nesse caso, ao invés de haver reduções no <i>lead time</i> , os departamentos tendem a manter gorduras em seus prazos de maneira que mantenham seus prazos de entrega.
5	Instalar um sistema MRP ajudará na redução de <i>lead time</i> .	Usar o MRP para planejar e coordenar os materiais, reestruturar a manufatura para células simples orientadas a produtos, complementar com controle de materiais que combina o melhor das estratégias puxadas e empurradas.	O MRP tem a importante função de auxiliar o suprimento de materiais, porém não se pode esperar dele a solução para redução de <i>lead time</i> .
6	Desde que itens com grande <i>lead time</i> devem ser comprados em grande volume, negociar descontos com fornecedores.	Motivar fornecedores a implementar o QRM, resultando em pequenos lotes a baixo custo, qualidade superior e <i>lead time</i> curto.	Quanto maiores os lotes comprados, maior o prazo de entrega, o que motiva a comprar lotes cada vez maiores. Essa espiral disfuncional criada impede a queda efetiva dos <i>lead times</i> .

7	Incentivar consumidores a comprar grandes lotes mediante descontos em quantidade.	Educar consumidores sobre o programa QRM, negociar lotes menores a preços razoáveis.	Segue o mesmo princípio do item 6.
8	É possível implementar o QRM através de equipes em cada departamento.	Cortar fronteiras funcionais, criar células QRM de escritório e empoderar os colaboradores para as decisões necessárias.	A criação de células QRM, multifuncionais, com treinamento cruzado de "laço fechado" são as únicas maneiras de obter reduções significativas de <i>lead time</i> .
9	A razão para o QRM é a possibilidade de aumento de preço para entrega rápida.	A razão para o QRM é um futuro seguro da empresa.	Apesar de clientes poderem pagar mais caro por entregas mais rápidas, e isso resultar em um bom resultado a curto prazo, essa não deve ser o principal motivo para a implantação do QRM. O aumento na competitividade promovido pelo QRM leva a empresa a um futuro mais seguro.
10	Implantar o QRM requer altos investimentos em tecnologia.	Mudança de " <i>mind-set</i> ".	A implantação do QRM passa pelo treinamento exaustivo dos colaboradores da empresa.

FONTE: ADAPTADO DE SURI (1998).

Ainda segundo Suri (1998), existem sete princípios básicos para a reestruturação da empresa para o QRM. São eles:

- a) Mudar a estrutura da organização para uma base orientada a produto. Todos os recursos necessários para completar um produto estão localizados próximos uns aos outros. Esses grupos de trabalho orientados a produto são denominados células de trabalho, produção celular ou simplesmente células. É importante salientar que esses grupos de trabalho incluem desde o chão de fábrica até setores administrativos;
- b) Transformar a estrutura hierárquica, com muitos níveis, em planas, com muitas equipes;
- c) Treinar os recursos humanos em diversas atividades, de modo que esses dominem todo o processo dentro da célula;
- d) Mudar a estrutura de gerenciamento *top-down* para uma mais plana, onde toda a entrega é de responsabilidade da equipe;
- e) Com os passos anteriores, é necessário substituir o complexo planejamento e controle centralizado para uma estrutura mais simples, dentro da célula;



- f) Com as operações próximas umas das outras, não há a necessidade de processamento de todo o lote antes da movimentação. Isso reduz os estoques intermediários;
- g) A correta implantação do sistema leva a lotes menores ao mesmo tempo que melhora a qualidade e reduz o desperdício de todos os tipos.

Suri (1998, 2010b) salienta a necessidade de criação de células de trabalho para o funcionamento do QRM. O conceito de célula parte da premissa que toda a visão dos colaboradores pertencentes a essa equipe esteja voltada ao produto. Suri (1998) elenca seis pontos-chaves para a concepção e funcionamento das células:

- a) O objetivo da célula é começar com a matéria-prima e terminar com o produto acabado, com todas as operações realizadas dentro da célula;
- b) O maquinário deve ser o necessário para a confecção do produto. Isso implica em máquinas diferentes dentro da célula;
- c) Todos os recursos devem estar próximos uns dos outros;
- d) Força de trabalho treinada em múltiplas atividades. A ideia aqui é que todas as pessoas da equipe consigam executar qualquer processo dentro da célula;
- e) Ao invés de uma hierarquia de gestores e colaboradores, o time de trabalhadores detém a liderança sobre a célula;
- f) A célula, dedicada a uma família de produtos, deve ser orientada de tal maneira que apenas essa família seja atendida.

### **3 METODOLOGIA**

Segundo Yin (2005), “um estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos”. Assim sendo, por investigar o *lead time* em um contexto de vida real, o presente artigo enquadra-se como um estudo de caso.

Porém, de maneira a contextualizar e buscar uma orientação teórica sobre o QRM, foi utilizado previamente o procedimento de pesquisa teórico-conceitual (BERTO, NAKANO, 1998).

A empresa foco desse trabalho foi escolhida de maneira intencional e, por questões de confidencialidade dos dados e informações, seu nome não será revelado.

Em seu planejamento inicial, de maneira a orientar e focar o estudo, a pesquisa foi dividida em três fases, as quais elencamos: (1) Obtenção de dados; (2) Análise e detecção de agressores do *lead time*; (3) Sugestões de aperfeiçoamento baseadas no QRM.

### 3.1 FASE 1 – OBTENÇÃO DOS DADOS

Nessa primeira fase buscou-se o levantamento de todos os aspectos da empresa relevantes a esse trabalho. Esses dados foram obtidos através de visitas, coletas de dados *in loco* e entrevistas com profissionais da empresa.

Como primeiro passo, foi levantado o histórico da empresa, seu posicionamento dentro do mercado, seus principais produtos e as relações, de maneira macro, entre setores. O principal objetivo foi entender o contexto geral da empresa, sem um maior aprofundamento.

Esses dados propiciaram o entendimento sobre o *lead time* da empresa. Assim, através da ferramenta MCT, foi possível mapear os processos pertinentes a esse estudo e obter, de maneira bastante assertiva, o *lead time* de cada processo e, por consequência, da empresa.

A obtenção dos dados pertinentes a essa fase foi efetuada da seguinte maneira:

- Contextualização da empresa: entrevista com profissionais dos setores de engenharia, produção e operações. Consulta ao manual do colaborador;

- Dados sobre a produção: entrevista com profissionais do setor, visita e acompanhamento do processo *in loco*. Estatísticas, tempos e capacidade produtiva foram obtidos dos roteiros de produção previamente cadastrados no sistema ERP. Processos e algumas peculiaridades foram obtidas diretamente de instruções de trabalho;

- *Lead time*: entrevistas com profissionais dos setores de suprimentos, produção e almoxarifado. Efetuado um levantamento da estrutura detalhada do produto posteriormente complementada com o *lead time* médio de fornecimento de cada item. Instruções de trabalho foram utilizadas para avaliar o prazo máximo dado por cada setor para atender a demanda (exemplo: para a emissão da nota fiscal o setor responsável solicita um dia).

### 3.2 FASE 2 – ANÁLISE E DETECÇÃO DOS AGRESSORES DO *LEAD TIME*

Em posse dos dados já processados foi possível constatar as principais distorções quanto ao atendimento das solicitações. Nesse caso, foi necessário um aprofundamento maior dentro dos processos mais críticos, de maneira que houvesse um refinamento desses dados. Para tal análise, manteve-se a utilização da ferramenta MCT e, a partir desses dados, foi possível elencar as principais causas raízes para o alto *lead time*.

Ainda, de maneira a verificar o funcionamento efetivo da produção e seus pormenores, foram realizadas simulações em software especializado (ARENA – Rockwell Automation).

### 3.3 FASE 3 – SUGESTÕES DE APERFEIÇOAMENTO BASEADAS NO QRM

Essa fase contou com o conhecimento adquirido ao longo da pesquisa teórico-conceitual e das informações obtidas na fase anterior. A partir desses dois pré-requisitos, foi possível elencar melhorias aplicáveis a empresa, levando em conta o contexto geral em que essa se insere.

## 4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

De maneira a facilitar o entendimento desse trabalho, os resultados obtidos serão apresentados conforme as fases elencadas anteriormente.

### 4.1 RESULTADOS – FASE 1

A empresa, objeto de estudo desse artigo, trata-se de uma multinacional de médio porte, com operações estabelecidas no Brasil e Colômbia. Por critérios de confidencialidade, seu nome não será revelado.

Fundada no início da década de 2000, a empresa passou por um período de crescimento acelerado nos últimos anos e atualmente figura como uma das líderes no mercado. No território brasileiro, conta com uma sede em Curitiba e algumas pequenas filiais no norte, nordeste e sudeste do país. Em território colombiano, conta com uma filial em Medellín. Seu quadro de funcionários gira em torno de 300 pessoas.

Seu negócio gira em torno de equipamentos de marca própria, projetados e manufaturados internamente. Apesar de haver venda, a maior parte do faturamento e, por consequência, de seu contingente humano, está atrelada ao serviço de

operação desses equipamentos. Como operação entende-se desde a manutenção das máquinas até a operação propriamente dita.

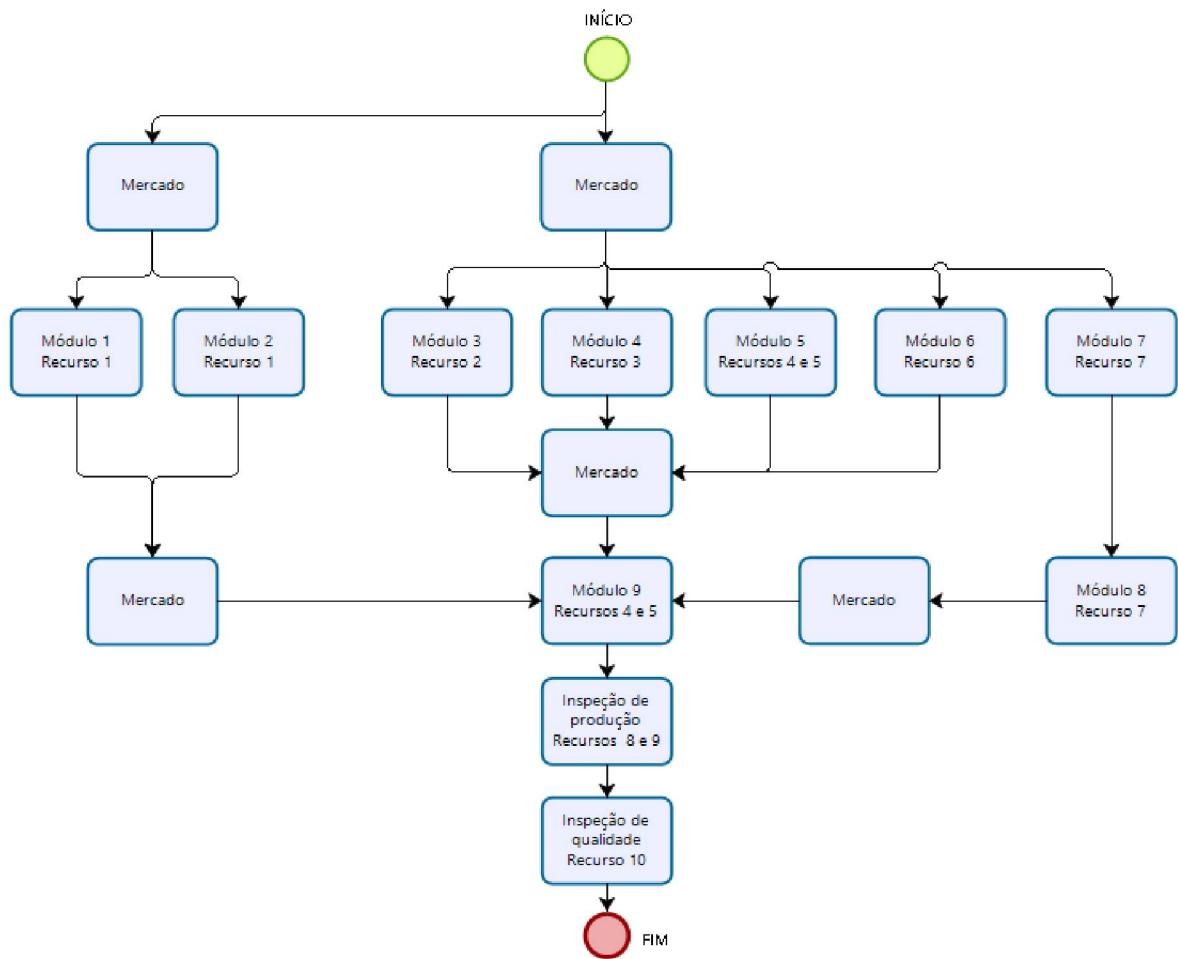
Seus equipamentos, de projeto próprio e alto valor agregado, são compostos por conjuntos de soluções mecânicas, eletrônicas e de software. O mercado exige uma grande customização desses produtos e isso é atingido a partir da configuração de um produto base – algo similar a estratégia da indústria automotiva com o uso de opcionais. Sua manufatura, de maneira totalmente manual, se dá em ambiente industrial integrado fisicamente a sede da empresa.

O objeto de estudo desse artigo é o ambiente fabril dessa empresa e seu *lead time*. Nesse ambiente figuram cerca de 30 colaboradores, divididos entre os setores de produção, qualidade, suprimentos e almoxarifado.

Durante a análise detalhada, foram identificados os seguintes aspectos:

- a) Produção completamente manual – consiste basicamente na integração de insumos. Não há máquinas: apenas ferramentas de pequeno porte e uso individual;
- b) Produção contra pedido e empurrada: apenas pedidos firmes são tratados. Não há produção baseada em previsão de demanda, dada a visão dos gestores que entendem que o mercado não oferece possibilidade para tal;
- c) Política de estoque não contempla o uso de estoques mínimos, ou seja, pedidos são tratados isoladamente e apenas o que é estritamente necessário é comprado;
- d) Uso de software ERP para gestão de materiais e produção;
- e) Produção modular: todos os módulos que compõem o equipamento são montados em bancadas de trabalho individualizadas e repassados a outras bancadas que fazem a integração dos mesmos. A FIGURA 1 mostra o fluxograma do setor. O início da produção se dá a partir da disponibilização de insumos nos chamados mercados. Esses insumos são então utilizados nas montagens de subpartes do equipamento, chamadas módulos. Esses módulos são montados por colaboradores específicos, representados pela alcunha “Recurso”. Os módulos numerados de 1 a 7 são componentes menores dos módulos 8 e 9. Ou seja, para a montagem do equipamento, são montados módulos menores que são posteriormente integrados ao produto final. Uma vez montado, esse produto passa, antes da embalagem e expedição, por duas fases de inspeção: a de produção e de qualidade.

FIGURA 1 – FLUXOGRAMA DA PRODUÇÃO

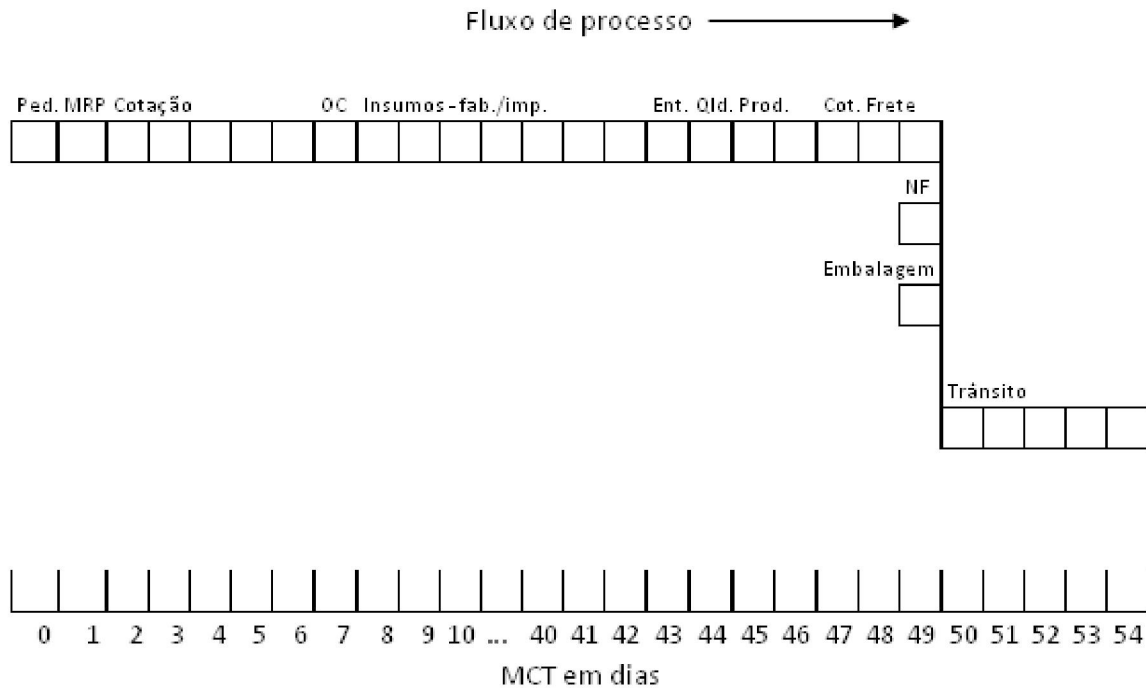


FONTE: Autoria própria (2019).

- f) A capacidade máxima planejada, definida pela empresa, é de 80 máquinas por mês, o que implica em um *takt time* de 2 horas. O número de recursos calculados para essa capacidade é de dez. Segundo os gestores, a quantidade de recursos foi calculada para uma utilização não maior que 70%.
- g) O tempo médio de produção do equipamento é de 9,5 horas.

De maneira a avaliar o *lead time* total do sistema, foi construído o mapa MCT. Esse é mostrado na FIGURA 2 e indica um *lead time* de 54 dias, quase 11 semanas.

FIGURA 2 – MAPA MCT



FONTE: Autoria própria (2019).

Foram considerados, para fim de análise, os tempos médios dos processos. O processo se inicia com a colocação do pedido, que leva cerca de um dia, e segue para o cálculo de necessidades através do MRP, cuja duração é similar. Uma vez calculadas as necessidades, são disparadas solicitações de compras ao setor de suprimentos, que as atende e leva cerca de cinco dias para cotação e mais um dia para emissão da ordem de compra ao fornecedor.

Uma vez disparadas as ordens de compra, faz-se necessário aguardar a chegada dos itens. Isso leva cerca de 40 dias para os itens mais críticos (mecânicas e itens importados). Uma vez que cheguem, é dada a entrada nos itens e são inspecionados pelo setor de qualidade – processos esses que levam um dia cada. A produção leva algo como 9,5 horas para produzir cada equipamento, ou seja, algo próximo de 1,2 dias. Há então a necessidade de cotação de frete, embalagem e emissão de nota, cujo caminho crítico é a cotação de frete, que leva até três dias. O trânsito dos equipamentos leva cinco dias, em média.

## 4.2 RESULTADOS – FASE 2

Nessa fase foram avaliados os resultados da pesquisa e elencados os principais fatores agressores ao *lead time*, são eles:

- a) Cotação: fase em que há a cotação de insumos necessários a produção. Em geral, itens de prateleira são cotados de maneira bastante rápida, visto que o preço já está formado. Itens cujo projeto é único e pertencente a empresa (mecânicas, cabos, placas) em geral apresentam uma demora maior para a disponibilização do orçamento pelo fornecedor;
- b) Chegada de insumos: principal agressor do *lead time*, responsável por mais de 70% do tempo. Caso parecido com a cotação. Porém, além de itens de projetos próprios, itens importados tendem a demorar mais. Mecânicas apresentam altos tempos de fabricação pois, além de entrarem na fila de fabricação do fornecedor, exigem tratamento eletrolítico e pintura;
- c) Cotação de frete e trânsito: os equipamentos têm algumas especificidades quanto ao transporte (peso, tamanho, seguro de carga), e nem sempre é trivial encontrar fretes para algumas localidades;
- d) Produção: passível de melhorias, porém ainda bastante rápida, se considerar seu tempo ante ao total do *lead time*. Ainda, de maneira a analisar melhor o contexto geral, a produção foi simulada em software (Rockwell Arena). Devido a simplicidade e o menor impacto no *lead time*, essa simulação não será detalhada no presente artigo. Foram constatados alguns pontos relevantes, dentre os quais destacam-se:
  - a) Foi possível atender, sem grandes filas, a demanda de equipamentos (80 equipamentos por mês) com os recursos planejados (10 colaboradores);
  - b) O tempo de montagem médio, considerando tempos médios e desvios padrões de cada etapa, foi de 9,47 horas;
  - c) A taxa de utilização média, dos dez colaboradores, foi de 47%.

## 4.3 RESULTADOS – FASE 3

Essa fase considera a aplicação de conceitos do QRM no intuito da redução do *lead time* total. A análise foi feita sobre os pontos principais, seguindo conceito de

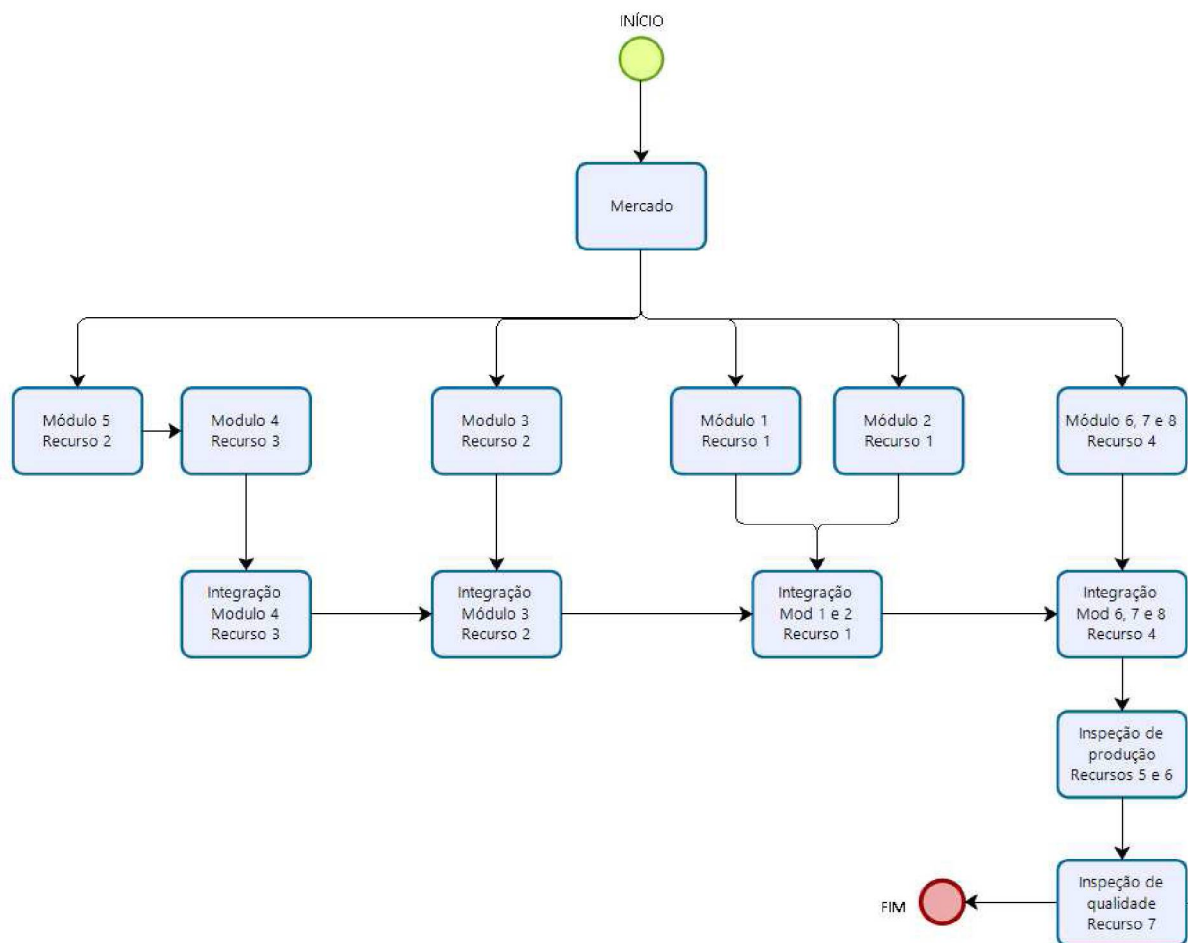
análise de Pareto, ou seja, o tratamento se dá sobre os fatores mais impactantes destacados no capítulo anterior. Assim, elencam-se como propostas de melhoria:

- a) Cotação: processo muito extenso em função de aspectos externos a empresa. Suri (2010a) sugere o estímulo para implantação do QRM em todos os fornecedores com redução de *lead time* como principal critério de avaliação. Ainda, Suri (1998) sugere a criação de parcerias com fornecedores e elenca como estratégias o investimento em melhorias no fornecedor, a criação de sistemas de apoio ao fornecedor e a proximidade com o fornecedor como fator de avaliação desse. Mediante a criação de parcerias, há a possibilidade de criação de uma lista de preços negociados previamente, que pode englobar produtos de todos os tipos, o que reduz drasticamente o *lead time* dessa etapa. Estima-se que uma redução de três dias seja facilmente alcançada seguindo essas sugestões;
- b) Chegada de insumos: são listados como itens de maior *lead time* aqueles de projeto próprio: mecânicas, cabos e placas eletrônicas. Para cabos e placas eletrônicas, a sugestão vai de encontro com os mesmos princípios já explanados: desenvolvimento de fornecedores mais responsivos através das técnicas do QRM, criação de parcerias e de uma lista de preços pré-fixados. Para mecânicas, além das alternativas já expostas, e seguindo o conceito de repensar totalmente os processos, há alternativas no campo da engenharia para melhorar a questão. Todas as mecânicas passam por tratamentos eletrolíticos e por pintura, que por si só costumam levar cerca de oito dias. Além disso, a grande maioria dos fornecedores não possui capacidade ou maquinário para esses processos e acaba por terceirizá-los, o que aumenta ainda mais o *lead time* agregado. Sugere-se então repensar as mecânicas do produto com foco na redução de *lead time*. Pode-se considerar o uso de soluções de prateleira, novos materiais ou tratamentos diferenciados contra oxidação. Através dessas medidas, estima-se, numa perspectiva conservadora, uma redução média de 15 dias no prazo dessa etapa;
- c) Cotação de frete e trânsito: a sugestão aqui vai de encontro ao já exposto com relação aos fornecedores. Estima-se que uma redução de um dia seja facilmente alcançada seguindo essas sugestões;
- d) Produção: apesar da produção atender as necessidades de demanda, a utilização é baixa, e pode ser aumentada para a faixa de 70% a 80%. Suri



(1998) prega que trabalhar na melhoria das eficiências operacionais tem um impacto baixo no lead time total e, por isso essa alternativa não foi abordada nesse contexto. Sugere-se, entretanto, uma reorganização da produção, de maneira a torna-la apenas uma célula de trabalho. Essa sugestão é mostrada na FIGURA 3. A ideia principal nessa reorganização consiste na eliminação de mercados de semi acabados, ou seja, o mesmo recurso que até então produz o módulo menor já realiza a integração ao produto final. É importante salientar que os módulos não são montados em sua sequência ordinária, visto que devem obedecer a uma sequência de montagem estabelecida pelo projeto do equipamento. A produção é iniciada pela disponibilização dos insumos no mercado, de maneira analoga ao modelo existente. A partir desse ponto, inicia-se a montagem de diversos módulos e, quando há a conclusão desses os mesmos já são integrados ao equipamento.

FIGURA 3 - SUGESTÃO DE REORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO.



FONTE: Autoria própria (2019).

Nesse caso, toda a produção é tratada como apenas uma célula, seguindo o conceito QRM. Além disso, através de simulações em software (Rockwell Arena) pode-se notar que, apesar do lead time permanecer o mesmo, houve redução na necessidade de colaboradores, de dez para sete, e, portanto, um aumento na utilização, visto que os tempos base de cada operação foram apenas redistribuídos. O cuidado para não extrapolar 80% de utilização e as simulações mostraram que esse atributo fica em 72%, na média. Não houve criação de filas a demanda de 80 máquinas por mês foi completamente atendida. Devido a simplicidade e o menor impacto no lead time, essa simulação não será detalhada no presente artigo.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O presente artigo apresentou um estudo de caso em uma indústria de máquinas e equipamentos e propôs melhorias baseadas nos princípios do *Quick Response Manufacturing*.

Através da avaliação dos principais agressores a esse parâmetro, foi possível constatar que há um grande espaço para melhorias quanto a cadeia de suprimentos. Passos básicos, como parcerias com fornecedores e melhorias que envolvem desenvolvimento podem resultar, conforme estimativas conservadoras, em uma redução de 35% (19 dias) do *lead time*.

A produção também foi avaliada através de pesquisa e simulações em software próprio (Rockwell Arena). Por meio dessa simulação foi constatada a possibilidade de incremento na utilização dos recursos, já que esses estavam demasiadamente superdimensionados. Para tal, foi proposta uma organização em que toda a produção é tratada como celular, e dentro dessa seria possível a redução da necessidade de três recursos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERTO, R. M. V. S.; NAKANO, D. N. Metodologia da pesquisa e a Engenharia de Produção, 1998.
- ERICKSEN, P. D.; STOFLET, N. J.; SURI, R. Manufacturing Critical-path Time (MCT): The QRM metric for lead time. Madison, 2007.
- STALK JUNIOR, George. Time: The Next Source of Competitive Advantage. Harvard Business Review, Cambridge, p.41-55, jul. 1988.
- SURI, R. Quick response manufacturing: a companywide approach to reducing lead times. Productive Press, 1998.
- SURI, R. It's About Time: The competitive advantage of Quick Response Manufacturing. Madison, Wisconsin: Productivity Press, 2010a.
- SURI, R. Going beyond lean: focusing on time, not cost, can save your company a bundle. Industrial Engineer, 2010b.
- SURI, R. MCT quick reference guide. Madison, WI: Suri Consulting & Seminars, LLC, 2014.
- TANOUE, Giovani Ortiz; PEREIRA, Neocles Alves. Flexibilidade, gestão de riscos e resiliência na cadeia de suprimentos. Curitiba: Appris, 2016. 243 p.
- YIN, R. K. Estudo de caso planejamento e métodos. 2nd ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.