

PROPOSTA DE REVISÃO DO LOTE DE PRODUÇÃO DE UMA INDÚSTRIA QUÍMICA

Vanessa do Amaral Silva

Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP
Laboratório de Aprendizagem em Logística e Transportes – LALT
Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo – FEC

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo mostrar como o cenário atual dos lotes produzidos têm impacto no custo do produto acabado, afetando assim sua margem de lucro, custos de armazenagem, e desperdícios de recursos, entre eles, a mão de obra direta para fabricação e quantidade de setup feitos no período. Esse estudo de caso tem como proposta a revisão dos lotes, usando como conceito os lotes econômicos de produção em uma unidade industrial de uma multinacional de processos químicos.

Essa revisão nos conduziu para uma redução dos custos tanto operacionais quanto logísticos dos produtos desta indústria, onde os resultados evidenciados foram a redução no custo final dos produtos, no qual foi possível comprovar de 7 a 12%, mais a redução de 17% na quantidade de *setups* dos produtos que foram possíveis essa revisão de lote, além dos custos indiretos relacionados a mão de obra logística.

ABSTRACT

The purpose of this study is demonstrating how the current scenario of produced batches impacts on finished goods costs, affecting its profit margin, warehouse costs, and a waste of resources, among them, direct labor for manufacturing and quantity of setups done in a period. This case study purposes to review the batches, using the concept of economic batches of production in an industrial unit of a multinational chemical processes.

This review led us to a reduction for both operational and logistics costs of the products for this industry, where the results evidenced the reduction on the final costs of the products, which was possible to testify 7 to 12%, plus the reduction of 17% on the quantity of setups on the products that were possible to review the batches, besides the indirect costs related to logistics labor.

1. INTRODUÇÃO

Este artigo tem como objetivo determinar o tamanho do lote de produção em duas famílias de produto de uma empresa química que atua no segmento de adesivos, considerando suas instalações e recursos disponíveis atuais.

Os lotes fabricados são por quilos e atualmente existe uma padronização desses lotes (utilizando a capacidade máxima dos equipamentos). Entretanto, com base nesse estudo, pretende-se revisar esses tamanhos de lotes, a fim de avaliar o lote econômico de produção e por fim ajustá-los para fabricação em outros equipamentos, isto é, comprovar sua viabilidade de modo que satisfaça a demanda e ao mesmo tempo minimize o custo total para a empresa.

Uma das metas da empresa é melhorar os prazos de entrega aos clientes, Corrêa (2017) refere-se que isso faz com que mais uma causa de turbulência contribua para uma gestão conturbada da fábrica: prioridades se subverterão, índices de utilização de equipamento ficarão prejudicados por lotes menores do que os níveis econômicos, entre outros.

Outra meta é melhoria continua visando a redução dos custos de produção, assim, colaborando com a margem de contribuição da empresa que segundo Martins (2017) a margem de contribuição é conceituada como diferença entre Receita e soma de Custo e Despesa Variável, tem a faculdade de tornar bem mais facilmente visível a potencialidade

de cada produto, mostrando como cada um contribui para, primeiramente, amortizar os gastos fixos, e, depois, formar o lucro propriamente dito. Isto é, reduzindo os custos com a produção, terá impacto significativo no lucro final.

Hoje consideramos uma das famílias dos produtos estudados, neste trabalho chamada de A, como produção empurrada, ou seja, produção MTS (*Make To Stock*) e a fabricação é feita em um equipamento, chamado de E1, onde o uso não é exclusivo desta família. Já a outra família de produto, chamada de B a produção é puxada, produzida somente mediante pedido de cliente e sua fabricação diferente da família A, é feita em um equipamento E2 específico para essa família. Nas duas situações não há lote mínimo de venda. As necessidades e gerenciamento do estoque são por meio do MRP (*Material Requirement Planning*), onde define-se a necessidade de produção baseado na quantidade do lote máximo daquele equipamento.

1.1. Justificativa

Esse trabalho partiu da necessidade, observado pelas áreas operacionais da empresa, de diminuir a ociosidade do equipamento E2, equipamento esse ainda em processo de depreciação. Alguns pontos foram observados quanto ao motivo dessa ociosidade, sendo eles, devido a fabricação, onde somente é fabricado a família de produto B num volume quatro vezes maior que as outras famílias de produto e por a demanda ser baixa comparada as outras.

É possível a fabricação de lotes de outras famílias, porém, para isso seria necessário investimento nesse equipamento, além de ter um aumento nos custos de estoque devido ao aumento de volume de materiais.

Existe a intenção da empresa em produzir lotes maiores da família de produtos A, no equipamento E2, isto é, fabricar lotes maiores utilizando a capacidade total dos tanques, mensurado como 4 vezes maior que o fabricado atualmente.

Este estudo parte da necessidade da empresa de entender o cenário atual, com base nos KPIs (*Key Performance Indicator*) atuais onde foram identificados a pretensão de melhorias nesse cenário, a avaliação da capacidade de produção e o lote econômico de produção dessas famílias de produto considerando os recursos atuais disponíveis.

Além deste estudo ter impacto diretamente na área planejamento e controle de produção, gestão de estoques e toda administração da produção, onde ao ter esta definição, pretende-se de uma maneira eficaz atingir aos objetivos estratégicos da organização, na qual existe uma expectativa do retorno sobre investimento a ser avaliado.

1.2. Problema

Atualmente existem muitos impactos quanto a produtividade da empresa, isto é, a utilização de seus recursos, mão de obra e equipamentos e quantidade de *setup* realizados para fabricação em um período determinado, todos esses são pontos discutidos diante das dificuldades existentes.

Além da existência hoje de uma limitação de espaço físico para armazenagem de materiais que a empresa possui, isso tanto para produtos acabados como para as matérias-primas, observamos, por outro lado, um *stockout* desses materiais e, conseqüentemente o não atendimento de pedidos de vendas na quantidade e/ou prazo requerido pelos clientes. O não entendimento dos lotes econômicos de produção e não aplicar esse conceito no processo de produção da empresa, presenciamos uma ineficiência no processo, como consequência dos problemas citados.

1.3. Objetivo

O projeto tem como objetivo determinar os lotes econômicos de produção para duas famílias de produto, as quais hoje são utilizadas capacidade máxima dos equipamentos, o E1 e E2. Corrêa (2017) explica que a razão principal de se fazerem produtos em quantidades maiores do que as estritamente necessárias em cada momento (fazer somente o necessário em cada momento seria evidentemente desejável, já que nesta situação os estoques em processo seriam minimizados) é a presença de determinados custos fixos, que ocorrem independentemente das quantidades produzidas. Além do que considerar uma solução do problema a partir desses cálculos, igualmente deverão ser considerados outros custos implicados no processo produtivo e individualidades da empresa.

Depois de aplicado esse estudo, pretende-se avaliar quais os impactos na empresa, além de conseguir justificar quaisquer investimentos futuros e atender aumentos ou variações de demanda, sem prejudicar a margem de contribuição da empresa.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Para estudo e viabilidade do trabalho foram feitas as pesquisas a seguir.

2.1. Lote Econômico de Produção

Determinar o lote econômico de produção de uma empresa, pode reduzir seus estoques e inclusive atender melhor os clientes. Dennis (2008) explica que o consumidor está mais poderoso do que nunca. Ele tem enorme variedade de escolhas, acesso sem precedentes à informação, e está exigindo excelente qualidade a um preço razoável (...) A única maneira de aumentar o lucro é reduzindo o custo.

Para isso deve-se levar em consideração os tempos de *setup* dentro do processo e produção que, de acordo com Dennis (2008), o tempo de *setup* é o tempo necessário para trocar a máquina de uma composição para outra. O *setup* para uma mesma pode incluir a troca de ferramentas, ajuste na montagem da máquina e a colocação de uma nova bobina de aço. No caso da empresa estudada, por se tratar de fabricação de produtos químicos, o *setup* envolve a limpeza dos equipamentos e montagem de peças utilizadas nesse equipamento.

Nesse caso específico foi definido calcular com base na modelagem explicada por Correa (2017) como modelagem simplificadora, onde os custos mínimos da operação do sistema ocorrem quando os custos totais de armazenagem se igualam aos custos totais com

pedidos. Estabelecido na equação:

$$L_E = \sqrt{\frac{2 \times DA \times C_f}{C_e}} \quad (1)$$

Em que

L_E = Lote Econômico;

DA = Demanda Anual;

C_f = Custos de preparação (é considerado um custo fixo, não irá variar com a quantidade);

C_e = Custo unitário anual de estocagem (todos os custos incorridos para manter o item em estoque).

Na figura 1, mostrada na aula de Planejamento Integrado de Estoques e da Produção, ministrado pelo professor Paulo Ignácio, mostra a correlação entre os custos para definição do lote econômico:

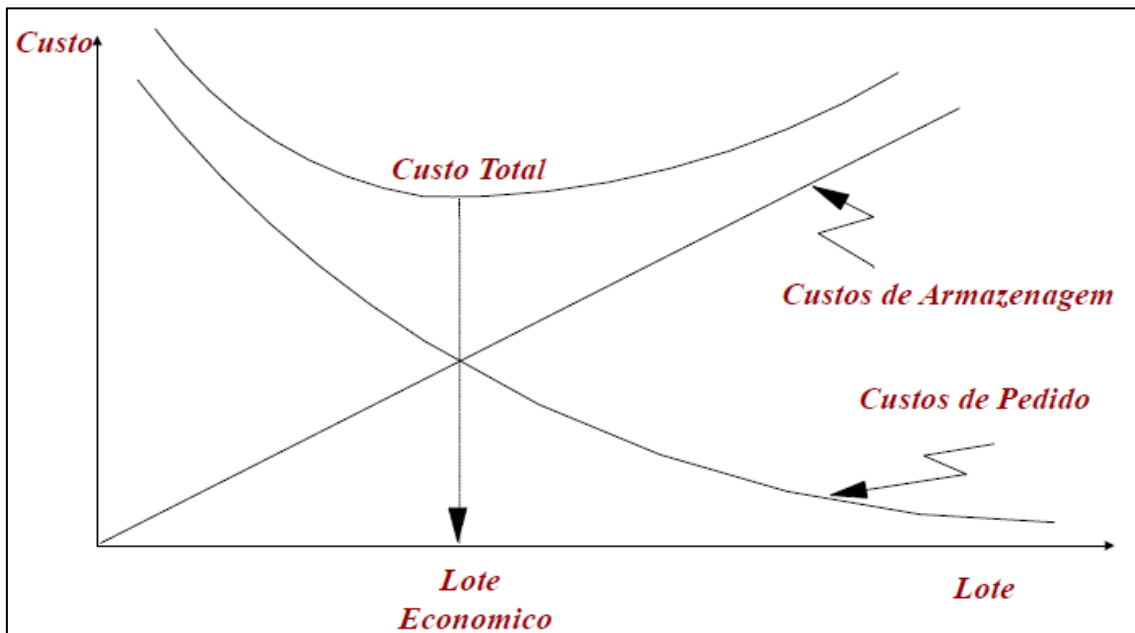


Figura 1: Correlação entre os custos para definição do lote econômico

2.2. Gestão de Estoques

Nesse trabalho será avaliado como a gestão de estoque, bem como seus custos, tem impacto nas decisões relacionadas ao tamanho de lote de produção. Segundo Chopra e Meindl (2011), o estoque é mantido ao longo da cadeia de suprimentos na forma de matérias-primas, trabalho em processo e produtos acabados. Estoque é uma importante fonte de custo em uma cadeia de suprimentos e tem um enorme impacto sobre a responsividade.

Como vemos na figura 2, mostrada na aula de Planejamento Integrado de Estoques e da Produção, ministrado pelo professor Paulo Ignácio, compreendemos como o estoque têm influência sobre o resultado da empresa:

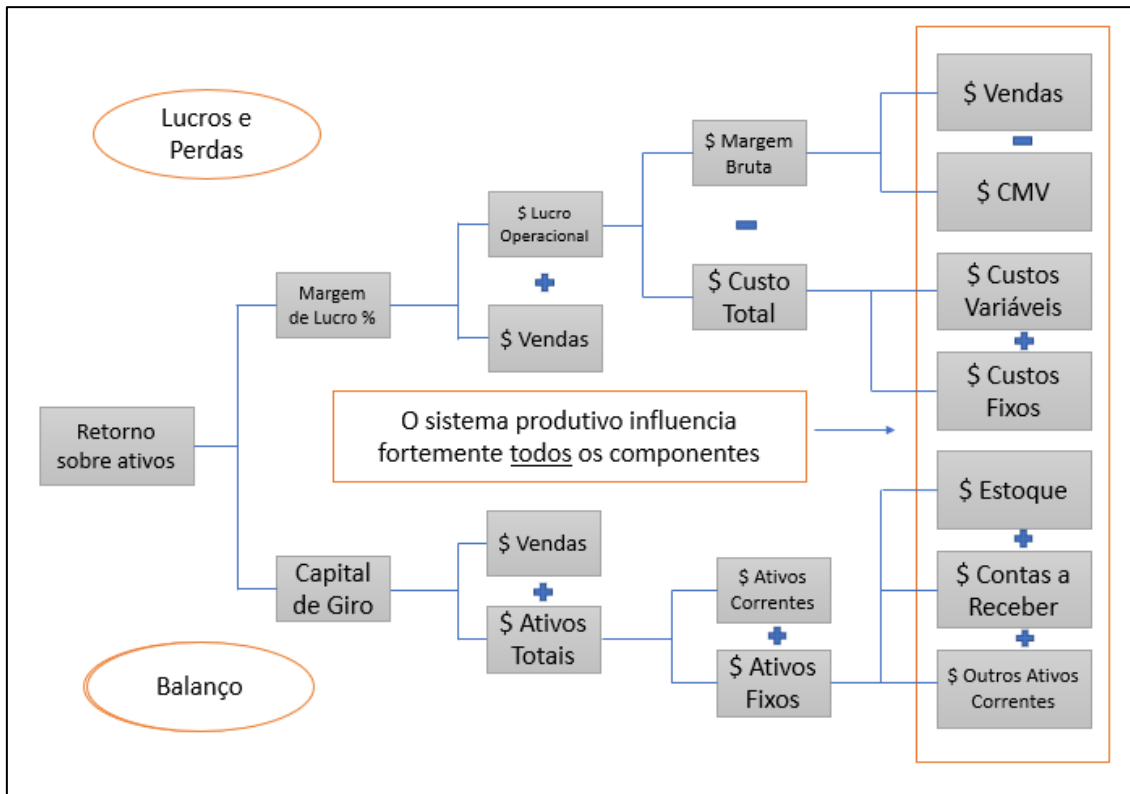


Figura 2: Influência dos estoques no resultado de uma empresa

Os produtos estudados são fabricados como sistemas de produção tanto puxado quanto empurrado. Chopra (2011) explica que os processos em uma cadeia de suprimentos são divididos em duas categorias, dependendo se eles são executados em resposta aos pedidos de cliente ou em antecipação a eles. Processos do tipo puxar são iniciados por um pedido de cliente, enquanto processos do tipo empurrar são iniciados e realizados em antecipação a pedidos de clientes. Nas figuras 3 e 4 demonstra um exemplo da diferença entre essas duas categorias:

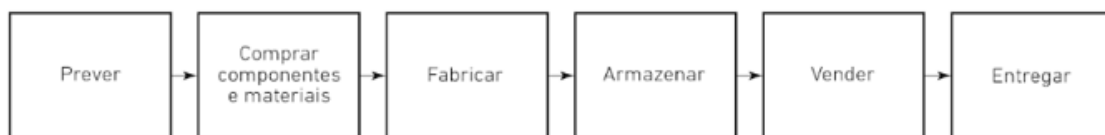


Figura 3: Modelo de negócio de base antecipatória (empurrada).



Figura 4: Modelo de negócio baseado na resposta (puxado).

2.3. Custos dos Estoques

Para se definir uma gestão de estoques adequada, de acordo com Moreira (2013), é preciso conhecer os custos envolvidos. O conhecimento dos custos é imprescindível, tendo em vista que ao tentar diminuir alguns custos, outros aumentam.

Este trabalho terá como base os custos dos itens estudados (produtos acabados), custo de manutenção de estoque e custo dos pedidos, além do custo de *stockout*, tanto no caso de alguma venda perdida ou atraso de entrega dos pedidos no prazo.

Moreira (2013) explica que os custos do item, se fabricado internamente, são os apropriados os custos de matérias-primas e materiais, mão de obra direta, energia e custos indiretos de fábrica. Os custos de manutenção de estoque, que está associado com o custo de armazenagem ou estocagem, isto é, custo do espaço utilizado, seguros, impostos e funcionários especificamente alocados para a manutenção e para os cuidados. Já o custo dos pedidos, ele descreve que quando o material é produzido internamente, esse custo inclui: o custo do trabalho administrativo para preparar a ordem de serviço de fabricação, o custo de movimentação dos materiais até o local da produção e o custo de preparação do equipamento para as operações, ou custo de preparação de máquinas.

A figura 5, gráfico mostrado na aula de Finanças e Custos Aplicados à Logística, ministrado pelo professor José Jacintho, demonstra o efeito do tamanho de lote de produção nos custos de estoques e logística:

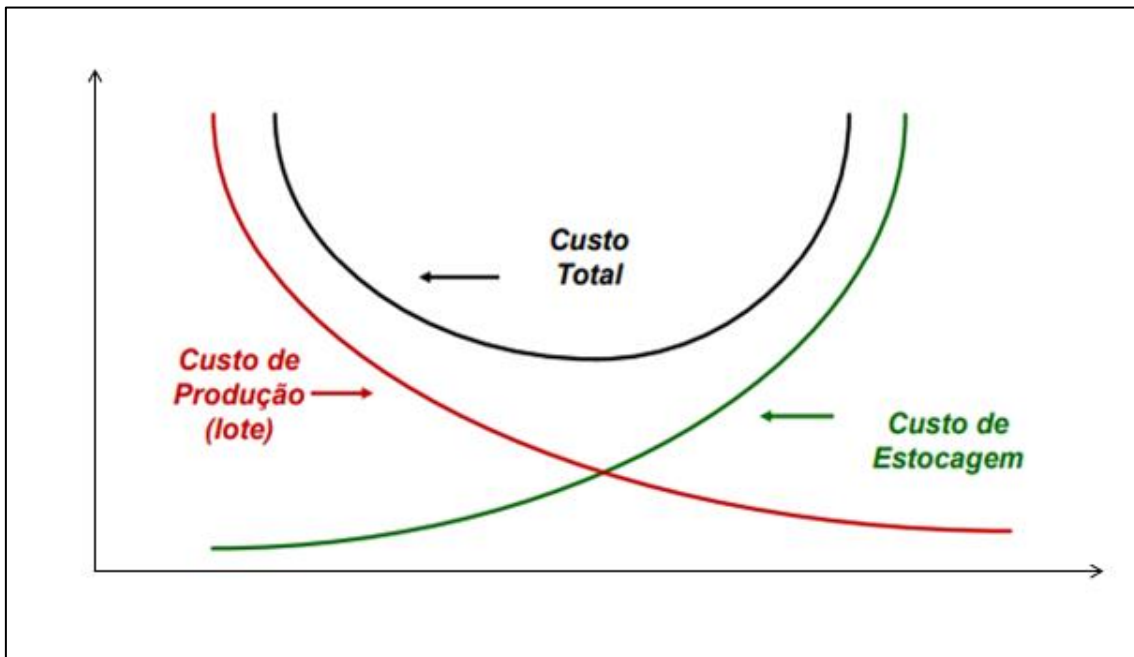


Figura 5: Efeito do tamanho de lote de produção nos custos de estoque e logística

3. METODOLOGIA

A metodologia utilizada para análise da utilização do equipamento foi o estudo de caso, onde através do Diagrama de Pareto e KPIs, foram feitos levantamento dos dados para entender qual a ociosidade real do equipamento, o aumento desses custos e seu impacto nos estoques e qual o valor desse investimento, bem como outros custos envolvidos nesse novo processo. Foram coletadas informações dos estoques e máquinas no sistema da empresa (atualmente a empresa não tem essas informações de capacidade). Os dados foram trabalhados por meio de planilhas em Excel para melhor entendimento das

informações e decisões necessárias abordadas aqui.

Para identificação de qual família de produto poderia ser fabricada nesse equipamento, foi considerado a demanda, quantidade de lotes produzidos por mês e proximidade de formulação com a família B.

Baseado na revisão bibliográfica foram levantadas as informações dos KPIs afim de identificar as métricas utilizadas para avaliar estoque e conjuntamente avaliar nosso atendimento ao cliente. Foram utilizados o Giro de Estoque e CRD (*Customer Request Date*).

Do mesmo modo, foram identificados os custos, segundo o conceito estudado de Lote Econômico de Produção e levantados os dados necessários para cálculo, são eles custos de setup, custo unitário de produção e custo de manutenção de estoque.

4. APLICAÇÃO PRÁTICA

Hoje a empresa está buscando melhorar a utilização dos equipamentos e atendimento às reais necessidades dos clientes.

As informações utilizadas nesse estudo foram fornecidas pela área de planejamento e financeiro da empresa. Usando essas informações, foi possível analisar e calcular os custos referente ao Lote Econômico de Produção da família de produtos A, bem como entender os *setups* e a partir da demanda entender o cenário atual e identificar esses pontos para o cenário futuro.

4.1. Perfil da Empresa e Produtos

O estudo foi realizado em uma multinacional americana que desenvolve adesivos altamente confiáveis, revestimentos, dispositivos de gerenciamento de movimento e tecnologias de sensoriamento por 90 anos. Com uma receita superior a \$880 milhões, a empresa tem mais de 3.000 funcionários em 26 países, opera 16 unidades produtivas e 8 centros de P&D em todo o mundo. A pesquisa foi feita na planta localizada no Brasil, que somente opera a área química.

4.2. Situação Atual

Para buscar os resultados atuais, foram feitas análises na situação da empresa. São análises quanto aos KPIs, nesse estudo utilizado o Giro de Estoque e o CRD em forma de gráficos.

O gráfico de giro de estoque (figura 6) tem como base todos os itens da empresa, sejam eles matérias-primas até produto acabado. O gráfico mostra que nos oito meses pesquisados somente o foi atingida a meta em um mês, isto é, a empresa tem dificuldade em manter o estoque sempre renovado.

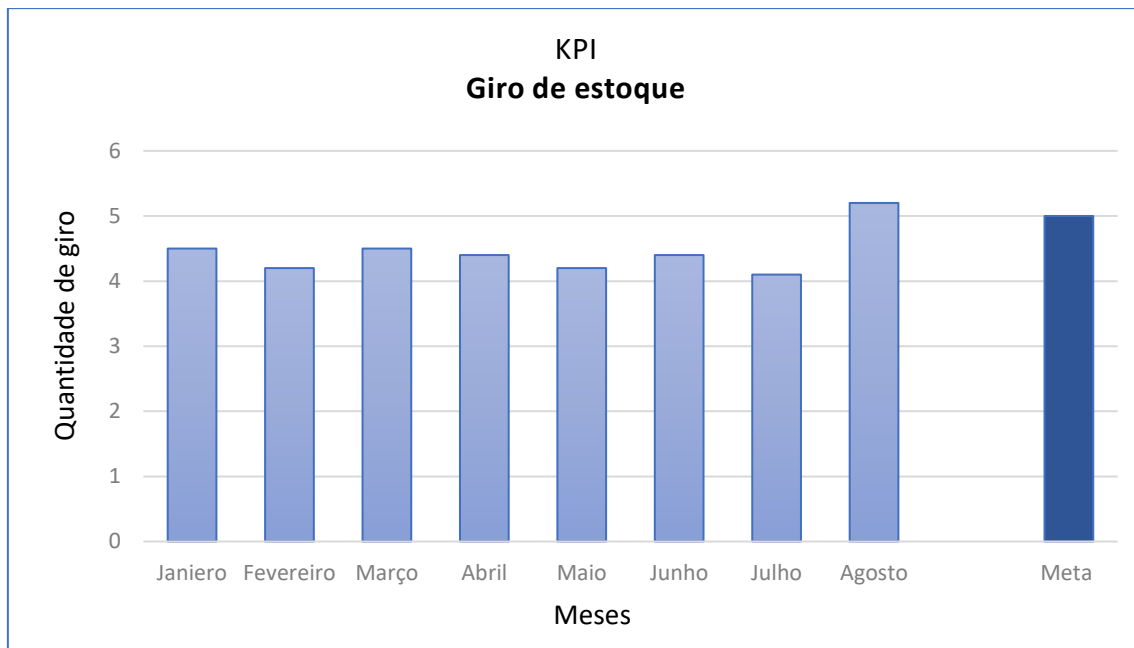


Figura 6: Gráfico do KPI do giro de estoque

Já na figura 7, temos o gráfico do CRD, sigla para *Customer Request Date*, o que significa o atendimento dos pedidos de vendas conforme a data requerida pelo cliente. O gráfico mostra que nenhum mês foi possível atingir a meta, ou seja, também existe uma dificuldade quanto ao nível de serviço de entrega desejado pela empresa.

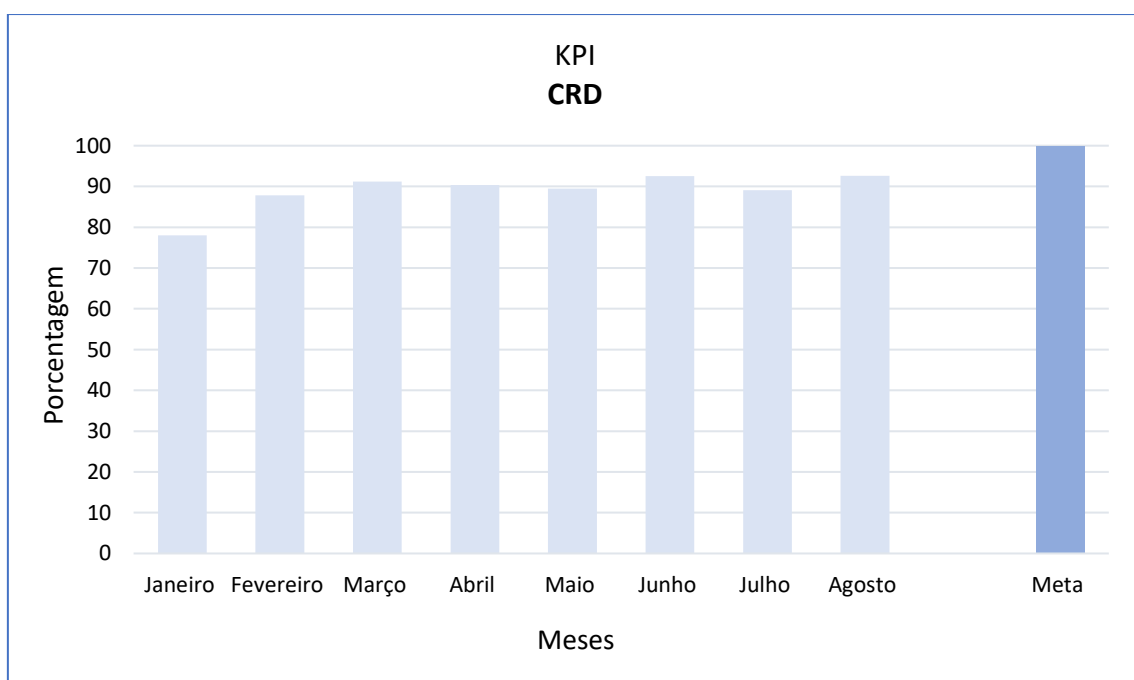


Figura 7: Gráfico do KPI do CRD

Para o estudo, também foi necessário o levantamento das informações quanto a capacidade da fábrica estudada e relação ao volume produzido.

No próximo gráfico é apresentado a capacidade e utilização do equipamento E1.

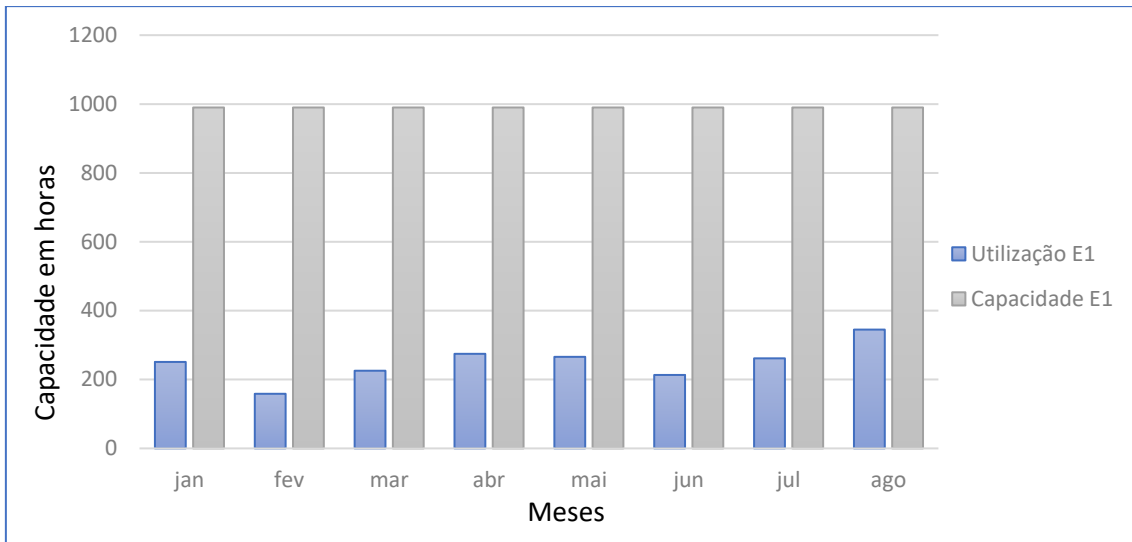


Figura 8: Capacidade do equipamento E1 em relação a sua utilização

No gráfico seguinte é apresentado a capacidade e utilização do equipamento E2.

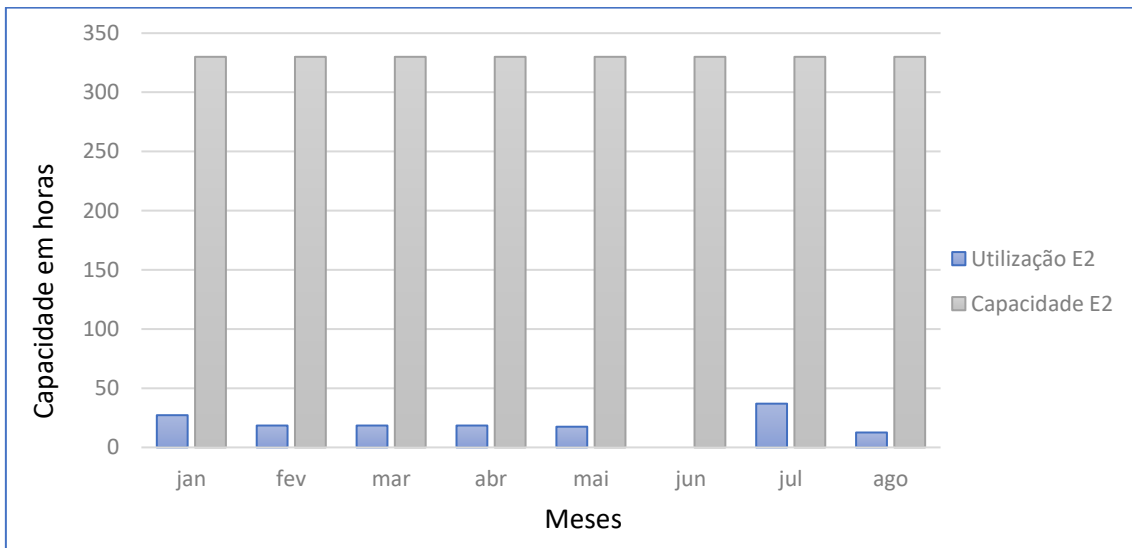


Figura 9: Capacidade do equipamento E2 em relação a sua utilização

A figura 10 indica o gráfico onde, nas colunas em destaque representa a volume da família de produtos A, baseado em quantidades de lotes produzidos de todas as famílias de produtos, onde é justificado como sendo o maior volume para fabricação de lotes maiores.

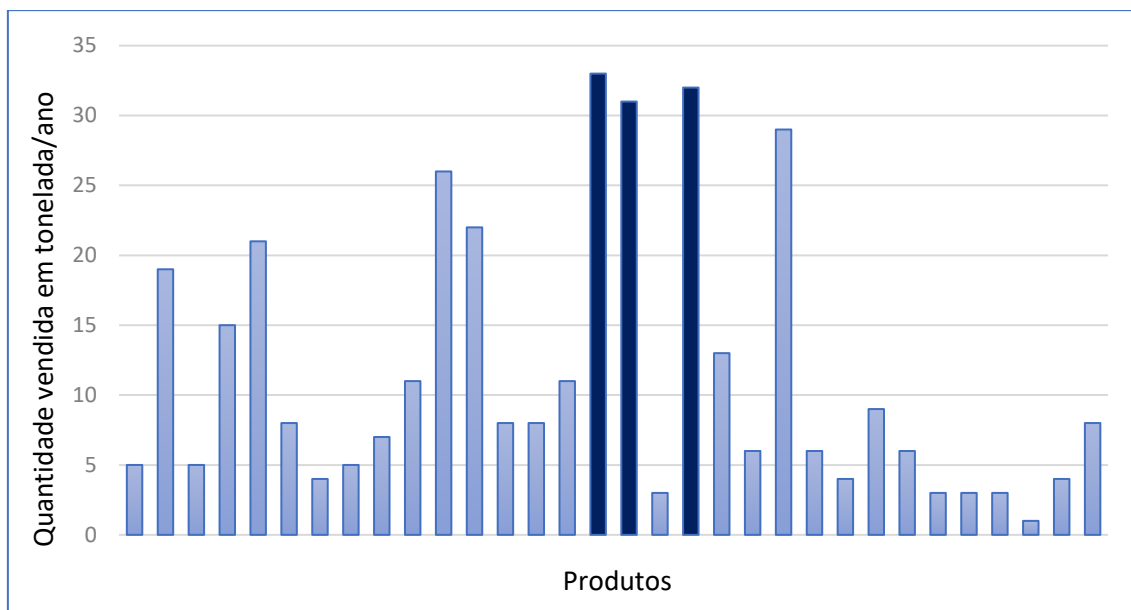


Figura 10: Volume de vendas da família de produtos A

4.3. Resultados

Segundo estudo realizado e as situações analisadas o objetivo foi atingido. Foi possível a revisão dos lotes fabricados para determinar um lote econômico e fundamentado nesse resultado, tomar as decisões dentro do processo atual da empresa conforme apresentado a seguir.

Tamanho de lote Família A	Situação Atual	Situação Futura
Produto 1	6	100
Produto 2	6	100
Produto 3	7	100

Tamanho de lote Família B	Situação Atual	Situação Futura
Produto 1	13	100
Produto 2	17	100
Produto 3	21	100

Figura 11: Revisão dos lotes conforme LEP

Schoeps (1962) esclarece que apesar de as fórmulas oferecidas para o cálculo do lote econômico de produção serem de aplicação simples e rápida, será mais importante a perfeita compreensão de todos os elementos de custos envolvidos direta ou indiretamente na solução do problema. Nesse estudo, o LEP ficou acima do praticado atualmente pela empresa, porém, por ser uma produção química, existe uma restrição de capacidade de fabricação por lote, e isso foi determinante para se chegar no resultado.

Na tabela 12 informa a situação futura obtida quando considerado as restrições dos equipamentos.

Tamanho de lote Família A	Situação Atual	Situação Futura
Produto 1	6	21
Produto 2	6	21
Produto 3	7	19

Tamanho de lote Família B	Situação Atual	Situação Futura
Produto 1	13	13
Produto 2	17	17
Produto 3	21	21

Figura 12: Revisão dos lotes conforme LEP considerando restrições

Para as famílias dos produtos, tanto A quanto B, foram analisadas pelo cálculo do LEP. Na família A foi concluído que ajuste de lote poderá ser feito, sendo considerado uma média de redução de 7 a 12% no custo do produto acabado, resultando em uma redução de aproximadamente R\$166M/ano. Já a família B, a apesar do LEP ficar acima do praticado pela empresa, na situação atual já é utilizado a capacidade total de fabricação por lote.

Do mesmo modo, com essa conclusão, foi identificada uma diminuição da quantidade de horas de *setups* atuais da empresa, conforme apresentado na figura 13 em comparação com os tempos do cenário futuro.

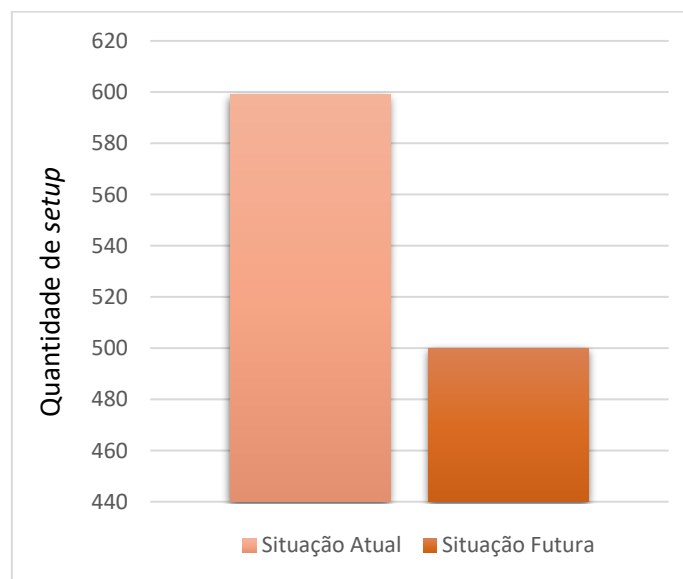


Figura 13: Comparação das horas de *setup* no cenário atual *versus* futuro

Além disso, foi possível observar uma redução de aproximadamente R\$15M/ano de mão de obra, onde essas horas equivalem a um total de 12% de redução de tempo de *setup* nos

equipamentos durante o período estudado. Assim como, há uma redução das quantidades de *setup* realizados nesse período, resultando em 17% no total.

Setup (ano)	Redução	Situação Atual	Situação Futura
Horas	12%	417	368
Quantidade	17%	599	500

Figura 14: Porcentagem de redução dos *setups*

Mão de obra (ano)	Redução	Situação Atual	Situação Futura
Operacional	R\$ 14.770,56	417	368

Figura 15: Redução dos custos operacionais

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Toda esta redução apresentada impacta diretamente nos resultados da empresa, conforme figura 2 explicada, os custos operacionais serão refletidos diretamente no lucro final da empresa.

Hoje a empresa conta com mais 135 SKUs equivalentes aos estudados, baseado nesse trabalho, pretende-se expandir as análises e cálculos para essas outras famílias de produtos, a fim de chegar a um melhor resultado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Corrêa, Henrique L. (1960) *Planejamento, programação e controle de produção: MRP II/ERP: conceitos, uso e implantação: base para SAP, Oracle Applications e outros softwares integrados da gestão* (5ª ed.). Editora Atlas, São Paulo, SP.
- Chopra, Sunil. *Gestão da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operações* (4ª ed.). Editora Pearson Prentice Hall, São Paulo, SP.
- Corrêa, Henrique L. (1960) *Administração de cadeias de suprimentos e logística: o essencial*. Editora Atlas, São Paulo, SP
- Martins, Eliseu. (1945) *Contabilidade de custos* (10ª ed.). Editora Atlas, São Paulo, SP
- Dennis, Pascal. *Produção LEAN simplificada* (2ª ed.). Editora Bookman, Porto Alegre, RS
- Carvalho, Carlos Roberto V. *Dimensionamento de lote de produção em um problema de sequenciamento de uma máquina com tempo de preparação: aplicação a uma indústria química*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, BH.
- Moreira, Daniel. *Administração da produção e operações* (1ª ed.) Editora Saraiva, São Paulo, SP

Bowersox, Donald. *Gestão Logística da Cadeia de Suprimentos*. Editora AMGH.

Schoeps, Wolfgang. *Lote econômico de produção: Conceito e prática*.

Disponível em <<https://rae.fgv.br/rae/vol2-num4-1962/lote-economico-producao-conceito-pratica>>

Resende, Paulo. *Custos Logísticos no Brasil 2017*.

Disponível em <<https://www.fdc.org.br/conhecimento-site/nucleos-de-pesquisa-site/Materiais/pesquisa-custos-logisticos2017.pdf>>