

12

GESTÃO EMPRESARIAL
GESTÃO DA PRODUÇÃO

TEORIA DAS RESTRIÇÕES

12

GESTÃO DA PRODUÇÃO TEORIA DAS RESTRIÇÕES



OBJETIVOS DA UNIDADE DE APRENDIZAGEM

Ao final da UA, o aluno deverá ser capaz de aplicar a Teoria das Restrições em um sistema de produção.



COMPETÊNCIAS

Utilizar os cinco princípios da Teoria das Restrições.



HABILIDADES

Identificar as restrições de um sistema de produção e utilizar a técnica do tambor-pulmão-corda.

APRESENTAÇÃO

Nesta Unidade será abordada a *Theory Of Constraints* – TOC, conhecida como a Teoria das Restrições, que é baseada em princípios lógicos que podem ajudar a identificar e resolver os gargalos, ou restrições, que limitam a performance dos processos, e que têm gerado impacto no alcance das metas nas empresas.

A TOC sugere uma metodologia para planejamento e controle da produção denominada Tambor-Pulmão-Corda - TPC, que vem sendo utilizada com sucesso para alcançar excelentes resultados práticos.

Assim, com mais essas possibilidades, acreditamos que você como futuro gestor estará munido de ferramentas que o ajudarão a alcançar bons resultados empresariais.

Bons estudos!

PARA COMEÇAR

Olá, Pessoal!

Você gosta de caminhadas?

Você anda rápido ou devagar?

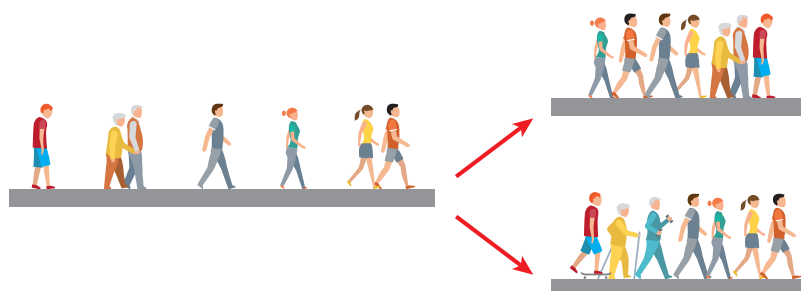
Em um grupo que sai para uma caminhada nem todos andam na mesma velocidade.

Se o grupo quiser que todos cheguem juntos, em qual velocidade o grupo deve caminhar?

A resposta é óbvia: na velocidade do que caminha mais lento.

Esta é a ideia em que se baseia a teoria das restrições.

Figura 1. Pessoas caminhando em velocidades diferentes.



Senão, o que aconteceria?

Os primeiros a chegar teriam que esperar o último.

Então, qual a solução?

Preparar o último para andar mais rápido ou colocá-lo à frente do grupo.



ATENÇÃO

O último é chamado uma restrição do sistema.



CONCEITO

Um sistema de produção deve primeiro procurar melhorar a parte pior do sistema: o gargalo.

É isto que a Teoria das Restrições propõe.

FUNDAMENTOS

1. TEORIA DAS RESTRIÇÕES

A Teoria das Restrições, também muito conhecida por TOC (*Theory of Constraints*) foi criada em 1970 por Eliyahu Goldratt, um físico israelense.

Figura 2. Eliyahu M. Goldratt.

Fonte: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Eliyahu_M._Goldratt_-_photo.jpg (Acesso em 24/06/2015).

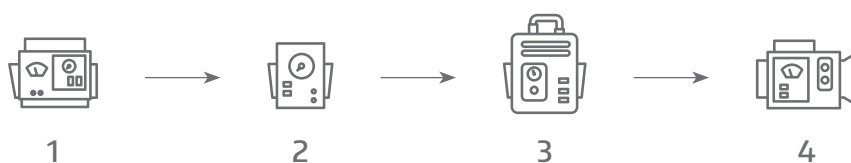


Goldratt escreveu o livro *A Meta*. É um romance onde um gerente de produção está com os pedidos de entrega atrasados. O diretor dá um *ultimatum* a ele para colocar as entregas em dia, senão, a fábrica será fechada. O gerente, com a ajuda de um ex-professor, cria artifícios e consegue melhorar a produtividade da fábrica, coloca os pedidos em dia e ela se salva. Esses artifícios, por ele criados, formarão a base da Teoria das Restrições. Paralelamente, também é tratado problema conjugal ocasionado

pelo excesso de trabalho que o gerente tem, relegando a vida particular ao segundo plano, quase ocasionando um divórcio. O livro também deu origem a um filme, curta-metragem de mesmo título.

A Teoria das Restrições baseia-se no fato de que todo sistema de produção tem um ponto fraco e não adianta melhorar os outros pontos enquanto esse não for melhorado. Seria um desperdício porque o sistema não vai melhorar. Esse ponto fraco é a parte do sistema que possui a capacidade mais baixa e, é ele, que vai determinar a capacidade de todo o sistema. Ele vai comandar o sistema.

Imagine um processo com quatro máquinas e a seguinte sequência de operações:



Se cada operação produzisse 10 peças por hora, a saída do sistema seria 10 peças por hora.

Agora suponha, por algum motivo, que a operação 2 produz 5 peças por hora. Mesmo que a operação 3 tenha capacidade de produzir 10 peças por hora, ela não vai conseguir utilizá-la por que a operação 2 segura o fluxo do processo. Dizemos que a operação 2 é uma restrição do sistema, daí deriva o nome: Teoria das Restrições. Essa restrição transforma este ponto do processo em um gargalo. É nessa operação que se deve concentrar as ações de melhoria do processo. Tentar melhorar os outros é um desperdício.



DICA

As ações de melhoria do processo devem se concentrar nas restrições do sistema de produção.

2. OS CINCO PASSOS DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES

Goldratt (1997) estruturou um método de cinco passos para aplicar a Teoria das Restrições, são eles:

- 1. Identificar as restrições do sistema:** Pode haver mais de uma restrição. São partes do processo que tem menor desempenho que as outras;
- 2. Explorar as restrições do sistema:** Deve-se identificar os motivos pelos quais elas são restrições e tentar melhorar o desempenho delas;

3. **Subordinar tudo à restrição:** Todas as outras partes do processo devem ficar dependentes da restrição e é ela que vai ditar o ritmo do sistema de produção;
4. **Elevar a restrição do sistema:** Se no passo 2 a restrição não for eliminada, deve-se investir nela para melhorá-la; e
5. **Voltar ao passo 1 e encontrar novas restrições:** O ciclo sempre continua, pois sempre haverá uma restrição para ser trabalhada.

Esse método é uma estruturação de situações que sempre ocorreram em sistemas de produção. Entretanto os responsáveis pela produção não refletiam sobre esta questão. O próprio Goldratt (1997) afirma que é somente uma questão de bom senso.

3. TAMBOR - PULMÃO - CORDA

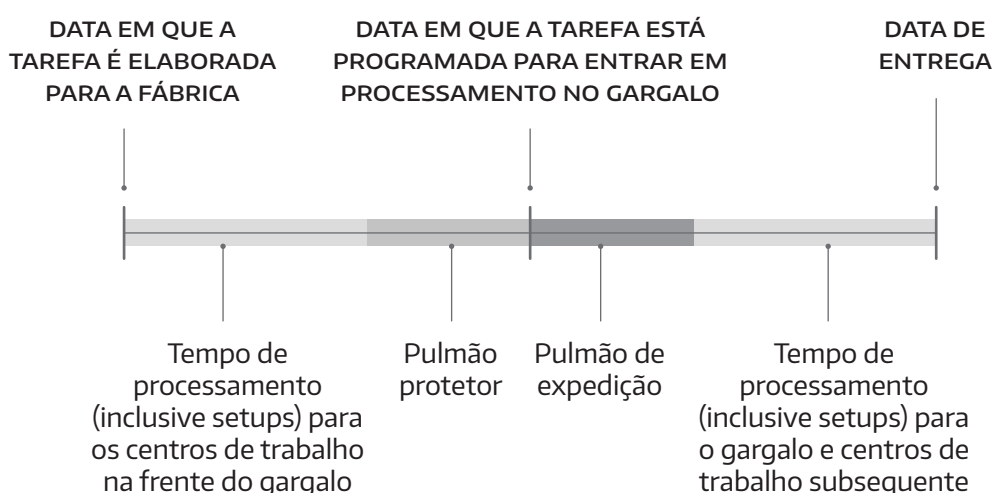
Um método para implementar os cinco passos é o tambor-pulmão-corda. O objetivo é manter o fluxo do processo equilibrado.

A restrição deve trabalhar na sua capacidade máxima. Por essa razão ela dita o ritmo do processo e, por esta razão ela é chamada de **tambor**. Por outro lado, o *input* dela não pode parar, porque haverá um impacto irreversível na produção do sistema. Para garantir este *input*, criam-se os **pulmões**, que são estoques intermediários, pois as operações anteriores às restrições podem, eventualmente, ter uma queda na produtividade. Os pulmões também podem estar depois da restrição e ser gerado por ela para garantir as operações subsequentes.

No entanto, as operações não restritivas não podem se adiantar muito para não gerar excesso de estoques intermediários. Para que isso ocorra, cria-se o conceito de **corda** que segura o fluxo do processo para que as operações não restritivas não se adiantem.

A Figura 3 ilustra a situação:

Figura 3. Relações de tempo no sistema Tambor-Pulmão-Corda
Fonte: Adaptado de NOREEN (1996, p. 35)





LEMBRE-SE

Tambor dita o ritmo do processo.

Pulmão garante o fluxo mínimo do processo.

Corda evita estoques intermediários além do necessário.

Voltando à analogia da caminhada vista no começo da unidade, o tambor é aquele que caminha mais lento. É ele quem determina a velocidade do grupo. O elemento que estiver mais a frente deve ser amarrado com uma corda ao tambor, para que ele não se distancie muito.

O elemento tambor não pode parar de caminhar. Os outros podem parar um pouco. Por exemplo, o primeiro elemento pode ficar longe ou ficar perto do tambor. Se ele ficar um pouco longe, ele pode parar, digamos, por 1 minuto e isto se constitui em um pulmão. Temos aí um pulmão de 1 minuto. O tambor pode ir caminhado até encontrar este elemento que ficou parado. Daí em diante este elemento precisa continuar a caminhar.

4. EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Você algum dia já lavou pratos? Bem, se não lavou então pelo menos já viu alguém lavar.

Vamos imaginar a seguinte operação em um restaurante:

O funcionário A ensaboa os pratos e coloca-os no escorredor 1 para o funcionário B enxaguar.

Depois de enxaguar, o funcionário B coloca-os no escorredor 2 para o funcionário C enxugar. Este, após enxugar, vai empilhando os pratos em uma mesa para o funcionário D guardar no armário.

Observe que temos quatro processos:

1. Ensaboamento;
2. Enxágue;
3. Secagem; e
4. Guarda.

Cada processo tem uma capacidade de processamento de x pratos por unidade de tempo. A tabela 1 mostra o tempo de processamento de um prato em cada processo:

Tabela 1.
Características do sistema de produção de lavagem e guarda de pratos.

PROCESSO	TEMPO DE PROCESSAMENTO POR PRATO (s)	CAPACIDADE (pratos/min)
1	3,5	17,1
2	4,4	13,6
3	4,6	13
4	4,5	13,3

Cada processo tem as seguintes capacidades:

Processo 1 C1 = 17,1 pratos por minuto

Processo 2 C2 = 13,6 pratos por minuto

Processo 3 C3 = 13,0 pratos por minuto

Processo 4 C4 = 13,3 pratos por minuto

Entre os processos existem estoques intermediários.

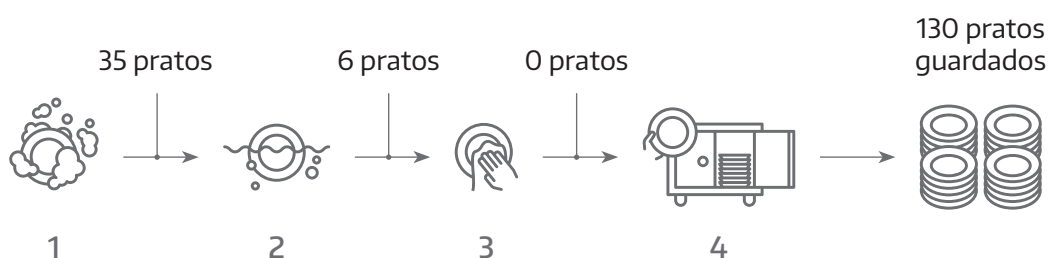
Em 10 minutos de trabalho os estoques serão os seguintes:

- 35 pratos entre os processos 1 e 2
- 6 pratos entre os processos 2 e 3
- nenhum prato entre os processos 3 e 4

A saída do processo será 130 pratos guardados.

A Figura 4 ilustra a situação.

Figura 4. Ilustração do processo.



Utilizando os cinco passos da Teoria das Restrições

Observa-se claramente que o processo 3 é a restrição do sistema.

A capacidade do processo é a capacidade da restrição, portanto, de 13 pratos por minuto.

Para aumentar a capacidade do processo, é necessário aumentar a capacidade da restrição.

- **Passo 1:** Identificar as restrições do sistema: observa-se, claramente, que a restrição é o processo 3;

- **Passo 2:** Explorar as restrições do sistema: treinar o funcionário para enxaguar mais rápido;
- **Passo 3:** Subordinar tudo à restrição: todos os outros processos já estão subordinados ao processo 3;
- **Passo 4:** Elevar a restrição do sistema: se o treinamento do funcionário do processo 3 não surtir efeito, ele deve ser substituído por um profissional mais qualificado. (evidentemente esta função não exige uma qualificação tão grande mas trata-se de uma situação pedagógica.); e
- **Passo 5:** Voltar ao passo 1 e encontrar novas restrições: se o passo 2 ou 4 elevou a capacidade do processo 3 acima de 13,3 pratos por hora, a nova restrição do sistema será o processo 4 e o ciclo se repete.

Utilização da técnica Tambor – Pulmão – Corda

Neste sistema de produção o tambor já foi identificado como o processo 3, que dá o ritmo do processo.

O processo 3 é o único que não pode parar um instante sequer. Os outros processos podem parar certo tempo, de acordo com a capacidade de cada um.

Para que esta parada não prejudique o processo 3, são criados os pulmões.

Os pulmões são estoques intermediários que não podem ser muito grandes porque podem ocasionar outros problemas como prejudicar o arranjo físico ou custos desnecessários.

O processo 2 pode ficar parado no máximo por 28 segundos, porque senão o estoque entre o processo 2 e 3 acaba e o processo 3 é obrigado a parar, prejudicando a capacidade do sistema.

Para que o processo 2 possa parar por 10 minutos, é necessário que haja um estoque de 60 pratos entre os processos 2 e 3. Neste caso dizemos que existe um pulmão de 10 minutos, pois o pulmão é sempre dado em tempo.

Observe que o estoque entre os processos 1 e 2 é de 35 pratos em 10 minutos. É preciso segurar o processo 1 senão este estoque aumenta muito. É neste momento que entram as cordas.

A capacidade do processo 1 pode ser diminuída para no máximo 14 pratos por minuto. Isso vai evitar um estoque muito grande entre os processos 1 e 2. Esse máximo é a corda.

5. OPT - OPTIMIZED PRODUCTION TECHNOLOGY

A teoria das restrições tem uma antecessora: a OPT - *Optimized Production Technology*.

Goldratt (1997) fazia parte de um grupo de pesquisadores israelenses em 1978 chamado: *Optimized Production Technology - OPT*. Essa técnica se

baseia na gestão dos processos a partir dos gargalos. Ela parte do princípio de que o objetivo principal da empresa privada é ganhar dinheiro e estabeleceram os seguintes indicadores para alcançar este objetivo (Correa, 2007).

- **Ganho (throughput):** é o ganho obtido através da venda de seus produtos;
- **Estoque (inventory):** é o dinheiro empregado nos bens que a empresa pretende vender; e
- **Despesas operacionais (operating expenses):** dinheiro que a empresa gasta para transformar estoque em ganho.

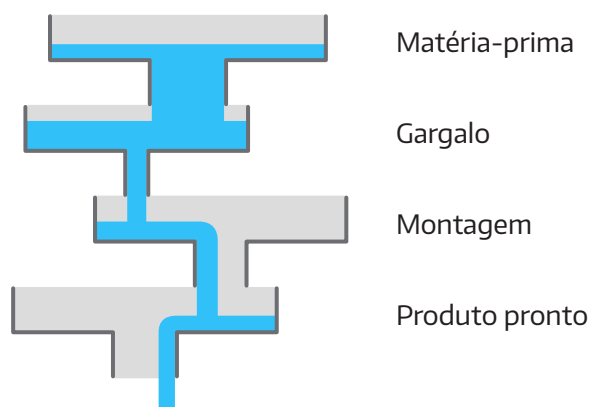
A OPT estabelece nove princípios onde se relaciona os recursos gargalos e os não gargalos.

- **Princípio 1:** balancear o fluxo e não a capacidade Não adianta balancear a capacidade se o fluxo do processo não está sendo adequado. Para balancear o fluxo, é necessário trabalhar no gargalo;
- **Princípio 2:** a utilização de um recurso não gargalo não é determinada por sua disponibilidade, mas por alguma outra restrição do sistema. Em outras palavras, o recurso não gargalo, depende do gargalo;
- **Princípio 3:** utilização e ativação de um recurso não são sinônimos. Suponha que um recurso não gargalo esteja, na sequência do processo antes do gargalo. Se você ativá-lo, o gargalo ficará sobrecarregado, causando estoques intermediários;
- **Princípio 4:** uma hora ganha num recurso-gargalo é uma hora ganha para o sistema global. A capacidade do processo depende do recurso gargalo; portanto, melhorando este recurso, melhora-se a capacidade;
- **Princípio 5:** uma hora ganha num recurso não gargalo é nada, é uma ilusão. Melhorando um recurso não gargalo, se não estiver associado a melhora do gargalo, de nada adiantará para o processo, ao contrário, pode causar estoques desnecessários;
- **Princípio 6:** o lote de transferência não pode ser e, frequentemente não deveria ser, igual ao lote de processamento. O lote de transferência é uma parte do lote de processamento. O lote de processamento é o tamanho do lote que vai ser processado num recurso antes que este esteja reprocessado para processamento de outro item. O lote de transferência é o tamanho do lote que vai ser transferido para as próximas operações. No OPT estes lotes não precisam, necessariamente, ser iguais, quantidades de material processado

- podem ser transferidas para uma operação posterior mesmo que todo o material do lote de processamento esteja processado;
- **Princípio 7:** o lote de processamento deve ser variável e não fixo. O lote de processamento é variável porque ele é uma função da situação da fábrica e pode variar de operação para operação;
 - **Princípio 8:** os gargalos definem o fluxo do sistema e os estoques. Como o gargalo define o fluxo do processo, este não pode parar por motivos que não sejam dele próprio. Desta forma, como problemas podem ocorrer antes do gargalo, ele recebe um estoque de segurança, assim ele tem produto para ser processado caso haja uma parada em sua alimentação;
 - **Princípio 9:** a programação de atividades e a capacidade produtiva devem ser consideradas simultaneamente e não sequencialmente. Os *lead-times* são resultados da programação e não podem ser assumidos a priori. Em outras palavras, a OPT se opõe à MRP por trabalhar mais de acordo com a realidade do processo.

A Figura 5 mostra um esquema ilustrativo de um gargalo.

Figura 5. Uma analogia para a TOC.



Observe o seguinte: chega matéria prima numa quantidade que o gargalo não pode absorver e isto gera estoque antes do gargalo. A montagem não é abastecida por completo por causa do gargalo e assim, ela tem um grau de ociosidade. Este fato reflete na saída do produto pronto.

Tendo visto tudo isto fica claro uma coisa:



DICA

Não adianta investir em não gargalos: o sistema não ganhará nada com isto.



ANTENA PARABÓLICA

Assita ao vídeo do evento *TOC DAY*, o endereço encontra-se disponível na seção Navegando por aí. Lá você verá vários empresários e executivos dando depoimentos do que eles acham da Teoria das Restrições e seus benefícios.

Assista também aos vídeos sobre a importância da Teoria das Restrições, cujos endereços também estão naquela seção, com certeza, todos agregarão valor em seus conhecimentos.



E AGORA, JOSÉ?

Você viu nesta Unidade como um processo pode ser melhorado através da Teoria das Restrições, bem como o método dos cinco passos para encontrar e melhorar as restrições.

A técnica do tambor-pulmão-corda ajuda a estabilizar o processo enquanto a restrição não é melhorada.

Nas Unidades anteriores e nas próximas, tudo o que falamos e falaremos sobre sistemas de produção, a restrição estará sempre presente e sempre estará embutida a ideia de melhorá-la.

Na próxima Unidade, você estudará Gestão de Estoques, um importante tópico da Gestão da Produção.

Até lá.

GLOSSÁRIO

operações não restritivas: são operações que não são restrições.

REFERÊNCIAS

CORREA, H. L.; CORREA, C. A. **Administração de Produção e Operações.** São Paulo: Atlas, 2007.

GOLDRATT, E. M.; COX. J. **A Meta.** São Paulo: Educator, 1997.

NOREEN, E. W. **A Teoria das Restrições e suas implicações na contabilidade gerencial: um relatório independente.** São Paulo: Educator, 1996.