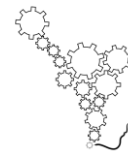




www.relainep.ufpr.br



A THEORETICAL-CONCEPTUAL REVIEW ON THEORY OF RESTRICTIONS

UMA REVISÃO TEÓRICO-CONCEITUAL SOBRE A TEORIA DAS RESTRIÇÕES

João V. Bonara¹✉, Danilo A. Dias¹, Lucas S. Franciscato¹, Ivan Correr¹, Vanessa M. R. Munno¹

¹Faculdade Integrada Einstein de Limeira, Limeira, São Paulo/SP, Brasil

✉ joaobonora04@hotmail.com

Recebido: 29 dezembro 2020 / Aceito: 27 abril 2021 / Publicado: 28 junho 2021

ABSTRACT.

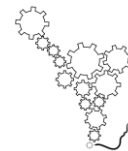
Faced with an increasingly competitive scenario, decision making is a daily and continuous need for entrepreneurs, managers and leaders. In this sense, the Theory of Constraints (TOC) contributes in a simple, logical and objective way, from the first presentations of its applicability. In the same way, other philosophies like DMAIC, JIT and Lean, also contributed to the improvement of the processes and in the decision making. In this sense, this article presents a theoretical-conceptual research on the Theory of Constraints, including the reasoning process, CPT and critical current, comparing it with other philosophies. As a result, TOC proved to be broad, complete and adaptable, which will be essential for organizations that seek agility in their processes, in order to adapt to market demands, aiming to increase their productivity and profit, in order to attract new ones. customers, increasingly seeking to focus on their operations.

Keywords: Theory of Constraints, DMAIC, Lean, JIT, theoretical-conceptual research.

RESUMO.

Diante de um cenário cada vez mais competitivo, a tomada de decisão é uma necessidade diária e contínua para empresários, empreendedores, gestores e líderes. Neste sentido, a Teoria das Restrições (TOC) contribui de maneira simples, lógica e objetiva, desde as primeiras apresentações de sua aplicabilidade. Da mesma maneira, outras filosofias como DMAIC, JIT e Lean, também contribuíram para a melhoria dos processos e na tomada de decisão. Neste sentido, o presente artigo, apresenta uma pesquisa teórico-conceitual sobre a Teoria das Restrições, incluindo o processo de raciocínio, TPC e corrente crítica, comparando com outras filosofias. Como resultado, a TOC mostrou-se ampla, completa e adaptável, o que será imprescindível para as organizações que buscam agilidade em seus processos, para adaptarem-se as demandas do mercado, visando aumentar sua produtividade e seu lucro, de maneira a atrair novos clientes, buscando cada vez mais o foco em suas operações.

Palavras-chave: Teoria das Restrições, DMAIC, Lean, JIT, pesquisa teórico-conceitual.



1 INTRODUÇÃO

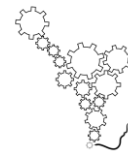
O cenário industrial encontra-se cada vez mais competitivo, não havendo espaço para gestores e tomadores de decisão limitados a um conhecimento específico, tendo a missão de serem ágeis e precisos para garantir a sobrevivência de suas organizações nesse momento único de pandemia mundial e após ele, reestabelecer as indústrias nacionais do que pode vir a ser a maior recessão econômica da história do Brasil.

Goldratt (1984) apresentou uma filosofia gerencial com base em uma visão holística da organização em resposta ao *Just in Time*, a Teoria das Restrições (TOC – *Theory of Constraints*), buscando identificar e elevar as restrições, focando nas atividades realmente importantes.

Goldratt (1994) introduziu o conceito complementar da TOC, o processo de raciocínio, permitindo as organizações resolver seus problemas de forma independente, a partir do tipo de suas restrições. O autor compreendeu que cada organização possui sua própria cultura e com isso a questiona em três pontos, “O que mudar?”, “Para o que mudar?” e “Como provocar a mudança?”, estipulando um ciclo para obtenção da melhoria contínua.

Em suas obras Goldratt (1984; 1990; 1994) emprega com a TOC, para o controle da produção, a lógica denominada “tambor-pulmão-corda”, a TPC, onde os “tambores”, recursos com restrições de capacidade (RRC’s), ditam o ritmo de produção, com um estoque de proteção, o pulmão, seguindo um fluxo de produção, a corda. A TOC também possui uma vertente para os ambientes de multi projetos, a Corrente Crítica ou *Critical Chain Project Management* (CCPM), uma vez que os projetos não têm clareza das prioridades, estabelecendo assim, um caminho crítico para o processo, com o intuito de evitar atrasos nos prazos por maus hábitos organizacionais.

Desta maneira, o objetivo desta pesquisa é apresentar diversas abordagens sobre a Teoria das restrições, e a sua influência nos modelos de gestão e de tomada de decisão. Analisando de forma comparativa a TOC com JIT e *Lean*, por exemplo.



1.1 REFERENCIAL TEÓRICO

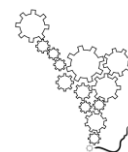
1.1.1 Teoria das Restrições (TOC)

Goldratt (1984) apresentou ao mundo a Teoria das Restrições (TOC – *Theory of Constraints*), uma filosofia gerencial de trabalho, em resposta ao crescimento dos Tigres Asiáticos no Ocidente na década de 70. O físico israelense, inserido no meio logístico e produtivo, evidenciou soluções para diversos problemas fabris, ao ver que as fábricas, segundo ele, não seguiam um método lógico. Ele explicitou sua metodologia em um livro, “A Meta”, romance que estabeleceria seu prestígio e adoção dos conceitos por diversas organizações.

Segundo Rozenfeld (2001), a TOC se trata de uma abordagem sistêmica a nível gerencial, ou seja, gira em torno da ideia de que se deve observar uma empresa holisticamente e se ter uma imagem única de todos os elementos, evidenciando que todos os processos estão ligados e possuem suas dependências. Com isso é necessário deixar o conceito de contabilidade de custo para se alinhar contabilidade gerencial com a de ganho, aperfeiçoando processos, reduzindo custos e ampliando competitividade.

Goldratt (1984) elucida essas conexões como elos de uma corrente, na qual existe o elo mais forte e o elo mais fraco, sendo o mais fraco qualquer coisa que impeça ou diminua a eficiência de um processo, fazendo com que não flua de acordo com a meta estabelecida, denominado restrição, comumente chamada de gargalo. São as restrições quem estabelece a capacidade do processo como um todo, pois possuem potencial inferior a sua demanda no ambiente, caso não existissem restrições, haveria um índice infinito de produtividade.

Ao focar na solução dos problemas no gargalo, a empresa consegue reduzir de maneira geral o set-up e o lead-time de produção, demonstrando que a filosofia de Goldratt (1984) complementa a metodologia da Troca Rápida de Ferramentas (TRF) de Shingo (2000), priorizando o que realmente importa ao não deixar o recurso restritivo ou aquilo por ele gerado parar, apresentando grandes mudanças em relação ao *Just in Time* (JIT), metodologia mais adotada na época.



1.1.2 Processos de raciocínio

As empresas conseguiram seguindo os métodos da TOC o aumento de sua capacidade produtiva, porém, após certo período os conceitos básicos do sistema não mantinham a organização em melhoria contínua e ela estagnava. Segundo Goldratt (1990) isso ocorreu devido ao entendimento incompleto da TOC, levando em consideração somente os problemas logísticos de produção explanados no livro “A Meta”. Por sua vez, Goldratt escreveu outro livro em 1994 “Mais que sorte... um processo de raciocínio” ao mesmo estilo do antecessor, mas dessa vez apresentando ao mundo seus processos de raciocínio, com o intuito de fazer as empresas resolverem seus próprios problemas e assim melhorarem continuamente. A complementação da teoria segundo Goldratt (1994) baseia-se fundamentalmente em três restrições, como no QUADRO 1.

QUADRO 1 - Restrições

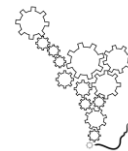
Processos de raciocínio - restrições	
Restrição de Capacidade	Gargalo
Restrição Direta	Quando mesma organização produz produtos concorrentes
Restrição Indireta	Fatores externos a organização, como a política nacional e variação da demanda do mercado

Fonte: Elaborado pelos autores

A sistemática do Processo de Raciocínio consiste num conjunto de cinco árvores, que por meio da lógica de causa e efeito – método socrático – procura determinar as causas dos problemas, assim como a busca e implantação de novas soluções (COGAN, 2007). Estas ferramentas podem ser utilizadas individualmente ou ser interligadas logicamente (COX III; SPENCER, 2002).

A TOC tem em vista que cada empresa possui sua própria cultura e Goldratt (1984) questiona em três pontos, “O que mudar?”, “Para o que mudar?” e “Como provocar a mudança?”.

Quanto à primeira questão (O que mudar?), Goldratt (1994) explicita que mesmo em um contexto amplo é sempre possível à realização da Árvore da Realidade Atual (ARA), onde uma entrada permite a existência dos efeitos indesejáveis (EIs), ou seja, o problema-raiz ou restrição do sistema, onde a organização deve focar suas ações.



Toda melhoria feita em um recurso ou processo que não seja na restrição não aumentará a eficiência do sistema, portanto, os primeiros esforços devem ser sempre direcionados ao gargalo, invés de questões laterais (MOSS, 2007). A partir da ARA consegue-se, de acordo com o QUADRO 2, atender os seguintes objetivos:

QUADRO 2 – Árvore de Realidade Atual

Árvore da Realidade Atual - Objetivos
<ul style="list-style-type: none">· Promover as bases para entendimento de sistemas complexos;· Identificar Efeitos Indesejáveis (EI) apresentados pelo sistema;· Relacionar EI's com as Causas-Raiz (CR) por meio de cadeias lógicas de causa e efeito;· Identificar, quando possível, um Problema Raiz (PR) que eventualmente produza 70% ou mais dos sistemas EI's;· Identificar as restrições que precisam ser estudados para obter-se o melhoramento máximo do sistema.

Fonte: Adaptado de Dettmer (1997)

De acordo com Dettmer (1997), na segunda questão (Para o que mudar?) o Diagrama de Resoluções de Conflitos (DRC) ou Dispersão de Nuvem é utilizado para identificar a principal restrição no sistema segundo QUADRO 3, com os seguintes passos:

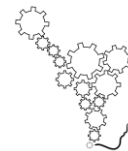
QUADRO 3 - Passos do Diagrama de Resoluções de Conflitos

Passos para identificar principal restrição
<ol style="list-style-type: none">1. Confirmar que o conflito existe;2. Identificar o conflito que perpetua o problema maior;3. Resolver o conflito;4. Criar soluções que ambos os lados ganhem.

Fonte: Adaptado de Dettmer (1997)

Em seguida com a Árvore da Realidade Futura (ARF) é possível transformar os resultados indesejáveis em desejáveis segundo Dettmer (1997), conforme QUADRO 4.

QUADRO 4 – Árvore da Realidade Futura

**Transformando resultados indesejáveis em desejáveis**

- Testar efetivamente as novas ideias antes de se comprometer recursos;
- Determinar se o sistema proposto produzirá os resultados esperados, sem provocar outros problemas;
- Revelar onde as mudanças propostas criarão problemas ao resolverem novos problemas;
- Disponibilizar meios de acesso aos impactos das decisões no sistema como um todo;
- Disponibilizar uma ferramenta de persuasão para os tomadores de decisão sustentarem suas propostas de ação;
- Servir como ferramenta de entrada no processo de planejamento.

Fonte: Adaptado de Dettmer (1997)

Para a última questão (Como provocar a mudança?) Dettmer (1997) expõe o intuito de gerar planos necessários à mudança a partir da Árvore de Pré-requisitos (APR), como no QUADRO 5.

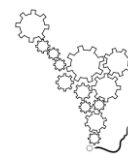
QUADRO 5 - Árvore de Pré-requisitos

Provocando mudanças com APR

- Prevenção de obstáculos que impeçam um determinado curso de ação, objetivo ou injeção;
- Formas de neutralizar e superar obstáculos de um determinado curso de ação, objetivo ou injeção;
- Identificação de uma sequência de ações requeridas para um determinado curso;
- Elo entre a proposta da ARF, que apresenta as soluções futuras, com a árvore de transição, que apresenta o plano de ação, no tempo.

Fonte: Adaptado de Dettmer (1997)

Para Dettmer (1997) também se utiliza a Árvore de Transição (AT) para criação de planos, diagrama lógico onde os objetivos intermediários são estabelecidos para o alcance da ARF, conforme QUADRO 6.



QUADRO 6 - Árvore da Transição

Objetivos intermediários com AT
<ul style="list-style-type: none">· Apresentação de método passo a passo para implementação da ARF;· Ferramenta de comunicação para as razões da ação;· Execução das injeções desenvolvidas no DRC ou na ARF, para atender aos objetivos intermediários na árvore de pré-requisitos;· Prevenir o surgimento de efeitos indesejáveis (EI's) na ação de implementação.

Fonte: Adaptado de Dettmer (1997)

Com isso pode-se conferir que os processos de raciocínio auxiliam significativamente no diagnóstico de problemas e nas injeções necessárias para suas soluções. Para Cogan (2007) um grande benefício do processo de raciocínio é que ele fornece as habilidades apropriadas para reconhecer as mudanças de paradigmas que ocorrem com a mudança dos tempos, enquanto as regras e os pressupostos permanecem.

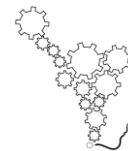
De acordo com Goldratt (1994) a TOC disponibiliza cinco passos para sanar as restrições existentes:

1. Identificar a restrição;
2. Decidir como explorar a restrição;
3. Subordinar e sincronizar as ações à decisão de como explorar este fator;
4. Aumentar o desempenho da restrição;
5. Verificar se a restrição evidenciada foi alterada e refazer os passos.

Estes passos podem ser aplicados em qualquer tipo de problema que envolva alguma restrição, mostrando-se extremamente eficiente na solução das dificuldades encontradas. Goldratt (1994) ressalta que o fluxo pode e deve ser seguido quantas vezes forem necessárias, até se alcançar um resultado satisfatório.

1.1.3 Tambor-pulmão-corda

Outro ponto salientado pela TOC é a metodologia de controle de produção denominada “tambor-pulmão-corda” ou TPC, também podendo ser chamada por DBR,

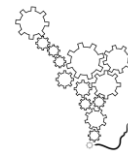


“*drum-buffer-rope*”. Esta lógica evidenciada por Goldratt (1990) implica que há poucos recursos com restrições de capacidade (RRC’s) que ditam o ritmo da produtividade, chamados “tambores”. Para que não haja uma parada proveniente deste recurso, cria-se a sua frente um estoque excedente para garantir seu funcionamento, chamado de “pulmão”. Há três tipos de pulmões, o “Pulmão de recurso”, que protege as restrições de recurso, para que não haja interrupções de trabalho, o “Pulmão de mercado ou expedição”, para haver a garantia de que sempre serão cumpridos os prazos estabelecidos e o “Pulmão de montagem”, que evita que peças provenientes de um recurso restritivo fiquem em uma operação de montagem aguardando por recursos de outro processo em que não há restrições.

Já a “corda” para Goldratt (1990) é o processo de ligação entre o recurso restritivo e a operação inicial, sendo o tamanho dela dito como o tempo necessário para se manter o pulmão cheio, adicionado do tempo de processamento até a chegada ao pulmão. Se a capacidade do gargalo aumenta, os processos ligados a ele também terão sua capacidade aumentada, e se a capacidade do gargalo diminui, ocorrerá o mesmo com seus dependentes. A utilização deste recurso auxilia o controle do fluxo de materiais, evitando o desperdício em estoques desnecessários e de tempo em processos com grande capacidade produtiva, facilitando o planejamento correto para atender as restrições do tambor e a demanda.

Goldratt (1990) destaca, enfim, que o sucesso da Teoria das Restrições depende de três fatores fundamentais:

- Perseverança da diretoria para a implantação de uma nova filosofia que tenha sucesso e gere bons resultados à empresa;
- Boa instrução à parte estratégica da equipe para que tenham novos paradigmas e seu pensamento direcionado à priorização da produtividade, pontualidade e lucro;
- Utilizar um sistema de planejamento, programação e controle da produção adequado para determinar as capacidades e cargas para se obter uma produção sincronizada.

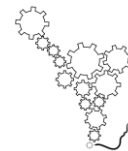


1.1.4 Corrente crítica

No ambiente multi projeto, o fator limitante dos recursos se torna a execução de diversas tarefas não sincronizadas potencializadas a uma falta de clareza sobre as prioridades. Nesse cenário torna-se útil a ferramenta Corrente Crítica ou CCPM (*Critical Chain Project Management*), uma abordagem gerencial que visa à melhoria do desempenho do planejamento para reduzir o prazo de entrega e exterminar causas de atrasos, muito associadas a maus hábitos organizacionais, como as teorias “Síndrome do estudante”, ditada pelo início de uma tarefa apenas quando esta se torna urgente, e a “Lei de Parkinson”, explanando que o trabalho se expande para preencher todo o tempo disponível, não havendo preocupações para reduzir a duração se houver a possibilidade, gastando-se o resto do tempo, caso a tarefa já esteja concluída, “terminando de completá-la”. Há também os prazos superestimados, que ocorrem devido à inserção de segurança no projeto, sendo quanto mais experiente o recurso, maior a segurança inserida, e multiplicando a segurança de todas as tarefas, tem-se um aumento desnecessário do tempo total de realização do projeto (JIN et. al 2009).

Para Jin et. al (2009) os desperdícios da folga nos caminhos da rede também são importantes causas dos atrasos nos projetos, podendo ser em situações de caminhos sequenciais, em que mesmo com a tarefa antecessora acabando antes do prazo, a seguinte não é iniciada, pois este término antes do tempo não é informado, fazendo com que esta próxima seja iniciada apenas no momento previsto, não aproveitando o adiantamento.

Conforme Jin et. al (2009) a corrente crítica sugere uma estimativa agressiva, mas não impossível de ser realizada, visando à diminuição dos prazos supérfluos. Esta estimativa prevê uma redução de mais de 50% do prazo original em alguns dos casos. Para que haja a redução na estimativa de cada tarefa do cronograma, propõe-se que seja diminuída a segurança, o que pode aumentar a vulnerabilidade quanto a possíveis atrasos decorrentes de mudanças e incertezas, com parte da segurança removida sendo colocada em “pulmões” individuais ao final de cada caminho de rede. A redução da multitarefa também é sugerida, com a eliminação da contenção de recursos durante o desenvolvimento do diagrama de rede, tendo em vista de que a corrente crítica é definida como o maior caminho através da rede, considerando as dependências de atividades e recursos. A CCPM utiliza a data mais tarde de início para todos os caminhos de projeto, e com isso reduz os impactos de mudanças em trabalhos já realizados, evita investimentos antes do momento necessário e diminui a perda de foco ao iniciar várias atividades ao mesmo tempo.



1.1.5 Lean manufacturing

A manufatura enxuta tem se tornado ao longo dos anos uma filosofia muito difundida e taxada como uma das mais vantajosas. O melhor exemplo é o Sistema Toyota de Produção (*Toyota Production System – STP*), proveniente de estudos sobre a indústria automobilística. O sucesso da indústria japonesa foi evidenciado em relação à sua produtividade, qualidade e desenvolvimento dos produtos. Segundo Ohno (1997) tudo isso foi possível graças aos dois pilares do STP: a autonomação, que é entendido como dar autonomia às pessoas e equipamentos para tomar as decisões necessárias, além do JIT, altamente difundido nas empresas. Para Liker e Meier (2007) os 4P's da produção enxuta explicam o pensamento *Lean* ou “*Lean Thinking*”, conforme QUADRO 7.

QUADRO 7 - *Lean Thinking*

4P's da produção	
Perfil	Filosofia de agregar valor aos clientes, comunidade e trabalhadores
Processos	Execução correta dos processos, em busca dos resultados corretos
Pessoas/Parceiros	Desafiar e evoluir colaboradores
Procedimentos	Estabelecer procedimentos que resolvam os problemas em busca da melhoria contínua

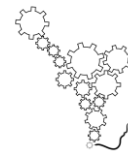
Fonte: Adaptado de Liker e Meier (2007)

Para Hopp e Spearman (2004) *Lean Production* é um sistema de produção integrado que utiliza o mínimo do estoque com baixos custos.

Estudo de revisão dos principais autores feito por Pettersen (2009) aponta *Lean* como uma filosofia contendo os conceitos JIT, Redução de Recursos, Estratégias de Melhoria e Controle de Defeitos.

1.1.6 Seis sigma

Outro tema de bastante sucesso nas últimas décadas é a metodologia Seis Sigma, que tem sua origem incerta, dizendo Sharma (2003) ser Mikel Harry nos meados de 80 o criador



do conceito, enquanto Pirasteh & Fox (2011) apontam Bob Galvin (presidente da Motorola na época) e Bill Smith, um engenheiro, como criadores.

O conceito se trata da busca pelo zero defeito, de maneira a usar o valor do sigma como medida padrão para Gestão da Qualidade, sendo para Trad e Maximiano (2009) um valor baixo do desvio padrão indicativo de processo uniforme, menos variável e sem riscos. Santos (2006) apontou em estudos que, empresas que utilizam da metodologia possuem um desempenho melhor.

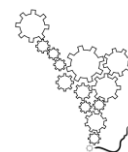
Conforme Bendell (2006) os modelos mais utilizados são o DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve e Control*) e o DMADV (*Define, Measure, Analyze, Design e Verify*), sendo o DMAIC usado para processos já existentes, enquanto DMADV é utilizado para novas implantações ou quando o valor do sigma está alto, em torno de cinco sigmas.

2 MÉTODO

Segundo Miguel (2007), um estudo teórico-conceitual apresenta uma discussão sobre a leitura, assim como a contribuição tórica sobre um tema. Esta abordagem conceitual pode ser realizada de modo a apresentar distintas visões sobre um mesmo tema.

Neste sentido, o presente artigo foi realizado seguindo um sequenciamento de atividades.

- Busca inicial pela fundamentação teórica da Teoria das restrições
- Principais palavras chave: TOC, restrições, teoria das restrições
- Leitura dos artigos que são compatíveis com o escopo da pesquisa (resumo)
- Busca por artigos que abordaram a TOC de maneira comparativa com outras metodologias
- Resumo dos artigos selecionados como base da pesquisa



3 DISCUSSÃO

O presente artigo elucida as capacidades da Teoria das Restrições a colocando de encontro com as metodologias *Just in Time*, *Lean Manufacturing* e Seis Sigma.

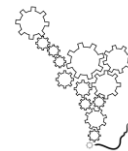
Conforme o QUADRO 8, a TOC surge em contraponto ao JIT, instituído pela Toyota Motor Company durante a década de 70.

QUADRO 8 - Diferenças entre Teoria das restrições e *Just in Time*

	TOC	JIT
Sistema produtivo	Fluxo contínuo de produção Foco na restrição	Produção por Kanban Foco em todas as atividades
Estoque	Reduzido	Produção em estoque
Espaço físico	Grande espaço disponível dentro da planta	Pouco espaço disponível dentro da planta
Flexibilidade	Organização flexível	Organização pouco flexível
Planejamento	Ágil, completo e rígido	menos ágil e menos completo

Fonte: Adaptado de Ohno (1997)

Em comparação direta a outro conceito, Dettmer (1997) sugere que um modelo híbrido entre Lean e TOC é mais completo e menos complexo, apresentando algumas similaridades entre os conceitos, conforme QUADRO 9.

QUADRO 9 - Similaridades entre TOC e *Lean*

Similaridades
<ul style="list-style-type: none">· Busca pelo aumento dos lucros;· Qualidade de maneira essencial;· Fluxo contínuo de trabalho;· Melhor capacidade produtiva;· Diminuição da quantidade de estoques.

Fonte: Adaptado de Dettmer (1997)

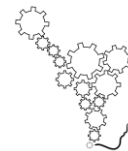
No entanto Dettmer (2001) também aponta incongruências, tal qual a redução dos custos fixos e variáveis pelo *Lean*, reduzindo variabilidade, enquanto a TOC limita redução de custo, mas não a de ganho, aceitando variabilidade.

Em comparativa com o Seis Sigma, a TOC, para Husby (2007), é capaz de completá-la, incrementando uma visão sistêmica e integração dos colaboradores para entendimento do desempenho global do sistema.

Para Jin et al. (2009) o Seis Sigma foca no cliente e a TOC na empresa, porém ambos vêm sendo utilizado em conjunto atualmente, já que enquanto o Seis Sigma exige solução em profundidade, a TOC revela e eleva os gargalos.

Para Nave (2002) a melhor combinação é a utilização da TOC para identificar e priorizar o gargalo, enquanto o Seis sigma serve para reduzir sua variação ou resolver o problema de uma vez.

Para Ehie & Sheu (2005) uma combinação simultânea do DMAIC com os cinco passos da TOC seria a melhor forma.



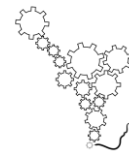
4 CONCLUSÃO

Goldratt apresentou para as organizações como a importância igualmente distribuída em todas as suas operações é ilógico, necessitando na verdade, identificar e priorizar o andamento dos procedimentos que sofrem de restrições, de modo a estabelecer um ciclo de cinco passos que virá a identificar a restrição, decidir como explorá-la, subordiná-la e sincronizá-la às ações de como explorá-la, aumentando assim seu desempenho para alavancá-la e recomençar o ciclo com uma nova restrição principal, em busca da melhoria contínua.

Para tal feito, a organização necessita ser altamente flexível, podendo e devendo reiniciar sua linha de produção sempre que preciso, além de estipular um estoque mínimo de segurança e limitação do volume de matéria-prima a ser liberada para a produção. Em comparação direta com o JIT a TOC é um conceito mais amplo e flexível, fazendo da agilidade encontrada na sua tomada de decisão incrivelmente superior, reformulando estratégias e/ou layout organizacional em horas ou dias, ao passo que o outro sistema leva meses para alcançar. Essas observações fazem da TOC preferida não só por autores, como pelos gestores das organizações pelo mundo.

É um equívoco pensar que algum método ou filosofia deve ser utilizado apenas em sua forma mais pura e sem nenhum ponto de influência diferente desta. A integração de diversos modelos é um interessante caminho para se extrair o melhor de cada um deles e moldar o ideal para cada situação. Em relação ao *Lean*, conclui-se que a TOC se sobressai, devendo ser tratada como uma base, de maneira a guiá-lo para seus objetivos, priorizando os esforços nos processos que acarretarão na satisfação do desejo do cliente e evitando esforços desnecessários. A flexibilidade e abrangência da TOC a capacita por meio de seus processos de raciocínio compreender e se adaptar a diferentes culturas, como a introduzida pelo STP, permitindo a empresa por meio de uma clara instrução estratégica e perseverança da diretoria, obter novos paradigmas, que virão com o controle da produção, por meio do método TPC, prevenir e identificar os efeitos indesejáveis no processo com agilidade, principalmente em ambientes de multi projetos, onde a TOC eleva a importância de focar nas atividades que gerem o que o cliente realmente deseja, com o caminho crítico do projeto.

Porém utilizar da TOC como base para o *Lean* ainda não é o ideal, ainda mais levando em conta que o Seis Sigma já vem sendo empregado em conjunto com a TOC, tendo o Seis



Sigma focado em entregar os produtos com a maior qualidade possível ao cliente, enquanto a TOC prioriza encontrar o melhor funcionamento da empresa.

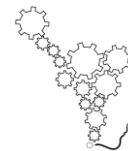
Como sugestão de trabalhos futuros, observa-se que artigos recentes demonstram a viabilidade de um modelo que integre os três conceitos, no entanto, ainda existem dúvidas perante tal funcionalidade.

AGRADECIMIENTOS

A instituição de ensino Faculdades Integradas de Einstein de Limeira - FIEL pelo incentivo e apoio durante a execução do projeto, aos mentores Lucas Scavariello Fransciscato, Vanessa de Moraes Munno e Ivan Correr pelo acompanhamento e direcionamento, assim como a todos os familiares que apoiaram diariamente as iniciativas, mesmo em um ano tão atípico como 2020.

REFERÊNCIAS

- BENDELL, T. A review and comparison of Six Sigma and the lean organization. Tqm Magazine, 2006.
- COGAN, S. Contabilidade gerencial: Uma abordagem da teoria das restrições. São Paulo: Saraiva, 2007.
- COX III, J. F.; SPENCER, M. S. Manual da Teoria das Restrições. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- DETTMER, H. W. (2001). **Beyond Lean Manufacturing: Combining Lean and the Theory of Constraints for Higher Performance**. Port Angeles: Goal System International.
- DETTMER, H. W. **Goldratt's Theory of Constrains** – A System Approach to Continuous Improvement, ASQ Quality Press, Milwaukee, Wisconsin, USA, 1997.
- EHIE, I., SHEU, J. (2005). **Integrating Six Sigma and Theory of Constraints for continuous improvement: a case study**. Journal of manufacturing Technology Management.
- GOLDRATT, E. M. **A Meta**. São Paulo: Educator, 1984.
- GOLDRATT, E.M. (1994). **Mais que sorte...um processo de raciocínio**. São Paulo, Educator.
- GOLDRATT, E. M. – **What is this thing called theory of constraints and how should it be implemented?** Nort River Press, New York, 1990.
- HOPP, W. J., SPEARMAN, M. L. (2004). **To pull or not to pull: what is the question?** Manufacturing & Service Operations Management.



- HUSBY, P. (2007). **Competition or Complement: Six Sigma and TOC**. Material Handling Mangement.
- JIN, K. J., HYDER, A. R., ELKASSABGI, Y., ZHOU, H., HERRERA, A. (2009). **Integrating the Theory of Constraints and Six Sigma in Manufacturing Process Improvement**. Proceedings of World Academy of Science, Engineering and Technology.
- LIKE, J.; MEIER, D. (2007). **Modelo Toyota – Manual de Aplicação: Um Guia Prático Para a Implementação dos 4Ps da Toyota**. Porto Alegre: Bookman.
- MIGUEL, P.A.C. **Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução**. Revista Produção, v17, n1, p216-219. Jan/Abr 2007.
- MOSS, H. K. **Improving Service Quality with the Theory of Constraints**. Journal of Academy of Business and Economics, 2007.
- NAVE, D. (2002). **How to compare Six Sigma, Lean and the Theory of Constraints**. Quality Progress.
- OHNO, T. (1997). **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman.
- PETTERSEN, J. (2009). **Defining lean production: some conceptual and practical issues**. TQM Journal.
- PIRASTEY, R. M., FOX, R. E. (2011). **Profitability with no boundaries**. Quality press.
- ROZENFELD, Henrique. **Reflexões sobre a Manufatura Integrada por Computador (CIM)**. EESC-USP. Material em extensão pdf. 2001. 16 p.
- SANTOS, A. B. (2006). **Modelo de referência para estruturar o programa de qualidade Seis Sigma: proposta e avaliação (Tese de doutorado)**. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- SHARMA, U. (2003). **Implementing Lean principles with the Six Sigma advantage: how a battery company realized significant improvements**. Journal of organization Excellence, Summer.
- SHINGO, S. **Sistema de Troca Rápida de Ferramenta: uma revolução nos sistemas produtivos**. Porto Alegre: Bookman, 2000.
- TRAD, S., MAXIMIANO, A. C. A. (2009). **Seis Sigma: Fatores Críticos de Sucesso para sua Implantação**.