

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ
WILLIAM FRANK

TEORIA DAS RESTRIÇÕES: UMA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

CASCADEL

2020

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ
WILLIAM FRANK

TEORIA DAS RESTRIÇÕES: UMA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Trabalho apresentado na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso de Engenharia Mecânica, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador: Sérgio Henrique
Rodrigues Mota

CASCADEL

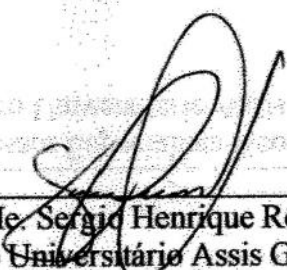
2020

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ
WILLIAM FRANK

TEORIA DAS RESTRIÇÕES: UMA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Trabalho apresentado no Curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário FAG, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, sob orientação do Professor Me. Sergio Henrique Rodrigues Mota.

BANCA EXAMINADORA



Orientador Me. Sergio Henrique Rodrigues Mota
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenheiro Mecânico



Professora Ma. Rosemar Dal Ponte
Centro Universitário Assis Gurgacz
Bacharel em Informática



Prof. Geovane Duarte Pinheiro
Coordenador de Engenharia Mecânica
Portaria nº 13/2017, de 17/07/2017
Centro Universitário Assis Gurgacz - FAG

Professor Esp. Geovane Pinheiro
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenheiro de Controle e Automação

Cascavel, 30 de Novembro de 2020.

DEDICATÓRIA

À minha esposa e ao meu filho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus por toda graça alcançada. Ao meu filho, pela motivação e alegria diária que me dá, à minha esposa por todo esforço em me ajudar, por seu alento e parceria. por toda compreensão e apoio. Ao professor Sergio Mota, por todo conhecimento compartilhado, toda dedicação nos desdobramentos do trabalho, sempre solícito e assertivo. E aos meus pais que são a minha base e que me ensinaram o caminho da verdade.

RESUMO

As organizações estão cientes que necessitam de modernização a fim de acompanhar as exigências do mercado globalizado. Para tanto, precisam encontrar um método adequado à sua realidade, estabelecer a cultura de melhoria contínua e potencializar seu sistema produtivo. A Teoria das Restrições é uma técnica proposta e desenvolvida pelo Dr. Eliyahu M. Goldratt. A teoria se faz à partir de um conjunto de princípios teóricos que reconhece a importância dos gargalos do sistema e concentra neles o foco para ali buscar e aplicar melhorias. Por meio de uma abordagem prática, procura entender todo o contexto dos fenômenos para identificar os fatores que limitam o aumento da produção e assim sugerir pontos de melhoria contínua. O objetivo central deste projeto foi estudar o método de gestão descrito por Eliyahu Goldratt à partir da análise de estudos publicados, observando resultados e diferentes aplicabilidades, bem como a associação com outros métodos, por meio de pesquisa bibliográfica. Tendo em vista o atual cenário econômico, se faz necessário uma readequação das empresas para melhorar seus índices produtivos, por meio da aplicação de estratégias para obter maior assertividade, reduzir desperdícios, garantir a qualidade e alcançar um menor tempo de produção, assim justificado a importância deste trabalho. O que se espera com esta pesquisa é poder apresentar uma revisão acerca do assunto de forma clara e objetiva trazendo a Teoria das Restrições como uma potente ferramenta de gestão que apresenta uma simples abordagem para resolução de problemas com expectativa de resultados em curto prazo.

Palavras chave: Ferramentas de gestão. Gestão de produção. Estoque. Restrição. Produtividade.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fatores que determinam o quanto o sistema pode realizar, quando as restrições são trabalhadas.	15
Figura 2: comparativo entre os métodos TPC e TPC-S	17
Figura 3: Método de aplicação da produção enxuta e da TOC no ambiente de produção IBCE.....	21
Figura 4: Estrutura do modelo proposto por Santos <i>et al</i> 2015.....	22

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: Relação dos artigos utilizados nesta revisão.....	20
--	-----------

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IBCE: indústria de bens de capital sob encomenda

JIT: *Just in time*

MTA: *make to availability*

MTO: *make to order*

MTS: *make to stock*

OPT: *Optimized Production Technology*

STP: Sistema Toyota de Produção

TOC: *Theory of Constraints* (Teoria das Restrições)

TPC: Tambor-Pulmão-Corda

TPC-S: Tambor-Pulmão-Corda Simplificado

TQM: *Total Quality Management* (Gestão ou gerenciamento da Qualidade Total)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
1.1 OBJETIVO GERAL	10
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
1.3 JUSTIFICATIVA.....	10
1.4 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA	10
1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
2.1 FERRAMENTAS DE GESTÃO	12
2.2 <i>LEAN MANUFACTURING</i>	12
2.3 <i>JUST IN TIME</i>	13
2.4 GESTÃO DA QUALIDADE TOTAL	13
3. METODOLOGIA	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	20
5. CONCLUSÃO	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

1. INTRODUÇÃO

A qualidade dos produtos e serviços das empresas, assim como a eficiência produtiva e a redução de desperdícios têm sido importantes pontos de atenção para garantir a competitividade em meio a diversas exigências e variações demandadas pelo mercado, incitando os setores produtivos a buscar o desenvolvimento, através de grandes investimentos, quando necessário, mas por diversas vezes se valendo de ferramentas de gestão apuradas, promovendo mudança cultural da organização, por meio de um processo de aprimoramento coletivo contínuo, para potencializar o seu desempenho. O diferencial de competitividade de uma empresa pode estar na capacidade de desenvolver vantagens sustentáveis que lhe façam sobressair à concorrência (SANTOS, 2007); Para isso é preciso encontrar um método adequado a sua realidade para estabelecer a cultura de melhoria contínua (SANTOS, 2007).

A partir desta necessidade observada primeiramente nas grandes indústrias mundiais, é que as ferramentas de gestão da produção começaram a ser estudadas e comprovadas ao utilizar com mais eficiência e eficácia os recursos das organizações, visando eliminar desperdícios e atender às demandas dentro dos prazos (TRAD, MAXIMIANO, 2009).

O cenário mundial recente, caracterizado pela globalização, com mercado flutuante composto de diversas incertezas políticas e econômicas, promove um aumento no nível de competitividade, e para manter a sobrevivência da empresa seja ela de qualquer ramo, além do processo de aprimoramento contínuo é imprescindível buscar maneiras de aumentar a produção utilizando a menor quantidade de recursos possíveis (CORDEIRO, 2004).

A fim de evitar dispêndios desnecessários na busca pelo aumento na produtividade global de uma empresa, é necessário identificar onde o processo em questão sofre restrição, e neste ponto, aplicar métodos de melhoria para otimizar estes índices. Para Goldratt e Cox (2002, p. 148), “a verdadeira capacidade produtiva depende de onde se encontra o recurso na fábrica”. Sendo assim, os conceitos da Teoria das Restrições (TOC) podem ser úteis para aperfeiçoar o processo produtivo impedindo que gargalos na produção prejudiquem a organização (TRAD, MAXIMIANO, 2009).

Eliyahu Goldratt, criador da Teoria das Restrições, mudou o conceito de gestão empresarial, quebrando paradigmas e questionando práticas gerenciais com decisão baseada em custos. Segundo ele, as empresas estão tão focadas em economizar dinheiro que não se dão conta de que a intenção de todo projeto não é economizar, mas sim, ganhar dinheiro (GOLDRATT E COX, 2002).

Neste estudo pretende-se compreender a aplicabilidade da teoria das restrições e sua

possibilidade de interação com diferentes métodos e ferramentas de gestão, para promover melhorias no resultado global de uma empresa em um curto espaço de tempo, visando demonstrar a importância do gerenciamento dos pontos de restrição, existente em qualquer processo produtivo.

1.1 OBJETIVO GERAL

Estudar a TOC à partir da análise de artigos científicos com aplicação na prática, publicados em periódicos nos últimos 10 anos no Brasil, destacando os resultados obtidos em diferentes aplicabilidades.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Destacar os resultados obtidos com a aplicação da TOC nos estudos utilizados.

Apontar as diferentes aplicações do raciocínio da TOC.

Identificar ferramentas de gestão utilizadas concomitantemente à TOC.

1.3 JUSTIFICATIVA

Justifica-se a realização do presente estudo, visto o atual cenário econômico e sanitário, exigindo das empresas diversas adequações e maior apelo à aplicação de estratégias para melhorar com velocidade seus índices produtivos, buscando maior assertividade, redução dos desperdícios, garantia da qualidade e alcançar menores tempos de produção.

Além disso, o crescimento dos mercados e suas demandas geram maior competitividade corporativa, aumentando as exigências nos processos e produtos, incitando as organizações a se reformularem constantemente quanto às formas de gestão, cujo tema será trabalhado neste estudo, a fim de sugerir ferramentas de gestão pouco onerosas, de fácil aplicação e que tem mostrado ótimos resultados no curto prazo.

1.4 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

Dentro de um processo produtivo seja qual for, existe um ponto de restrição onde se afunilam todos os demais processos, conhecido como gargalo, é o ponto que demanda maior atenção, após identificado por meio de indicadores de gestão da fábrica e somando informações

úteis do setor, é possível gerar planos de ação e implantação de melhorias.

Pelo fato da TOC trabalhar os pontos de restrição, supõe-se que, aplicando a teoria em conjunto com algumas ferramentas, é possível gerar resultados satisfatórios em curto prazo.

Diante disso, qual a eficácia da TOC para gerenciamento de processos, recursos e demandas, apontando o equilíbrio da produção com foco na restrição – gargalo?

1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Sendo assim, esta pesquisa delimitou-se em colher informações sobre a TOC e sua aplicação em trabalhos científicos nas bases de dados Scielo e Periódicos/CAPES com as palavras chave “teoria das restrições” e “gestão”, publicados no Brasil de 2010 até o momento, com relação com economia, negócios e/ou engenharia, selecionando apenas os artigos com aplicação prática da TOC nos ambientes estudados, nos formatos: estudo de caso, pesquisa-ação, pesquisa de campo, relato de implantação ou relato de caso.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 FERRAMENTAS DE GESTÃO

Assim como os demais ramos de negócio, o setor industrial teve, nas últimas décadas, um rápido avanço tecnológico. Dentro desse contexto, as organizações procuram por inovações eficientes para garantir o aumento da produtividade e da rentabilidade. Existem diversas ferramentas de gestão, no entanto é preciso encontrar aquela que melhor se adequa à realidade da instituição, bem como, oferece recursos válidos e sustentáveis para melhorar processos e alavancar a lucratividade.

2.2 LEAN MANUFACTURING

O surgimento desse termo veio através do livro “A máquina que mudou o mundo” de Womack e Daniel Ross no início da década de 90. A obra traz os conceitos e métodos de trabalhos aplicados ao Sistema Toyota de Produção (STP), chamado de “sistema de produção enxuta”, que fundamentou esse modelo e evidenciou que o STP proporcionou diferenças significativas em relação à qualidade, desenvolvimento e produtividade, o que explicava o sucesso da indústria japonesa. São dois os grandes pilares deste modelo: a automação de máquinas, equipamentos e pessoas em parar a produção se uma condição normal for atingida ou em caso de uma condição anormal ocorrer, e o *just in time* (JIT). E para isso, o foco das ações de melhoria está no processo (BRITO, 2011).

Para explicar o *lean thinking*, ou seja, esta forma de pensar, foram listados os quatro pontos chave: *philosophy* – afinal, o fundamento para tornar este pensamento a longo prazo é fazer com que isso faça parte de uma filosofia ou cultura enxuta pois o método não é um conjunto de ferramentas, e sim uma filosofia. *Process* (processo): no qual processos certos geram resultados certos. *People & partners*: pessoas e parceiros como forma de adição de valor aos clientes. E por fim, *problem solving*: a solução da raiz problemas leva à aprendizagem e à melhoria contínua. Para alcançar este ideal é preciso assumir um compromisso com o objetivo de melhoria constante a fim de eliminar as atividades desnecessárias (PACHECO, 2014).

Não existe um consenso sobre uma definição de *Lean Production*, portanto, uma organização deveria entender a filosofia e adaptar o conceito à sua realidade. Porém, mesmo não havendo uma lista de ferramentas para se utilizar o método, diversos autores concordam que é preciso que algumas práticas sejam feitas para absorver esta filosofia: JIT, redução de recursos, kaizen, círculos de melhoria e controle de defeitos (PACHECO, 2014).

2.3 JUST IN TIME

O sistema *Just in Time* (JIT), também conhecido como o “Sistema Toyota de Produção” é usado para aumentar a produtividade. Em uma tradução livre o método seria entendido como “no momento certo” ou “oportuno”, ou seja, cada etapa deve ser realizada e/ou abastecida com itens na quantidade e no momento necessários, pois toda atividade que usa recursos sem agregar valor é um desperdício. Uma empresa que consegue se adaptar à este método integralmente pode chegar ao estoque zero, pois as partes devem ser produzidas para atender as necessidades da produção e não produzir para estocar caso venham a ser necessárias (ROSSETTI, *et al.*, 2008).

O sistema visa administrar a manufatura de forma simples e eficiente, otimizando o uso dos recursos de capital, equipamento e mão-de-obra e reduzindo etapas desnecessárias ao processo integral, pois entende que muitas funções improdutivas foram criadas devido à ineficiência das etapas iniciais. Há também a ideia de melhoria contínua (Kaizen), ou seja, o desenvolvimento de processos internos que estimulam a melhoria constante dos processos e dos profissionais de todos os níveis, dentro da empresa e busca entender e responder as “dores” dos clientes (ALVES, 1995), sem atrasos para evitar a paralisação do processo produtivo, e sem antecipações, evitando um acúmulo desnecessário de material. O movimento contínuo de melhorias busca atingir os seguintes aspectos: não ter defeitos; tempo nulo de preparação; estoques zero; movimentação zero; quebra zero; lead time zero; e produção de lote unitário (ROSSETTI, *et al.*, 2008).

2.4 GESTÃO DA QUALIDADE TOTAL

A Gestão ou gerenciamento da Qualidade Total (Total Quality Management - TQM) é uma opção para a reorganização gerencial das organizações, mantendo o foco no cliente e buscando aprimorar o trabalho em equipe em toda a organização, onde a tomada de decisões é baseada em fatos e dados atuais e há uma busca constante da solução de problemas para diminuir erros, ou seja, é uma tática que incorpora tanto elementos comportamentais quanto novas estratégias de gerenciamento. É uma abordagem para a busca de melhoria contínua em todos os processos, entretanto, só se torna possível com a definição dos pontos chave que são: liderança, engajamento, excelência do produto e foco no cliente (SANTOS, 2017).

A implantação deste método visa entregar produtos e serviços de qualidade aos seus clientes, e para isso é necessário que todos os seus colaboradores e áreas busquem melhorias

para exercer com excelência suas funções, ou seja, engajamento total dos envolvidos. Afinal, de nada adianta um produto estar de acordo com suas especificações, se não atende as necessidades do cliente. Além disso, os departamentos não devem trabalhar de forma isolada, visando entregar com qualidade apenas aos seus clientes imediatos (ROSSETTI, *et al.*, 2008).

Ao contrário da cultura gerencial ocidental, a cultura oriental busca favorecer decisões que deem resultados em longo prazo, e este é um dos pontos fortes do programa de TQM, pois dessa forma se entende que é necessário um tempo maior de investimento para a obtenção de resultados significativos e sustentáveis (CORDEIRO, 2004).

2.5 TEORIA DAS RESTRIÇÕES

A Teoria das Restrições (*Theory of Constraints* - TOC) é uma técnica proposta e desenvolvida por Dr. Eliyahu M. Goldratt, na década de 80 em Israel e divulgada pelo livro *A Meta*, de 1984. Sua origem foi devido ao desenvolvimento de um software de programação para produção, idealizado por Goldratt - *Optimized Production Technology* (OPT). O conceito de Tambor-Pulmão-Corda (TPC), foi formalizado na TOC, conforme foram feitos aperfeiçoamentos no *software* (PACHECO, 2014).

O físico israelense explanou a teoria através de um romance literário que conta a história de Alex Rogo um gerente cuja fábrica estava com grandes problemas e possibilidade de falência. A narrativa mostra o empenho de Alex em contornar a situação com a ajuda do acadêmico Jonah. A empresa foi salva após deixar de praticar antigas e tradicionais metodologias para então assumir novos métodos de gerenciamento e desenvolver um novo sistema que atendesse a sua necessidade em pouco tempo. Segundo Goldratt, as empresas parecem utilizar métodos que trabalham contra a própria meta, que é, em qualquer caso, ganhar dinheiro (PADOVEZE, 2000).

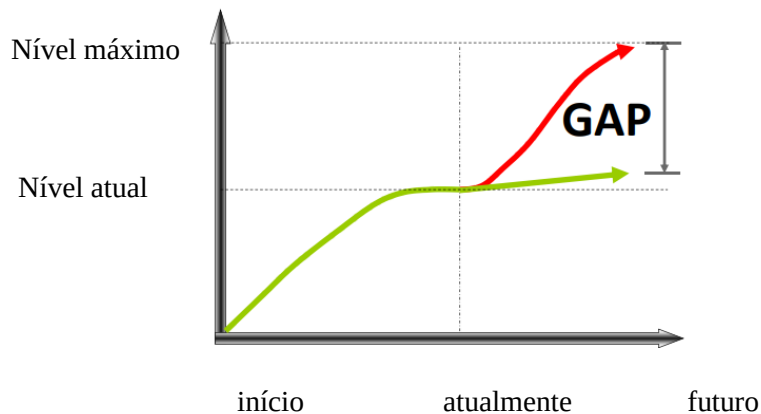
A TOC é um conjunto de princípios teóricos que reconhece a importância dos gargalos do sistema e ali concentra os esforços na busca por melhorias. Resumidamente, é uma abordagem prática que procura entender todo o contexto dos fenômenos a fim de identificar os fatores que limitam o aumento da produção – gargalos – para então sugerir pontos de melhoria contínua. Entretanto, é necessária a compreensão de todas as variáveis do sistema para garantir o sucesso de sua implantação (PLANTULLO, 1994).

Prioritariamente, o objetivo da TOC é abordar um pequeno número de pontos que serão as chaves para determinar as oportunidades de melhorias do todo. Estes pontos são denominados “restrições” pois não apresentam capacidade de cumprir adequadamente as suas

tarefas, já os elementos que capazes de cumprir os objetivos são chamados “não restrições”. É possível fazer uma analogia entre a TOC com uma corrente, onde a restrição é representada pelo elo mais fraco e os demais elos representam os “não restrição”. Pode-se entender ainda estas restrições como gargalos que tornam-se obstáculos para o escoamento de demanda, ou seja, a etapa com menor capacidade produtiva (GUPTA E BOYD, 2008; PACHECO, 2014).

De acordo com Plantullo (1994), ao se definir a TOC como sistema de gerenciamento, é imprescindível admitir que todo e qualquer sistema tem, no mínimo, uma restrição, e é esta que determina como o sistema produz, sendo assim, devem ser o alvo de atenção das organizações. Existem três principais classificações de restrição em um sistema: de capacidade – quando não comporta a capacidade que o sistema exige; de mercado – se a demanda não é suficiente para manter o crescimento; de tempo – o retorno é muito longo comprometendo a capacidade do sistema em cumprir seu compromisso com os clientes.

Figura 1: Fatores que determinam o quanto o sistema pode realizar, quando as restrições são trabalhadas.



Fonte: Traduzido de Cohen e Fedurko, 2016.

A TOC inova ao questionar paradigmas de gestão que buscam aumentar a eficiência para alcançar a meta da empresa, mostrando que a busca da meta a partir de uma perspectiva holística é mais coerente, e procura entrar na ideia do ganho em vez da ideia do custo. O pensamento principal é dar mais valor ao resultado do todo, ao invés de atentar-se apenas ao resultado das partes isoladamente, com destaque às restrições para que estes sejam trabalhados para não prejudicar a lucratividade da empresa e o alcance de seus objetivos (PACHECO, 2014).

O método estabelece nove princípios para adequar a produção: equilibrar o fluxo baseado nas restrições e não na capacidade. Utilizar um recurso a partir do potencial ou em função de uma restrição. Reduzir o tempo de preparação nos recursos gargalos, para aumentar a capacidade do fluxo. Não trabalhar para economia de tempo onde não é gargalo, pois significa aumentar o tempo ocioso já existente. Focar nos gargalos, pois são estes que determinam os ganhos e o inventário, uma vez que este é quem determina o fluxo de produção. Transferir para a próxima etapa da produção apenas a capacidade desta, ou seja, não repassar tudo o que foi processado, mas sim apenas o que o próximo setor conseguir utilizar. Considerar o lote variável. E por fim, levar em consideração todas as restrições simultâneas para estabelecer quanto e quando se deve produzir (COGAN, 2007).

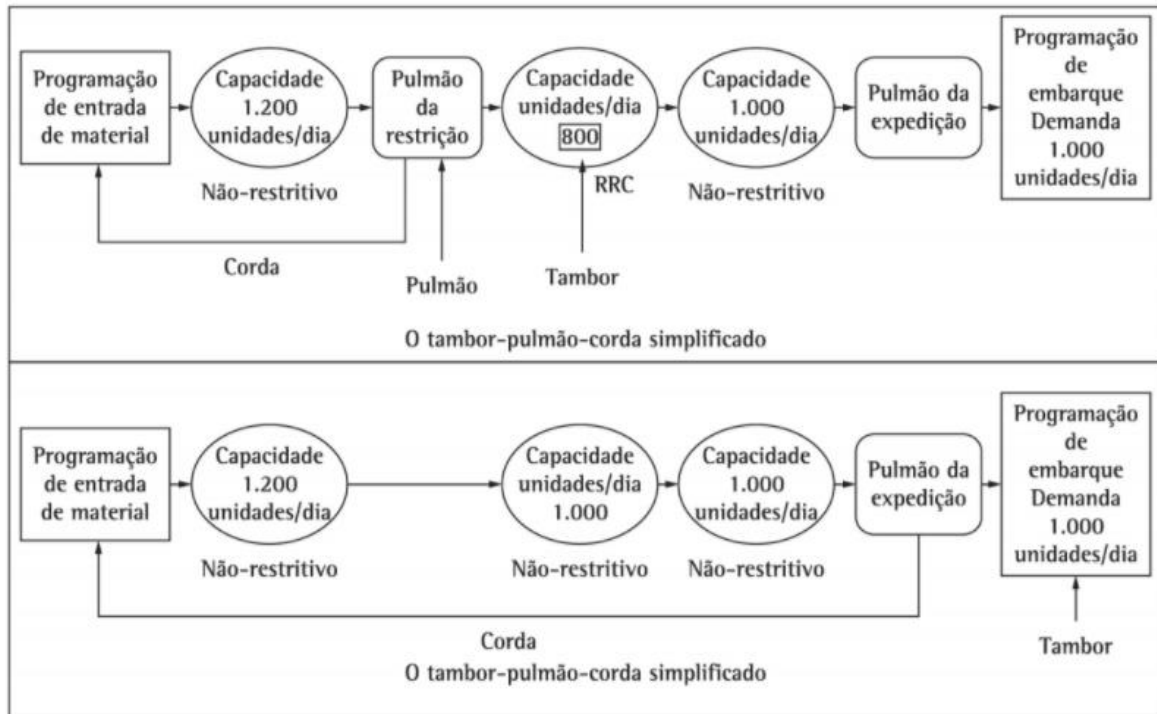
Para ilustrar a importância de controlar o estoque e todo ritmo da linha, Goldratt criou o termo denominado tambor-pulmão-corda - *drum buffer rope* - (TPC), conforme descrito no livro *A Corrida Pela Vantagem Competitiva*, o método TPC é comparado à uma tropa. Em uma empresa, os soldados são os recursos ou setores e a distância entre o primeiro e o último soldado é como o inventário. No início estão juntos, porém ao longo do trajeto há dispersão, então é colocado o mais lento ou um tambor para marcar o ritmo, assim a dispersão será minimizada e a velocidade da tropa não será prejudicada. O pulmão, na analogia, é como o estoque para o abastecimento de recursos do gargalo, fazendo com que este não fique parado e é este que define o processo produtivo. E a corda seria colocada na tropa para definir a distância entre um soldado e outro, que numa produção significa o tempo necessário entre os processos (COGAN, 2005).

A forma de produção MTS (*make to stock* – produzir para estocar) requer uma excelente gestão de previsão de demanda (*forecasting*) utilizando *softwares* específicos. Entretanto, minimizar a diferença entre a demanda prevista e a real continua sendo um desafio aos produtores. O método TPC-S, assim como o tradicional TPC, foram elaborados para ajudar as companhias a mudar a produção de para MTO (*make to order* – produzir sob encomenda), reduzindo seus estoques de produtos acabados, sendo uma forma mais adequada em casos de maior variedade de produtos e/ou frequente desenvolvimento novos modelos, e assim reduzir custos (SOUZA *et al* 2014).

Tanto a utilização híbrida quanto diferentes aplicações da TOC vem sendo estudadas, como fizeram Souza e colaboradores (2014) ao apresentar como a TOC planeja e controla a produção MTS introduzindo um novo grupo MTA (*make to availability* - fazer para disponibilidade), ou seja, prover imediatamente sempre que necessário, através dos pulmões de Capacidade, que funcionam para garantir que a companhia consiga cumprir com os compromissos, podem ser horas ou turnos extras ou serviços terceirizados, tendo como

consequência esperada a eliminação de excessos de estoques e faltas de produtos.

Figura 2: comparativo entre os métodos TPC e TPC-S



Fonte: Souza *et al* 2014

A TOC foi idealizada para ser trabalhada em cinco etapas: Identificar as restrições, ou seja, tudo que possa impedir de alcançar a meta. Ocupar ao máximo o tempo e capacidade das restrições. Manter todas as demais operações para atender ao gargalo e nunca ultrapassar a capacidade do mesmo. Elevar a capacidade da restrição, pois é assim que haverá ganho do sistema todo - visão holística. Identificar os recursos com capacidade restrita, pois se tornarão gargalo (OLIVEIRA, 2016).

Gupta e Boyd (2008), afirmam que a TOC é um sistema viável de planejamento e controle para contribuir no desempenho das organizações, tanto por apresentar uma estrutura bem definida e quanto em fornecer uma maneira eficaz para atingir e melhorar as metas ou funções. Porém, embora seja considerado um método de excelentes resultados, pesquisadores afirmaram ainda não é muito utilizada, pois é imprescindível que haja uma série de mudanças comportamentais das pessoas envolvidas para que a metodologia possa ser efetiva. Sugerem ainda que é necessário realizar mais pesquisas sobre o tema, especialmente em relação à lógica TPC. Também afirmam que utilizar ferramentas de simulação de implantação do TOC, através de recursos de informatizados, pode ser muito vantajoso (CORREA, 2007; COSTAS, *et al.*, 2015).

Segundo Goldratt, a corrente crítica é o primeiro passo para definição da restrição do sistema pois irá determinar a duração do projeto, para então decidir como explorar a restrição. O autor sugere sequenciar as atividades de acordo com a prioridade do projeto e que o pulmão deve ser alocada no final, tendo este, metade do tempo da Corrente Crítica (SILVA *et al* 2012).

O conceito TOC foi proposto para desenvolver aplicações em projeto único, porém no final do romance, Goldratt faz referência à possível utilização em múltiplos projetos, que pode ser aplicada da mesma forma, mas sem considerar o uso de recursos dos demais, sempre se certificando de que atrasos em um não afetem outros, e mantendo rigoroso controle de entrada de novos projetos no sistema (LUIZ *et al* 2017).

3. METODOLOGIA

O presente estudo trata-se de uma pesquisa bibliográfica qualitativa de caráter exploratório. A pesquisa bibliográfica é fundamental para ter uma ideia sobre o estado atual do tema, conhecimentos e lacunas, além da contribuição da investigação para o desenvolvimento do conhecimento (MARCONI, LAKATOS, 2017).

Para Lima e Miotto (2007), a pesquisa bibliográfica “busca por soluções, atento ao objeto de estudo, e que, por isso, não pode ser aleatório”.

A documentação escolhida para a pesquisa foi feita através da busca retrospectiva de artigos científicos publicados em revistas científicas e periódicos, sobre a Teoria das Restrições. Para tal, foram utilizadas as bases de dados bibliográficos Scielo, Periódicos/CAPES.

À princípio foi utilizado apenas a palavra chave “Teoria das restrições”, no entanto, no decorrer da leitura, observou-se que apenas esta palavra chave fez uma busca muito generalista, onde grande parte dos documentos fugia do tema proposto. Assim, para que fosse possível selecionar os trabalhos adequados para esta pesquisa, foram utilizadas as palavras chave “Teoria das Restrições” e “gestão”, uma vez que a delimitação da pesquisa envolve os conceitos da TOC na gestão empresarial.

A pesquisa bibliográfica exige, assim como todo método de pesquisa, que o se cumpra uma sequência de procedimentos para que seja feita adequadamente (LIMA E MIOTO, 2007). Seguindo estes passos, após a elaboração do projeto, o pesquisador realizou a coleta dos documentos e um levantamento das informações presentes no material bibliográfico. Após a análise da documentação, iniciou-se a investigação dos materiais, que envolveu leitura e identificação de como estas informações podem ser utilizadas na pesquisa, para então chegar à fase de elaboração dos resultados.

Assim, dos artigos encontrados, utilizou-se apenas aqueles que incluíam a aplicação prática da TOC no formato de estudo de caso, pesquisa-ação, pesquisa de campo, relato de implantação ou relato de caso. Portanto, foram excluídos os que não fizeram aplicação prática da TOC isolada ou em conjunto com outra ferramenta de gestão, em alguma organização, uma vez que esta era a premissa para o objetivo principal.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

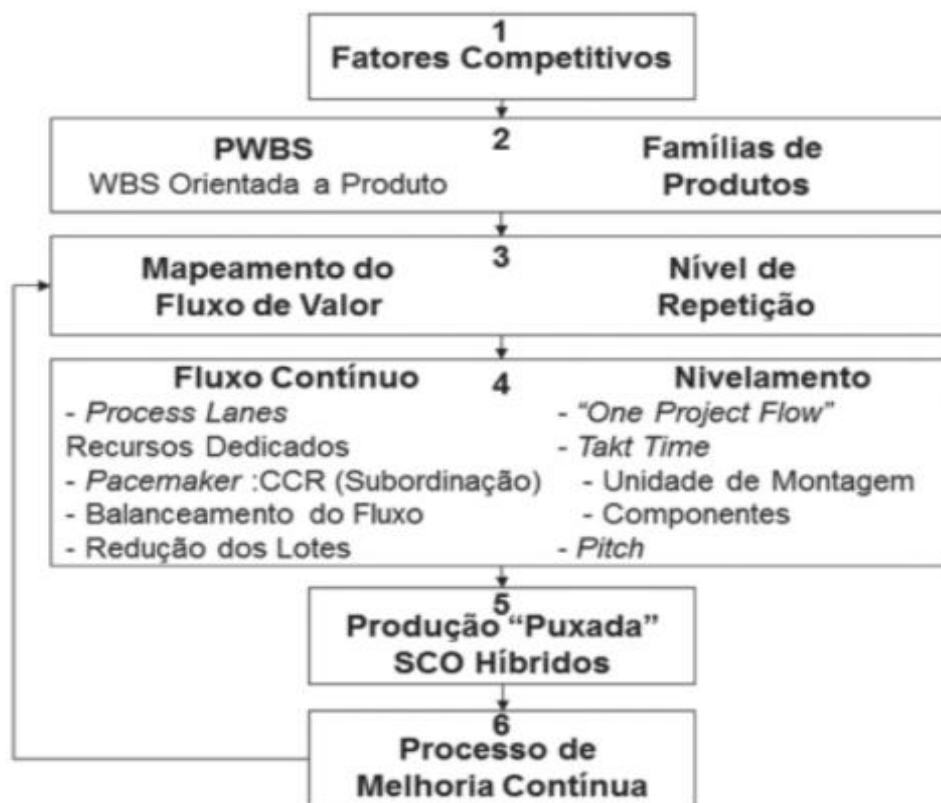
A pesquisa obteve 55 artigos, sendo utilizados 8 publicações (Quadro 1) no estudo e descartados os demais por não estarem dentro da delimitação de pesquisa definida.

Quadro 1: Relação dos artigos utilizados nesta revisão.

Autores, ano	Título	Objetivo principal
Votto e Fernandes, 2014	Produção enxuta e teoria das restrições: proposta de um método para implantação conjunta na Indústria de Bens de Capital sob Encomenda	Propor um método de implantação conjunta dos princípios da produção enxuta e da teoria das restrições, com a utilização dos Sistemas de Coordenação de Ordens adequados, para reduzir o lead time de produção e melhorar a pontualidade de entrega.
Oliveira, Marins e Almeida, 2010	Integrando técnicas e procedimentos de gestão de operações: uma aplicação em um banco comercial brasileiro de grande porte	Abordar técnicas de gestão e sugerir a utilização conjunta de: Mapeamento de Processos, a Gestão da Capacidade, a Teoria das Restrições (TOC) e o <i>Empowerment</i> .
Silva, Rodrigues e Lacerda, 2012	Aplicabilidade da corrente crítica da teoria das restrições no gerenciamento de projetos executivos de engenharia: um estudo de caso em uma refinaria de petróleo	Compreender e analisar o ambiente específico do ponto de vista da Teoria das Restrições e propor a implementação da corrente crítica.
Santos e Alves, 2015	Proposta de um modelo de gestão integrada da cadeia de suprimentos: aplicação no segmento de eletrodomésticos	Propor um modelo de gestão de cadeia de suprimentos (SCM) e seu método de implantação visando aumentar a integração entre as organizações de uma cadeia de suprimentos.
Luchese, et al., 2015	Implantação da lógica tambor-pulmão-corda em uma empresa da indústria moveleira	Analisar os impactos da implantação do TPC, desvantagens e benefícios obtidos após as mudanças.
Beca <i>et al.</i> , 2019	Aplicação da teoria das restrições no transporte público: estudo de caso em uma linha de ônibus na cidade de São Paulo	Analisar o desempenho de uma linha de ônibus da cidade de São Paulo à luz da TOC
Araújo, 2013	Aplicação da TOC em uma estrutura hospitalar de grande porte: o uso da metodologia em um processo sistêmico nos serviços de internação	Examinar a aplicação da TOC em uma instituição de grande porte nas suas respectivas unidades de internação
Queiroz <i>et al.</i> , 2013	A TOC na prática: explorando a restrição em uma fábrica	Desenvolver um modelo teórico para o processo de tomada baseado na estratégia de planejamento e controle da produção TOC

Em uma pesquisa-ação, Votto e Fernandes (2014) propuseram a possibilidade de utilizar a TOC em conjunto com os princípios da produção enxuta na indústria de bens de capital sob encomenda (IBCE) visto que as ferramentas de produção enxuta geralmente não são aplicáveis à esta realidade, pelas suas características de produção de grande variedade de produtos porém em pequena quantidade o que implica em situações muito específicas de tempo de produção, estoques e componentes. Após algumas adaptações, os autores afirmaram que é possível aplicar os princípios da produção enxuta em conjunto com a TOC em sistemas de produção sob encomenda propondo um método de utilização conforme a figura 1.

Figura 3: Método de aplicação da produção enxuta e da TOC no ambiente de produção IBCE



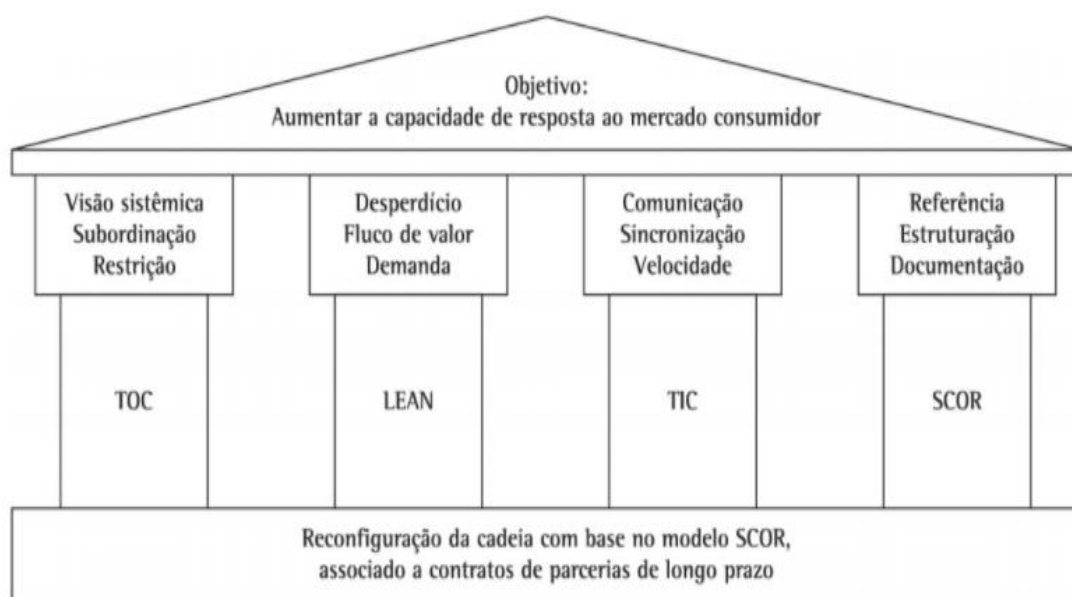
Fonte: Votto e Fernandes, 2014.

Em estudo feito em uma prestadora de serviços, a TOC novamente mostrou-se útil e versátil, principalmente quando utilizado em conjunto com outras técnicas. Segundo Oliveira e colaboradores (2010), a integração dos princípios da TOC com mapeamento de processos, gestão de capacidade e *empowerment*, teve resultado efetivo e positivo, principalmente na aplicação deste último método, que, segundo os autores, foi possível devido ao nível de maturidade dos colaboradores, aumentando a capacidade produtiva do setor gargalo em torno de 28%. Após tal aplicação das ferramentas, com um novo fluxo de trabalho, a empresa obteve

com resultados satisfatórios contribuindo, entre outros, com redução de custos e melhora no nível de satisfação dos clientes, uma vez que houve redução do tempo de espera e necessidade de deslocamento até a agência.

Santos *et al* 2015 mostra ótimos resultados com a aplicação de um modelo de gerenciamento, incluindo conceitos da Manufatura Enxuta, da TOC, do modelo SCOR e do *Triple Bottom Line* no segmento de eletrodomésticos, maximizando os pontos fortes dos sistemas estudados (figura 4) bem como reduzindo as limitações de cada um, atendendo as necessidades com os resultados positivos com relação ao indicador de sustentabilidade, à redução dos estoques, e redução do efeito chicote em aproximadamente 10%, assim também associados à melhoria do nível de serviços ao cliente.

Figura 4: Estrutura do modelo proposto por Santos *et al* 2015



Fonte: Santos *et al* 2015

O conceito TPC também tem sido evidenciado como uma forma bastante assertiva em melhoria de processos. LUCHESE *et al* (2015) constataram uma melhora significativa na sincronização da linha de produção, reduzindo 90% das peças que ficavam paradas aguardando a continuidade do projeto, causando atrasos na entrega ao consumidor. O método contribui, conseqüentemente, para o aumento da produção e na organização da produção, uma vez que ficou estabelecido o que e em qual momento é realmente necessário produzir.

Queiroz *et al*, (2016) propuseram um modelo teórico baseado na TOC para os processos de uma empresa que adotava o modelo de produção empurrada, ou seja, os pedidos ou “ordens de produção” eram encaminhados por ordem de chegada ao primeiro estágio e então “empurra”

a lista às próximas etapas da produção. E, após a aplicação do método os resultados foram bastante satisfatórios na redução de estoque em aproximadamente 50%, mantendo em estoque apenas os mais vendidos e mais elaborados. Os autores ainda destacaram o êxito no crescimento, após a implantação, de 27,78% em 2011, que em 2010 havia sido de 7,49%.

A aplicação da TOC não deve ser padronizada, e sim ajustada às características de cada instituição, no entanto, para iniciar sua implantação é necessário identificar os gargalos, ou restrições. Assim, para identificar os gargalos, é importante responder às perguntas que nortearão os próximos passos do método: o que mudar? Para que mudar? Como provocar a mudança? E, à partir destes questionamentos devidamente esclarecidos, é possível otimizar os recursos e consequentemente um melhor resultado.

Desta forma, a TOC comprova sua flexibilidade. Não à toa que Araújo (2013) o aplicou em um hospital de grande porte obtendo resultados muito positivos, justamente pelo fato de que todo ambiente produtivo, seja qual for o setor, possui pelo menos a uma restrição ou gargalo a ser melhorado. O autor observou a redução do tempo médio de internação dos pacientes ao longo do estudo, além disso, foi possível identificar e melhorar fatores que impactaram o faturamento da instituição, sem prejudicar a assistência à saúde dos pacientes.

Silva e colaboradores (2012) propuseram a avaliação do método da Corrente Crítica da TOC aplicado em uma refinaria de petróleo. Embora os autores tenham relatado diversas dificuldades no estudo, entre eles a aceitação do método pelos colaboradores, o que dificultou o engajamento; a compreensão e a análise dos resultados obtidos; a necessidade de adaptação da Corrente Crítica para o ambiente estudado como a não utilização de todos os pulmões de tempo propostos, consideraram o método adequado para situações como o caso estudado, em ambiente multiprojeto.

5. CONCLUSÃO

Cada vez mais as organizações precisam se readequar para ganhar vantagem competitiva de mercado, implementando e propondo formas de gestão e produção inovadoras. Empresas têm, muitas vezes, tido dificuldades para implementar um modelo capaz de suprir suas necessidades de forma a garantir vantagens competitivas de maneira sustentável, assim, a TOC vem sendo utilizada, isoladamente ou em conjunto com outras ferramentas e métodos, em diversas áreas.

Dos oito estudos aqui utilizados, foi observada a versatilidade da TOC em sua aplicação: em IBCE, em banco comercial, refinaria de petróleo, indústrias com múltiplos produtos de setores diversos como moveleira e de eletrodomésticos, em hospital e no transporte público. A TOC se mostra então bastante flexível na prática, podendo ser utilizada em ambientes de produção ou prestação de serviços.

A interação entre as ferramentas de gestão parece ser mais assertiva do que quando comparada à utilização isolada, segundo Utiyama e Godinho Filho (2013). Os mesmos autores afirmam que a maioria dos trabalhos defende a integração de técnicas e ferramentas, conforme a necessidade, mas que a TOC tem melhor aplicação em ambientes com maior variabilidade e complexidade. Em outros casos, as associações à TOC são úteis para busca de melhoria contínua. Assim, por meio de utilização híbrida de ferramentas, há maior chance de sucesso ao implementar novas técnicas de gestão, levando em consideração o ambiente e as necessidades (UTIYAMA E GODINHO FILHO, 2013).

De acordo com os resultados aqui encontrados, é possível utilizar metodologias como JIT, *lean manufacturing*, mapeamento de processos, gestão de capacidade e *empowerment* podem ser utilizadas em conjunto com a TOC, aumentando a chance de sucesso no processo de melhorias, redução de custos e gargalos.

A TOC mostra-se excelente forma de gerenciamento, resultados positivos como aumento do lucro, redução de estoques, desperdícios e despesas operacionais, otimizando assim a performance da organização. Sabe-se da vasta utilização da TOC no Brasil, assim como no mundo todo, no entanto, uma das limitações deste trabalho foi encontrar publicações com aplicação na prática, assim sugere-se que, além de colocar em prática os conceitos da TOC, sejam publicados mais trabalhos com a sua aplicação dos conceitos em diversos ambientes de produção ou prestação de serviços, bem como sejam feitos mais experimentos em outros setores de bens e serviços.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, J.M. **O Sistema Just In Time Reduz os Custos do Processo Produtivo** II Congresso Brasileiro de Gestão Estratégica de Custos – Campinas, SP, Brasil, 16 a 20 de outubro de 1995.

ARAÚJO, F.J. APLICAÇÃO DA TOC EM UMA ESTRUTURA HOSPITALAR DE GRANDE PORTE: O USO DA METODOLOGIA EM UM PROCESSO SISTÊMICO NOS SERVIÇOS DE INTERNAÇÃO. **Revista de Gestão em Sistemas de Saúde** - RGSS, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 161-180, jan./jun. 2013.

BRITO, L. V. O. **Organização da produção através da aplicação de ferramentas lean manufacturing numa empresa de produção de pneus**. Tese de Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial. Universidade do Minho, 2011.

COGAN, S. Teoria das Restrições Versus Outros Métodos de Custeio: uma questão de curto ou longo prazo. **Revista Universo Contábil**, ISSN 1809-3337. Blumenau, v.1, n.3, p. 08-20, set/dez. 2005.

COGAN, S. **Contabilidade Gerencial**: uma abordagem da teoria das restrições. São Paulo: Saraiva, 2007.

COHEN, O. FEDURKO, J. **TOC THINKING PROCESSES (TP) FOR FINDING SOLUTIONS AND MAKING DECISIONS** Introduction Jelena Fedurko 8 June 2016, Bulgaria. Disponível em: https://cdn.ymaws.com/www.tocico.org/resource/resmgr/2016_Tocico/Bulgaria/PDFSlides/New_PDF_Slides/_Jelena_Fedurko_TP_Intro_1h_N.pdf

CORDEIRO, J.V.B.M. Reflexões sobre a Gestão da Qualidade Total: fim de mais um modismo ou incorporação do conceito por meio de novas ferramentas de gestão? **Rev. FAE**, Curitiba, v.7, n.1, p.19-33, jan./jun. 2004

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. **Planejamento, Programação e Controle da Produção**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2007. Cap. 9.

COSTAS, J.; PONTE, B.; DE LA FUENTE, D.; PINO, R.; PUCHE, J.. Applying Goldratt's Theory of Constraints to reduce the Bullwhip Effect through agent-based modeling. **Expert Systems with Applications**, v. 42, p. 2049-2060, 2015.

DOES, R. et al. Comparing nonmanufacturing with traditional applications of six sigma. **Quality Engineering**, v. 15, n. 1, p. 177-182, 2002.

GOLDRATT, E. M., COX, J. **A Meta um processo de melhoria contínua**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 2002.

GUPTA, M. C.; BOYD, L. H. Theory of Constraints: A Theory for Operations Management. **International Journal of Operations and Production Management**, 28, 9-10. 2008

LUCHESI, J.; BAUER, J.M.; VARGAS,A.; SAUERESSIG, G.G.; DE SOUZA, M.C.; SELLITTO, M.A.; **Implantação da lógica tambor-pulmão-corda em uma empresa da indústria moveleira**. Universidade do Vale do Rio dos Sinos. DOI: 10.15628/holos.2015.3181

LIMA, T.C.S.; MIOTO, R.C.T.; Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. **Rev. Katál. Florianópolis** v. 10 n. esp. p. 37-45 2007

MARCONI, M.A; LAKATOS, E.M. **Fundamentos da metodologia científica**. São Paulo, 8ed. Atlas, 2017.

OLIVEIRA, J.A.A. **Aplicação da teoria das restrições em uma indústria alimentícia**. XXXVI Encontro Nacional De Engenharia De Produção Contribuições da Engenharia de Produção para Melhores Práticas de Gestão e Modernização do Brasil João Pessoa/PB, Brasil, de 03 a 06 de outubro de 2016

PACHECO, D.A.J. Teoria das Restrições, Lean Manufacturing e Seis Sigma: limites e possibilidades de integração. **Prod.**, São Paulo , v. 24, n. 4, p. 940-956, Dec. 2014.

PADOVEZE, C. L. **Contabilidade Gerencial: um Enfoque em Sistema de Informação** contábil. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

PLANTULLO, V.L. Um pouco além do just-in-time: uma abordagem à teoria das restrições. **Rev. adm. empres.**, São Paulo , v. 34, n. 5, p. 32-39, Oct. 1994 .

SILVA, e.m.; RODRIGUES, l.h.; LACERDA, d.p.; Aplicabilidade da corrente crítica da teoria das restrições no gerenciamento de projetos executivos de engenharia: um estudo de caso em uma refinaria de petróleo. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 19, n. 1, p. 1-16, 2012

QUEIROZ, A.F.R.A.; ASSIS, A.N.; MENEZES, M.A.F.; DANTAS, M. J.P.; GODINHO FILHO, M. A TOC na prática: explorando a restrição em uma fábrica. **Exacta – EP**, São Paulo, v. 14, n. 4, p. 537-548, 2016.

UTIYAMA, M.H.R.; GODINHO FILHO, M. A literatura a respeito da comparação entre a teoria das restrições e a manufatura enxuta: revisão, classificação e análise. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 20, n. 3, p. 615-638, 2013

ROSSETTI, E.K.; BARROS, M.S.; TÓDERO, M; DENICOL Júnior, S.; CAMARGO, M.E. Sistema *just in time*: conceitos imprescindíveis. **Revista Qualit@s**. ISSN -1677 4280.Vol. 7, No 2 (2008).

SANTOS, A.B; MARTINS, M.F. Contribuições do Seis Sigma: estudos de caso em multinacionais. **Prod.**, São Paulo , v. 20, n. 1, p. 42-53, Mar. 2010.

SANTOS, A. B. **Modelo de referência para estruturar o programa de qualidade Seis Sigma**: proposta e avaliação. São Carlos, 2006. 312 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de São Carlos - UFSCar.

SANTOS, V. **Proposta de implantação da teoria das restrições (TOC) em uma indústria de máquinas de marcação e Corte a laser**: Um estudo de caso. 2007. 46 L. Monografia (Curso de Ciências Contábeis), Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2007.

SANTOS, P.F. **Estudo da gestão da qualidade total e sua influência na produtividade industrial**. Monografia de especialização. Ponta Grossa 2017. UTFPR.

SOUZA, F.B.; BAPTISTA,H.R. **Proposta de avanço para o método Tambor-Pulmão-Corda Simplificado aplicado em ambientes de produção sob encomenda.** *Gest. Prod.*, São Carlos, v. 17, n. 4, p. 735-746, 2010

TRAD, S.; MAXIMIANO, A. C. A. (2009). **Seis Sigma:** Fatores Críticos de Sucesso para sua Implantação. *RAC*, 13(4, art. 7), 647-662