

# UMA ANÁLISE CRÍTICA ENTRE A TEORIA DAS RESTRIÇÕES E O LEAN MANUFACTURING

**Diego Augusto de Jesus Pacheco (UNISINOS)**

engdie@gmail.com

**DANIEL FONSECA DA LUZ (UNISINOS)**

danielfonsecaluz@ig.com.br

**Elenise Angelica Martins da Rocha (UNISINOS)**

eleniser@unisinis.br

**Paula Georg Dornelles (UNISINOS)**

paulagdornelles@hotmail.com

**Jose Antonio Valle Antunes Junior (UNISINOS)**

junico@produttare.com.br



*O objetivo central deste artigo é analisar criticamente os pontos de convergência e diferenças que existem entre duas reconhecidas abordagens do contexto da Engenharia de Produção: a Teoria das Restrições e o Lean Manufacturing. Essa investigação também procura contribuir para o melhor entendimento dos princípios fundamentais de tais metodologias realizando uma análise comparativa de alguns aspectos críticos. Para conduzir a discussão proposta, identificou-se na literatura características relevantes das abordagens quando aplicadas de maneira integrada em sistemas produtivos para a melhoria contínua. De forma geral, as conclusões do artigo permitem evidenciar que a Teoria das Restrições e o Lean Manufacturing possuem diversos elementos complementares, pontos divergentes e que há um vasto campo de pesquisa a ser explorado sobre o tema à luz da Engenharia de Produção.*

*Palavras-chaves: Teoria das Restrições, Lean Manufacturing, Melhoria Contínua*

## 1. Introdução

No cenário atual, há um crescente reconhecimento de que a função de produção pode ser uma arma competitiva se projetada e gerenciada apropriadamente (HAYES et al., 2008). Então parece ser coerente que as organizações e os acadêmicos na área de Gestão de Operações façam a seguinte reflexão: as práticas de manufatura atuais da indústria atendem às demandas impostas pelo atual contexto complexo da competitividade? E ainda: as práticas de manufatura atuais geram vantagens competitivas para a Operação? Tais práticas vêm sofrendo significativas transformações ao longo dos séculos em decorrência, sobretudo, de fatores sociais e econômicos. A Revolução Industrial, o Taylorismo, o Fordismo, o Sloanismo, o Volvismo, a Era da Qualidade, o Sistema Toyota a Teoria das Restrições e o emergente Hyundaísmo, representam a evolução dessas principais transformações no ambiente produtivo.

O objetivo do presente artigo é investigar a sinergia existente entre as metodologias do Lean Manufacturing e da Teoria das Restrições, sobretudo quando usadas para a melhoria contínua de processos em ambientes de manufatura. A discussão fundamenta-se na medida em que o uso de abordagens isoladas vem sendo adotadas por organizações, e via de regra, tais abordagens já atingiram seu limite de desempenho frente à competitividade atual e à complexidade de alguns mercados. Além disso, se faz necessário buscar elementos de outras abordagens para tornar mais robustas as atuais estratégias de melhoria contínua adotadas atualmente nas empresas brasileiras.

Nesse ínterim, alguns autores vêm estudando a combinação de abordagens para oferecer modelos integrados de melhoria contínua. Stamm et al. (2009) analisou a evolução e diferenças fundamentais entre TQM, TPM, TOC, Lean e Seis Sigma contrapondo essas abordagens com o modelo de produção Fordista. Verificou-se que: i) Lean possui um paradigma de manufatura superior baseado na produção puxada em relação à empurrada; ii) é possível desenvolver modelos integrando Lean e as filosofias de gerenciamento da qualidade; iii) a combinação da TOC com outras abordagens indica resultados superiores em relação ao demais modelos. Nave (2002) comparou Teoria das Restrições, Lean Manufacturing e Seis Sigma e identificou pressupostos comuns entre as três filosofias, obstáculos que impedem a implantação e apontou o maior desafio para as organizações passa por escolher os pontos fortes de cada abordagem. Para realizar essa investigação, o presente artigo está organizado da seguinte maneira: a seção dois apresenta objetivamente o referencial teórico sobre TOC e Lean; a seção três apresenta a metodologia; a seção quatro apresenta a discussão dos resultados e a seção cinco traz as conclusões.

## 2. Referencial teórico

### 2.1. Teoria das Restrições (*Theory of Constraints* – TOC)

A TOC foi desenvolvida pelo físico, Eliyahu M. Goldratt, durante os anos 80 e divulgada a partir da novela de negócios “A Meta” de 1984; entretanto, as origens da TOC estão relacionadas ao desenvolvimento de um *software* de programação da produção durante a década de 70, conhecido como *Optimized Production Technology* (OPT) e também idealizado

por Goldratt. Conforme os aperfeiçoamentos realizados no *software*, alguns conceitos inovadores de gestão da produção, como o TPC (Tambor, Pulmão e Corda) foram sendo formalizados na TOC.

Lacerda e Rodrigues (2003) diferenciam o *software* OPT do pensamento OPT, ao afirmar que o pensamento OPT é a formalização de princípios que embasava o *software* OPT e que o livro “A Meta” propunha popularizar tal pensamento e princípios. Assim, os princípios das OPT segundo Umble e Srikanth (1995) são:

1. Balancear o fluxo do sistema e não sua capacidade;
2. O nível de utilização de um não gargalo não é determinado pelo seu próprio potencial, mas sim por outra restrição do sistema;
3. Utilização e ativação de um recurso não são sinônimos;
4. Uma hora perdida no gargalo é uma hora perdida em todo o sistema;
5. Uma hora salva em um não gargalo é apenas uma miragem;
6. Os gargalos governam tanto os Ganhos como os Inventários;
7. O lote de transferência não deve, e muitas vezes não pode ser igual ao lote de processo;
8. O lote de produção deve ser variável e não fixo;
9. A programação da produção deve ser estabelecida observando todas as restrições do sistema simultaneamente e os *lead times* são resultantes da programação e não podem ser pré-determinados.

Outra importante distinção a ser realizada se refere aos termos gargalo e restrição. Segundo Lacerda e Rodrigues (2003), em 1987, Goldratt rompeu as barreiras do sistema produtivo e generalizou para a empresa como um todo o pensamento do OPT. E o termo gargalo, antes usado para recursos, foi substituído por restrição, uma vez que o gargalo possui amplas ramificações em áreas como contabilidade, distribuição, marketing e desenvolvimento de produtos. Logo, consoante Lacerda e Rodrigues (2003) o termo restrição é definido como todo e qualquer fator que limita a empresa à consecução da sua meta. A meta inicial proposta por Goldratt para qualquer organização era: “ganhar dinheiro hoje e no futuro”. Todavia, posteriormente essa visão foi ampliada e Goldratt adicionou os seguintes aspectos: “satisfazer os empregados hoje e no futuro” e “satisfazer os clientes hoje e no futuro”. Para Goldratt, satisfazer os empregados e clientes hoje e no futuro são pressupostos básicos sem os quais torna-se impossível atingir a meta econômica de ganhar dinheiro hoje e no futuro (ANTUNES, 1998).

Para Inman (2009) a TOC é definida como uma filosofia de gestão que proporciona um foco de melhoria contínua resultando na melhoria da performance organizacional. Boyd e Gupta (2004) definiram a TOC como uma teoria, identificando claramente uma "orientação ao ganho" juntamente com suas três dimensões: modelos mentais, medidas e metodologia. Para Iman, Sale e Green Jr. (2008), as definições gerais da TOC podem ser expressas de acordo com a Figura 1.

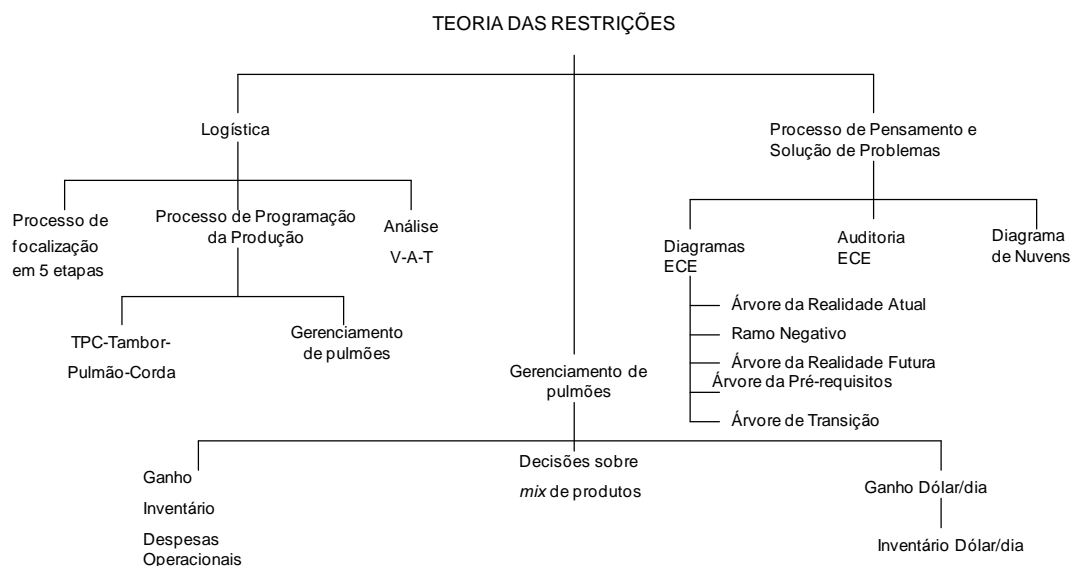


Figura1 – Definições gerais da TOC. Fonte: Cox e Spencer (2002).

Segundo Goldratt (1984) o objetivo principal da TOC é identificar e gerenciar as restrições da organização, e nesse sentido a TOC propõe os cinco passos de focalização:

**1. Identificar a(s) restrição(ões) do sistema.** Elas podem ser internas ou externas à empresa. Quando a demanda total de um dado mix de produtos é maior do que a capacidade da fábrica diz-se que se teme um gargalo de produção. Todavia, quando a capacidade de produção é superior à demanda de produção a restrição é externa ao sistema produtivo, ou seja, a restrição está relacionada com o mercado e ao desempenho da área comercial da empresa.

**2. Explorar da melhor forma possível a(s) restrição(ões) do sistema.** Se a restrição é interna à fábrica, a melhor decisão consiste em maximizar o ganho no(s) gargalo(s). Se for externa ao sistema em um dado tempo, não existem gargalos na fábrica e o ganho estará limitado pelas restrições do mercado e ao desempenho das vendas da empresa.

**3. Subordinar todos os demais recursos à decisão anterior.** A lógica deste passo, independentemente da restrição ser externa ou interna, consiste em reduzir ao máximo os inventários e as despesas operacionais e ao mesmo tempo garantir o ganho teórico máximo do sistema de produção.

**4. Elevar a capacidade da(s) restrição(ões).** Se o gargalo for interno é necessário aumentar sua capacidade produtiva. Isso pode ser feito através de mudanças de leiaute, compra de equipamentos, redução da variabilidade, redução de setup, etc. Nesse passo, o Sistema Toyota de Produção (OHNO, 1997) apresenta uma série de ferramentas de melhoria que podem ser usadas.

**5. Voltar ao passo 1 para não deixar que a inércia tome conta do sistema.** Ao elevar a capacidade produtiva da restrição o sistema torna-se, a priori, um sistema genérico, o que gera a necessidade de analisá-lo novamente. Os passos 4 e 5 explicitam o caráter de

melhoria contínua buscada na TOC, com o objetivo de atingir permanente e sistematicamente a meta global do sistema: “gerar lucro hoje e no futuro”.

## 2.2. Lean Manufacturing

Segundo Ghinato (1996) o Sistema Toyota de Produção (*Toyota Production System*–STP) tem sido mais recentemente, referenciado como “Sistema de Produção Enxuta”. O termo “Lean” foi cunhado originalmente no livro “A Máquina que Mudou o Mundo” de Womack, Jones e Roos (1990), como resultado de um amplo estudo sobre a indústria automobilística mundial realizada pelo MIT (*Massachusetts Institute of Technology*, EUA), no qual se evidenciou as vantagens no uso do STP. O estudo evidenciou, entre outras questões, que o STP proporcionava expressivas diferenças em relação à produtividade, qualidade, desenvolvimento de produtos e explicava o sucesso da indústria japonesa na época. Nesse sentido, os 5 princípios do Lean, segundo Womack e Jones (1996) são:

1. Precisamente definir o que é valor, por produto, e sob a ótica do cliente;
2. Identificar o fluxo de valor para cada produto;
3. Fazer o valor fluir sem interrupções;
4. Puxar;
5. Buscar a perfeição.

Tendo em vista que as origens do Lean remetem ao Sistema Toyota de Produção, se faz necessário aprofundar o entendimento do modelo japonês. Ohno (1997, p. 86) definiu o STP analisando-o com a Engenharia de Produção:

[...]“para mim a Engenharia de Produção não é uma tecnologia parcial de produção, mas sim uma tecnologia total de manufatura, atingindo toda a empresa; a engenharia de Produção é um sistema e o STP é uma Engenharia de Produção ao estilo da Toyota. Porém, o STP difere-se da Engenharia de Produção tradicional no seguinte aspecto: o STP é gerador de lucro.”

Shingo (1996) sugere como principal contribuição do STP a visão dos sistemas de produção, sob a ótica do Mecanismo da Função Produção (MFP), conforme Figura 2.



Figura 2 – Mecanismo da Função Produção (MFP). Fonte: Shingo (1996).

Segundo Shingo (1996), todos os sistemas de produção podem ser analisados sob duas perspectivas: Função Processo e Função Operação, sendo: (i) Função Processo: o fluxo do produto (materiais, materiais, tarefas, ideias) no tempo e no espaço, rompendo assim o paradigma tradicional do Just in Case que enxergava o processo como um conjunto de operações; (ii) Função Operação: o fluxo do sujeito de trabalho no tempo e no espaço, ou seja, os operadores e as máquinas. Nesse sentido, Shingo propõe que o foco das ações de melhoria deve ser a Função Processo, ou seja, no fluxo, o qual sofre forte impacto das esperas.

### 3. Metodologia

Pode-se dizer que quanto à abordagem essa pesquisa é qualitativa, porque a abordagem quantitativa é necessária para analisar, interpretar e sintetizar os elementos presentes nas abordagens de melhoria contínua discutidas. Para Gil (2010) e Yin (2004) quanto ao seu objetivo, uma pesquisa exploratória tem como propósito proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. Assim sendo, pode-se dizer que essa pesquisa é exploratória porque a discussão exige atingir uma familiaridade com o objeto de pesquisa para, *a posteriori*, realizar a articulação das abordagens TOC e Lean. Segundo Gil (2010), a pesquisa bibliográfica é elaborada com base em material já publicado, seja impresso ou digital como: artigos, teses, revistas, dissertações etc. Consoante com essa definição, essa pesquisa é classificada com bibliográfica, pois como pré-requisito para responder à questão de pesquisa, será necessário realizar a revisão teórica sobre TOC e *Lean*. Foi possível evidenciar um número baixo de publicações nos periódicos e congressos nacionais representativos no contexto da Engenharia de Produção, versando sobre o tema em discussão, conforme Tabela 1. O que corrobora com a relevância dos esforços de pesquisa propostos nesse estudo.

Base de dados	Palavras-chave	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Scielo - BR	lean manufacturing & teoria das restrições ; produção enxuta &								1							1		
ENESEP	teoria das restrições ; sistema toyota & teoria das restrições ; JIT				2					1	2					1		
SIMPEP	& teoria das restrições ;						1											
	<b>TOTAL</b>	0	0	0	2	0	1	0	1	1	2	0	0	0	0	2	0	0

Tabela 1 – Resultado de publicações entre 1995 até 2011. Fonte: Autor (2012).

#### 4. Desenvolvimento e discussão: análise crítica comparativa entre TOC e Lean

Dettmer (2001) indicou os seguintes pontos de similaridade entre as duas abordagens: possuem o objetivo comum de aumentar lucros, valor é definido pelo cliente, o fator qualidade é essencial em ambas, preconizam a produção em lotes menores, visam o fluxo contínuo e o aumento da capacidade, buscam a minimização do inventário e a participação da força de trabalho cumpre papel relevante no sucesso do desdobramento do método e das ferramentas.

Alguns estudos de simulação computacional comparando JIT e TOC foram realizados em Miltenburg (1997), Chakaravorty e Atwater (1996), Cook (1994) e Watson e Patti (2008). Miltenburg (1997) evidenciou que JIT opera com menor inventário e lead time, enquanto TOC gera maior produtividade. Chakaravorty e Atwater (1996), concluíram que TOC é adequada para sistemas com variabilidade e *downtimes* relativamente altos, enquanto JIT é melhor em sistema de variabilidade e *downtimes* baixos. Cook (1994) concluiu que para a performance da TOC ser melhor e que o JIT teria que eliminar virtualmente todas as variabilidades do sistema para tornar o desempenho semelhante ao da TOC. O survey realizado por Sale e Inman (2003), mostrou que o uso combinado de JIT e TOC pode resultar em uma performance superior em relação ao uso individual das abordagens. Watson e Patti (2008) concluíram que TOC é mais tolerante a variabilidade, tem menor *lead time* e precisa em média 50% a menos de inventário que o JIT para a mesma produtividade.

Já Antunes (1998), após extensa análise, cita que as lógicas propostas pela TOC e pela produção enxuta apresentam elevado grau de concordância à medida que propõem a visão do sistema produtivo como um todo. As principais convergências para Antunes (1998) são: (i) TOC e STP partem de uma visão de sistema aberto no que tange à concepção dos Sistemas de Produção; (ii) TOC e STP estão vinculados ao Paradigma da Melhoria nos Processos; (iii) utilizam-se do Método Científico aplicando-o para a solução de diversos problemas ligados à Administração da Produção; (iv) partem de uma Lógica Dedutiva para desenvolver soluções técnicas específicas para a melhoria dos Sistemas Produtivos. É possível, a partir do conhecimento básico dos Princípios que sustentam as duas Teorias, gerar uma série de soluções particulares adaptadas aos casos específicos das Empresas analisadas; (v) utilizaram-se e se utilizam da Lógica Dialética, em contraposição à lógica formal linear, para a busca de soluções originais dos problemas encontrados nos Sistemas Produtivos; (vi) privilegiam a gestão a partir dos Subsistemas de melhorias, ou seja, dão uma ênfase prioritária ao Subsistema de Gestão das Melhorias e da Gestão da Inovação. O objetivo central das duas propostas consiste em buscar um aprimoramento contínuo dos Indicadores. No caso da TOC

isto é materializado via o acompanhamento dos Indicadores Globais e Locais e no STP via a utilização das lógicas do Custo-Alvo e Custo-Kaizen; (vii) na TOC e no STP é dada uma prioridade máxima à lógica da sincronização da produção. Os esforços de melhorias propostos pela TOC e pelo STP estão diretamente relacionados com a ótica da melhoria contínua com foco centrado no aperfeiçoamento da sincronização da produção; (viii) os Sistemas Produtivos são visualizados enquanto uma cadeia ou corrente de eventos ou processos. Na TOC dá-se uma ênfase à gestão do elo mais fraco da corrente via os cinco passos da TOC, enquanto a gestão da cadeia no STP é feita via o Kanban que, continuamente mostra os elos fracos da cadeia (corrente);

Já as principais convergências quanto à abordagem logística para Antunes (1998) são: (ix) têm em seu centro duas preocupações centrais: a necessidade da sincronização da produção e do estabelecimento de um processo sistemático de melhorias contínuas; (x) possuem técnicas específicas para abordar a problemática da sincronização, na TOC a lógica do Tambor-Pulmão-Corda (TPC) e na produção enxuta o Kanban; (xi) são preocupadas com a melhoria contínua dos Sistemas Produtivos. Na TOC isto aparece no passo 4 (elevar a capacidade das restrições) a partir da análise já feita no passo 1 da TOC (identificar as restrições). Já o STP é um sistema completamente voltado às melhorias, pois foi desenvolvido a partir da eliminação sistemática de perdas; (xii) há a possibilidade de uso sinérgico da logística da Teoria das Restrições e dos subsistemas e técnicas do STP para implantar melhorias efetivas nas empresas, sustentam a importância de vencer a inércia para a implantação das novas ideias, fazem uma crítica sistemática à utilização da contabilidade de custos tradicional para efeitos de tomada de decisão, enfatizam a importância de vencer a inércia para a implantação das novas ideias, usam um embasamento científico comum através de relações do tipo efeito-causa-efeito e o pensamento dialético para a Identificação, Análise e Solução de Problemas.

E as principais convergências quanto à solução de problemas para Antunes (1998) são: (xiii) utilização de um embasamento científico comum através de relações do tipo efeito-causa-efeito; (xiv) utilização do pensamento dialético para a solução de problemas, ou seja, um pensamento que rejeita soluções de compromisso para a solução de problemas e postulam a necessidade de construir soluções passíveis de serem implantadas;

Antunes (1998) também apresentou as principais convergências quanto ao sistema de performance: (xv) criticam a utilização da contabilidade de custos tradicional para a tomada de decisão, o que implicou na necessidade de construção de novos Sistemas de Performance. No caso da TOC a lógica dos Indicadores Globais (Lucro Líquido, Retorno Sobre o Investimento e Caixa) e os Indicadores Operacionais (Ganho, Despesas Operacionais e Inventário); na Toyota foi proposto um sistema de medidas de performance cujo objetivo prioritário consiste em reduzir custos (com isso aumentando os lucros) e não para calcular custos. Este sistema é baseado nos chamados Custos-Alvo e no Custo-Kaizen; (xvi)

Já para Scheinkopf e Moore (2004) os pontos de aproximação entre TOC e *Lean* são: (i) percepção de valor pela perspectiva do cliente: no *Lean* o valor é claramente definido pelo cliente e na TOC a percepção de valor do cliente é fator determinante para o aumento de ganho do produto; (ii) fluxo de valor: o *Lean* adota o termo fluxo de valor e a TOC o termo valor adicionado para explicitar que o valor percebido pelo cliente é definido por uma cadeia de interdependências entre a fábrica e os fornecedores; (iii) fluxo e produção puxada: oferecem técnicas para controlar fluxo usando o conceito de puxar a demanda do mercado. O *Lean* puxa sequencialmente, já que o recurso não deve produzir até receber o sinal (Kanban)



do recurso a jusante. Puxar é a essência do TPC para sincronizar o gargalo com a demanda do mercado e promover a liberação de material no sistema; iv) busca pela perfeição.

Segundo Dettmer (2001) TOC e *Lean* evoluíram para uma filosofia de visão sistêmica e sugere que modelo híbrido das duas abordagens é mais robusto, produtivo e de mais fácil implementação e o aspecto principal está na seleção dos elementos para o modelo. Dettmer (2001) sugere os seguintes pontos de congruência: são metodologias de sistemas, a melhoria contínua e o fluxo contínuo são essenciais, o fluxo de valor se estende para além da produção, a qualidade é essencial, produção em pequenos lotes, produção puxada (*Make-To-Order* ao invés de *Make-To-Stock*) e liberam capacidades escondidas. Entretanto, Dettmer (2001) propõe que as maiores diferenças residem em dois aspectos: como cada um trata a variabilidade e a incerteza e na forma como tratam os custos. Enquanto *Lean* visa à redução de custos fixo e variáveis, na TOC a redução de custos é limitada mas a geração de ganho não, tornado a redução de custos um objetivo secundário. A TOC aceita a variabilidade e a instabilidade de demanda e das operações usando pulmões estratégicos (físicos, tempo, capacidade), enquanto que o *Lean* visa constantemente reduzir as variabilidades. De forma geral, Dettmer (2001) considera que existe uma sobreposição substancial entre o paradigma da mentalidade enxuta e da TOC onde a TOC oferece uma estrutura para orientar os esforços *Lean* evitando as armadilhas de aplicá-los onde são desnecessários. Nesse sentido, de forma a atender o principal objetivo dessa investigação conceitual, o Quadro 1 sintetiza e analisa comparativamente os principais aspectos entre as duas abordagens.

Quadro 1 – Comparação entre TOC e Lean.

Critério	TOC	LEAN
<b>Origem</b>	Goldratt (1980's)	Toyota (Toyoda, Ohno and Shingo-1950's)
<b>Teoria</b>	Gerenciar restrições e gerar ganho	Eliminação de perdas e aumento de lucro
<b>Estrutura de aplicação</b>	1. Identificar a restrição 2. Explorar a restrição 3. Subordinar o processo 4. Elevar a restrição 5. Voltar ao passo 1	1. Especificar valor 2. Identificar o fluxo de valor 3. Fluxo 4. Puxar 5. Buscar a perfeição
<b>Foco</b>	Na restrição.	No fluxo.
<b>Meta</b>	Incremento contínuo dos lucros	Maximizar a produtividade
<b>Pressupostos</b>	Ênfase na velocidade e volume. Analisa sistemas existentes. Há interdependência entre os processos.	A redução das perdas aumenta a performance do negócio. Diversas pequenas melhorias são melhores do que a análise global do sistema.
<b>Efeito primário</b>	Aumenta o ganho rapidamente.	Redução do tempo de fluxo.
<b>Efeitos secundários</b>	Redução de inventários e perdas. Ganho é o medidor de performance do sistema. Melhoria na qualidade.	Reduz a variabilidade. Geram saídas uniformes do processo. Redução de inventário. Novo sistema contábil. Fluxo é o medidor de performance dos gestores. Melhora a qualidade. Melhora a produtividade.
<b>Deficiências</b>	Ignora partes da organização e da manufatura ao focar a restrição.	Não aplica ferramentas estatísticas ou sistemas de análises. Foco limitado em perdas.

<b>Facilidade de implementação</b>	Maior dificuldade.	Menor dificuldade.
<b>Nível gerencial de aplicação</b>	Alta gerência.	Primeiro nível.
<b>Efeito sobre a variação</b>	Absorve.	Reduz.
<b>Principais contribuições</b>	Visão sistêmica das restrições.	Puxar, takt time, heijunka, fluxo unitário de peças, mapeamento de fluxo de valor e respeito às pessoas.
<b>Aspectos do processo</b>	Métricas específicas de contabilidade. Foco sistemático na restrição.	Gerenciamento do fluxo de trabalho pelo JIT. Otimização dos processos.
<b>Tamanho de lotes</b>	Lotes maiores para a restrição e menores para não gargalos	Lotes pequenos em todo sistema
<b>Controle da produção</b>	A Corda do algoritmo Tambor-Pulmão-Corda é usada para liberar material	Kanban aciona a liberação da produção
<b>Planejamento da produção</b>	Planejamento detalhado para a restrição e menos detalhado para não gargalos.	Planejamento detalhado da montagem final. As demais operações são acionadas para atender a montagem através do Kanban.

Fonte: Autor (2012).

## 5. Conclusão

Esse artigo buscou analisar criticamente os pontos de convergência e diferenças que existem entre duas reconhecidas abordagens do contexto da Engenharia de Produção: a Teoria das Restrições e o Lean Manufacturing. Pretendeu-se contribuir para o melhor entendimento dos princípios fundamentais de tais metodologias realizando uma análise comparativa de alguns aspectos críticos comuns a tais abordagens. A síntese dessa contribuição está apresentada no Quadro 1. De forma geral, as conclusões do artigo permitem evidenciar que a Teoria das Restrições e o Lean Manufacturing possuem diversos elementos complementares, pontos divergentes e que há um vasto campo de pesquisa a ser explorado sobre o tema. Contudo, a revisão teórica parece evidenciar que há mais elementos complementares e concordantes entre as abordagens do que pontos divergentes.

## Referências

**ANTUNES JR., J.:** Em direção a uma teoria geral do processo na administração da produção: uma discussão sobre a possibilidade de unificação da teoria das restrições e a teoria que sustenta a construção dos sistemas de produção com estoque zero. Tese (Doutorado). Programa em Administração, UFRGS, Porto Alegre, RS, 1998.

**HAYES, R.; PISSANO, G.; UPTON, D.; WHEELWRIGHT, S.** *Em Busca da Vantagem Competitiva*. Porto Alegre: Bookman, 2008.

**STAMM, M.L.; NEITZERT, T.R.; DARIUS P.K.** TQM, TPM, TOC, Lean and Six Sigma—Evolution of manufacturing methodologies under the paradigm shift from Taylorism/Fordism to Toyotism? International Annual Euroma Conference-Gothenburg, Sweden, 2009.

**NAVE, D.** *How to compare Six Sigma, Lean and the Theory of Constraints*. Quality Progress, pp. 73-79, 2002.

**LACERDA, D.; RODRIGUES, L.** *Compreensão, aprendizagem e Ação: A abordagem do Processo de Pensamento da Teoria das Restrições*. SEGeT, Resende-RJ, 2007.

**INMAN, R. A.; SALE, M. L. ; W. GREEN Jr, K. W. (2009).** *Analysis of the relationships among TOC use, TOC outcomes, and organizational performance*. International Journal of Operations e Production Management, Vol. 29 Iss: 4, pp.341 - 356

**GHINATO, P.** *Sistema Toyota de produção: mais do que simplesmente Just-In-Time*. Caxias do Sul: Editora da Universidade de Caxias do Sul, 1996.

**SHINGO, S.** *O Sistema Toyota de Produção: Do ponto de vista da engenharia de produção*. Bookman, 1996a.

**OHNO, T.** *O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala*. Porto Alegre: Bokmann, 1997.

**GIL, A.C.** *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas, 2010.

**YIN, R. K.** *Estudo de Caso: Planejamento e Métodos*, Porto Alegre, Bookman, 2ª edição. 2004.

**DETTMER, W.** *Beyond Lean Manufacturing: Combining Lean and the Theory of Constraints for Higher Performance*. Goal System International, Port Angeles, USA. 2001.

**MILTENBURG, J.** *Comparing JIT, MRP and TOC, and embedding TOC into MRP* International Journal of Production Research. 1997, VOL. 35, NO. 4, 1147-1169

**CHAKRAVORTY, S.S.; ATWATER, B.J.** *A comparative study of line design approaches for serial production systems*. International Journal of Operations e Production Management, Vol. 16 No. 6, pp. 91-108, 1996.