ARTUR HENRIQUE MOELLMANN

APLICAÇÃO DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES NO GERENCIAMENTO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de:
"Mestre em Engenharia Mecânica"

PROGRAMA: ENGENHARIA MECÂNICA
ÁREA: TRANSMISSÃO E CONVERSÃO DE ENERGIA
Aprovada em sua forma final pelo programa de pós-graduação

Prof. Dr. Marcelo dos Santos Pereira
Coordenador

Banca examinadora:

Prof. Dr. Fernando Augusto Silva Marins
Orientador/UNESP-FEG

Prof. Dr. Fernando Bernardi de Souza
UNESP-FEB

Prof. Dr. Renato da Silva Lima
UNIFEI

Junho de 2008

ARTUR HENRIQUE MOELLMANN

APLICAÇÃO DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES NO GERENCIAMENTO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Mecânica na área de Transmissão e Conversão de Energia.

Guaratinguetá, 2008.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Augusto Silva Marins

Aplicação da teoria das restrições no gerenciamento da cadeia de suprimentos
© 2017 Artur Henrique Moellmann
Editora Edgard Blücher Ltda.
1ª edição – 2009
2ª edição – 2017

EDITORA BLUCHER
Rua Pedroso Alvarenga, 1245 – 4º andar
04531-012 – São Paulo, SP – Brasil
(11) 3078-5366
contato@blucher.com.br
www.blucher.com.br

É proibida a reprodução total ou parcial
por quaisquer meios
sem autorização escrita da editora.

FICHA CATALOGRÁFICA

Moellmann, Artur Henrique

Aplicação da teoria das restrições no gerenciamento da cadeia de suprimentos [livro eletrônico] / Artur Henrique Moellmann. -- 2. ed. -- São Paulo : Blucher, 2017.
162 p. ; ePUB

Bibliografia
ISBN 978-85-8039-149-7 (e-book)

1. Cadeia de suprimentos - Administração 2. Canais de distribuição 3. Teoria das restrições (Administração) I. Título

16-0337 CDD 658.7

Índices para catálogo sistemático:

1. Cadeia de suprimentos - Administração

Blucher

Dedico este trabalho à minha mãe Augusta,
a quem tenho como grande ensinamento de
superação frente aos sucessivos e iminentes
perecimentos da própria vida, mesmo quando
ingenuamente desenganada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, ao meu orientador, *Prof. Dr. Fernando Augusto Silva Marins*, pelo conhecimento transmitido e pela forma didática com que tratou as minhas dúvidas. Com sua erudição, tolerância e determinação, o *Dr. Fernando* foi mais que um mentor, foi um porto seguro para as minhas inúmeras preocupações, ensinando-me a contornar as dificuldades quando as barreiras pareciam intransponíveis. A sua visão, experiência e sabedoria contribuíram, fortemente, para o meu amadurecimento acadêmico, profissional e pessoal, necessários para a elaboração deste trabalho.

Agradeço, também, aos meus amigos, *Antônio Vasco Nunes Brasil*, diretor-presidente da PH-Brasil consultoria, e *Azhaury Carneiro da Cunha Filho*, diretor-presidente da Mectron Eng. Ind. e Com., que me instigaram ao desafio de estudar e experimentar a transformação dos processos empresariais comumente utilizados pelas nossas empresas, adaptando-os à visão holística da Teoria das Restrições.

Não posso deixar de agradecer ao *Prof. Dr. João Murta Alves*, do ITA/CTA, pela suas iniciativas em disseminar os trabalhos acadêmicos de seus alunos nas empresas, evidenciando que a chave do crescimento não está nas novidades. Está, sim, nas inovações sobre o conhecimento existente.

Do mesmo modo, um agradecimento especial ao *Glauco Rebello*, *ex-chairman* da Garret© do Brasil. Sempre disposto a contribuir com a sua experiência, o *Dr. Glauco* foi um dos pioneiros em trazer a Teoria das Restrições para o nosso país, tendo me motivado com o seu empreendedorismo e espírito inovador.

Igualmente, não tenho como mensurar a gratidão pelo meu amigo, o *Brigadeiro-do-Ar Walker Gomes*, ex-Vice-Diretor do CTA e ex-Subdiretor de Planejamento da DIRMAB. O *Brigadeiro Walker* é um grande empreendedor e estudioso, em patrocínio da disseminação da TOC. Sua dedicação pessoal e experiência foram fundamentais para reestruturar coerentemente o trabalho durante a revisão do texto final.

Cumpri-me, ainda, a obrigação de agradecer ao meu amigo *Reinaldo Fagundes dos Santos*, diretor-presidente da Siber do Brasil S.A., que fez desta empresa o estado-da-arte na combinação lógica e arrojada de várias inovações do empresariamento corporativo, evidenciando que não há superação e diferenciação

competitiva sem o confrontamento com os modelos administrativos contemporâneos. Empresário audaz e de grande visão, o *Dr. Reinaldo* esteve sempre disposto a tentar novas formas de administração, mesmo correndo os riscos intrínsecos dos processos de mudança.

Por fim, agradeço aos *Professores*, o *Dr. Fernando Bernardi de Souza*, da UNESP-FEB, o *Dr. Renato da Silva Lima*, da UNIFEI, e o *Dr. Humberto Rosseti Baptista*, da *Goldratt Schools*, cujas valiosas contribuições auxiliaram-me na elucidação de uma série de incógnitas relevantes sobre o tema.

“Aos que têm iniciativa,
são atentos às oportunidades,
aceitam desafios,
administram a mudança
e criam as organizações de amanhã.”

Prof. Dr. José Carlos Assis Dornelas

APRESENTAÇÃO

Este livro pode ser considerado um grande avanço na integração Escola/Indústria, e seu autor, meu amigo Artur, conseguiu apresentar soluções até então aclamadas pelas organizações manufatureiras e ainda não atendidas pela academia, demonstrando que paradigmas podem e devem ser quebrados. A sobrevivência da manufatura no atual mercado dependerá da forma com que as empresas irão evoluir na gestão de sua cadeia de suprimentos, de forma a aumentar a visibilidade da demanda e manter baixos níveis de inventário.

O modelo proposto pelo autor foi plenamente implantado na Siber do Brasil S.A., e os frutos colhidos ao longo desses anos. Os executivos da empresa passaram a buscar melhorias globais em todos os elos e membros da cadeia de suprimentos, em detrimento às melhorias locais, com resultados confirmados através obtenção, de forma robusta, de uma expressiva redução nos estoques internos, além da redução no inventário de seus fornecedores e clientes.

Este trabalho apresenta como o uso da Teoria das Restrições no gerenciamento da cadeia de suprimentos pode ajudar as organizações em um ambiente extremamente dinâmico e competitivo, e o autor resolveu o enigma da geração de vantagens competitivas neste ambiente. Após estes anos de trabalho conjunto, meus executivos descobriram que a excelência interna não é mais uma certeza de sucesso, e o novo modelo implantado foi decisivo para a sobrevivência de nossa empresa, onde conseguimos, de forma simples, maximizar os resultados tanto internos quanto de nossos parceiros comerciais.

Aproveito a oportunidade para parabenizar o meu amigo Artur pelo brilhante trabalho desenvolvido.

Reinaldo Fagundes dos Santos
Diretor Presidente
Siber do Brasil S.A.

RESUMO

Este trabalho apresenta uma aplicação real da teoria das restrições (*theory of constraints* – TOC) no gerenciamento de uma cadeia de suprimentos, demonstrando como esta metodologia pode trazer importantes melhorias no desempenho global do sistema de abastecimento. Tais melhorias são obtidas por intermédio da redução dos níveis gerais de estoques e, ao mesmo tempo, pela minimização das oportunidades de vendas perdidas, ocasionadas devido à indisponibilidade de produtos nos pontos de consumo (clientes finais). Os principais conceitos da TOC, tais como, os processos de raciocínio, a programação tambor-pulmão-corda (TPC) e o TPC-simplificado, foram adaptados do ambiente de manufatura para a utilização prática numa cadeia de suprimentos, permitindo a emersão dos principais dilemas que afetam o desempenho do processo de distribuição. A compreensão deste contexto propicia um melhor balanceamento entre os ganhos globais da cadeia e os ganhos pontuais de cada parceiro. Salienta-se, ainda, que o processo de estoque gerenciado pelo fornecedor (*vendor-managed inventory* – VMI) e os recursos do *business-to-business* (B2B) são fortalecidos quando utilizados junto aos preceitos da TOC, robustecendo o desempenho do sistema e diminuindo, ainda mais, os níveis de estoques, através da minimização do efeito chicote (*bullwhip effect*). Uma aplicação prática é apresentada para evidenciar a viabilidade e os benefícios da proposta, em que o ERP CIS (*Customer Integrated System*) utiliza, em seu módulo logístico, o VMI integrado à TOC e a um B2B na *internet*. O modelo opera como um sistema de planejamento e programação avançados (*advanced planning and scheduling* – APS), realizando todo o compartilhamento de informações entre os ERPs, desde os fornecedores até os clientes.

PALAVRAS-CHAVE: Teoria das restrições, gerenciamento da cadeia de suprimentos, estoque gerenciado pelo fornecedor, *business-to-business*

ABSTRACT

This research presents a real application of the theory of constraints (TOC) to the management of a supply chain, in order to demonstrate how this methodology can introduce important improvements in the entire supply system performance. These improvements are gained by decreasing the general inventory levels and, at the same time, reducing losses of sales opportunities due to the lack of goods at sales points (end-customers). The main concepts of TOC, as the thinking process, the drum-buffer-rope schedule (DBR) and the simplified-DBR, were adapted from the manufacturing environment to a practical use in a supply chain, providing a better perception of the abstruse dilemmas that constrains the performance of the distribution system. The comprehension of this context enables a better balance between the global gains of the supply chain and each local earnings of each partner. Moreover, the vendor-managed inventory (VMI) and the business-to-business (B2B) are strengthened when related with the TOC conception, making a robust system performance and decreasing, even more, the inventory levels, by minimizing the bullwhip effect. A practical application is presented to evidence the feasibility and the benefits of this proposal, where the CIS ERP (Customer Integrated System) relates its logistic module the integrated VMI to TOC and B2B to the internet. This model operates as an advanced planning and scheduling system (APS), accomplishing all data sharing between the ERPs from the suppliers to the customers.

KEYWORDS: Theory of constraints, supply chain management, vendor-managed inventory, business-to-business

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Fontes de pesquisa consultadas e referenciadas
FIGURA 2 – SCM: integrando e gerenciando os processos empresariais através da cadeia de suprimentos
FIGURA 3 – Cadeia de suprimentos tradicional
FIGURA 4 – Amplificação da demanda ou efeito chicote
FIGURA 5 – O método de focalização em 5 etapas
FIGURA 6 – Analogia entre as marchas militares e a subordinação do sistema ao seu RRC
FIGURA 7 – O pulmão de expedição
FIGURA 8 – O pulmão do RRC
FIGURA 9 – O pulmão de convergência
FIGURA 10 – Alocação dos pulmões do RRC, de convergência e de expedição em uma linha de manufatura, de acordo com o método de programação TPC
FIGURA 11 – Lógica da programação tambor-pulmão-corda (TPC)
FIGURA 12 – Representação da importância do G-I-DO para o mundo dos ganhos
FIGURA 13 – Principal dilema entre os parceiros da cadeia de suprimentos
FIGURA 14 – Principal dilema do ponto de vista interno dos parceiros da cadeia de suprimentos
FIGURA 15 – Ponto de equilíbrio a ser determinado para satisfazer o principal dilema do ponto de vista interno dos parceiros da cadeia de suprimentos
FIGURA 16 – Analogia: de fluxo intermitente (fornecimento em lote) para fluxo contínuo (distribuição “puxada”)
FIGURA 17 – Analogia para distribuição “puxada”
FIGURA 18 – Demanda e capacidade para um RRC em potencial
FIGURA 19 – Comparação entre os modelos TPC tradicional e TPC-simplificado
FIGURA 20 – O processo de implementação TPC-simplificado
FIGURA 21 – O processo de distribuição “empurrada”

FIGURA 22 – O processo de distribuição “puxada”
FIGURA 23 – Explorar e subordinar na distribuição
FIGURA 24 – Estrutura hierarquizada dos indicadores de desempenhos locais e globais
FIGURA 25 – Ilustração dos sistemas: convencional, VMI e consignação
FIGURA 26 – Ilustração dos sistemas de TI
FIGURA 27 – Ilustração da nova arquitetura dos sistemas de TI através do APS
FIGURA 28 – Proposta TOC-VMI-B2B para o SCM com RRC ativo
FIGURA 29 – Proposta TOC-VMI-B2B para o SCM sem RRC ativo (TPC-Simplificado)
FIGURA 30 – Gestão da Siber do Brasil S.A. com foco no cliente, através do CIS
FIGURA 31 – CIS na cadeia de suprimentos utilizando a TOC-VMI-B2B & APS

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Ferramentas dos processos de raciocínio da TOC e suas aplicações
TABELA 2 – Indicadores da Siber do Brasil antes e depois da implementação do sistema TOC-VMI-B2B

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABC	*Activity Based Costing*
APICS	*American Production and Inventory Control Society, Inc.*
APR	Árvore de Pré-requisitos
APS	*Advanced Planning and Scheduling*
ARA	Árvore da Realidade Atual
ARF	Árvore da RealidaFutura
AT	Árvore de Transição
B2B	*Business-to-Business*
BSC	*Balanced Scorecard*
CIS	*Customer Integrated System*
CSCMP	*Council of Supply Chain Management Professionals*
CTV	Custos Totalmente Variáveis
DO	Despesa Operacional
DRP	*Distribution Resource Planning*
ERP	*Enterprise Resource Planning*
G	Ganho
I	Investimento
JIT	*Just-in-Time*
LL	Lucro Líquido
MPS	*Master Production Schedule*

MRP	*Material Requirement Planning*
MRP-II	*Manufacturing Resource Planning*
OPT	*Optimum Production Technology*
P&G	*Procter e Gamble*
PV	Produtos Vendidos
RRC	Recurso Restritivo de Capacidade
RSI	Retorno sobre o Investimento
SC	*Supply Chain*
SCM	*Supply Chain Management*
TI	Tecnologia da Informação
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
TOC	*Theory of Constraints*
TPC	Tambor-Pulmão-Corda
TPC-S	Tambor-Pulmão-Corda Simplificado
TQC	*Total Quality Control*
VMI	*Vendor-Managed Inventory*
WIP	*Work-in-Process*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....25
1.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CENÁRIO E RELEVÂNCIA DO ASSUNTO 25
1.2 OBJETIVOS, JUSTIFICATIVAS E DELIMITAÇÕES DA PESQUISA.....27
1.3 MÉTODO E CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA 30
1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO 42
2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS 45
2.1 GERENCIAMENTO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS.....45
2.2 TEORIA DAS RESTRIÇÕES (*Theory of Constraints* – TOC).....55
2.3 A APLICAÇÃO DA TOC NO SCM 77
2.4 VENDOR-MANAGED INVENTORY (VMI), BUSINESS-TO-BUSINESS (B2B) E ADVANCED PLANNING AND SCHEDULING (APS) 112
3 O MODELO PROPOSTO: O SISTEMA HÍBRIDO DE TOC APLICADO AO SCM APOIADO PELO VMI-B2B 122
3.1 CONCLUSÕES SOBRE O MODELO PROPOSTO.....127
4 APLICAÇÃO REAL DO MODELO PROPOSTO: O CASO SIBER DO BRASIL S.A. 130
4.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA E CENÁRIO 130
4.2 O SISTEMA DE ERP *CUSTOMER INTEGRATED SYSTEM* (CIS) 133
4.3 A INTEGRAÇÃO CIS & TOC-VMI-B2B NA SIBER DO BRASIL 134
4.4 RESULTADOS E CONCLUSÕES 139
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES.....143
REFERÊNCIAS 146
BIBLIOGRAFIA 153