

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA  
FACULDADE DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E URBANISMO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**ANÁLISE DA CORRENTE CRÍTICA COMO ALTERNATIVA  
PARA GESTÃO DE PROJETOS: POTENCIALIDADES DE APLICAÇÃO  
EM UM SISTEMA PRODUTIVO *ENGINEER-TO-ORDER***

**ALEXANDRE SANCHES COPATTO**

**ORIENTADOR: PROF. DR. FERNANDO BERNARDI DE SOUZA**

**Santa Bárbara d'Oeste, SP  
Agosto - 2006**

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA  
FACULDADE DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E URBANISMO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**ANÁLISE DA CORRENTE CRÍTICA COMO ALTERNATIVA PARA  
GESTÃO DE PROJETOS: POTENCIALIDADES DE APLICAÇÃO EM UM  
SISTEMA PRODUTIVO *ENGINEER-TO-ORDER***

**ALEXANDRE SANCHES COPATTO**

**ORIENTADOR: PROF. DR. FERNANDO BERNARDI DE SOUZA**

Dissertação apresentada ao Curso de  
Mestrado em Engenharia de Produção,  
da Faculdade de Engenharia, Arquitetura e  
Urbanismo da Universidade Metodista de  
Piracicaba, para obtenção do Título de  
Mestre em Engenharia de Produção.

**Santa Bárbara d'Oeste, SP  
Agosto - 2006**

ANÁLISE DA CORRENTE CRÍTICA COMO ALTERNATIVA PARA GESTÃO  
DE PROJETOS EM UM SISTEMA PRODUTIVO *ENGINEER-TO-ORDER*

Alexandre Sanches Copatto

Prof. Dr. Fernando Bernardi de Souza (orientador)  
Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo - Universidade Metodista  
de Piracicaba – UNIMEP.

Prof. Dr. Milton Vieira Júnior  
Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo - Universidade Metodista  
de Piracicaba – UNIMEP.

Prof. Dr. Marcel Andreotti Musetti  
Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo - USP

Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção  
Universidade Metodista de Piracicaba

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais, educadores fundamentais que sempre me incentivaram e me guiaram pelos caminhos do conhecimento.

À minha esposa Melina e meu filho Miguel, razão do meu viver, pelo amor, incentivo, compreensão e contribuição nos momentos mais difíceis.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Grande Arquiteto do Universo, que me orienta e me dá coragem para enfrentar os obstáculos e prosseguir a caminhada em busca da realização de meus objetivos

Ao meu orientador, professor Dr. Fernando Bernardi de Souza, pela paciência, atenção e desprendimento durante todo o tempo de preparação do presente trabalho.

Aos colegas da empresa ASC S/A pelas informações para que este trabalho pudesse ser realizado com êxito.

## RESUMO

O presente estudo aborda uma proposta para implementação de uma metodologia de gerenciamento de projetos baseado na Teoria das Restrições chamada Corrente Crítica, em uma empresa que opera em um ambiente de múltiplos projetos. Este trabalho procurou realizar uma revisão bibliográfica sobre as principais técnicas de gerenciamento de projetos utilizadas, bem como sobre os conceitos e pressupostos da Corrente Crítica. Procurou-se, também, apresentar como a empresa estudada realiza o gerenciamento de seus projetos, demonstrando a aplicabilidade da Corrente Crítica em um projeto específico da citada empresa na forma de “o que aconteceria se...”. Especificamente, analisou-se tal aplicabilidade por meio de respostas a três perguntas chave, quais sejam, o que mudar, para o que mudar e como causar a mudança. Conclui-se que, com a utilização da metodologia Corrente Crítica, o projeto estudado poderia obter melhores desempenhos em relação à forma atual de gestão, mais precisamente em termos de redução e maior confiabilidade dos prazos prometidos.

**Palavras-chave:** Gestão de Projetos, PERT/CPM e Corrente Crítica.

**ABSTRACT**

*The present study approaches an implementation proposal of a project management methodology based on the Theory of Constraints called Critical Chain, applied in a multiple projects environment working company. This work presents a bibliography revision about the main techniques of the project management used, as well as the concepts and presupposed about Critical Chain. It also has been intended, to show as the studied company accomplishes the management of its projects, demonstrating the applicability of Critical Chain in a specific project of the mentioned company in the form of “what would happen if...”. Specifically, such applicability was analyzed through answers to three key questions, which are: what to change, what to change for and how to cause the change. It was concluded that, with the use of the Critical Chain methodology, the studied project could obtain better performance than the current form of management, more precisely in terms of reduction and larger reliability of the promised delivery date.*

**Key words:** *Projects Management, PERT/CPM e Critical Chain*

**SUMÁRIO**

Dedicatória.....	iv
Agradecimentos.....	v
Resumo .....	vi
Abstract .....	vii
Sumário.....	viii
Lista de Figuras.....	xi
Lista de Quadros.....	xii
Lista de Siglas.....	xiii
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>01</b>
1.1 Contextualização.....	02
1.2 Justificativa para a pesquisa.....	04
1.3 Objetivo da pesquisa.....	04
1.4 Metodologia de pesquisa empregada.....	05
1.5 Estrutura do trabalho.....	06
<b>2. SISTEMAS PRODUTIVOS .....</b>	<b>08</b>
2.1 Dimensões dos sistemas produtivos.....	08
2.2 Sistemas produtivos baseados na Teoria das Restrições.....	13
2.3 Sistemas produtivos baseados na forma de interação com o cliente.....	17
2.3.1 Produção para estoque ou <i>Make to stock</i> .....	17
2.3.2 Montagem sob encomenda ou <i>Assembly to order</i> .....	19
2.3.3 Produção sob encomenda ou <i>Make to order</i> .....	20
2.3.4 Engenharia sob encomenda ou <i>Engineer to order</i> .....	22
<b>3. PROJETOS E SUAS FORMAS DE GESTÃO.....</b>	<b>24</b>
3.1 Projeto.....	24
3.1.1 Engenharia Simultânea.....	27
3.2 Gerenciamento de projetos – aspectos gerais.....	32
3.3 Etapa de planejamento do projeto.....	34
3.3.1 Gráfico de Gantt ou Diagrama de barras.....	36
3.3.2 Diagrama ou redes de procedência.....	37
3.3.3 Programação do projeto.....	40
3.4 Etapa de execução e controle do projeto.....	45
3.4.1 Medidas de desempenho.....	47

<b>4. CORRENTE CRÍTICA.....</b>	<b>50</b>
4.1 Teoria das restrições (Theory of constrains – TOC).....	50
4.1.1 Mundo do ganho e mundo do custo.....	52
4.1.2 O sistema tambor-pulmão-corda (drum-buffer-rope) como solução para a produção.....	55
4.1.3 O processo de otimização contínua da TOC.....	59
4.2 A metodologia Corrente Crítica.....	64
4.2.1 “Síndrome do estudante”.....	67
4.2.2 Multitarefa.....	60
4.2.3 “Lei de Parkinson”.....	76
4.3 Programação do projeto segundo a Corrente Crítica.....	71
4.3.1 Pulmão de projeto.....	74
4.3.2 Pulmão de convergência.....	74
4.3.3 Pulmão de recurso.....	75
4.3.4 Pulmão restrição estratégica.....	76
4.4 O controle e medição do desempenho do projeto.....	77
4.5 Um exemplo de aplicação da Corrente Crítica.....	79
4.6 A Corrente Crítica em ambientes de múltiplos projetos.....	83
4.7 Diferenças entre a Corrente Crítica e as metodologias tradicionalis.....	90
<b>5. ESTUDO DE CASO: O GERENCIAMENTO DE PROJETO NA EMPRESA ASC S/A.....</b>	<b>95</b>
5.1 Procedimentos metodológicos.....	96
5.2 Funções, responsabilidades e fluxos operacionais.....	97
5.3 O Planejamento do projeto.....	99
5.3.1 Explicando o cronograma.....	100
5.3.2 A programação do projeto.....	105
5.4 O controle do projeto.....	106
5.5 Problemas enfrentados.....	107
5.6 O que mudar, para o que mudar e como causar a mudança na ASC S/A .....	110
5.6.1 Respondendo a pergunta: O que mudar?.....	111
5.6.2 Respondendo a pergunta: Para o que mudar?.....	112
5.6.3 Respondendo a pergunta: Como causar a mudança?.....	116
5.7 Programação atual versus Corrente Crítica.....	117

<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>123</b>
6.1 Propostas para trabalhos futuros.....	126
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>127</b>

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 01</b> – Representação simplificada da estrutura do trabalho.....	06
<b>Figura 02</b> – Sistema produtivo (Adaptado de Pires, 1995).....	09
<b>Figura 03</b> – Tipos de sistemas produtivos (Adaptado de Slack <i>et al.</i> 1997).....	12
<b>Figura 04</b> – Tipos de fluxos produtivos segundo a Teoria das Restrições (Adaptado de Schragenheim e Dettmer, 2000).....	14
<b>Figura 05</b> – Ciclos competitivos para os quatro sistemas produtivos definidos (Adaptado de Pires, 1995).....	17
<b>Figura 06</b> – Na engenharia convencional, as funções são executadas seqüencialmente; na engenharia simultânea, os trabalhos são feitos simultaneamente (Adaptado Hartley, 1998).....	29
<b>Figura 07</b> – Exemplo de Gráfico de Gantt (Adaptado de Maximiano, 1997).....	36
<b>Figura 08</b> – Exemplo de Diagrama de precedência.....	39
<b>Figura 09</b> – Tambor-pulmão-corda com uma restrição interna (Adaptado de Blackstone, 2001).....	58
<b>Figura 10</b> – Os cinco passos da TOC (Adaptado de Leach, 2004).....	61
<b>Figura 11</b> – Exemplo de projetos com caminho crítico destacado (Adaptado de Umble e Umble, 2000).....	81
<b>Figura 12</b> – Exemplo de Corrente Crítica real (Adaptado de Umble e Umble 2000).....	82
<b>Figura 13</b> – Exemplo de Corrente Crítica com os pulmões de projeto e convergência (Adaptado de Umble <i>et al.</i> , 2000).....	83
<b>Figura 14</b> – Vista frontal de um painel.....	94
<b>Figura 15</b> – Fluxo da obtenção do pedido até a abertura do cronograma	99
<b>Figura 16</b> – Cronograma inicial da empresa ASC S/A.....	101
<b>Figura 17</b> – Exemplo de cronograma inicial da empresa ASC S/A.....	104
<b>Figura 18</b> – Engenharia – recurso estratégico.....	109
<b>Figura 19</b> – Rede atual de um projeto da ASC S/A.....	119
<b>Figura 20</b> – Corrente Crítica de um projeto da ASC S/A.....	120

**LISTA DE QUADROS**

	Pág.
<b>Quadro 01</b> – Exemplos de processo e projeto (Adaptado de Possi 2004).....	25
<b>Quadro 02</b> – Diferenças na definição do caminho mais longo.....	90
<b>Quadro 03</b> – Diferenças na estimativa de tempo da atividade.....	91
<b>Quadro 04</b> – Diferenças na programação dos recursos.....	91
<b>Quadro 05</b> – Diferenças na programação das atividades não-críticas.....	92
<b>Quadro 06</b> – Diferenças no controle e medição do desempenho do projeto.....	91
<b>Quadro 07</b> – Diferenças em ambiente de múltiplos projetos.....	93
<b>Quadro 08</b> – Funções e responsabilidades na ASC S/A .....	97
<b>Quadro 09</b> – Campos e preenchimento do cronograma.....	103
<b>Quadro 10</b> – Programação atual de um projeto da ASC S/A.....	117
<b>Quadro 11</b> – Programação segundo a Corrente Crítica de um projeto da ASC S/A.....	119
<b>Quadro 12</b> – Comparação entre CC e os métodos convencionais.....	123

**LISTA DE ABREVIATURAS**

**ATO** – Montagem sob Encomenda (*Assembly to Order*)

**BOM** – Lista de Materiais (*Bill of Materials*)

**CC** – Corrente Crítica (*Critical Chain*)

**CPM** – Método do Caminho Crítico (*Critical Path Method*)

**ENG** – Processo Engenharia

**ETO** – Engenharia sob encomenda (*Engineer to Order*)

**ES** – Engenharia Simultânea

**ESI** – *Early Supply Involvement*

**EVM** – Gerenciamento do valor do trabalho realizado (*Earned value management*)

**FV** – Processo Força de Vendas

**GF** – Processo Gestão Financeira

**GP** – Gerenciamento de Projeto

**MKT** – Processo de Marketing

**MONT** – Processo Montagem

**MTO** – Produção sob encomenda (*Make to Order*)

**MTS** – Produção para estoque (*Make to Stock*)

**PERT** – Técnica de Análise e Avaliação de Desempenho (*Program Evaluation and Review Technique*)

**PLAN** – Processo de Planejamento

**PMI** – Instituto de Gerenciamento de Projeto (*Project Management Institute*)

**TE** – Processo de Testes

**TCO** – Processo Técnico Comercial Oferta

**TCR** – Processo Técnico Comercial Realização

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

**WBS** - Estrutura de Divisão do Trabalho (*Working Breakdown Structure*)