



Companhia  
Vale do Rio Doce



## ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO

**Marcelo Sucena**

<http://www.sucena.eng.br>

[msucena@central.rj.gov.br](mailto:msucena@central.rj.gov.br) / [marcelo@sucena.eng.br](mailto:marcelo@sucena.eng.br)

**ABR/2008**

---

Curso de Especialização em Transporte Ferroviário de Carga



Companhia  
Vale do Rio Doce



## MÓDULO 1

# A VISÃO SISTÊMICA DO TRANSPORTE



Companhia  
Vale do Rio Doce



## Tópicos

1. **Conceitos**
  - ✓ **Definições**
  - ✓ Modelo Conceitual
  - ✓ Quanto à Constituição e a Natureza
  - ✓ Sistema Aberto
2. **Sistemas de Transportes**
  - ✓ Complexidade
  - ✓ Meio Ambiente
3. **Efeitos do Transporte**
4. **A Produção**
  - ✓ Manutenção
  - ✓ Operação

**A análise dos subsistemas e seus componentes é tão necessária quanto a análise do sistema disponível para utilização.**

**Mas, o todo é mais que a soma das partes isoladas.**

**As características de todo o complexo, portanto, quando comparadas às dos elementos individualmente, parecem dinâmicas.**

Bertalanffy (1992)



Companhia  
Vale do Rio Doce



## Tópicos

1. **Conceitos**
  - ✓ **Definições**
  - ✓ Modelo Conceitual
  - ✓ Quanto à Constituição e a Natureza
  - ✓ Sistema Aberto
2. **Sistemas de Transportes**
  - ✓ Complexidade
  - ✓ Meio Ambiente
3. **Efeitos do Transporte**
4. **A Produção**
  - ✓ Manutenção
  - ✓ Operação

É um conjunto determinado de elementos ou componentes discretos, **interconectados** ou em **interação dinâmica**, organizados e agenciados **em função de um objetivo**, fazendo o referido conjunto, objeto de um controle.

Pereira (1970)

É alguma coisa capaz de pôr em execução um **processo operacional**, onde alguma coisa é operada para produzir alguma coisa .

Pontes (1991)



Companhia  
Vale do Rio Doce



## Tópicos

1. **Conceitos**
  - ✓ **Definições**
  - ✓ Modelo Conceitual
  - ✓ Quanto à Constituição e a Natureza
  - ✓ Sistema Aberto
2. **Sistemas de Transportes**
  - ✓ Complexidade
  - ✓ Meio Ambiente
3. **Efeitos do Transporte**
4. **A Produção**
  - ✓ Manutenção
  - ✓ Operação

**É um conjunto de componentes interligados com vistas a realizar um fim comum.**

Honigbaum (1993)

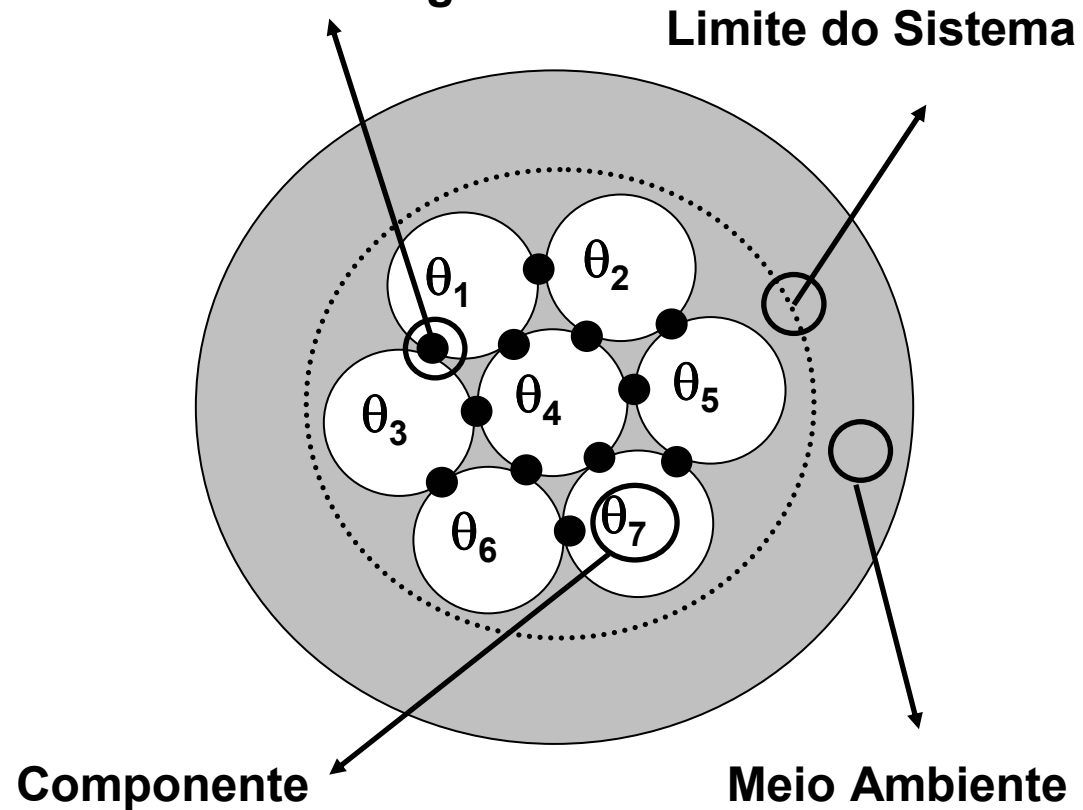
**É um conjunto de **elementos interdependentes e interagentes** inseridos em um ambiente; um grupo de unidades combinadas que formam um todo organizado e cujo resultado é maior do que o resultado que as unidades poderiam ter se funcionassem independentemente.**

Chiavenato (2004)

## Tópicos

1. **Conceitos**
  - ✓ Definições
  - ✓ **Modelo Conceitual**
  - ✓ Quanto à Constituição e a Natureza
  - ✓ Sistema Aberto
2. **Sistemas de Transportes**
  - ✓ Complexidade
  - ✓ Meio Ambiente
3. **Efeitos do Transporte**
4. **A Produção**
  - ✓ Manutenção
  - ✓ Operação

## Ligação entre componentes ou interface de constrangimento





Companhia  
Vale do Rio Doce



## Tópicos

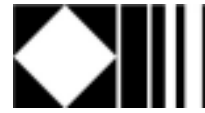
1. **Conceitos**
  - ✓ Definições
  - ✓ Modelo Conceitual
  - ✓ **Quanto à Constituição e a Natureza**
  - ✓ Sistema Aberto
2. **Sistemas de Transportes**
  - ✓ Complexidade
  - ✓ Meio Ambiente
3. **Efeitos do Transporte**
4. **A Produção**
  - ✓ Manutenção
  - ✓ Operação

De acordo com a sua constituição, os sistemas podem ser:

- ✓ Sistemas físicos ou concretos: quando são compostos de equipamentos, de máquinas, de objetos ou coisas reais e;
- ✓ Sistemas abstratos ou conceituais: quando compostos de conceitos, planos, hipóteses e idéias.

Quanto à sua natureza, os sistemas podem ser:

- ✓ Sistemas fechados: são os que não apresentam troca de informações ou energia com o meio externo ao sistema (meio ambiente) e;
- ✓ Sistemas abertos: são os que apresentam relações de troca de informações ou energia com o ambiente, através de entradas e saídas.

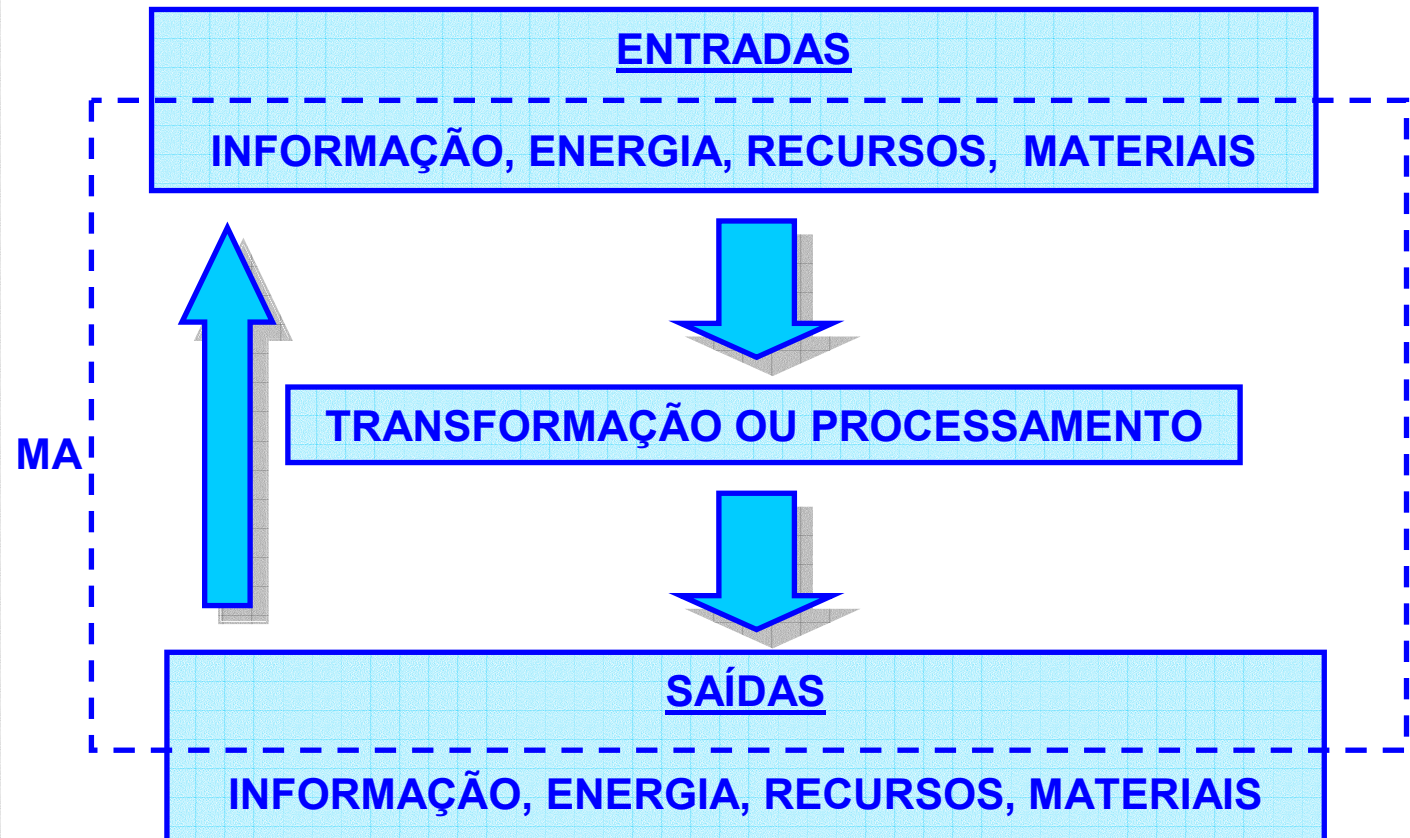


Companhia  
Vale do Rio Doce



## Tópicos

1. **Conceitos**
  - ✓ Definições
  - ✓ Modelo Conceitual
  - ✓ Quanto à Constituição e a Natureza
  - ✓ **Sistema Aberto**
2. Sistemas de Transportes
  - ✓ Complexidade
  - ✓ Meio Ambiente
3. Efeitos do Transporte
4. A Produção
  - ✓ Manutenção
  - ✓ Operação







Companhia  
Vale do Rio Doce



## Tópicos

1. Conceitos
  - ✓ Definições
  - ✓ Modelo Conceitual
  - ✓ Quanto à Constituição e a Natureza
  - ✓ Sistema Aberto
2. **Sistemas de Transportes**
  - ✓ **Complexidade**
  - ✓ Meio Ambiente
3. Efeitos do Transporte
4. A Produção
  - ✓ Manutenção
  - ✓ Operação

As empresas de **transporte ferroviário**, independente dos seus objetivos, são consideradas **sistemas complexos**, pois dependem de várias tecnologias específicas do ramo ferroviário, envolvendo as áreas elétrica, eletrônica, mecânica, civil etc., **necessitando de equipamentos e materiais confiáveis** e pessoal especializado para o seu funcionamento.



Companhia  
Vale do Rio Doce



## Tópicos

1. Conceitos
  - ✓ Definições
  - ✓ Modelo Conceitual
  - ✓ Quanto à Constituição e a Natureza
  - ✓ Sistema Aberto
2. **Sistemas de Transportes**
  - ✓ Complexidade
  - ✓ **Meio Ambiente**
3. Efeitos do Transporte
4. A Produção
  - ✓ Manutenção
  - ✓ Operação

Além do aspecto intrínseco que envolve a tecnologia ferroviária, onde os sintomas do desempenho são observados nas áreas de operação e manutenção, notam-se que algumas outras causas podem afetar diretamente o estado operativo dos STST. Destacam-se as **questões ambientais**, que também têm **reflexos diretos na operação e na manutenção dos seus subsistemas**, além das condições de atuação dos recursos humanos e financeiros.

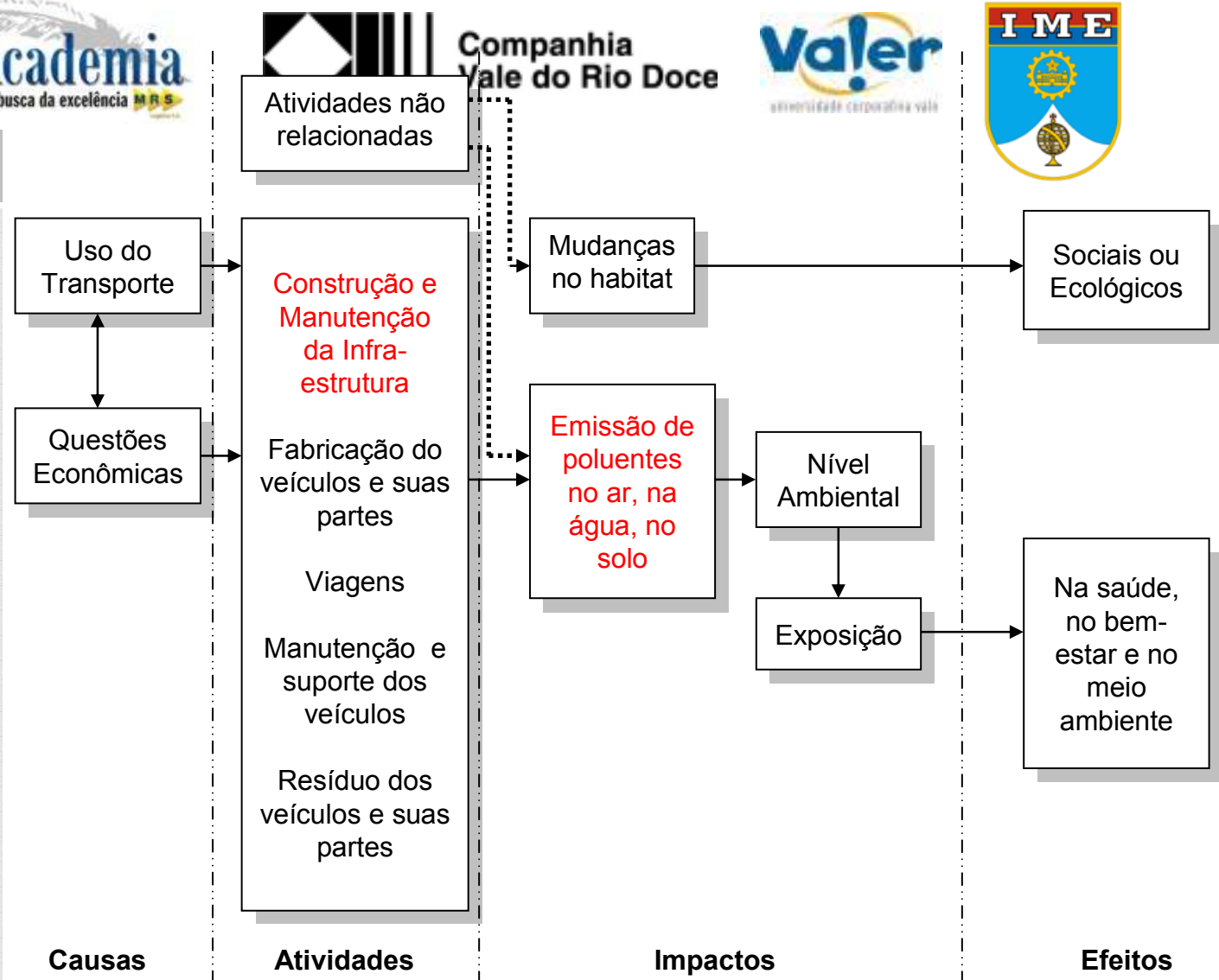


Companhia Vale do Rio Doce



## Tópicos

1. Conceitos
  - ✓ Definições
  - ✓ Modelo Conceitual
  - ✓ Quanto à Constituição e a Natureza
  - ✓ Sistema Aberto
2. Sistemas de Transportes
  - ✓ Complexidade
  - ✓ Meio Ambiente
3. **Efeitos do Transporte**
4. A Produção
  - ✓ Manutenção
  - ✓ Operação



Fonte: United States Environmental Protection Agency – EPA (1996) Indicators of the Environmental Impacts of Transportation - Policy, Planning and Evaluation, USA.



Companhia  
Vale do Rio Doce



## Tópicos

1. Conceitos
  - ✓ Definições
  - ✓ Modelo Conceitual
  - ✓ Quanto à Constituição e a Natureza
  - ✓ Sistema Aberto
2. Sistemas de Transportes
  - ✓ Complexidade
  - ✓ Meio Ambiente
3. Efeitos do Transporte
4. **A Produção**
  - ✓ Manutenção
  - ✓ Operação

Organização das Nações Unidas caracteriza a atividade fim de qualquer entidade organizada como

**“Produção = Operação + Manutenção”.**

Tavares (1997)

A “**produção**” de uma organização é responsável pela estruturação dos recursos destinados à produção de bens ou serviços. Esta função é central devido ao seu produto constituir-se na razão da existência da organização.

Slack (1997) *apud* Walter (2000)



Companhia  
Vale do Rio Doce



## Tópicos

1. Conceitos
  - ✓ Definições
  - ✓ Modelo Conceitual
  - ✓ Quanto à Constituição e a Natureza
  - ✓ Sistema Aberto
2. Sistemas de Transportes
  - ✓ Complexidade
  - ✓ Meio Ambiente
3. Efeitos do Transporte
4. **A Produção**
  - ✓ **Manutenção**
  - ✓ Operação

A “**manutenção**” é o conjunto de atividades e recursos aplicados aos sistemas ou equipamentos, para mantê-los nas mesmas condições de desempenho de fábrica e de projeto, visando garantir a consecução de sua função dentro dos parâmetros de disponibilidade, de qualidade, de prazos, de custos e de vida útil adequados.

Hamaoka *et al.* (2000)



Companhia  
Vale do Rio Doce



## Tópicos

1. Conceitos
  - ✓ Definições
  - ✓ Modelo Conceitual
  - ✓ Quanto à Constituição e a Natureza
  - ✓ Sistema Aberto
2. Sistemas de Transportes
  - ✓ Complexidade
  - ✓ Meio Ambiente
3. Efeitos do Transporte
4. **A Produção**
  - ✓ Manutenção
  - ✓ **Operação**

A **manutenção de sistemas complexos**, tais como os ferroviários, é caracterizada como de **cunho industrial**, com diretrizes, procedimentos, roteiros e rotinas bem definidas e uma dotação orçamentária estruturada, objetivando a continuidade da **operação do tráfego** evitando a ocorrência de **fatos que possam degradar ou interromper a prestação do serviço de transporte.**

Sucena (2002)



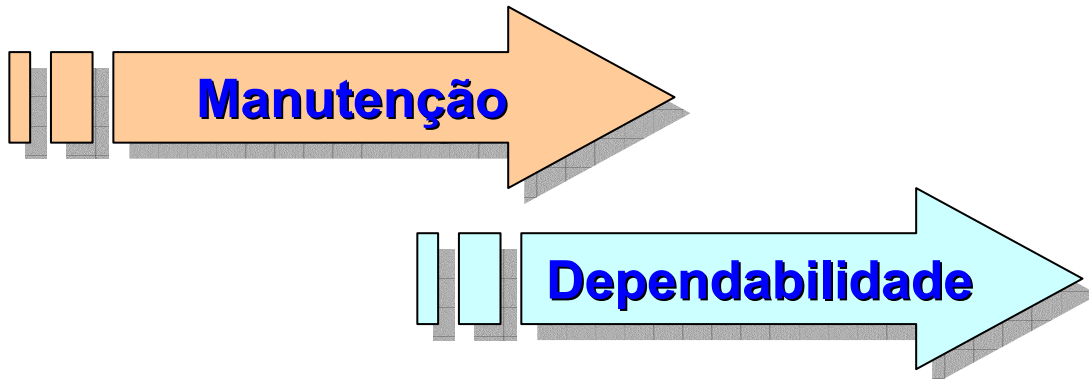
Companhia  
Vale do Rio Doce

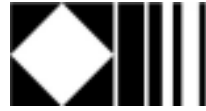


## Tópicos

1. Conceitos
  - ✓ Definições
  - ✓ Modelo Conceitual
  - ✓ Quanto à Constituição e a Natureza
  - ✓ Sistema Aberto
2. Sistemas de Transportes
  - ✓ Complexidade
  - ✓ Meio Ambiente
3. Efeitos do Transporte
4. A Produção
  - ✓ Manutenção
  - ✓ Operação

A equação que considera a soma dos atributos “**Operação**” e “**Manutenção**” pode ser representada adequadamente pelas considerações da **dependabilidade**, ou seja, pelos atributos que representam a confiança depositada em determinado sistema em relação ao seu correto funcionamento.





Companhia  
Vale do Rio Doce



Bertalanffy, von Ludwig, **Teoria Geral de Sistemas**, Ed.Vozes, São Paulo, 1992.

Chiavenato, Idalberto. **Introdução a Teoria Geral da Administração**. 7<sup>a</sup> ed., Editora Campus, São Paulo, 2004.

Hamaoka, Ricardo Eiji e Silva, Paulo Afonso Lopes. **Otimização de Sistemas Logísticos: Metodologia Aplicada à Unidade de Manutenção de Aviação do Exército Brasileiro**. Instituto Militar de Engenharia - Departamento de Engenharia de Sistemas, 2000, Disponível em <http://www.ipanema.ime.eb.br/RelTec/2000/Rt052-00.pdf>, Capturado em 17/07/2002.

Honigbaum, Gilberto, **Uma Contribuição ao Estudo de Confiabilidade e Disponibilidade em Sistemas de Transporte Metro-Ferrovários**, Dissertação de Mestrado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 1993.





Companhia  
Vale do Rio Doce



Pereira, Amaranto Lopes, **Reflexões sobre a Noção de Coerência Conceitual e sua Importância no Estudo de Alguns Problemas Básicos de uma Teoria Unificada de Sistemas**, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 1970.

Sucena, Marcelo Prado, **Subsídios para Alocação de Recursos Financeiros em Sistemas de Transportes Sobre Trilhos Baseado em Critérios Técnicos** Dissertação de Mestrado em Engenharia de Transportes, Instituto Militar de Engenharia - IME, Rio de Janeiro, 2002.

Tavares, Lourival Augusto. **PCM - Planejamento e Controle da Manutenção**, Rio de Janeiro, 1997.

Walter, Alexandre. **Um Método de Modelagem de Sistemas de Produção de Serviços Baseado no Mecanismo da Função Produção**, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Escola de Engenharia - Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Porto Alegre, 2000.