

# GERENCIAMENTO DE PROJETOS E SIMULAÇÃO DE PROCESSOS: UMA ABORDAGEM INTEGRADA

Paulo Roberto Nascimento Travassos  
*Lab. de Computação e Matemática Aplicada*  
*LAC / Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE)*  
Av. dos Astronautas, 1758 CP 515  
12245-970 São José dos Campos, SP, Brasil  
e-mail: [prntravassos@uol.com.br](mailto:prntravassos@uol.com.br)

Germano de Souza Kienbaum  
*Lab. de Computação e Matemática Aplicada*  
*LAC / Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE)*  
Av. dos Astronautas, 1758 CP 515  
12245-970 São José dos Campos, SP, Brasil  
e-mail: [germano@klac.inpe.br](mailto:germano@klac.inpe.br)

## Resumo

*Este trabalho apresenta uma proposta para a criação de uma metodologia integrada e as suas ferramentas de apoio, para aplicação tanto em simulação de processos como na gerência e controle de projetos. As analogias e as diferenças entre essas áreas de estudo são identificadas e alguns conceitos e procedimentos para sua integração em uma metodologia unificada são formulados. O objetivo é empregar a abordagem unificada em uma larga classe de problemas e explorar as vantagens relativas de cada técnica.*

## 1. Introdução

As semelhanças na representação de modelos de simulação contendo redes de atividades e filas com diagramas do tipo PERT/CPM (Program Evaluation Review Technique / Critical Path Method) foram primeiro observadas durante as aulas do Curso de Simulação de Sistemas - LAC/INPE.

Tendo em vista ainda que planilhas de cálculo podem ser utilizadas em simulação "Quick and Dirty", pela adição de variáveis aleatórias, mas que sistemas do tipo MS Project não dispõem desses recursos, nem da capacidade para análise dinâmica, surgiu a idéia de acrescentar mecanismos de simulação também a esse tipo de sistema.

Outra fonte de motivação foi a Teoria das Restrições. Esta é uma abordagem alternativa de gerenciamento de projetos que utiliza uma macro especialmente desenvolvido para uso conjunto com o MS-Project. Portanto, já é realidade o uso de outros métodos de gerência de projeto, utilizando-se como base diagramas do tipo PERT/CPM.

Mais recentemente, verificou-se a existência de trabalhos correlatos do uso combinado da simulação e do gerenciamento de projetos, em instituições de ensino européias. [Bruzzzone et Al, 1999 e Ottjes, Veeke, 2000]

## 2. Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é o de apresentar as analogias encontradas entre a metodologia e ferramentas utilizadas para a simulação de processos e as utilizadas para a gerência e controle de projetos, visando desenvolver uma metodologia integrada que explore as vantagens relativas de ambas as técnicas, e elimine algumas deficiências identificadas na aplicação das mesmas de forma isolada.

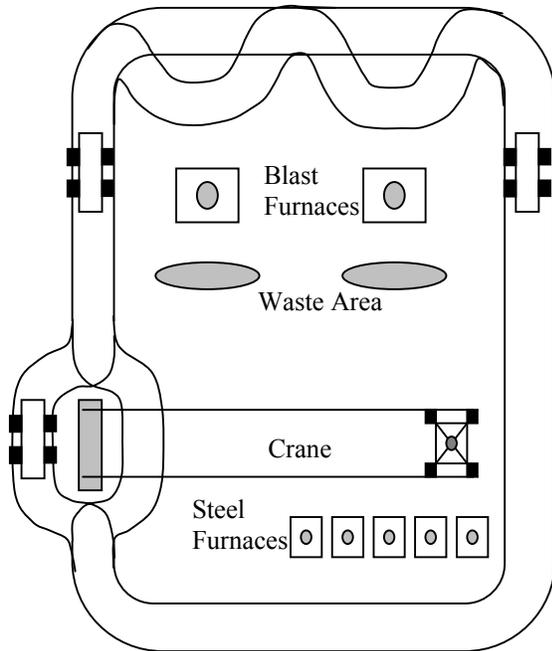
Como objetivo específico encontra-se ainda a análise, projeto e implementação de um protótipo de um ambiente integrado com suas ferramentas auxiliares para uso da abordagem unificada.

## 3. Fundamentos

Os problemas escolhidos para descreverem as analogias existentes entre as metodologias utilizadas na simulação de sistemas e no gerenciamento de projetos serão o de uma aciaria imaginária e o projeto de construção de uma casa.

A figura 1 mostra o layout da aciaria, como descrito em Kienbaum e Paul, 1994. Para a construção da casa serão empregadas as atividades apresentadas na tabela 1, que foram descritas em Levy et Al, 1963.

### 3.1. Diagramas de Ciclos de Atividades - Simulação de Sistemas



**Figura 1. Layout da Aciaria**

Os DCA, amplamente utilizados na Simulação de Processos, apresentam uma forma gráfica rápida e intuitiva de representação de sistemas discretos, conforme descritos em Pidd, 1992. Neste modelo os retângulos representam os estados ativos do sistema, os círculos caracterizam as filas, ou estado de espera, formadas diante das atividades, ambos interligados por setas que indicam o fluxo das entidades no sistema. Os diagramas mostram o ciclo de vida das entidades individuais, bem como a dinâmica de suas interações. Trata-se de um modelo comunicativo de fácil assimilação que pode ser utilizado para a discussão dos principais aspectos da lógica do modelo entre os participantes de um estudo de simulação.

### 3.2. Diagramas do tipo PERT/CPM – Gerência de Projetos

A forma característica de se descrever um projeto é representá-lo utilizando uma rede de atividades encadeadas, dispostas em eixos que representam o tempo transcorrido de realização destas atividades (eixos paralelos para atividades executadas simultaneamente), com suas durações e relações de precedência, às quais também são associados os recursos necessários a sua realização.

**Tabela 1. Seqüência e duração das atividades**

Ordem	Descrição	Anterior	Duração
A	INÍCIO		0
B	ESCAVAR	A	4
C	FUNDAÇÕES	B	2
D	ARMAÇÕES	C	4
E	ALVENARIA	D	6
F	ENCANAMENTO TÉRREO	C	1
G	PISO TÉRREO	F	2
H	ENCANAMENTO BÁSICO	F	3
I	FIAÇÃO	D	2
J	CALEFAÇÃO	D,G	4
K	REVESTIMENTO	H,I,J	10
L	FINALIZAR PISO	K	3
M	COZINHA	L	1
N	FINALIZAR ENCANAMENTO	L	2
O	TERMINAR PINTURA	L	3
P	FINALIZAR TETO	E	2
Q	CALHA	P	1
R	SISTEMA DRENAGEM	C	1
S	LIXAR ASSOALHO	O,T	2
T	PINTURA	M,N	3
U	TERMINAR REDE	T	1
V	NIVELAMENTO	Q,R	2
W	CALÇADA E PAISAGISMO	V	5
X	TERMINAR	S,U,W	

Esta forma de modelagem e seus diagramas são conhecidos como Program Evaluation Review Technique - PERT, constituindo-se numa técnica há muito consagrada e muito bem documentada, utilizada na gerência de projetos empresariais, visando seu planejamento e controle [9].

### 3.3. Diagramas Unificados para Modelagem e Simulação de Sistemas e Projetos

As analogias existentes entre os dois tipos de processos mencionados anteriormente, evidenciam um grande potencial para o desenvolvimento de uma metodologia e de suas ferramentas de apoio, visando a integração destas duas áreas de estudo e aplicações.

A possibilidade de unificação destas duas formas de modelagem é demonstrada neste trabalho, a partir da representação gráfica de sistemas discretos com base em PERT ou DCA modificados, denominados de Diagramas para Modelagem Unificada em Simulação (DMUS), ou USMD – Unified Simulation Modelling

Diagrams, na versão em inglês. Estes diagramas são criados a partir de diagramas PERT ou DCA, pela introdução de um conceito extra, denominado repositório de recursos, representando depósitos para conter as entidades permanentes do sistema, enquanto elas não estão engajadas em atividades cooperativas com outras entidades e transações.

A representação utilizando DMUS considera a possibilidade de replicação ou reinicialização dos projetos neles descritos, resultando em multiprojetos de execução simultânea, cujos inícios podem ser defasados no tempo. Desta forma o problema pode ser interpretado e tratado como um processo do tipo produção seriada, equivalentes aos processos industriais.

Os diagramas DMUS constituem a base comum para o desenvolvimento da metodologia e das ferramentas híbridas apropriadas para a unificação das duas técnicas, com o objetivo de eliminar as suas principais deficiências e agregar suas vantagens relativas, visando torná-las intercambiáveis para aplicações em estudos de ambas as áreas.

Uma abordagem deste tipo poderá ser utilizada para uma ampla classe de sistemas discretos, podendo ser aplicada em processos industriais ou projetos empresariais de grande porte, ainda que estes tivessem que ser abordados por etapas, bem como em multiprocessos/multiprojetos de execução simultânea.

#### 4. Domínios de aplicação

O DCA utilizado para representar o modelo de simulação da aciaria e o PERT resultante para a gerência do projeto de construção de uma casa estão representados respectivamente, nas figuras 2 e 3.

A transformação do DCA para a forma de representação gráfica semelhante a uma rede de atividades do tipo PERT, agora denominada DMUS é apresentada na figura 4. O processo de mudança compreende a identificação dos caminhos correspondentes aos processos componentes do modelo (correspondentes aos fluxos de controle do programa ao executar as atividades do sistema).

Neste caso o processo principal é descrito pelo caminho percorrido pelo ferro fundido, mas o ferro fundido não se constitui numa entidade do sistema (as entidades são itens contáveis), por isto apenas a seqüência de execução das atividades é descrita com uma linha tracejada. Duas ramificações são ainda identificadas, correspondendo às atividades de

reposicionamento dos torpedos e guindastes, após estes terem liberado suas cargas. As entidades permanentes do sistema são representadas com linhas cheias, podendo ser modeladas como recursos e os seus ciclos “quebrados” pela introdução dos repositórios de recursos em seu caminho (círculos concêntricos). Os recursos têm a finalidade de bloquear ou liberar as entidades principais (ou fluxo de controle), de acordo com a disponibilidade ou não destes, no momento da execução das atividades.

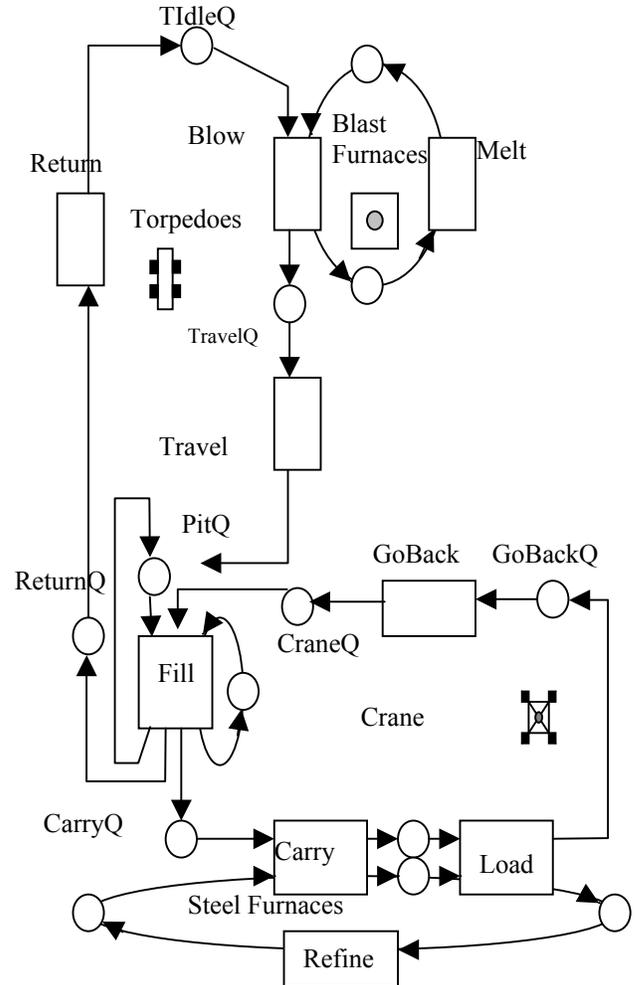


Figura 2. DCA da Aciaria

A Figura 5 demonstra a transformação do diagrama PERT da construção de uma casa para o tipo agora proposto DMUS.

#### 5. Requisitos para um Ambiente Integrado para Simulação e Gerência de Projetos

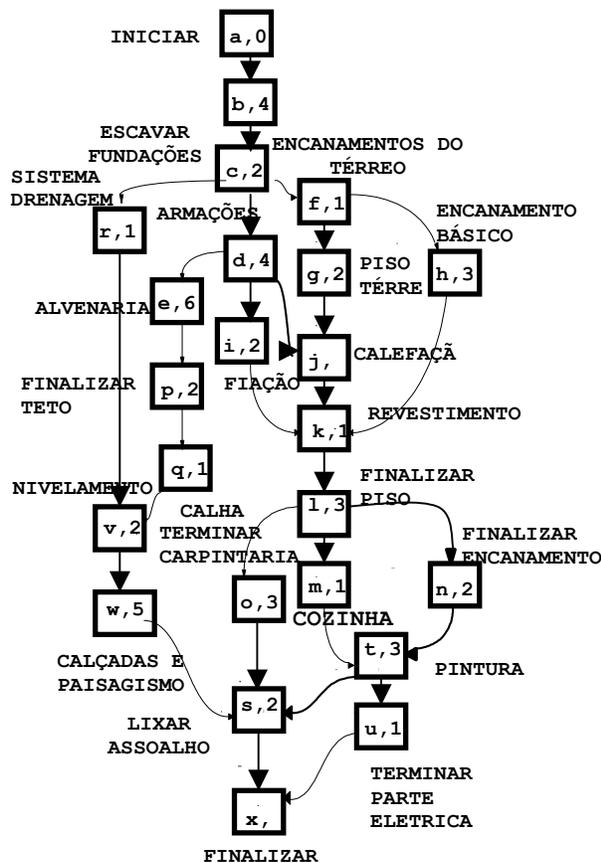


Figura 3. PERT para construção de uma casa

Com a finalidade de se criar um sistema amigável visando sua utilização por profissionais sem conhecimentos prévios de simulação, foram definidos requisitos desejáveis para a construção protótipo do Ambiente Integrado para Simulação e Gerência de Projetos.

O ambiente deve disponibilizar uma Interface para modelagem gráfica e animação dos sistemas em estudos. Deverá permitir a Modelagem hierárquica de processos, viabilizando a aplicação a uma ampla classe de sistemas, correspondentes a processos industriais e projetos empresariais de grande porte. Deve incorporar Estruturas pré-construídas para permitir análise de ciclos completos ou de etapas de produção com base em custos e prazos. Viabilizar funcionalidades para análise dinâmica de projetos (defasagem do início de processos concorrentes, multiprojetos, alocação de recursos) e utilizar-se de ferramentas de desenvolvimento abertas para pesquisa.

Como plataforma de desenvolvimento do ambiente integrado de simulação propõe-se inicialmente que seja utilizado o sistema

SIMPROCESS, produzido pela CACI, conforme

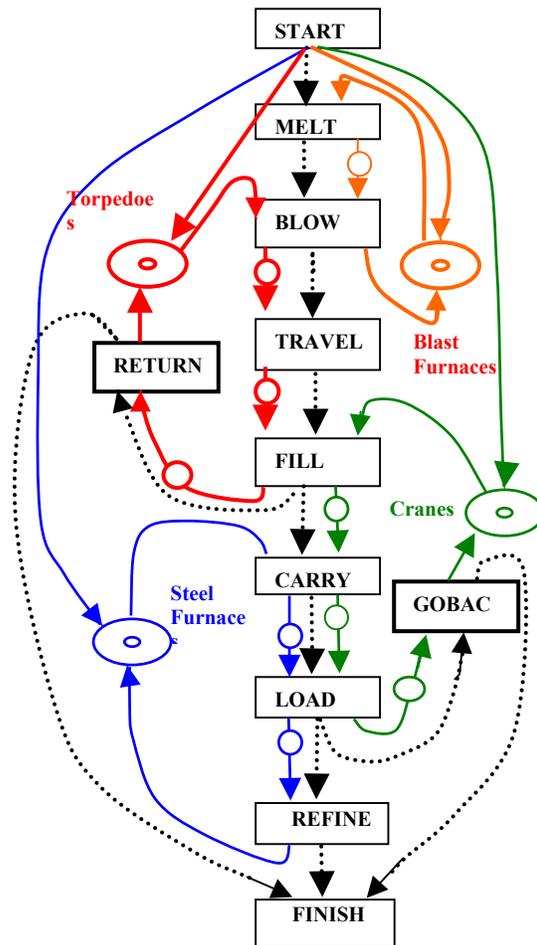


Figura 4. Representação do DMUS da aciaria.

descrição contida em [2].

O sistema SIMPROCESS apresenta uma série de características que o habilitam como ambiente de desenvolvimento para a aplicação proposta, a saber:

- Sistema para simulação discreta baseado em processos;
- Interface gráfica interativa e pacote de animação integrado (SIMGRAPHICS);
- Biblioteca de componentes pré-construída contendo as características principais de simulação baseada em processos, permitindo modelagem gráfica hierárquica, execução e acompanhamento da experimentação (cenários), geração de relatórios, etc.
- Biblioteca expansível utilizando código fonte baseado na Linguagem de Simulação Orientada a Objetos MODSIM III, Java e XML;

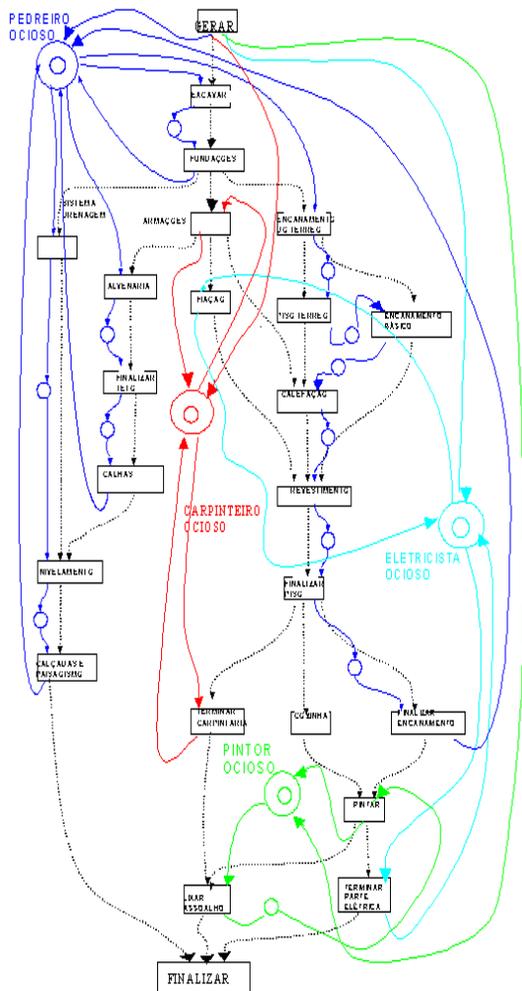


Figura 5. DMUS para construção da casa

Uma alternativa, ainda não validada, para o SIMPROCESS seria o ambiente TOMAS (Tool for Object-oriented Modelling And Simulation) [7]. O TOMAS é um pacote acadêmico, desenvolvido na Universidade de Delft, utilizado na simulação de eventos discretos para análise e controle de ambientes de produção. Possui as seguintes características:

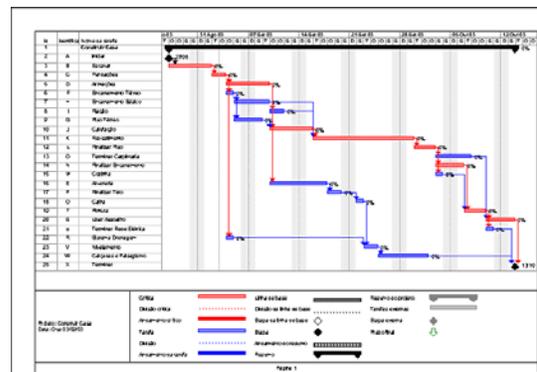
- Modelagem Orientada a Objetos
- Ambiente gráfico
- Modelos animados
- Linguagem DELPHI
- Código aberto

## 6. Trabalhos realizados

Com o objetivo de verificar a praticidade da pesquisa sobre a unificação da simulação de

processos e do planejamento e controle de Projetos, foram realizados alguns testes preliminares. Para permitir o início imediato do trabalho, optou-se pelo uso do "software" ARENA, em sua versão acadêmica, como substituto do SIMPROCESS na construção do modelo de simulação. E, para a criação do diagrama de planejamento e controle de projeto, foi utilizado o MS PROJECT. O projeto escolhido para este estudo inicial foi o de construção de uma casa.

O GANT/PERT final para planejamento e controle no MS PROJECT é exibido na figura 6. Em sua construção foram utilizados os tempos estimados das atividades, constantes na tabela 1. Observa-se que as tarefas que participam do caminho crítico estão assinaladas com a cor



vermelha.

Figura 6. GANT/PERT - construção da casa

O mesmo projeto, agora representado como modelo de simulação, é mostrado na figura 7.

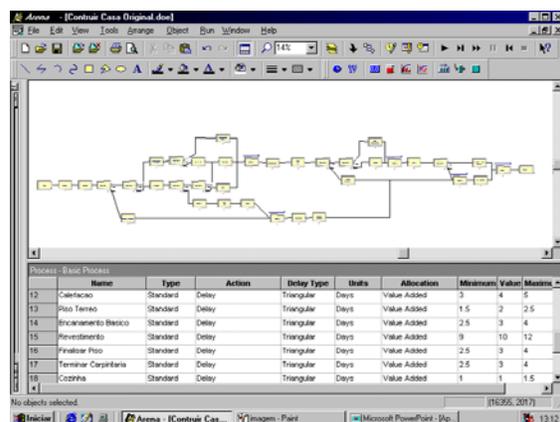


Figura 7. Modelo de simulação do ARENA

Da mesma forma que no exemplo anterior, também foi empregada a tabela 1 para estimar os

valores médios de funções triangulares, para construção do modelo de simulação no ARENA.

Entretanto, quando se pretendeu estender os modelos para considerar também os recursos utilizados durante a realização das tarefas, o sistema de simulação ARENA atingiu o limite de variáveis permitidas na versão acadêmica, inviabilizando a continuação dos estudos.

## 7. Conclusões

A possibilidade de reunir duas técnicas distintas em uma nova abordagem combinada que permita cobrir as atuais deficiências encontradas na simulação de processos e no gerenciamento e controle de projetos se revela promissora, pois elas possuem características complementares. A partir do novo modelo de simulação híbrido resultante denominado DMSU será possível a modelagem e análise de sistemas de produção ou o gerenciamento de projetos feitos de uma forma similar dos multiprojetos de vários processos idênticos.

Para os próximos passos, pretende-se, inicialmente, terminar a avaliação do modelo de construção da casa no "software" ARENA, em uma versão completa do "software".

Está, também, em elaboração o projeto de pesquisa para o desenvolvimento do Ambiente Integrado de Simulação, junto aos órgãos de financiamento público, que permitirá a aquisição do SIMPROCESS. Paralelamente, será estudada a possibilidade de uso do pacote aberto TOMAS, como alternativa de solução para a construção do Ambiente Integrado de Simulação.

## Referências

- [1] Bruzzone, A.G. et Al. "Project Management Tools: Simulation On Web Environment", Proceedings of Websim99, San Diego Janeiro 1999.
- [2] CACI, SIMPROCESS User's Guide – Beta Release 1.0, February, 1996.
- [3] Kienbaum,G.S; Paul, R. J. "H-ACDNET: Na Object-Oriented Graphical User interface for Simulation Modeling of Manufacturing Systems". Simulation Praticte and Theory, 2(1994):141-157.
- [4] Kienbaum,G.S; Travassos, P.R.N. "Project Management and Process Simulation: Towards an Integrated Approach". In: 15th European Simulation Symposium and Exhibition, Delft, Holanda. Outubro 26-29, 2003. Aceito para apresentação e inclusão nos anais.
- [5] Levy, F.K., Thompson, G.L and Wiest, J.D. "The ABCs of the Critical Path Method." Harvard Business Review, Setembro-Outubro 1963.
- [6] Ottjes,J.A; Veeke,H.P.M. "Project Management with Simulation - A critical view on the critical path". Proceeding of ICSC Symposia on Intelligent Systems & Applications. Wollongong, Australia, Dezembro 2000.
- [7] Ottjes,J.A; Veeke,H.P.M. "TOMAS: Tool for Object-oriented Modelling And Simulation". Proceeding of Business and Industry Simulation Symposium. Washington D.C.Abril 2000.
- [8] Pidd, M. "Computer Simulation in Management Science". John Wiley & Sons, Chichester, UK, 1992, 3rd Edition.
- [9] Prado, Darci. "Administração de Projetos com PERT/CPM". Rio de Janeiro: LTC, 1984.