



**Marcelo Ribeiro de Carvalho**

**Modelagem da Operação de um Recinto  
Especial para Despacho Aduaneiro de  
Exportação (Redex)**

**Dissertação de Mestrado**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção do Departamento de Engenharia Industrial da PUC-Rio.

Orientador: Prof. José Eugênio Leal

Rio de Janeiro  
Abril de 2012



**Marcelo Ribeiro de Carvalho**

**Modelagem da Operação de um Recinto  
Especial para Despacho Aduaneiro de  
Exportação (Redex)**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre (opção profissional) pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção do Departamento de Engenharia Industrial da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

**Prof. José Eugenio Leal**

Orientador

Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio

**Prof. Alexandre Magno Castañon Guimarães**

Co-orientador

Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio

**Prof. José Roberto de Souza Blaschek**

Departamento de Engenharia Industrial – PUC – Rio

**Prof. Vânia Barcellos Gouvêa Campos**

Instituto Militar de Engenharia - IME

**Prof. Dr. José Eugenio Leal**

Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico - PUC-Rio

Rio de Janeiro, 12 de abril de 2012.

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

### **Marcelo Ribeiro de Carvalho**

Graduou-se em Relações Internacionais pela Universidade Estácio de Sá em 2009. Especializou-se em Logística Empresarial no mesmo ano pelo Centro de Estudos em Logística (CEL-COPPEAD). Trabalha na área de Planejamento Estratégico em um terminal portuário. Dentre as principais atividades desenvolvidas estão estudos de viabilidade econômica e operacional de novos negócios e acompanhamento de indicadores financeiros e operacionais.

#### Ficha Catalográfica

Carvalho, Marcelo Ribeiro de

Modelagem da operação de um recinto especial para despacho aduaneiro de exportação (Redex) / Marcelo Ribeiro de Carvalho ; orientador: José Eugênio Leal. – 2012.

91 f. : il. (color.) ; 30 cm

Dissertação (mestrado)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Industrial, 2012.

Inclui bibliografia

1. Engenharia Industrial – Teses. 2. Recintos especiais para despacho aduaneiro de exportação (REDEX). 3. Simulação computacional. 4. Estudo da demanda. 5. Tomada de decisão. I. Leal, José Eugênio. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Industrial. III. Título.

CDD: 658.5

## Resumo

Carvalho, Marcelo Ribeiro de. Leal, José Eugênio. **Modelagem da Operação de um Recinto Especial para Despacho Aduaneiro de Exportação (Redex)**. Rio de Janeiro, 2012. 91p. Dissertação de Mestrado (Opção profissional) - Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

O crescimento intenso do comércio internacional estimulado pela globalização demandou mais qualidade e produtividade nos portos ao redor do mundo, já que grande parte das trocas comerciais é realizada através do modal marítimo. Isso impacta diretamente estruturas de apoio como os Portos Secos e os Recintos Especiais para Despacho Aduaneiro de Exportação (REDEX), uma vez que, é destinado para essas unidades operacionais um grande volume de mercadorias que terão um manuseio e operação semelhantes ao que acontecem nos portos. O objetivo desse estudo é demonstrar a complexidade da operação de um Recinto Especial de Despacho Aduaneiro de Exportação (REDEX), utilizando a simulação computacional através do *software* Arena. Além disso, evidenciar os benefícios, através de estudo de caso do Redex Libra Rio, que a combinação dessa ferramenta aliada ao estudo da demanda pode trazer na tomada de decisão dos gestores.

## Palavras-chave

Recintos Especias para Despacho Aduaneiro de Exportação (REDEX); simulação computacional; estudo da demanda, tomada de decisão.

## Abstract

Carvalho, Marcelo Ribeiro de. Leal, José Eugênio (Advisor). **Operation Modeling of an Special Area for Export Customs Clearance**. Rio de Janeiro, 2012. 91p. **MSc. Dissertation** - Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The intense growth of the international commerce stimulated by the globalization demanded more quality and productivity in ports around the world, since most part of the commercial trade is done through the naval mode. It directly impacts supporting structures such as the Dry Ports and the Special Areas for Export Customs Clearance, since a high volume of goods is designated for these operational units, and handled in similar processes to the ones done in ports. The objective of this study is to show the operational complexity of a Special Areas for Export Customs Clearance, using a computer simulation with Arena software. Moreover, the study, based on the case Redex Libra Rio, will highlight the benefits for management decision making in combining the tool with a demand analysis.

## Keywords

Special Area for Export Customs Clearance; computer simulation; demand analysis; decision making

## Sumário

1. Introdução	11
2. A Relevância da Infraestrutura dos Portos	14
2.1. Os Portos e a Competitividade	14
2.2. A Implantação da Lei de Modernização dos Portos e seus Efeitos	18
2.3. O Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) e os Investimentos em Infraestrutura	23
2.4. Os Portos Brasileiros Frente aos Portos ao redor do Mundo	28
3. Estruturas de Apoio aos Portos	33
3.1. Porto Seco	33
3.2. Recinto Especial para Despacho de Exportação – REDEX	35
3.3. Contêiner	36
3.3.1. Tipos de Contêineres	38
3.3.2. Equipamentos	41
4. Fundamentos Teóricos	45
4.1. Previsões de Demanda	45
4.1.1. Modelos de Previsão da Demanda	46
4.1.2. Cálculo dos Erros de Previsão	50
4.2. Simulação Computacional	51
4.2.1. Razões para Utilização da Simulação	52
4.2.2. Vantagens e Desvantagens da Simulação	54
4.2.3. Etapas da simulação	56
4.2.4. Usando <i>software</i> em simulação	58
4.2.5. Aplicações de simulação	59
5. Estudo de Caso	61
5.1. Redex	61
5.1.1. Infraestrutura	61
5.2. Operações Redex	62
5.3. Coleta de Dados	64
5.4. Construção do Modelo Computacional	65
5.4.1. Entrega de Carga Solta	66
5.4.2. Unitização	69
5.4.3. Coleta de Contêiner Cheio	71
5.5. Análise da Demanda	72
5.6. Definição e Análise de Cenários	76
5.6.1. Entrega de Carga Solta	77
5.6.2. Coleta de Contêiner Cheio	80
5.6.3. Unitização	82
5.7. Comentários Gerais sobre a Simulação	84
6. Considerações Finais	86
Referências Bibliográficas	88

## Lista de figuras

Figura 1: Aumento da produtividade	21
Figura 2: Queda no tempo médio de atracação	22
Figura 3: PAC nos portos	26
Figura 4: Contêiner <i>Dry</i>	38
Figura 5: Contêiner <i>High Cube</i>	39
Figura 6: Contêiner <i>Open Top</i>	39
Figura 7: Contêiner <i>Flat Rack</i>	40
Figura 8: Contêiner Plataforma	40
Figura 9: Contêiner Refrigerado	40
Figura 10: Contêiner Tanque	41
Figura 11: Portêiner	42
Figura 12: <i>Mobile Harbour Cranes (MHC)</i>	42
Figura 13: Transtêiner sobre pneus	43
Figura 14: Transtêiner sobre trilhos	43
Figura 15: Empilhadeira <i>Reach Stacker</i>	43
Figura 16: Empilhadeira Fork-Lift	44
Figura 17: Modelo de Simulação	53
Figura 18: Etapas da Simulação	56
Figura 19: Comportamento geral de um modelo de simulação em Arena	58
Figura 20: Redex	62
Figura 21: Lógica do Modelo de Entrega de Carga Solta	68
Figura 22: Lógica do Modelo de Unitização	70
Figura 23: Lógica do Modelo de Coleta de Contêiner Cheio	71
Figura 24: Animação Entrega Carga Solta	78

Figura 25: Animação Entrega Carga Solta II	79
Figura 26: Animação Coleta de Contêiner Cheio	81
Figura 27: Animação Coleta de Contêiner Cheio II	82
Figura 28: Animação Unitização	83



## Lista de gráficos

Gráfico 1: Evolução das Exportações Brasileiras	15
Gráfico 2: Participação em US\$	15
Gráfico 3: Participação em ton	16
Gráfico 4: Custos logísticos	24
Gráfico 5: Problemas nos portos brasileiros	29
Gráfico 6: Documentos para Exportação	31
Gráfico 7: Custos para Exportação	31
Gráfico 8: Dias para Exportação	32
Gráfico 9: Ranking dos Portos (qualidade da infraestrutura)	32
Gráfico 10: Movimentação de Contêineres no Brasil	37
Gráfico 11: Maiores Portos em Movimentação de TEU's	38
Gráfico 12: Previsão com Média Móvel	73
Gráfico 13: Previsão com Média Móvel Dupla	73
Gráfico 14: Previsão com Amortecimento Exponencial Simples	74
Gráfico 15: Previsão com Amortecimento Exponencial com Tendência	74
Gráfico 16: Previsão com Amortecimento Exponencial com Tendência e Sazonalidade	75
Gráfico 17: Previsão com Decomposição Clássica	75

## Lista de tabelas

Tabela 1: Investimentos do PAC	25
Tabela 2: Programa Nacional de Dragagem	28
Tabela 3: Avaliação dos Modelos de Previsão	76
Tabela 4: Aplicação do Método de Previsão	76
Tabela 5: Entrega de Carga Solta	77
Tabela 6: Recursos e Indicadores de Entrega de Carga Solta	79
Tabela 7: Coleta de Contêiner Cheio	80
Tabela 8: Recursos e Indicadores de Coleta de Contêiner Cheio	81
Tabela 9: Recursos e Indicadores de Unitização	84