

# MODELO ECONÔMICO-OPERACIONAL PARA OTIMIZAÇÃO DOS CUSTOS PORTUÁRIOS DE TERMINAIS DE MINÉRIO DE FERRO: O CASO MBR

**Eng Fernando Munis Barretto Mac Dowell**

Mestrando em Eng de Transportes do  
Instituto Militar de Engenharia - IME

**Eng Marcus Vinicius Quintella Cury, D.Sc.**

Orientador do PG-Transportes  
Instituto Militar de Engenharia - IME

## RESUMO

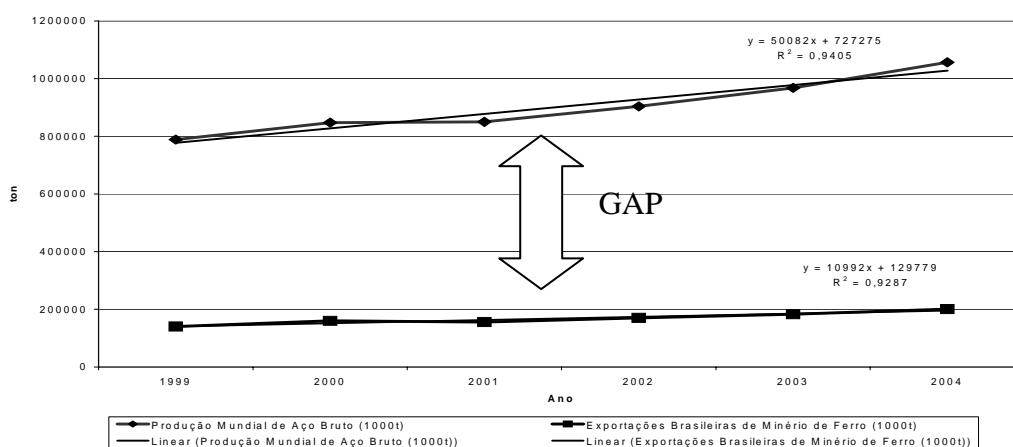
O presente trabalho pretende desenvolver um modelo econômico-operacional para otimização dos custos portuários de terminais de minério de ferro, embasado em objetivos e metas (desejos) do tomador de decisão, aplicado ao Terminal da Ilha Guaíba – TIG, pertencente à Minerações Brasileiras Reunidas S.A. O modelo estará baseado em duas ferramentas importantes para a solução deste tipo de problema: a Programação Linear por Múltiplos Objetivos e Engenharia Financeira. O objetivo do trabalho é atender aos anseios dos tomadores de decisão de terminais portuários quanto à aplicação e realocação dos seus investimentos, em função dos gargalos de operação verificados nesses terminais.

## ABSTRACT

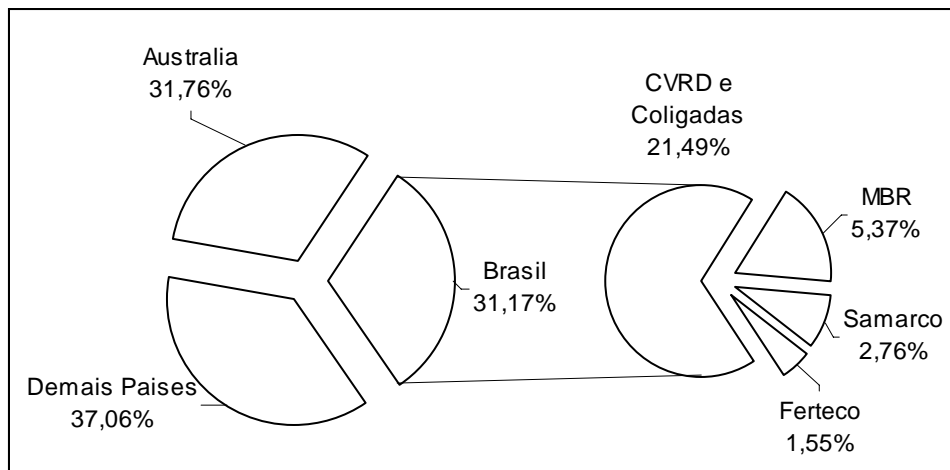
The present work intends to develop an economic-operational model to optimize the cost of the iron ore dock terminals based on objectives and goals of the ones in charge in the case of Guaíba Island Terminal which belongs to Minerações Brasileiras Reunidas S.A.. This model will focus on two important tools to solve this kind of problem: the Linear Programming by Multiple Objectives and the Financial Engineering. The objective of this work is to fulfill the expectations of the ones in charge of the dock terminal as regards the application and reallocation of their investments, based on the gargles of the operation checked out at the dock terminals.

## 1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA.

Os terminais de minério de ferro são de suma importância para a economia brasileira e mundial, principalmente para o setor siderúrgico, responsável por 99% desse consumo, onde o Brasil é o maior exportador mundial de aço (Gráfico 1) e o segundo em minério de ferro (Gráfico 2). (Quaresma, 1987 apud Ferreira, 2001).



**Gráfico 1:** Produção de aço bruto x exportações brasileiras de minério de ferro(adapado Sinferbase, 2005 e IISI, 2004)



**Gráfico 2:** Principais exportadores de minério de ferro (adaptado Sinferbase, 2005 e IISI,2004).

Segundo Jesus (2005), isso se deve ao alto teor de ferro do minério brasileiro, que é da ordem de 64%, em média, enquanto que na Austrália é de 59% e na China de 40%, conforme estudos elaborados pelo BNDES (2005a).

No trabalho a ser desenvolvido, foi escolhido o Terminal da Ilha Guaíba – TIG, pertencente à empresa Minerações Brasileiras Reunidas – MBR, pelo fato de ser um terminal exclusivo para exportação e a sua eficiência é reconhecidamente comprovada. Cabe ressaltar que esses tipos de terminais de minério de ferro devem ser altamente especializados para prover um serviço de alta produtividade, em termos de toneladas movimentadas por hora, pois o transporte marítimo assim o requer. Deve também ser um serviço de alta qualidade por manusear matéria prima de grande importância para as indústrias mundiais, apesar de ser uma carga de baixo valor agregado.

Desta forma, há a necessidade de uma análise sistêmica do sistema portuário integrado, desde o acesso ferroviário, chegada da carga (minério de ferro) no terminal, passando para o sistema de correia por meio de viradouros de vagões, seu armazenamento até o acesso aquaviário, especialmente no caso do TIG.

## 2. OBJETIVO

A futura dissertação pretende desenvolver um modelo econômico-operacional para otimizar a operação portuária, desde a chegada do minério de ferro, por via ferroviária, passando pelo processo de descarga, armazenamento no retroporto e sua destinação para exportação, com aplicação no TIG. Com isso, pretende-se identificar os gargalos operacionais existentes em todo o processo e sugerir intervenções econômicas para a otimização dos custos totais do terminal.

## 3. TERMINAL DA ILHA GUAÍBA

O TIG está situado em Mangaratiba, no sul do Estado do Rio de Janeiro, mais especificamente na Baía de Sepetiba, e teve o início de sua operação em 1973, por meio do contrato de adesão MT/DPH n° 006/93, com vigência de 15/12/1993 à 14/12/2018, estando habilitada ao tráfego internacional sob a Portaria n° 01/96, de 09/02/1996.

Devido ao crescimento da demanda mundial pelo minério de ferro, o terminal recebeu investimentos, até 2001, da ordem de R\$101.800.000,00, a preços de hoje, visando a duplicação da área de estocagem e a extensão das linhas do *stack/reclaimers*, instalação de um sistema de peneiramento fixo e melhorias no sistema produtivo. (Transportes 2005).

Após esses investimentos, o terminal bateu recordes de vendas, atingindo o volume de 38 milhões de toneladas, um aumento substancial de 14% em relação ao ano anterior (2002), que atingiu uma movimentação de 33,3 milhões de toneladas. Devido a esse aumento, o terminal gerou de receita bruta o montante de R\$1,9 bilhões, contra os R\$1,4 bilhões de 2002, aumento de 33% (MBR, 2005).

Com o aumento da demanda, surgiram as exigências em qualidade, segurança e a preocupação com o meio ambiente, acarretando na preocupação do terminal em atender as exigências do mercado e conseguindo os seguintes certificados: ISO 14001 (norma de meio ambiente), OHSAS 18001 (norma de segurança) e a ISO 9001 (norma de qualidade).

Os acontecimentos de 11 de setembro, nos EUA, exigiram do mercado mundial a implantação do código internacional para a proteção de navios e instalações portuárias – ISPS Code, que o TIG recebeu a aptidão em 2004.

#### **4. MODELO A SER DESENVOLVIDO**

Pretende-se desenvolver uma sistemática para o dimensionamento econômico-operacional do terminal portuário do TIG com base num modelo de tomada de decisão que utiliza o método de otimização vetorial, *goal linear programming*, modelo probabilístico, e o modelo de Engenharia Financeira, desenvolvido por Mac Dowell (2004).

A utilização da ferramenta *goal linear programming* deve-se ao fato dos objetivos serem conflitantes e incomensuráveis, buscando-se, assim, a melhor solução em vez da solução ótima. O modelo probabilístico é utilizado devido às análises e projeções futuras, tanto operacional como financeiras, enquanto que o Modelo de Engenharia Financeira será alicerçado pelos modelos citados acima e estabelecerá, de forma sistêmica, o desejo do tomador de decisão em aplicar e realocar os investimentos prospectivos, levando-se em consideração os seguintes tipos de equilíbrios: econômico, social, ambiental e urbanístico; técnico; e financeiro.

Por meio desses três modelos, procurar-se-á também promover a utilização da capacidade econômica de transporte do complexo porto-navio pelos meios disponíveis, procurando-se o aumento das ocorrências das capacidades do terminal, que resultaria em tarifas mais econômicas e uma racionalização da operação.

Tal modelo estará sendo desenvolvido com base na remuneração do investimento realizado e dos custos de operação, com o objetivo de recuperar o capital investido ao longo da vida útil do terminal, considerando-se uma taxa de retorno exigida pelos acionistas da MBR para o cálculo do Valor Presente Líquido (VPL) do fluxo de caixa futuro, com o objetivo empresarial de geração de riqueza e conseqüente aumento de valor de mercado da empresa.

#### **5. CONCLUSÃO**

A necessidade do modelo sistêmico de transporte e de desenvolvimento estratégico ser

alicerçado num modelo logístico probabilístico, tem a intenção de proporcionar uma análise que envolva o nível de risco de ocorrência englobando a projeção também alicerçada sobre a mesma premissa do modelo probabilístico, em virtude das incertezas de variação prospectiva de suas variáveis explicativas.

Desta forma, pode-se concluir que o tomador de decisão poderá utilizar o modelo aqui proposto para promover a aplicação ou realocação de seus investimentos, para a obtenção de redução dos gargalos operacionais, otimizando seus custos, tornando o terminal mais atrativo, sob o ponto de vista empresarial.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- BNDES (2005a) *Balança Comercial do Setor Minero-Metalúrgico: Desafios para o Crescimento*. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br> [capturado em 08 de março de 2005].
- BNDES (2005b) *Minério de Ferro: Mercado em Ascensão*. Disponível: <http://www.bndes.gov.br> [capturado em 08 de março de 2005].
- Botter, R.C. (1985). *Planejamento Portuário: Modelo para análise operacional do sistema porto associado a níveis de serviço*. Dissertação de mestrado. Departamento de Engenharia Naval. EPUSP. SP.
- Brinati, M.A. (1985). *Modelo de filas para terminais marítimos de carga a granel*. Tese de livre docência. Departamento de Engenharia Naval – EPUSP. SP.
- Ehrlich, P.J. (1985). *Pesquisa operacional: curso introdutório*. 5ª ed – SP: Atlas. ISBN 85-224-0088-1.
- Fernandes, M.G. (2001) *Modelo Econômico-Operacional para Análise e Dimensionamento de Terminais de Contêineres e Veículos*. Tese de Mestrado em Engenharia, Faculdade de Engenharia Naval e Oceânica, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Ferreira, G. E. (2001) *A competitividade da mineração de ferro no Brasil*. CETEM / MCT, Rio de Janeiro.
- Fonseca Neto, R. (1986). *Modelo de planejamento e otimização ferroviário*. Tese de mestrado. Instituto Militar de Engenharia – IME. RJ
- Ignizio, J.P. (1982). *Linear Programming in Single & multiple Objective Systems*. Prentice-Hall.
- INTERNATIONAL IRON AND STEEL INSTITUTE (2004) *Steel Statistical Yearbook 2004*. Committee On Economic Studies, Brussels. Disponível: <http://www.worldsteel.org> [capturado em 26 de março de 2005].
- Jesus, C. A. G. (2005) *Ferro*. Departamento Nacional de Pesquisas Minerais - DNPM/ MG, Belo Horizonte. Disponível: <http://www.dnpm.gov.br/estatística/sumário> [capturado em 10 de março de 2005].
- Lamoso, L.P. (2001). *A exploração de minério de ferro no Brasil e no Mato Grosso do Sul*. Tese de doutorado em Geografia. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo – USP. SP.
- Mac Dowell, F. (2004) *Avaliação sistêmica da PPP da Linha 4 e o Decreto n° 23.867, de 29/01/04 que visa a implantação do trecho Barra – Gávea*. Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Minerações Brasileira Reunidas (2004) *Release: MBR é eleita a melhor empresa do setor de mineração do Brasil*. Assessoria de Imprensa da MBR, Rio de Janeiro.
- Moraes Neto, Maj. QEM. G.C. de (1988). *Sistema decisório interativo para alocação de fluxos de carga*. Tese de mestrado. Instituto Militar de Engenharia – IME. RJ
- Ramos, A F (1995). *Procedimento para tomada de decisão em terminais petroleiros*. Tese de mestrado. Instituto Militar de Engenharia – IME. RJ
- SINFERBASE (2005) *Anuário Estatístico 2005*. Sindicato Nacional da Indústria da Extração do Ferro e Metais Básicos, Rio de Janeiro.
- Winston, W.L. (2004). *Operations Research: applications and algorithms*. 4ª ed. Indiana University. USA: Thomson Learning, Inc. ISBN 0-534-42362-0.

---

Eng Fernando Munis.Barretto Mac Dowell ([mcdowell@ime.eb.br](mailto:mcdowell@ime.eb.br) , [fmd\\_munis@yahoo.com.br](mailto:fmd_munis@yahoo.com.br))

Eng Marcus Vinicius Quintella Cury, D.Sc. ([mvqc@uol.com.br](mailto:mvqc@uol.com.br))

PG-Trans, Instituto Militar de Engenharia – IME.

Praça General Tibúrcio n 80 – Praia Vermelha, RJ, Brasil.