



**Alexandre Couto Judice**

**Análise de um Terminal Intermodal como Alternativa  
para o Escoamento de Açúcar a Granel Entre o  
Interior de São Paulo e o Porto de Santos.**

**Dissertação de Mestrado**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Logística do Departamento de Engenharia Industrial da PUC – Rio.

Orientador: Prof. Jose Eugênio Leal

Rio de Janeiro  
Junho de 2008



**Alexandre Couto Judice**

**Análise de um Terminal Intermodal como Alternativa  
para o Escoamento de Açúcar a Granel Entre o  
Interior de São Paulo e o Porto de Santos.**

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

**Prof. José Eugênio Leal**

Presidente e orientador

Departamento de Engenharia Industrial – PUC-Rio

**Prof. Madiagne Diallo**

Departamento de Engenharia Industrial – PUC-Rio

**Prof<sup>a</sup>. Vânia Barcellos Gouvêa Campos**

IME

**Prof. José Eugênio Leal**

Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico / PUC-Rio

Rio de Janeiro, 11 de junho de 2008.

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

## Alexandre Couto Judice

Graduado em Engenharia Civil de Produção pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro em 2001. Tem a carreira direcionada na área de logística, com ênfase em transportes de grande escala. Ingressou a carreira na MRS Logística, empresa detentora da concessão das malhas ferroviárias que ligam o estado de Minas, São Paulo e Rio de Janeiro, com acesso aos principais portos do País (Santos, Sepetiba, Rio de Janeiro e Guaíba) e servindo com principal via de escoamento para exportação de minério e produtos siderúrgicos. Em 2004 ingressou na ED&F MAN, trading inglesa exportadora de commodities agrícolas, tais como café, álcool, açúcar e cacau. Exerce desde então as atividades de planejamento e controle operacional de exportação de açúcar à granel e ensacado, sendo responsável por administrar toda a cadeia de transporte ferroviário, rodoviário, armazenagem e embarques de açúcar no Brasil.

### Ficha Catalográfica

Judice, Alexandre Couto

Análise de um terminal intermodal como alternativa para o escoamento de açúcar a granel entre o interior de São Paulo e o Porto de Santos / Alexandre Couto Judice ; orientador: José Eugênio Leal. – 2008.

111 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

Inclui bibliografia

1. Engenharia Industrial – Teses. 2. Frete. 3. Logística. 4. Agronegócio brasileiro. 5. Intermodalidade. 6. Ciclo de transporte. 7. Tempo de ciclo. 8. Desempenho operacional. 9. Frota. I. Leal, José Eugênio. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Industrial. III. Título.

CDD: 658.5

## Agradecimentos

Dedico esse trabalho à minha querida mãe, Vera, que sempre me incentivou a enfrentar novos desafios.

## Resumo

Judice, Alexandre Couto; Jose Eugênio (Orientador) **Análise de um terminal intermodal como alternativa para o escoamento de açúcar a granel entre o interior de São Paulo e o Porto de Santos.** Rio de Janeiro, 2008. 111p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Industrial. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

O Brasil ,atualmente, é o maior produtor de açúcar do mundo e o estado de São Paulo é o principal pólo produtor brasileiro. Apesar de possuir custos produtivos mais baixos do que em outros países, a exportação brasileira do açúcar enfrenta barreiras logísticas que elevam o custo total do produto, fazendo com que o açúcar brasileiro perca competitividade no mercado mundial. A falta de investimentos em portos e o estado precário das rodovias fazem com que a estratégica na logística de exportação do açúcar seja um diferencial num mercado altamente sensetivo aos custos de movimentação do produto. Num mercado de transporte de commodities agrícolas extremamente competitivo, é muito comum a influência constante de outros produtos,tais como soja, trigo, farelo de soja, etc no corredor de exportação do açúcar no estado de São Paulo, resultando numa oscilação constante nos fretes praticados no mercado de transporte terrestre. Nesse contexto, esse trabalho visa analisar a intermodalidade no Estado de São Paulo, na exportação do açúcar a granel pelo porto de Santos, utilizando como estudo a operação de um terminal de transbordo rodoviário-ferroviário situado em Santa Adélia, apresentando sua principais características operacionais e comparando-o com a alternativa de transporte rodoviário.

### Palavras-chave

Frete; Logística; Agronegócio brasileiro; intermodalidade; ciclo de transporte; tempo de ciclo, desempenho operacional, frota.

## Abstract

Judice, Alexandre Couto; Jose Eugênio (Advisor). **Transshipment Analysis as a Alternative of Bulk Sugar Transport between São Paulo Country side and Santos Port.** Rio de Janeiro, 2008. 111p. MSc Dissertation - Departamento de Engenharia Industrial. Pontificia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Brazil is currently the world largest sugar producer and the state of São Paulo is the main Brazilian producer pole. Despite the lower production costs comparing with other countries, the Brazilian sugar export faces logistical barriers that increase the total cost of the product, making the Brazilian sugar lose competitiveness on world markets. The lack of investment in ports and the precarious state of the roads make the logistic strategic for sugar export a gap in a market highly sensitive to the costs of handling the product. In a extremely competitive market of commodities transportation, the influence of other products such as soy, wheat, soybean meal, etc in the corridor for export of sugar in São Paulo state is very common and visible, resulting in a constant fluctuation in freight prices during land transport. In this context, this work aims to analyze the intermodality in the State of São Paulo, during the bulk sugar export through the port of Santos, using as example the transshipment operation of a rail-road terminal located at Santa Adélia, showing their main characteristics and comparing their alternative with the of truck transport.

## Keywords

Freight; Logistic; Agribusiness; Transshipment; Cycle time; Transport cycle; Operational performance; Fleet.

## Sumário

1. Introdução	13
1.1 Apresentação	13
1.2 O Problema sobre Forma de Pergunta	15
1.3 Objetivos	16
1.4 Relevâncias	16
1.5 Delimitação	16
1.6 Organização do Trabalho	17
2. Conceitos e informações básicas.	19
2.1 O Produto Açúcar	19
2.2 O Cenário Mundial	20
2.2.1 Principais Países Produtores	20
2.2.2 Principais Países Consumidores	21
2.2.3 Produção x Consumo	22
2.2.4 Principais Rotas de Exportação do Açúcar	25
2.3 Incoterms	26
2.3.1 Propósito	26
2.3.2 Estrutura do INCOTERMS	26
2.3.3 Classificação dos Termos Comerciais	27
2.3.4 Os Termos	28
2.3.4.1- EXW (Ex Works ou Na Origem)	28
2.3.4.2- FCA (Free Carrier ou Livre no Transportador)	29
2.3.4.3–FAS (Free Alongside Ship ou Livre no Costado)	29
2.3.4.4– FOB (Free on Board ou Livre a Bordo)	30
2.3.4.5- CFR (Cost and Freight ou Custo e Frete)	30
2.3.4.6– CIF (Cost, Insurance and Freight ou Custo, Seguro e Frete)	31
2.3.4.7– CPT (Carriage Paid To ou Transporte Pago Até)	31
2.3.4.8– CIP (Carriage and Insurance Paid To ou Transporte e Seguro Pago Até)	32
2.3.4.9– DAF ( Delivery at Frontier ou Entregue na Fronteira)	32
2.3.4.10– DES (Delivered ex Ship ou Entregue no navio)	33
2.3.4.11– DEQ (Delivered Ex Quay ou Entregue no Cais)	33
2.3.4.12 - DDU ( Delivered Duty Unpaid ou Entregue com Direitos Não Pagos)	33
2.3.4.13– DDP ( Delivered Duty Paid ou Entregue com Direitos Pagos)	34
2.3.5 – As Tradings Companys e seu Papel no Comércio Mundial	34
2.4 Brasil	35
2.4.1 Região Norte-Nordeste	36
2.4.2 Região Centro-Sul	38
2.5 O Estado de São Paulo	39
2.5.1 Regiões Produtoras	40
2.5.2 O Porto de Santos	42
2.5.3 As Principais Rotas de Acesso ao Porto de Santos	44
2.5.3.1 Principais Rotas de Acesso Ferroviário	44
2.5.3.2 Principais Rotas de Acesso Rodoviário	46
2.5.3.3 Hidrovia Tietê – Paraná	48

2.6 Metodologia AHP	50
2.6.1 – Apresentação do Método	50
2.6.2 – Breve Descrição do Método	51
2.7 Ciclos de Transporte e Dimensionamento de Frota	53
2.8 Estratégia de Estoque	55
2.8.1 Fundamentos da Estocagem	55
2.8.2 Tipos de Estoque	56
2.8.3 Localização de Um Estoque	57
3. Metodologia do Trabalho	58
3.1 – Método de Pesquisa	58
3.2 – Limitações do Método	58
3.3 Etapas do Trabalho	59
4. Considerações Iniciais – Objetivos Convergentes	61
4.1 A Visão do Embarcador	61
4.2 Visão da Trading – Razões para Viabilizar a Intermodalidade	73
5. Estudo de Caso - O Terminal de Santa Adélia	74
5.1 – Aspectos Gerais	74
5.2 Modos Operante (Recebimento x Expedição)	78
5.2.1 Recebimento de Carga Rodoviária	78
5.2.2 –Expedição Ferroviária	78
5.2.3 – Comportamento do Estoque	79
5.2.4 - Volumes Realizados	81
5.3 - Ciclos de Transporte e Dimensionamento de Frota	81
5.3.1 -Ciclo e Dimensionamento de Frota do Transporte Rodoviário entre as Usinas e o Terminal de Transbordo	83
5.3.2 -Ciclo e Dimensionamento de Frota do Transporte Ferroviário entre o Terminal de Transbordo e o terminal de Santos	90
5.3.3- Comparativo entre o Ciclo de um Transporte rodoviário direto e usando a alternativa intermodal (Rodoviário + Ferroviário)	94
5.4 Aspectos Comerciais do Uso do Terminal de Santa Adélia	96
5.4.1 - Aspectos Gerais	96
5.4.2 – Aspectos Contratuais	96
5.4.2.1 –Contrato de Compra e Venda do Açúcar	96
5.4.2.2 – Contrato de Transporte Ferroviário	98
5.4.3 - O Comportamento do Frete Rodoviário de Santa Adélia	98
5.4.4 – O Frete Rodoviário entre usinas e Santa Adélia	100
5.4.5 – A Proposta Comercial	101
5.4.5.1 – Análise dos Parâmetros	101
5.4.5.2 – Resultados Obtidos	105
5.4.6 - Aumento dos Embarques no Período de entressafra	106
6. Considerações Finais	108
6.1 – Conclusões	108
6.2 – Sugestão para um novo trabalho	109
7. Referências Bibliográficas	110



## Lista de figuras

Mapa 1 - Divisões Regiões Produtoras	40
Mapa 2 – Malha Ferroviária Estado de São Paulo	44
Mapa 3 – Principais Rodovias no Estado de São Paulo	46
Mapa 4 – Hidrovia Tietê-Paraná	48
Esquema 1 – Estrutura Hierárquica Inicial	63
Esquema 2 – Resultado Percentual da Estrutura Hierárquica	70
Gráfico 1 – Comportamento Estoque Santa Adélia	80
Gráfico 2 – Taxa de Ocupação do Armazém	80
Gráfico 3 – Relação tku x frota rodoviária – terminal de Santa Adélia	89
Gráfico 4 – Comportamento Frete Rodoviário na Região de Catanduva	99
Gráfico 5 – Comportamento Frete Rodoviário 2	100
Gráfico 6 – Análise da Margem	102
Gráfico 7 – Análise e Margem Bruta	104
Gráfico 8 – Análise de Embarque na Entre-Safra	107

## Lista de tabelas

Tabela 1- Principais Países /Regiões Produtoras de açúcar	21
Tabela 2- Principais Países / Regiões Consumidoras de açúcar	22
Tabela 3- Principais Países /Regiões Exportadoras de açúcar	23
Tabela 4 – Principais Países Exportadores de Açúcar a Granel	24
Tabela 5 – Principais Países Importadores de Açúcar a Granel	25
Tabela 6 –Termos do INCOTERMS	27
Tabela 7 - Produção de Açúcar <sup>TM</sup> , por estado (Região Norte –Nordeste)	36
Tabela 8 -Embarque Açúcar Região Norte-Nordeste <sup>TM</sup> – Período: 01/2003 a 03/2007	37
Tabela 9 - Produção de Açúcar <sup>TM</sup> , por estado (Região Centro – Sul)	38
Tabela 10 - Embarque Açúcar <sup>TM</sup> Região Centro –Sul– Período: 01/2003 a 03/2007	39
Tabela 11 – Principais Regiões Produtoras – Estado de São Paulo	41
Tabela 12 – Capacidade Terminais Açucareiros de Santos	43
Tabela 13 – Volumes Embarcados – Açúcar a Granel	43
Tabela 14 – Terminais Hidrovia Tietê	49
Tabela 15 – Quadro de Escala (Metodologia AHP)	51
Tabela 16 - Tabela Índice Aleatório	53
Tabela 17 - Dados complementares dos Critérios :	63
Tabelas 17.1 - Normalização do Critério Tarifa	64
Tabelas 17.2 - Normalização do critério Flexibilidade de Atendimento	65
Tabelas 17.3 - Normalização do Critério Estadia	65
Tabelas 17.4 - Normalização do Critério Tempo de Entrega	65
Tabelas 17.5 - Normalização do Critério Quebra de Transporte	66
Tabela 18.1 - Cálculo da Média do Critério Tarifa:	66
Tabela 18.2 - Cálculo da Média do Critério Flexibilidade de Atendimento	66
Tabela 18.3 - Cálculo da Média do Critério Estadia:	66
Tabela 18.4 - Cálculo da Média do Critério Tempo Atendimento	67
Tabelas 18.5 - Cálculo da Média do Critério Quebra de Transporte	67
Tabela 19 - Matriz de Preferência	67
Tabela 20 - Matriz Inicial de Comparação de Critérios	68
Tabela 20.1 - Cálculo de Normalização dos Critérios	68
Tabela 20.2 - Cálculo de Normalização dos Critérios	69

Tabela 20.3 - Cálculo da Média dos Critérios	69
Tabela 20.4 – Cálculo Final	70
Tabela 21 – Cálculo IC	71
Tabela 22 – Resultado Final	71
Tabela 23 - Características Operacionais Terminal de Santa Adélia	74
Tabela 24 – Usinas Região Santa Adélia	76
Tabela 25 – Abrangência Terminal de Santa Adélia	77
Tabela 26- Distribuição Percentual no Recebimento de Açúcar – 2005,2006, 2007	78
Tabela 27- Distribuição Percentual no Expedição de Açúcar – 2005, 2006, 2007	79
Tabela 28 – Volumes Realizados Terminal de Santa Adélia	81
Tabela 29 – Principais Características das Usinas que Se utilizaram de Santa Adélia	84
Tabela 30 – Volumes Diários de Recebimento de Açúcar por Usina Santa Adélia (Safr 06/07)	85
Tabela 31- Volumes Diários de Recebimento de Açúcar por Usina Santa Adélia (Safr 07/08)	86
Tabela 32 - Frota de autos safr 06/07	87
Tabela 33 - Frota de autos Sara 07/08	88
Tabela 34 – Pesquisa Ciclo de Vagões de Santa Adélia para Santos	92
Tabela 35 – Frota Estimada de Vagões ao Longo das Safras 06/07 e 07/08	93
Tabela 36 – Pesquisa Ciclo Rodoviário Direto – Usinas que utilizam Santa Adélia	95
Tabela 37 – Embarques no Período de Entre safr (Janeiro à Abril)	106

## **Lista de siglas**

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FAO – Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

MDIC – Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior

OIA – Organização Internacional do Açúcar

USDA – Departamento de Agricultura dos Estados Unidos

UNICA – União da Indústria de Cana-de-açúcar

OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

FAPRI (Food and Agricultural Policy Research Institute)

BMF – Bolsas de Mercadoria e Futuros

CNT – Confederação Nacional do Transporte