



**Mario Santos de Oliveira Neto**

**Avaliação dos Critérios para a Seleção de Transportador e  
Modo de Transporte para o escoamento da Safra Agrícola  
de Grãos**

**Dissertação de Mestrado**

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

Orientador: Prof. José Eugenio Leal

Rio de Janeiro  
Agosto de 2009



**Mario Santos de Oliveira Neto**

**Avaliação dos Critérios para a Seleção de Transportador e  
Modo de Transporte para o escoamento da Safra Agrícola  
de Grãos**

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

**Prof. José Eugenio Leal**

Orientador

Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio

**Profª. Vânia Barcellos Gouvea Campos**

IME

**Prof. Márcio de Almeida D'Agosto**

UFRJ/PET/COPPE

**Prof. José Eugenio Leal**

Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico - PUC-Rio

Rio de Janeiro, 19 de agosto de 2009

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

### Mario Santos de Oliveira Neto

Graduou-se em Engenharia Elétrica pela Universidade Santa Úrsula – USU, tendo cursado Mestrado em Engenharia de Produção – UFF (concluído sem defesa de tese – Especialização) e também pós-graduado pela COPPEAD/UFRJ com Especialização com MBA-Executivo. Ingressou no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial da PUC-Rio para obtenção do título de Mestre. Publicou material técnico e participou de eventos e congressos, entre eles o V Rio de Transporte – 21/Jun/2007 – Pôster de Estudo de Caso para o Controle de Descarga, Movimentação e Distribuição de Granéis Sólidos nos Portos: Avaliação da Arqueação como Indicador de Volume de Carga e Proposta de Redução das Perdas com Adoção e Adequação de Pesagem na Área Portuária; o XXI ANPET – 18/Nov/007 - Comunicação Técnica, O Porto de Salvador: Análise da Realidade Atual; e o XV CLATPU – 31/Mar/2009 - Comunicação Técnica, Padronização dos Veículos de Transporte de Carga Aplicada a Grandes Centros Urbanos.

#### Ficha Catalográfica

Oliveira Neto, Mario Santos de

Avaliação dos critérios para a seleção de transportador e modo de transporte para o escoamento da safra agrícola de grãos / Mario Santos de Oliveira Neto ; orientador: José Eugenio Leal. – 2009.

144 f.; 30 cm

Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

Inclui bibliografia

1. Engenharia Industrial – Teses. 2. Soja. 3. Agronegócio. 4. Grãos. 5. Transportador. 6. Estrutura logística. 7. Modo de transporte. 8. Escoamento. 9. Safra agrícola. 10. Método AHP. I. Leal, José Eugenio. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Industrial III Título

CDD: 658.5

À minha filha Maria Carolina, minha motivação maior, e aos meus pais e  
irmãs, que sempre me apoiaram e suportaram nesta trajetória.  
Ao Deus eterno, agradeço pela oportunidade a mim apresentada.

## **Agradecimentos**

À minha família, meus pais Mario e Lourdes pelo apoio e FÉ; à minha irmã Lucia, pela paciência; à minha irmã Marta, ao meu sobrinho Pedro e ao meu cunhado, também Pedro, pela torcida. A todos, pelas alegrias compartilhadas, por todo carinho, compreensão, incentivo, confiança e ensinamentos transmitidos. E à minha linda filha Maria Carolina, sempre presente, madura e atenta, orientando seu pai a seguir sua trajetória. Eu a AMO muito. Obrigado por tudo!

Ao amigo Augusto, segurança, motivação e presteza sempre a mim dispensadas.

Ao colega e amigo Jin, pela torcida.

Ao eterno mestre Quevedo, pelo exemplo e o apoio dispensado.

Ao chefe amigo Lauro Torres Falkenbach, pelo incentivo.

Ao não menos importante chefe Paulo Esteves, pela confiança.

Ao meu Orientador José Eugênio Leal, pela paciência, compreensão e atenção concedidas durante a condução desta dissertação, e também pela oportunidade.

Aos mestres, pelos valiosos conhecimentos transmitidos durante o período letivo. Em especial, ao ilustre mestre Eprecht, pelo seu exemplo e por ter acreditado em mim.

Ao amigo Vitor, pela oportunidade, colaboração e conhecimentos transmitidos.

Ao Biaso, Cabral, Rodrigo Koeller, Ricardo Collares e Alexandre Barra, pelas informações privilegiadas e importantes contribuições para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Dr. Narciso, por acreditar.

À Rosa, pela torcida.

Ao Sérgio Baloussier, pela experiência única.

Ao André Pavanelli, pelo rico conhecimento e humildade.

A todos os profissionais do segmento do agronegócio com quem tive contato, pela receptividade, fornecimento de dados e entrevistas concedidas.

Aos funcionários do DEI da PUC-Rio, pelo apoio e infraestrutura.

A todos os meus colegas de turma, especialmente, Rafael (Gigante), Julio, Annibal e Natália, que acompanharam de perto todo caminho percorrido durante o Mestrado, superando os desafios e comemorando comigo as vitórias conquistadas.

Wal e Sacra estarão sempre presentes. Obrigado pela sincera amizade.

À CAPES, pelo incentivo e ajuda financeira concedida durante o curso.

À Bernadete e seus diversos amigos do GEIPOT, ANTAQ, que proporcionaram acesso a um universo de informações.

Aos mestres Gutierrez e José Guilherme Côrtes, pela experiência.

Ao corpo de funcionários da PUC-Rio, que garante nosso conforto no dia-a-dia empenhados em suas mais distintas tarefas.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

## Resumo

Oliveira Neto, Mario Santos; Leal, José Eugenio (Orientador). **Avaliação dos critérios para a seleção de transportador e modo de transporte para o escoamento da safra agrícola de grãos**. Rio de Janeiro, 2009. 144p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

O volume de soja e derivados movimentado no agronegócio brasileiro é uma parcela bastante significativa no universo dos grãos movimentados no mercado interno e destinados à exportação. Justifica dedicar atenção à estrutura logística do agronegócio que o suporta e avaliar o quadro que se apresenta. As dificuldades de escoamento da safra agrícola são grandes, face à precária malha ferroviária disponível, a escassez de hidrovias e a enorme precariedade de nossas rodovias. Diante do quadro apresentado, este trabalho se propõe a identificar e analisar os principais critérios que auxiliam o embarcador<sup>1</sup> na seleção de transportador e modo de transporte para o escoamento da safra agrícola e seus derivados para o abastecimento do mercado interno ou até os portos para exportação. Como produto final, busca-se ter de forma consistente, os critérios devidamente identificados e avaliados com base no método AHP, proposto por Thomas L. Saaty, um método de decisão multicriterial que funciona para os mais diversos tipos de decisões.

## Palavras-chave

Soja; agronegócio; grãos; estrutura logística; critérios; seleção; transportador; modo de transporte; escoamento; safra agrícola; método AHP

---

<sup>1</sup> **Embarcador** – Proprietário da carga; quem expede a carga; profissional da área de logística /responsável pela seleção e contratação de transportador e modo de transporte.

## Abstract

Oliveira Neto, Mario Santos; Leal, José Eugenio (Advisor). **Criteria evaluation for the selection of carrier and mode of transportation for the disposal of agricultural crop grains**. Rio de Janeiro, 2009. 144p. MSc Dissertation - Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Soy beans and its derivatives destined for the internal and exportation markets are an important part of the Brazilian agribusiness. This justifies a closer look at the logistical infra-structure that supports it. The precarious railway system, lack of waterways, and precariousness of our roadways makes transporting agricultural crops of export difficult. Within this context, this master dissertation identifies and analyses the main criteria the boarder utilizes in the selection of carrier and mode of transportation to supply agricultural crops and their derivatives to the internal market or ports for export. The final product is expected to follow the criteria selected and analyzed using the AHP method, proposed by Thomas L. Saaty, is a multi-criteria decision method that works well for very diverse decision types.

## Keywords

Soya; agribusiness; grains; logistics structure; criteria; selection; carrier; mode of transportation; disposal; agricultural crop; AHP method



# Sumário

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2 O AGRONEGÓCIO – O MERCADO DE GRÃOS</b> .....	17
2.1. CORREDORES DE EXPORTAÇÃO .....	17
2.1.1. Principais corredores de exportação da soja .....	20
2.2. MERCADO DA SOJA .....	23
2.2.1. Produto .....	29
2.2.2. Principais players no mercado da soja.....	33
<b>3 SISTEMAS DE TRANSPORTE</b> .....	38
3.1. LOGÍSTICA .....	38
3.2. MODOS DE TRANSPORTE.....	39
3.2.1. Rodoviário .....	40
3.2.2. Ferroviário.....	42
3.2.3. Hidroviário .....	51
3.2.4. Intermodal.....	53
3.2.5. Multimodal.....	55
3.3. PRINCIPAIS PORTOS .....	55
3.3.1. Santos.....	57
3.3.2. Paranaguá .....	59
3.3.3. Aratu .....	60
3.3.4. Itaquí.....	63
3.4. DEMAIS ASPECTOS.....	64
3.4.1. Cuidados no Manuseio .....	64
3.4.2. Documentação .....	65
3.4.3. Urgência .....	65
<b>4 TOMADA DE DECISÃO EM TRANSPORTE</b> .....	66
4.1. METODOLOGIA DE PESQUISA PROPOSTA .....	66
4.1.1. Levantamento de Dados.....	67
4.2. MÉTODO AHP .....	68
4.2.1. Aplicações.....	73
<b>5 CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DE FRETE E MODO DE TRANSPORTE</b> .....	76
5.1. MÉTODO DE PESQUISA.....	76
5.2. DEFINIÇÃO DE CRITÉRIOS.....	79
5.3. ENTREVISTAS .....	80
5.3.1. Entrevista realizada na Bean S.A.....	80
5.3.2. Entrevista realizada na Soya Co.....	85
<b>6 ESTUDO DE CASO</b> .....	90
6.1. CASO BEAN S.A. ....	93
6.1.1. Aplicação do método de Saaty – Calculando prioridades .....	94
6.1.2. Aplicação do método simplificado de Leal .....	95
6.2. CASO SOYA CO.....	99
6.2.1. Aplicação do método de Saaty – Calculando prioridades .....	99
6.2.2. Aplicação do método simplificado de Leal .....	101
6.3. COMPARATIVO – CASO BEAN S.A. X CASO SOYA CO. ....	105
6.4. CONDIÇÃO DE URGÊNCIA.....	107
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS, CONCLUSÃO E SUGESTÕES</b> .....	108
7.1. CONCLUSÃO .....	108
7.2. RECOMENDAÇÃO PARA TRABALHOS FUTUROS.....	110
7.3. SUGESTÃO .....	111

<b>8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>112</b>
<b>9 APÊNDICES .....</b>	<b>117</b>
9.1. APÊNDICE A .....	117
9.2. APÊNDICE B.....	131
9.3. APÊNDICE C.....	134
9.4. APÊNDICE D .....	138
9.5. APÊNDICE E.....	140

## Lista de figuras

FIGURA 1: EXPANSÃO DA PRODUÇÃO DE SOJA NO BRASIL ENTRE OS ANOS DE 1990 E 2006.....	18
FIGURA 2: MARKET SHARE DA SOYA CO. NOS PRINCIPAIS PORTOS BRASILEIROS.....	20
FIGURA 3: SAFRA DA SOYA CO. PELOS PORTOS DE ITACOATIARA-AM E SÃO LUIS-MA.....	21
FIGURA 4: SAFRA DA SOYA CO. PELOS PORTOS DE ILHÉUS-BA E ARATU-BA.....	22
FIGURA 5: SAFRA DA SOYA CO. PELOS PORTOS DE VITÓRIA-ES E SANTOS-SP. ....	22
FIGURA 6: SAFRA DA SOYA CO. PELOS PORTOS DE PARANAGUÁ-PR, SÃO FRANCISCO DO SUL-SC E RIO GRANDE-RS. ....	23
FIGURA 7: FLUXO DE GRÃOS E DERIVADOS. ....	24
FIGURA 8: PROCESSO DE ESMAGAMENTO DA SOJA - APROVEITAMENTO. ....	30
FIGURA 9: SOJA – PRODUÇÃO, PROCESSAMENTO, EXPORTAÇÃO E CONSUMO INTERNO. ....	30
FIGURA 10: FLUXO DE GRÃOS E DERIVADOS. ....	34
FIGURA 11: MAPA DO SISTEMA FERROVIÁRIO NACIONAL. ....	44
FIGURA 12: MRS - COBERTURA DA MALHA FERROVIÁRIA.....	46
FIGURA 13: ALL – ÁREA DE INFLUÊNCIA. ....	47
FIGURA 14: VALE – TERMINAIS. ....	49
FIGURA 15: BACIAS HIDROGRÁFICAS BRASILEIRAS.....	51
FIGURA 16: PARTICIPAÇÃO DOS MODOS DE TRANSPORTE – COMPARATIVO – %. ....	52
FIGURA 17: COMPARATIVO DE CAPACIDADE DE CARGA.....	54
FIGURA 18: PRINCIPAIS PORTOS BRASILEIROS.....	56
FIGURA 19: PORTO DE SANTOS – LOCALIZAÇÃO.....	57
FIGURA 20: PORTO DE SANTOS – TERMINAIS DE GRÃOS.....	57
FIGURA 21: PLANTA GERAL DO PORTO DE ARATU.....	61
FIGURA 22: VISTA AÉREA DO PORTO DE ITAQUI.....	64
FIGURA 23: ESTRUTURA E DECOMPOSIÇÃO DO PROBLEMA.....	70
FIGURA 24: ÁRVORE HIERÁRQUICA SIMPLES DE 04 NÍVEIS.....	71
FIGURA 25: ÁRVORE HIERÁRQUICA SIMPLES DE 04 NÍVEIS.....	93
FIGURA 26: HIERARQUIA NA ESCOLHA DO CONJUNTO TRANSPORTADOR/MODO DE TRANSPORTE. ...	96
FIGURA 27: HIERARQUIA NA ESCOLHA DO CONJUNTO TRANSPORTADOR/MODO DE TRANSPORTE. .	101

## Lista de tabelas

TABELA 1: VOLUME DE EXPORTAÇÃO DA SOYA Co. EM 2007.....	21
TABELA 2: BRASIL – PROJEÇÃO DA PRODUÇÃO DE GRÃOS PARA O PERÍODO 2006 A 2016.....	24
TABELA 3: MUNDO – PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE DA SOJA 2007/2008.....	25
TABELA 4: BRASIL – PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE DA SOJA 2007/2008.....	25
TABELA 5: RANKING DAS REGIÕES PRODUTORAS DE SOJA NO BRASIL – 2005/2006.....	26
TABELA 6: BRASIL – O DESTINO DA SOJA BRASILEIRA EM 2006.....	26
TABELA 7: SOJA – MERCADO INTERNO X MERCADO EXTERNO.....	27
TABELA 8: BRASIL – EXPORTAÇÃO 2008 – PRINCIPAIS DESTINOS.....	28
TABELA 9: BRASIL – EXPORTAÇÃO 2008 – PRINCIPAIS DESTINOS – VALOR FOB.....	29
TABELA 10: TABELA RESUMIDA DESCONTO DE UMIDADE.....	31
TABELA 11: TABELA DE LIMPEZA E SECAGEM.....	32
TABELA 12: BUNGE BRASIL - FATURAMENTO – 2007.....	36
TABELA 13: BUNGE BRASIL - ESTRUTURA – 2006.....	37
TABELA 14: MALHA RODOVIÁRIA PAVIMENTADA X NÃO PAVIMENTADA – 2007.....	40
TABELA 15: TRANSPORTE RODOVIÁRIO – COMPARAÇÃO INTERNACIONAL – 1990.....	41
TABELA 16: CARGA TRANSPORTADA/MODO DE TRANSPORTE – COMPARAÇÃO INTERNACIONAL 1994.....	43
TABELA 17: FERROVIAS CONCEDIDAS – BITOLAS.....	45
TABELA 18: VANTAGENS E DESVANTAGENS DO MODO FERROVIÁRIO.....	45
TABELA 19: MRS – PRODUÇÃO ANUAL.....	47
TABELA 20: ALL – PRODUÇÃO 1º TRIMESTRE 2009.....	48
TABELA 21: VALE LOGÍSTICA – FATURAMENTO 2008.....	49
TABELA 22: VALE LOGÍSTICA – CARGAS TRANSPORTADAS NAS FERROVIAS EM 2008.....	50
TABELA 23: PORTO DE SANTOS-SP – MOVIMENTAÇÃO – 2004/2008.....	58
TABELA 24: PORTO DE SANTOS-SP – PRINCIPAIS CARGAS MOVIMENTADAS – 2004/2008.....	58
TABELA 25: MOVIMENTAÇÃO DE SOJA PELOS PORTOS BRASILEIROS – 2006.....	59
TABELA 26: ESTATÍSTICAS ANUAIS DOS NAVIOS APORTADOS – 2000/2006.....	61
TABELA 27: ESTATÍSTICAS ANUAIS DAS MOVIMENTAÇÕES DE CARGAS – 2000/2007.....	62
TABELA 28: ESTATÍSTICAS ANUAIS DOS PRINCIPAIS PRODUTOS MOVIMENTADOS – 2000/2007.....	62
TABELA 29: ESTATÍSTICAS ANUAIS DOS PRINCIPAIS PRODUTOS MOVIMENTADOS – 2000/2007.....	63
TABELA 30: CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DO CONJUNTO TRANSPORTADOR/MODO DE TRANSPORTE.....	69
TABELA 31: REPRESENTAÇÃO NUMÉRICA DAS COMPARAÇÕES.....	72
TABELA 32: CRITÉRIOS SUGERIDOS.....	90
TABELA 33: OBJETIVO GERAL – NÍVEL 1.....	90
TABELA 34: CRITÉRIOS OU ATRIBUTOS – NÍVEL 2.....	91
TABELA 35: QUESTÕES QUALITATIVAS – NÍVEL 3.....	92
TABELA 36: MATRIX A DE COMPARAÇÕES ENTRE CRITÉRIOS OU JULGAMENTOS – BEAN S.A.....	94
TABELA 37: NOVA MATRIX A – BEAN S.A.....	94
TABELA 38: AUTOVETOR X, VETOR ESTIMATIVAS DE $\lambda$ E MÉDIA DE $\lambda$ – BEAN S.A.....	95
TABELA 39: TABELA DE SAATY 1991 – ÍNDICE DE INCONSISTÊNCIA ALEATÓRIA PARA BEAN S.A.....	95
TABELA 40: CRITÉRIO CUSTO TOTAL – BEAN S.A.....	96
TABELA 41: CRITÉRIO <i>TRANSIT TIME</i> L – BEAN S.A.....	96
TABELA 42: CRITÉRIO QUESTÕES QUALITATIVAS – BEAN S.A.....	97
TABELA 43: AVALIAÇÃO DOS CRITÉRIOS – BEAN S.A.....	97
TABELA 44: RESUMO DAS PRIORIDADES DE CADA ALTERNATIVA X CRITÉRIO – BEAN S.A.....	97
TABELA 45: MATRIX A DE COMPARAÇÕES ENTRE CRITÉRIOS OU JULGAMENTOS – SOYA Co.....	100
TABELA 46: NOVA MATRIX A – SOYA Co.....	100
TABELA 47: AUTOVETOR X, VETOR ESTIMATIVAS DE $\lambda$ E MÉDIA DE $\lambda$ – SOYA Co.....	100
TABELA 48: TABELA DE SAATY 1991 – ÍNDICE DE INCONSISTÊNCIA ALEATÓRIA PARA SOYA Co.....	101
TABELA 49: CRITÉRIO CUSTO TOTAL – SOYA Co.....	102
TABELA 50: CRITÉRIO <i>TRANSIT TIME</i> – SOYA Co.....	102
TABELA 51: CRITÉRIO QUESTÕES QUALITATIVAS – SOYA Co.....	102
TABELA 52: AVALIAÇÃO DOS CRITÉRIOS – SOYA Co.....	102

TABELA 53: RESUMO DAS PRIORIDADES DE CADA ALTERNATIVA X CRITÉRIO – SOYA Co.....	103
TABELA 54: COMPARATIVO DO RESULTADO DOS CASOS BEAN S.A. E SOYA Co.....	105
TABELA 55: COMPARATIVO DOS CRITÉRIOS PRINCIPAIS DOS CASOS BEAN S.A. E SOYA Co.....	106
TABELA 56: COMPARATIVO DAS TABELAS SAATY DOS CASOS BEAN S.A. E SOYA Co. ....	106
TABELA 57: AVALIAÇÃO DOS CRITÉRIOS – URGÊNCIA – SOYA Co. ....	107
TABELA 58: RESUMO DAS PRIORIDADES DE CADA ALTERNATIVA X CRITÉRIO – URGÊNCIA.....	107