



André Vanzelote Barquette

**Avaliação da melhor localização do sistema de
mistura em linha de diesel da REDUC**

**Dissertação de Mestrado
(Opção profissional)**

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.

Orientador: Prof. José Eugenio Leal

Rio de Janeiro
Março de 2008



André Vanzelote Barquette

**Avaliação da melhor localização do sistema de
mistura em linha de diesel da REDUC**

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. Nélio Domingues Pizzolato

Departamento de Engenharia Industrial / PUC-Rio

Álvaro Antunes Bandeira Azevedo

Petróleo Brasileiro S. A.

Prof. José Eugenio Leal

Coordenador Setorial de centro Técnico Científico / PUC-Rio

Rio de Janeiro, 26 de março de 2008

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

André Vanzelote Barquette

Graduou-se em Engenharia Química pela UFRJ em 1999. Pós-graduado em Análise, Projeto e Gerência de Sistemas pela Universidade Estácio de Sá, em 2001. Pós-graduado em Engenharia de Produção pelo Instituto Nacional de Tecnologia, em 2003. É funcionário da PETROBRAS, responsável pela Gerência Setorial de Transferência e Estocagem / Movimentação de Combustíveis da Refinaria Duque de Caxias.

Ficha Catalográfica

Barquette, André Vanzelote

Avaliação da melhor localização do sistema de mistura em linha de diesel da REDUC / André Vanzelote Barquette ; orientador: José Eugenio Leal. – 2008.

112 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. Sistemas de mistura em linha. 3. Determinação do ponto central. 4. Logística. I. Leal, José Eugenio. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Industrial. III. Título.

CDD: 658.5

A Deus por tudo, aos meus pais,
esposa e filhas pelo apoio, críticas e
incentivo.

Agradecimentos

Ao professor José Eugenio Leal, orientador da dissertação, pela oportunidade, críticas e conhecimentos transmitidos.

A Petrobras pelo patrocínio, incentivo e tempo cedido para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos funcionários da Universidade Petrobras, pelo apoio durante todo o período do mestrado.

Aos amigos da Refinaria Duque de Caxias, pela ajuda e incentivo durante a elaboração deste trabalho.

Aos colegas do curso de mestrado profissional em logística, pelo incentivo, críticas e convívio.

Ao amigo Álvaro Antunes Bandeira Azevedo pela pronta ajuda e incentivo durante a elaboração deste trabalho.

A todos aqueles que de alguma forma me incentivaram nos momentos mais difíceis para a conclusão deste trabalho.

Resumo

Barquette, André Vanzelote. **Avaliação da melhor localização do sistema de mistura em linha de diesel da REDUC**. Rio de Janeiro, 2008. 112 p. Dissertação de Mestrado (Opção profissional) – Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

O objetivo da dissertação é determinar a localização ideal para a construção de um sistema de mistura em linha de diesel (MLD) na Refinaria Duque de Caxias - REDUC. O modelo aplicado neste trabalho é similar ao utilizado para a determinação da melhor localização de um centro de distribuição. Neste caso, especificamente, a função objetivo do problema busca minimizar os custos com tubulações necessárias para a construção do sistema de mistura em linha numa refinaria de petróleo. Este trabalho é mais um exemplo de como a logística pode ser utilizada como ferramenta capaz de otimizar o fluxo de movimentos das origens até os destinos, visando atender com perfeição os requisitos de um complexo empreendimento de engenharia. Os resultados obtidos nesta dissertação, através da aplicação da metodologia proposta, resultaram para a Petrobras em um acréscimo significativo no retorno financeiro do projeto.

Palavras-chave

Sistemas de Mistura em Linha, Determinação do Ponto Central, Logística

Abstract

Barquette, André Vanzelote. **Assessment of better location of online blend system of diesel in REDUC**. Rio de Janeiro, 2008. 112 p. MSc Dissertation – Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The aim of the dissertation is to determine the ideal location for the construction of an online diesel blending system in Duque de Caxias Refinery - REDUC. The model used in this study is similar to that used for determining the best location for a distribution center. In this case, specifically, the objective function of the problem is to minimize costs with pipes for the construction of the online blending system in the oil refinery. This work is another example of how the logistics can be used as a tool capable of optimizing the flow of movement of origins to the destinations, seeking perfection meet with the requirements of a complex engineering project. The results obtained in this dissertation, through the application of the methodology proposed, provided for Petrobras a significant increase in financial return of the project.

Keywords

Logistics; Determination of the central point; Online blend systems

Índice

1	Introdução.....	15
2	O Petróleo.....	18
2.1	O Petróleo no Mundo	18
2.2	O Petróleo no Brasil	19
2.3	Os Constituintes do Petróleo.....	21
3	O Refino do Petróleo	24
3.1	Tipos de Processos	24
3.2	Processos de Separação	25
3.3	Processos de Conversão	25
3.4	Processos de Tratamento	26
3.5	Processos Auxiliares	26
3.6	Esquemas de Refino e as Refinarias Brasileiras	26
4	Produtos do Petróleo.....	30
4.1	Principais Derivados do Petróleo	30
4.2	Produção de Diesel na REDUC	32
5	O Problema de Localização dos Sistemas de Mistura em Linha	35
5.1	Sistemas de Mistura em Linha	35
5.2	Objetivos do Negócio	36
5.3	Justificativas	36
5.4	Apresentação da Tecnologia.....	37
5.4.1	Visão Geral	37
5.4.2	Controle de qualidade e otimização da mistura.....	39
5.4.3	Analisadores em linha.	40

5.5	Localização.....	41
5.5.1	Localização do Sistema de Mistura em Linha para o Diesel (MLD) na REDUC.....	42
6	Revisão Bibliográfica	45
6.1	Métricas Espaciais.....	45
6.1.1	Análise de Rede.....	45
6.1.2	Análise Agregada.....	47
6.1.3	Análise Agregada - Métrica Retangular	48
6.1.4	Análise Agregada - Métrica Euclidiana	49
6.1.5	Análise Agregada – Outras Métricas e Aproximações	50
6.2	Sistemas de Informações Geográficas (SIG).....	52
6.2.1	Google Earth.....	54
6.3	Determinação do Ponto Central	55
6.3.1	Determinação do Ponto Central pela Análise em Redes – Modelo das P-Medianas.....	56
6.3.2	Determinação do Ponto Central pela Análise Agregada – Métrica Retangular	57
6.3.3	Determinação do Ponto Central pela Análise Agregada – Métrica Euclidiana	60
7	Estudo de Caso	65
7.1	Determinação das Coordenadas X e Y de Cada Ponto.....	65
7.2	Determinação dos Pesos entre os pontos e o ponto central.....	69
7.3	Determinação do Ponto Central do MLD	70
7.4	Determinação do Ponto Mais Adequado para a instalação do MLD	73
8	Síntese dos Resultados e Conclusões.....	74

8.1	Análise dos Resultados	74
8.2	Conclusões.....	75
8.3	Sugestões para Novos Estudos	77
9	Referências Bibliográficas	78
ANEXO I: Os Processos de Refinação do Petróleo		81
1.1	Processos de Separação	81
1.1.1	Destilação	81
1.1.2	Desasfaltação a Propano	82
1.1.3	Desaromatização	83
1.1.4	Desparafinação.....	83
1.1.5	Desoleificação.....	84
1.2	Processos de Conversão	84
1.2.1	Craqueamento Térmico	84
1.2.2	Coqueamento Retardado	85
1.2.3	Craqueamento Catalítico	86
1.2.4	Hidrocraqueamento Catalítico	88
1.2.5	Hidrocraqueamento Catalítico Brando.....	89
1.2.6	Alcoilação Catalítica	90
1.2.7	Reformação Catalítica	90
1.3	Processos de Tratamento	92
1.3.1	Tratamento Cáustico.....	92
1.3.2	Tratamento Merox.....	92
1.3.3	Tratamento Bender	92
1.3.4	Hidrotratamento (HDT)	93
ANEXO II: Os Derivados de Petróleo		95

II.1	Gás Natural	95
II.2	Gás Liquefeito de Petróleo (GLP)	96
II.3	Gasolina	97
II.4	Nafta Petroquímica.....	98
II.5	Querosene de Aviação (QAv)	99
II.6	Diesel.....	101
II.7	Óleos Combustíveis	103
II.8	Bunker	104
II.9	Asfaltos.....	106
II.10	Óleos Lubrificantes.....	108

ANEXO III: Determinação do Ponto Central do MLD pelo Método Fibonaci	109
---	-----

ANEXO IV: Prova do Método da Derivada	111
---	-----

Índice de Figuras

Figura 2.1: Campos de Produção de Petróleo da Bacia de Campos, RJ (Petrobras).....	20
Figura 2.2: Produção de Petróleo da Bacia de Campos, RJ (Petrobras).	21
Figura 2.3: Principais Frações de Petróleo.....	23
Figura 3.1: Refinarias e Fábricas de Fertilizantes da Petrobras no Brasil (Petrobras).....	27
Figura 3.2: Esquema de Refino Voltado para a Produção de Combustíveis (Petrobras).....	28
Figura 3.3: Esquema de Refino Voltado para a Produção de Óleos Lubrificantes (Petrobras).	29
Figura 4.1: Esquema Ideal para Maximizar a Produção de Óleo Diesel. .	33
Figura 4.2: Esquema de Produção de Óleo Diesel na REDUC.....	34
Figura 5.1: Estrutura de um sistema de mistura em linha genérico (Petrobras).....	39
Figura 5.2: <i>Analyzer Shelter</i> (visão externa) - REPLAN.....	41
Figura 5.3: <i>Analyzer Shelter</i> (visão interna) - REPLAN.....	41
Figura 5.4: Analogia – Centro de distribuição e Sistemas de Mistura em Linha.....	42
Figura 5.5: Alternativas de Localização - Sistema de Mistura em Linha de Diesel (REDUC).	44
Figura 6.1: Representação de um Grafo.	46
Figura 6.2: Métrica Retangular – Distância entre os Pontos A e B.	49
Figura 6.3: Métrica Euclidiana – Distância entre os Pontos A e B.	50
Figura 6.4: <i>Google Earth</i> – Visão Geral.....	54
Figura 6.5: Funcionalidades do <i>Google Earth</i>	55
Figura 7.1: REDUC Modelada Segundo <i>Grid</i> Cartesiano.	66

Figura 7.2: Exemplo de Cálculo das Coordenadas Cartesianas.....	68
Figura I.1: Unidade de Destilação de Petróleo (Petrobras).....	81
Figura I.2: Carga e Produtos da uma Unidade de Destilação de Petróleo.....	82
Figura I.3: Carga e Produtos da uma Unidade de Desasfaltação a Propano.....	83
Figura I.4: Carga e Produtos da uma Unidade de Coqueamento Retardado.....	85
Figura I.5: Unidade de Coqueamento Retardado da REDUC (Petrobras).....	86
Figura I.6: Carga e Produtos da uma Unidade de Craqueamento Catalítico Fluido.....	87
Figura I.7: Unidade de Craqueamento Catalítico Fluido da REDUC (Petrobras).....	88
Figura I.8: Unidade de Reforma Catalítica da REDUC (Petrobras).....	91
Figura I.9: Unidade de Hidrotratamento de diesel da REDUC (Petrobras).....	94
Figura III.1: Convergência pelo Método Fibonacci – Eixo X.....	109
Figura III.2: Convergência pelo Método Fibonacci – Eixo Y.....	110

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Sistemas de Mistura em linha da Petrobras.....	37
Tabela 2 – Coordenadas X e Y dos locais analisados	67
Tabela 3 – Relação Diâmetro da Tubulação X Custo por Unidade de Comprimento	69
Tabela 4 – Diâmetro e Preço das Tubulações que Ligam os Pontos de Origem e Destino ao Central	70
Tabela 5 – Pontos Ordenados por Ordem Crescente de valor da Coordenada X.....	71
Tabela 6 – Iterações do Algoritmo para o Eixo X	71
Tabela 7 – Pontos Ordenados por Ordem Crescente de valor da Coordenada Y.....	72
Tabela 8 – Iterações do Algoritmo para o Eixo Y	72
Tabela 9 – Pontos Passíveis de Instalação X Custo	73
Tabela 10 – Metodologia X Custo	74
Tabela 11 – Pontos Passíveis de Instalação X Acréscimo no Custo	76