

Diagnóstico da rede de distribuição de derivados de petróleo no Brasil e sua representação em um SIG

Adriana Costa Soares (PUC-Rio) asoares@cruiser.com.br

Jose Eugenio Leal (PUC-Rio) jel@ind.puc-rio.br

Italo Ricardo de Azevedo (PUC-Rio) italo.r@bridge.com.br

Resumo

Este trabalho apresenta um diagnóstico da logística de distribuição de derivados de petróleo no Brasil, analisando a estrutura logística deste setor. São apresentadas e comentadas todas as instalações que participam da distribuição, assim como os modais de transporte utilizados. Para cada um destes elementos são apontadas suas funções na distribuição e analisados os seus potenciais de utilização no Brasil. A partir desta análise, é descrito um sistema de informação geográfica reunindo todas as informações sobre a distribuição nacional combustíveis.

Palavras-Chave: Diagnósticos logísticos, Sistema de Informação Geográfica, Petróleo

1. Introdução

O final da década de noventa representou, para o setor petrolífero, grandes mudanças em seu quadro institucional, onde a flexibilização do monopólio do petróleo permitiu que atividades antes sob o domínio da União pudessem ser realizadas por outras empresas, além da Petrobrás. Esta flexibilização começou a ser regulamentada pela Lei N°9.478, de 06.08.97 (Lei do Petróleo). A partir de então, qualquer empresa, independente da origem do seu capital, pode realizar atividades de exploração, produção, transporte, refino, importação e exportação de petróleo. A abertura total do mercado se concretizou em janeiro de 2002 quando esta se estendeu ao setor downstream, onde as distribuidoras começaram também a poder usufruir da flexibilidade de importação de derivados de petróleo.

Esta abertura do mercado vem provocando uma mudança organizacional nas empresas do setor que, para se manterem no mercado, necessitam de competitividade em mercados globais. A eficiência operacional tanto na produção quanto na distribuição, com metas de redução de custos, torna-se essencial para a obtenção da vantagem competitiva.

Com relação as operações logísticas, esta desregulamentação abriu amplas perspectivas econômicas e sociais para os segmentos direta ou indiretamente relacionados com os mercados de óleo, derivados e gás natural. Para o setor de distribuição da indústria, a abertura do mercado significou uma reestruturação em toda a logística, com a tendência de integração ao mercado global com produtos sendo adquiridos de fornecedores de qualquer parte do mundo, contratação de transporte internacional e armazenamento e distribuição interna para o consumidor final. (CAMPOS E LOON, 2002)

Inserido neste cenário, o presente trabalho apresenta um diagnóstico da logística de distribuição de combustíveis a nível nacional. Este diagnóstico consiste no levantamento da rede de distribuição de derivados de petróleo, identificando todos os fluxos de produtos entre as refinarias e terminais até as bases de armazenamento, com os respectivos modais e regiões de atuação nos mercados nacionais. A partir do levantamento desta rede, é desenvolvido um Sistema de Informação Geográfica contendo as informações sobre a logística de distribuição

apresentada. Este trabalho não aborda a distribuição entre as bases e os pontos de venda para consumo final.

2. Estrutura Logística de Distribuição de Derivados de Petróleo no Brasil

De acordo com Ballou (2001), o problema de planejamento da rede é aquele de especificar a estrutura através da qual os produtos fluirão, de seus pontos de origem até os pontos de demanda. Envolve, portanto, determinar que instalações devem ser utilizadas, quantas deveria haver, onde deveriam estar localizadas, quais os produtos e clientes devem ser designados a elas, quais os serviços de transportes deveriam ser utilizados entre elas e como as instalações deveriam ser atendidas.

A Indústria de Petróleo engloba o conjunto de atividades relacionadas com a exploração, desenvolvimento, produção, refino, processamento, transporte, importação, exportação de petróleos, gás natural, outros hidrocarbonetos e seus derivados. (ANP, 2002).

A estrutura logística deste setor reflete esse conjunto de atividades, podendo ser subdivida em dois grandes grupos: o setor *upstream* e o setor *downstream*. O primeiro engloba todas as atividades de exploração e produção de petróleo, enquanto o segundo trata da aquisição, armazenagem, comercialização e distribuição de derivados.

A figura 1 ilustra a configuração da rede logística desta indústria, onde os produtos finais são os combustíveis, tais como: gasolina, diesel, óleo combustível ou querosene de aviação.

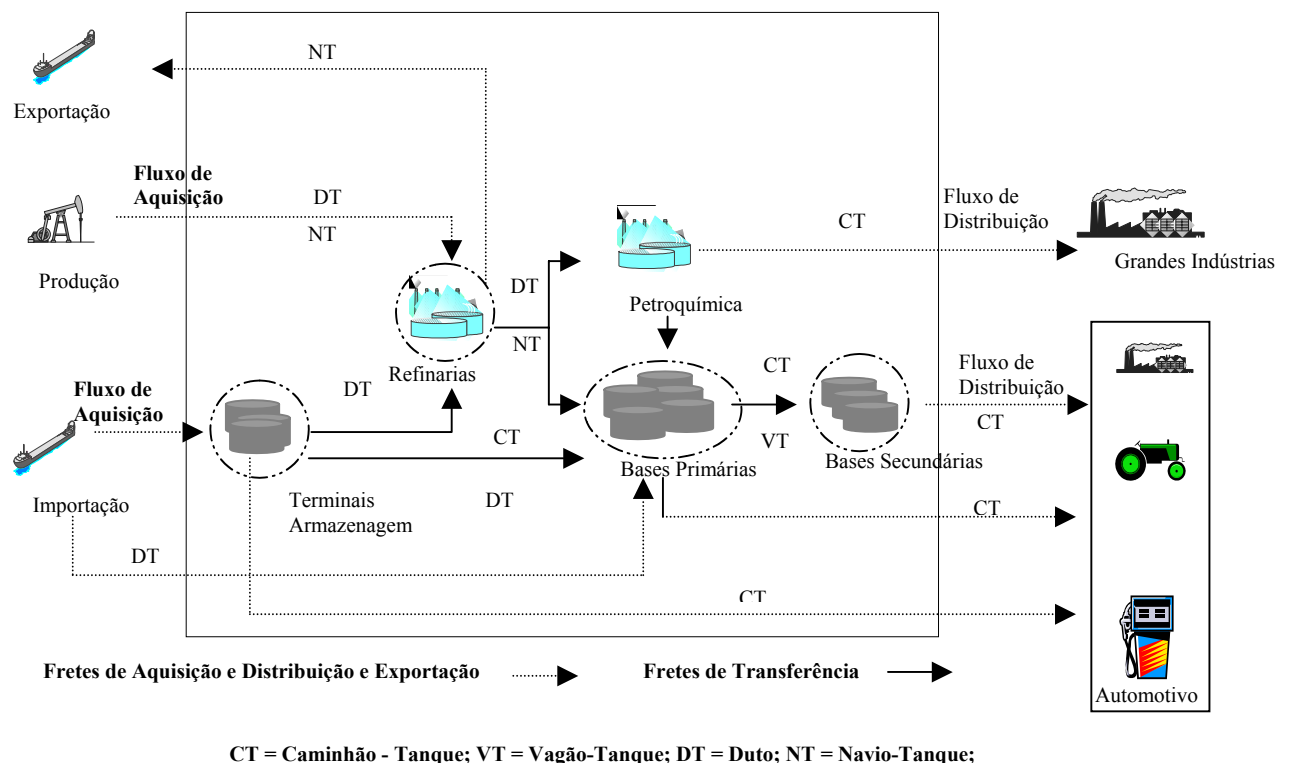


Figura 1: Configuração da Rede de Distribuição de Combustíveis

A seguir serão descritas cada uma das entidades representadas acima. Como o enfoque deste trabalho está em compreender a logística de distribuição de combustíveis, somente serão detalhadas as entidades do interior retângulo da figura 1.

De acordo com a Anp (2002), o Brasil possui atualmente 67 terminais autorizados a funcionar, compreendendo 9 centros coletores de álcool, 6 terminais fluviais, 1 terminal lacustre, 27 terminais marítimos e 24 terminais terrestres. Estes terminais possuem uma capacidade de armazenamento de 10,5 milhões m³, distribuída por 940 tanques.



Figura 3: Distribuição Espacial dos Terminais de Armazenagem no Brasil

A figura 3 ilustra a disposição espacial destes terminais, onde fica evidente a função de internalização de produtos, de maneira a equilibrar a oferta e demanda das regiões norte, nordeste e centro-oeste. No caso das regiões Centro- Oeste e Norte, os terminais terrestres são responsáveis pelo escoamento da produção, vinda da região de São Paulo, para atender a demanda da Região. Para a região Nordeste, a função dos terminais é receber os produtos vindos de cabotagem das regiões Sul e Sudeste.

3.3. Bases de Distribuição Primárias e Secundárias

Uma base de distribuição é a instalação com facilidades necessárias ao recebimento de combustíveis, ao armazenamento, mistura, embalagem e distribuição, em uma dada área de mercado. As bases de distribuição representam os centros de distribuição de combustíveis, e assume o papel da armazenagem de produtos das distribuidoras.

A distinção entre Bases Primárias e Secundárias está no ponto de origem do produto. Caso a fonte supridora seja uma Refinaria ou Terminal, a base é classificada como Primária. Se a fonte de suprimento for uma Base Primária da Distribuidora, a base é classificada como Secundária.

Geralmente as Bases Primárias estão localizadas perto das fontes supridoras diretas, ou seja, as Refinarias ou Terminais. A função das Bases Secundárias é atender mercados distantes dos pontos de oferta, de maneira a atender ao mercado ao menor custo.

Pode-se representar a estrutura geral espacial destas bases agregando-se por município e por produto.

3.4 Oferta de Transportes

A infra-estrutura de transporte utilizada na distribuição de derivados compreende os seguintes modais de transporte: dutoviário, ferroviário, rodoviário e marítimo.

Geralmente os pontos de oferta de produtos (terminais e refinarias) estão ligados aos pontos de demanda (bases primárias) através de dutos. A malha dutoviária brasileira ainda é incipiente, com poucos dutos em operação, embora tal modal possua tarifas de transporte baixas, conforme relatado em Soares (2003). Segundo o Geipot (2003), a extensão da rede dutoviária brasileira em 1995 era de aproximadamente 5.000km, que era a mesma extensão da dutos da França, um país bem menor em termos de extensões territoriais. Neste mesmo período, a Rússia possuía uma rede de dutos de aproximadamente 62.000km e nos Estados Unidos se observava uma extensão de 322.000km de dutos para transporte de derivados de petróleo. Atualmente, a rede dutoviária brasileira possui uma extensão de aproximadamente 9.000km. Esse aumento da rede se deve basicamente aos novos gasodutos do sistema Brasil-Bolívia.(GEIPOT, 2003).

De acordo com Soares (2003), a rodovia, embora represente o modal com maior custo, é bastante utilizada na transferência de produtos entre as bases primárias e secundárias, principalmente para a distribuição de gás liquefeito de petróleo, que é feita exclusivamente por este modal de transporte. A ferrovia também é utilizada na transferência de produtos entre bases, principalmente para a distribuição de diesel e gasolina e os navios – tanques são muito utilizados para transporte de cabotagem, principalmente para a região nordeste.

4. Análise da Logística na Indústria Nacional de Petróleo

A descrição da rede logística de distribuição apresentada no item 3 fornece instrumentos para algumas considerações sobre a Indústria Nacional de Petróleo, em particular sobre o setor *downstream*. Embora as instalações, os clientes e os serviços de transporte sejam bastante semelhantes aos setores de distribuição de petróleo de qualquer país, a rede nacional de distribuição apresenta algumas particularidades.

Com relação aos centros produtores, observa-se uma extrema concentração de refinarias na Região Sudeste, e um número bastante reduzido destas quando comparado, por exemplo, com o número de refinarias na Europa. De acordo com Mccredie et al (2002), nestes países o número de instalações é superior a 80. Ainda em comparação com a distribuição européia, percebe-se que no Brasil a malha dutoviária ainda é muito incipiente, com poucas ligações entre origens e destinos existentes. Nos países da Europa, o modal dutoviário é um dos meios de transporte mais utilizados para a movimentação de combustíveis, visto que este modal apresenta custos unitários muito baixos. Aqui no Brasil, os modais rodoviário e ferroviário, com custos unitários mais elevados, são os tipos de transporte mais utilizados.

No que se refere aos terminais de armazenagem, estes refletem a situação de concentração e número reduzido de refinarias, tornando estes tipos de instalações essenciais para o escoamento da produção, principalmente para as regiões Norte e Centro - Oeste. É somente através da consolidação de produtos nos terminais que é possível garantir a distribuição para todo o país.

Com relação à quantidade excessiva de bases existentes (322 em 2001), o número elevado justifica-se pela forma de caracterização das bases de distribuição pela Agência Nacional de Petróleo. De acordo com a Anp (2002), para distribuir combustíveis em determinada área geográfica, é necessária a criação de uma base de combustível, mesmo que essa instalação, na prática, seja apenas um tanque de armazenamento.

No país não existe uma distribuição eficiente de produtos, já que para os mesmos trechos, há

movimentação de produtos por diferentes modais de transporte. . Em Soares (2003), a autora faz um levantamento de todos os fluxos de produtos realizados de janeiro a julho de 2002, e fica evidente a utilização de diferentes dos modais de transporte para os mesmos trechos. Com o levantamento dos fluxos de produtos, pode-se então propor uma otimização da distribuição, determinando os modais mais adequados para a distribuição de uma determinada região.

4. Sistema de Informação Geográfica para a Logística de Distribuição Petróleo

A partir do diagnóstico da distribuição de derivados de petróleo, foi desenvolvido um sistema de informação geográfica, que pode ser utilizado para análises nesta indústria. O *software* utilizado foi o TransCAD 3.0, versão acadêmica. Este *software* é um Sistema de Informação Geográfica projetado especificamente para o planejamento, gerenciamento, operação e análise das características dos sistemas de transportes, e possui vários módulos para a manipulação de dados com relação à entrada, armazenagem, análise e apresentação final. (CALIPER, 1996).

Segundo Davis (2002), um sistema de informação geográfica é uma ferramenta projetada para coletar, manipular e apresentar grandes volumes de dados espaciais. O banco de dados deste sistema é formado principalmente por dois grandes módulos: um sistema de gerenciamento de banco de dados (SGBD) e um sistema de processamento de imagens e dados espaciais. (SALGADO E PIMENTEL, 1994).

O Modelo de Entidade - Relacionamento foi utilizado para a modelagem da malha de distribuição de derivados de petróleo. Cada entidade deste modelo foi representada como uma camada geográfica de dados (*layer*) que, dependendo da natureza dos dados, foi definida como camada de linha, pontos ou áreas. Para o caso específico da malha de combustíveis foram definidas as seguintes camadas:

- Bases: base geográfica de pontos, contendo a localização da base e informações sobre o tipo da base e, apenas para o gás liquefeito de petróleo, a tancagem operacional das mesmas;
- Refinarias: arquivo geográfico de pontos, contendo a localização da refinaria e a capacidade de armazenamento de cada produto.
- Terminais: arquivo geográfico de pontos, contendo a localização do terminal e a tancagem operacional.
- Área de Influência, por produto: arquivo geográfico de área, contendo a área de influência de cada base, ou seja, a área que engloba todos os municípios atendidos por uma base.
- Modais de Transporte: arquivo geográfico de linhas, contendo informações sobre o modal de transporte utilizado na transferência de produtos entre refinarias/ terminais e bases e entre bases. Existe uma base para cada modal (duto, ferrovia, hidrovía, cabotagem e rodovia).
- Malha de Distribuição: arquivo geográfico de linhas contendo os fluxos origem – destino por produto.
- Municípios: arquivo geográfica de área contendo informações censitárias do IBGE relativas ao ano de 1999.

Com relação à origem dos dados, pode-se comentar que os dados relativos à indústria de petróleo foram obtidos na Agência Nacional de Petróleo e os referentes a rede de transportes na PUC-Rio. Como limitação da base de dados, tem-se o fato da mesma não incorporar detalhes da malha de transporte no caso de ligações entre instalações dentro do mesmo

município, já que todas as instalações estão consideradas no centro geográfico do município. Os produtos estudados foram: gasolina, diesel, óleo combustível, querosene de aviação e gás liquefeito de petróleo.

Para cada produto foi gerado um arquivo geográfico, com todas as bases geográficas associadas, incorporando as características particulares de cada derivado de petróleo. Em alguns casos, existiram dados gerais que foram incorporados a cada rede de distribuição, como a localização de terminais e refinarias. Com relação ao volume de dados georreferenciados, o sistema contém as seguintes informações:

- Refinarias: 14 registros georeferenciados pela latitude e longitude, que estão presentes no desenho da malha de todos os produtos.
- Terminais: 72 registros georeferenciados pela latitude e longitude, que, para efeitos de visualização, foram selecionados de acordo com o derivado de petróleo em estudo.
- Bases: Para o caso do gás liquefeito de petróleo, arquivo geográfico contém 60 registros, divididos entre bases primárias e secundárias. Para os demais combustíveis, a base geográfica contém 115 registros, representando todas as bases de gasolina, diesel, querosene de aviação e óleo combustível. Ao se construir o arquivo geográfico para cada produto, a base de dados geográfica foi trabalhada de maneira a mostrar somente as instalações associadas a cada produto. Com estas seleções, foram considerados os seguintes registros: 88 registros para gasolina e diesel (agrupados como tipo "claros"), 67 registros para querosene de aviação e 42 registros para as bases de óleo combustível.
- Rodovias: a malha rodoviária disponível na PUC-Rio, composta de 1588 registros foi incorporada ao banco de dados e, para cada produto, foram adicionados campos para saber a qual rede de produtos o arco rodoviário pertence (estes campos foram assim definidos: ligação fonte – base primária e ligação base primária – base secundária para cada produto). Esta seleção foi feita para mostrar os fluxos origem – destino de movimentação de produtos e assim calcular as rotas mínimas de transporte pela rodovia. Assim, para cada produto foi mostrada somente a seleção de arcos da sua rede; 357 registros para a rede de gás liquefeito de petróleo, 703 registros para a rede de gasolina e diesel (tipo "claros"), 341 registros para óleo combustível e 337 registros para querosene de aviação.
- Ferrovias: seguindo o mesmo procedimento adotado para as rodovias, foi incorporada ao banco de dados a malha ferroviária de 718 registros, com distinção de bitolas. Para cada produto foram criados e selecionados os seguintes registros: 201 registros para gasolina e diesel (claros), 92 registros para óleo combustível, 25 registros para querosene de aviação. Para o caso do gás liquefeito de petróleo, não foi identificado nenhum trecho ferroviário.
- Dutos: a base geográfica de dutos contém 54 registros obtidos a partir das tarifas, por trecho, disponibilizadas pela Transpetro, na internet.
- Cabotagem e hidrovia: a malha de rios do Brasil composta de 165 registros também foi incorporada ao banco de dados a partir de dados disponíveis na PUC-Rio, seguindo a mesma metodologia da malha rodoviária descrita anteriormente. Foram selecionados 17 registros para o gás liquefeito de petróleo, 55 registros para claros, 33 registros para escuros e 35 registros para querosene de aviação.

5. Considerações Finais

Como contribuição para esta área de pesquisa, esse trabalho forneceu uma análise logística agregada do mercado de petróleo e uma ferramenta para manipulação dos dados disponíveis através do desenvolvimento de um Sistema de Informação Geográfica contendo toda a estrutura logística do setor.

O diagnóstico logístico desta indústria aponta algumas particularidades na distribuição nacional. O uso incipiente de uma rede dutoviária para escoamento da produção e a função de internalização de produtos através dos terminais são exemplos destas particularidades. A excessiva quantidade de bases de distribuição e a não homogeneidade dos modais de transporte utilizados nos fluxos de distribuição também apontam perspectivas para estudos de otimização de maneira a reduzir os custos logísticos.

O levantamento de dados, assim como a construção de uma base de dados georreferenciada sobre distribuição de petróleo, são resultados importantes, já que a partir do entendimento da logística deste setor é possível, então, propor alguns modelos para otimizar a distribuição de derivados de petróleo no Brasil.

Nesta etapa de levantamento de dados, a maior dificuldade encontrada foi a obtenção dos fluxos logísticos entre as bases de combustíveis e entre as bases primárias e as refinarias e terminais. Alguns problemas de inconsistência de dados encontrados nesta fase apontam para uma real necessidade de revisão e controle dos dados disponíveis na Agência Nacional de Petróleo. Para todos os combustíveis, o conhecimento de especialistas na logística deste setor foi fundamental para a construção de uma rede logística coerente.

Referências

- ANP (2002). *Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo e do Gás Natural 2001*. Agência Nacional do Petróleo. Rio de Janeiro.
- BALLOU, R.H (2001). *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos*. Bookman. 1ª Edição. São Paulo
- CALIPER(1996). *TransCAD – Transportation GIS software userguide*. Versão 3.0 for windows. Caliper Corporation.
- CAMPOS, M e LOON, W (2002). *Petróleo e Abertura*. Reportagem do Jornal do Brasil em abril de 2002.
- DAVIS,C (2002). *Múltiplas Representações de Banco de Dados Geográficos*. Disponível em <<http://www.fatorgis.com.br>; Acessado em 15/05/2002 >
- GEIPOT (2003). *Sistema de Informações Técnicas em Transportes: transporte dutoviário internacional*. Disponível em <<http://www.geipot.gov.br/siscol/dw/dwconsultaSeriefiltro3.asp>; Acessado em 20/05/2003 >
- MECCREDIE,C., BAMBER, D., NICHOLLS, T., HELD, I (2002). *Strategies for World Energy: the development of the oil and gas industry*. The Petroleum Economist. Londres.
- SALGADO, A.C. e PIMENTEL, F.L (1994). Uma visão geral sobre SIG. *Anais do VIII ANPET* p 517-528 Recife, 1994.
- SOARES, A.C (2003). *Diagnóstico e modelagem da rede de distribuição de derivados de petróleo no Brasil*. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio.