



Título do Trabalho

## **ANÁLISE DAS ROTAS DE TRANSPORTE DE ETANOL DA USINA SANTA ADÉLIA ATÉ O PORTO DE SANTOS**

Nome do Autor (a)

**Vitor Vinícius Bisuti**

Nome (s) do Coautor (a) (s)

**Thales Alexandre Rosin**

**Francisco Augusto da Silva Sanches**

Nome do (a) Orientador (a)

**Luzenira Alves Brasileiro**

Instituição ou empresa

**Universidade Estadual Paulista**

**Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira**

Instituição de Fomento

**PET-MEC**

E-mail de contato

**vitor01107@aluno.feis.unesp.br**

Palavras-chave

**Etanol. Transporte. Logística**



## INTRODUÇÃO

Desde as décadas de 1970 e 1980, com o lançamento do Programa Pró-Álcool, o setor sucroalcooleiro tem se destacado na economia brasileira. Com os incentivos públicos das últimas décadas para a produção de açúcar e bicombustíveis este setor ganhou ainda mais importância, propiciando a instalação de muitas usinas sucroalcooleiras em todo o país. A maior parte dessas usinas foram instaladas no estado de São Paulo, com destaque para as regiões de Ribeirão Preto, São José do Rio Preto e mais recentemente em Araçatuba.

A instalação dessas usinas trouxeram inúmeros benefícios econômicos e sociais, como introdução de milhões de reais na economia das cidades próximas às usinas e aumento no número de empregos.

Apesar dessas vantagens, o desenvolvimento do setor sucroalcooleiro gerou alguns impactos negativos. O crescimento dessa atividade monocultora diminuiu ou extinguiu a produção de outras culturas. Além disso, ainda ocorrem muitas queimadas, apesar de toda a tecnologia existente, produzindo grande poluição e matando muitos animais.

No Brasil, o transporte de açúcar e álcool é realizado principalmente pelo meio de transporte rodoviário. Os caminhões carregados acabam deteriorando as rodovias e contribuem para o aumento do número de acidentes no trânsito.

A maior parte dos produtos sucroalcooleiros das regiões de São José do Rio Preto e Araçatuba é transportada pela rodovia Feliciano Sales Cunha, SP-310, que liga a cidade de Mirassol à Ilha Solteira, na divisa com o Estado de Mato Grosso do Sul, tendo 223 quilômetros de extensão. Essa rodovia é constituída em sua maioria por pistas simples, tendo alguns trechos com terceira faixa e outros de pista dupla. Nos últimos anos, o número de acidentes nesta rodovia tem aumentado, influenciados também pela elevação do número de caminhões canavieiros.

Um grande problema na utilização do transporte por caminhões é que o Brasil possui uma frota rodoviária de idade média avançada – cerca de 17,5 anos, além de que

este tipo de transporte apresentar baixa produtividade, pequena eficiência energética, alto índice de emissão de poluentes e baixo nível de segurança.

Com o mercado atual tão competitivo, a logística de uma empresa do setor sucroalcooleiro deve se basear em sistemas integrados devido à necessidade de coordenação de atividades que envolvem esta cadeia produtiva.

O aumento da competitividade no setor sucroalcooleiro aumenta a necessidade de buscar novas alternativas e técnicas para a logística da empresa, beneficiando o planejamento e o controle do processo produtivo.

Os sistemas logísticos são essenciais para aprimorar a eficiência operacional das usinas de açúcar e álcool, pois atuam na integração de operações agrícolas e industriais.

Um aspecto importante dos sistemas logísticos é a forma de coordenar os processos de corte, carregamento e transporte de cana do campo até a área industrial, de maneira a suprir adequadamente a demanda necessária na área industrial.

O transporte ocupa uma fração significativa do custo total de produção; portanto, ao diminuir o custo de transporte, haverá uma redução significativa no custo total de produção.

Uma maior utilização das hidrovias e ferrovias no transporte de açúcar e álcool contribuiria para um desenvolvimento eficiente na logística intermodal.

A entrada de capital privado nas ferrovias promoveu aumento significativo nos investimentos e, como resultado, a produção das ferrovias privatizadas, a partir de 1997, passa a crescer e o índice de acidentes a cair, apesar de ainda estar longe de padrões internacionais. Com isso a utilização das ferrovias para o transporte de açúcar e álcool tem crescido nos últimos, tornando-se um meio eficiente de transporte.

A região noroeste paulista é cortada por duas importantes malhas ferroviárias, a ALL Malha Paulista e a ALL Malha Oeste. Esta região possui 2 grandes terminais intermodais, localizados em São José do Rio Preto e Araçatuba, totalmente modernos. Nos próximos dois anos deverá ficar pronto o terminal de Votuporanga e ampliado o terminal de Fernandópolis. A presença destes grandes terminais intermodais aliada aos investimentos nas ferrovias contribuem para a diminuição dos custos e melhorando a competitividade dos produtos no mercado internacional.

A Hidrovia Tietê - Paraná é uma via de navegação situada entre as regiões sul, sudeste e centro-oeste do Brasil, que permite a navegação e conseqüentemente o transporte de cargas e de passageiros ao longo dos rios Paraná e Tietê. Um sistema de eclusas viabiliza a passagem pelos desníveis das muitas represas existentes nos dois rios.

É uma via muito importante para o escoamento da produção agrícola dos Estados do Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e parte de Rondônia, Tocantins e Minas Gerais. Possui 12 terminais portuários, distribuídos em uma área de 76 milhões de hectares. A entrada em operação desta hidrovia impulsionou a implantação de 23 polos industriais, 17 polos turísticos e 12 polos de distribuição e gerando aproximadamente 4 mil empregos diretos.

## **METODOLOGIA**

A Usina Santa Adélia de Pereira Barreto, fundada em 2007, tem capacidade de moagem de 12 mil toneladas de cana e 1.100 metros cúbicos de etanol. A moagem de cana nesta usina é destinada 100% à produção de etanol e geração de energia elétrica. Esta pesquisa simulou as possíveis rotas de escoamento de etanol da Usina Santa Adélia até o porto de Santos por transporte multimodal (rodovia, hidrovia e ferrovia), analisando as características de cada uma e as alternativas de transporte mais vantajosas.

## **RESULTADOS**

O transporte rodoviário de cana de açúcar apresenta um elevado consumo de combustível do tipo diesel para cada tonelada transportada. O Quadro 1 apresenta os valores de consumo calculados para a Usina Santa Adélia, localizada no município de Pereira Barreto.

**Quadro 1: Consumo de óleo diesel por tonelada de cana transportada**

Máquinas	Consumo de diesel (litro/ton)
Caminhão de cana inteira	1,49
Caminhão de cana Picada	1,01
Carregadora	0,2
Colhedora	0,99
Transbordo	0,38
Trator Reboque	0,58

Fonte: EBA logística, 2010

Os custos médios dos fretes de carga transportada são diferentes para os modos rodoviário, ferroviário e hidroviário. O Quadro 2 apresenta os valores dos custos médios calculados para cada um destes modos.

**Quadro 2: Valores médios dos fretes por modo de transporte**

Modo de Transporte	Custo (R\$/ton.km)
Rodoviário	0,127
Ferrovário	0,070
Hidroviário	0,050

Fonte: SIFRECA, 2010

A pesquisa aponta três opções de rota para o transporte de etanol com saída na Usina Santa Adélia e destino o Porto de Santos. As rotas estão apresentadas nas figuras abaixo.



Figura 3: Rota 1 para transporte de álcool, Usina Santa Adélia

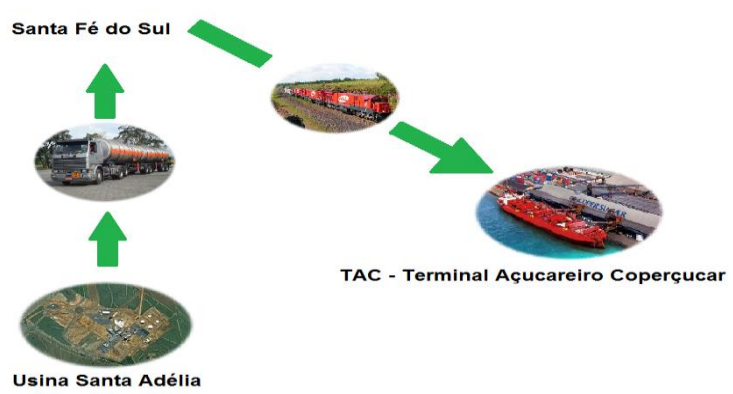


Figura 4: Rota 2 para transporte de álcool, Usina Santa Adélia

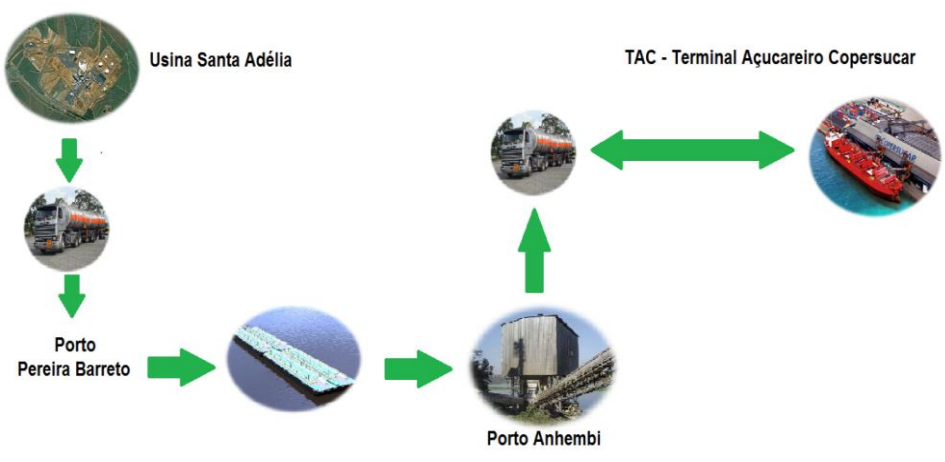


Figura 5: Rota 3 para transporte de álcool, Usina Santa Adélia.

O Quadro 3 apresenta os valores dos custos médios calculados para cada uma das rotas de transporte. Já o quadro 4 mostra o volume de frota necessário para transportar a produção de álcool em ton. da Usina Santa Adélia (safra 2010) para cada umas das rotas.

**Quadro 3: Custo do frete por tonelada da cana-de-açúcar**

Rotas	Meio de Transporte	Distância (Km)	R\$/ Ton.km	R\$ Total/ton.
1	Rodoviário	720	0,127	91,44
2	Rodoviário	60	0,127	58,02
	Ferrovário	720	0,070	
3	Rodoviário	20	0,127	66,78
	Hidroviário	472	0,050	
	Rodoviário	320	0,127	

Fonte: Hiratsuka, 2009

**Quadro 4: Volume de frota necessário para transportar a produção de álcool em ton. da Usina Santa Adélia safra 2010.**

Rotas	Distância	Tipo de Transporte	n° de viagens
1	720	Caminhão	4720
2	60	Caminhão	4728
	720	Trem	17
3	20	Caminhão	4728
	472	Conj. de barcas	32
	320	Caminhão	4728

Fonte: Hiratsuka, 2009

Para analisar o consumo total do escoamento da produção apresentado no Quadro 5 é necessário o conhecimento prévio de algumas informações (HIRATSUKA, 2009):

- Um trem de carga com 100 vagões, cada vagão com 100 ton. consome 4,25 litros de diesel por mil TKU's (litro/mil tonelada por quilômetro útil). Fonte: (ALL Logística, 2011)
- Um caminhão de carregamento de álcool transporta 45 m<sup>3</sup> de álcool, densidade média do álcool 0,810 g/cm<sup>3</sup>. Total de álcool transportado em toneladas é de 36,45 e consumo de diesel médio de 1 km/L. Fonte: Usina Santa Adélia.
- Um comboio de fluvial com capacidade de 5400 ton. consome 16,96 L/Km.

**Quadro 5: Consumo total de diesel para escoamento da produção**

Rotas	Meio de Transporte	n° de viagens	Consumo de diesel/Modal (Lts.)	Consumo total de diesel (Lts.)
1	Caminhão	4720	3.498.720	3.498.720
2	Caminhão Trem	4728 17	283.680 1.003.476	1.287.156
3	Caminhão Conjunto de Barcas Caminhão	4728 32 4728	94.560 251.744 1.512.960	1.859.264

Fonte: Hiratsuka, 2009

As melhorias realizadas na infraestrutura das ferrovias, bem como a utilização dos vagões que levavam gasolina e diesel para o Mato Grosso do Sul e voltavam vazios para Paulínia(SP) para o transporte de etanol, permitiu um aumento de 10% no volume de etanol transportado em relação a 2009, totalizando 140 mil metros cúbicos de etanol transportados através da região noroeste paulista.



Esta substituição de caminhões por trens tem sido facilitada por algumas obras na região do Porto de Santos que estão eliminando alguns encontros rodoferroviários, permitindo a utilização de trens maiores, com composições de 80 a 85 vagões.

Entre as vantagens do aumento da utilização das ferrovias no transporte de álcool estão o barateamento do produto, aumentando a competitividade no mercado externo, diminuição dos congestionamentos de carretas nas vias portuárias e a melhoria ambiental proveniente da redução de emissões de gás carbônico.

A construção de um ferroanel na região metropolitana de São Paulo contribuiria ainda mais na diminuição dos congestionamentos, do tempo de espera e consequentemente dos custos do produto, uma vez que os trens carregados não precisariam mais utilizar os trilhos da Companhia Paulista de Trens Metropolitanos (CPTM).

Com a previsão da transferência do transporte de álcool do modo rodoviário para o ferroviário, espera-se que sejam retirados de circulação 297 mil caminhões, com a transferência das cargas para a ferrovia.

O transporte de cana de açúcar por modo hidroviário à pequena distancia é realizado por dragas e comboios, constituídos por barcaças. As dragas são as responsáveis pela grande maioria das cargas transportadas por hidrovia.

O aumento do comprimento dos comboios ao longo dos anos passou a ser um dos principais fatores positivos para o funcionamento eficiente do transporte hidroviário de carga, como mostra o Quadro 6.

**Quadro 6: Evolução dos comboios que navegam pela Hidrovia Tietê – Paraná**

Ano	Chatas	Calado (m)	Capacidade (t)
1991	2	2,50	2.500
2000	4	2,50	5.000
2001	4	2,50	5.000
2002	4	2,50	5.000
2003	4	2,70	5.400

2004	4	2,70	5.400
2005	4	2,90	5.800
2006	6	2,90	8.700
2007	6	2,90	8.700

Fonte: Hiratsuka, 2009

Além do aumento do número de chatas por comboio, outro fator que possibilita o desenvolvimento do transporte hidroviário no interior do Estado é o aprofundamento do calado dos Rios Tietê e Paraná em diversos trechos, possibilitando aumentar o escoamento de carga de baixo valor agregado.

Atualmente, o transporte de carga pela Hidrovia Tietê – Paraná é constituído da seguinte maneira: 20% de cana de açúcar, 10 % de álcool e 70% de soja. Este valor já representa uma quantidade significativa: mas, para aumentar a utilização deste modo de transporte é necessário um planejamento logístico, com terminais adequados para a movimentação de cargas, instalação de modernos equipamentos de transbordo, armazéns, silos e entroncamentos intermodais, constituindo uma estrutura satisfatória para o pleno funcionamento do sistema.

O aumento do transporte de carga nos últimos anos ainda é pequeno, se comparado ao potencial da hidrovia. A grande expectativa está no transporte de etanol, que quando tiver início deve aumentar em torno de 50% o volume de carga na hidrovia.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O transporte de carga é um fator preponderante no sistema de produção da agroindústria canieira do país. A incorporação das modalidades hidroviária e ferroviária na matriz de transporte proporcionará vantagens de uso de um sistema de transporte de maior eficiência energética, menor consumo de combustíveis e menores emissões de gases poluentes. Além disso, esses modos de transporte apresentam outros benefícios, tais como o baixo custo operacional e uma maior capacidade de carga.

O transporte ferroviário tem um custo de aproximadamente 45% menor em relação ao transporte rodoviário. Cada vagão substitui até três caminhões e cada comboio equivale a 180 caminhões.

O custo de frete para o transporte hidroviário apresenta uma redução de quase 60% se comparado com o sistema de transporte mais utilizado no País, que é o rodoviário.

Além dos benefícios econômicos e ambientais proporcionados pelos sistemas hidroviário e ferroviário, vale ressaltar as vantagens sociais envolvidas, tais como: redução de acidentes, menor trânsito de caminhões e menor desgaste das estradas. Ainda, a previsão da produção de cana de açúcar no Brasil é promissora e as rodovias existentes não atenderão a demanda total de transporte em um futuro próximo.

## REFERÊNCIAS

BALLOU, R. H. Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física. São Paulo: Atlas, 1993.

EBA CONSULTORIA EMPRESARIAL. Método para determinação de frente de carregamento. Jaboticabal: Usina Santa Adélia, 2010.

INFORME SIFRECA. Sistema de informações de fretes para cargas agrícolas. Piracicaba: [s.n.], 2011

GOLÇALVES, D.A. Análise logística e ambiental no sistema de corte e carregamento e transporte da cana de açúcar. 2012. 65p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2012.

HIRATSUKA, A. Análises de impactos ambientais e econômicos em transporte multimodal. 2009. 85 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2009.

UNIÃO DOS PRODUTORES DE BIOENERGIA - UDOP. Produção de etanol no Estado de São Paulo. São Paulo: [s.n.], 2012.