

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
UNIVERSIDADE ABERTA DO BRASIL
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA
APLICADA AOS PROCESSOS PRODUTIVOS**

Daniella Martins Nunes

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE
CARGAS: ESTUDO DE CASO DA FROTA DE UMA DISTRIBUIDORA
DE AÇO**

**Novo Hamburgo, RS
2017**

Daniella Martins Nunes

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGAS:
ESTUDO DE CASO DA FROTA DE UMA DISTRIBUIDORA DE AÇO**

Monografia apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Eficiência Energética Aplicado aos Processos Produtivos (EaD), da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Eficiência Energética Aplicada aos Processos Produtivos.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Roberto Cauduro

**Novo Hamburgo, RS
2017**

Daniella Martins Nunes

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGAS:
ESTUDO DE CASO DA FROTA DE UMA DISTRIBUIDORA DE AÇO**

Monografia apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Eficiência Energética Aplicado aos Processos Produtivos (EaD), da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Eficiência Energética Aplicada aos Processos Produtivos.

Aprovado em 05 de agosto de 2017:

**Carlos Roberto Cauduro, Prof. Dr. (UFSM)
(Presidente / Orientador)**

Cesar Addis Valverde Salvador, Prof. Dr. (UFSM)

Isis Portolan Dos Santos, Prof. Dr. (UFSM)

**Novo Hamburgo, RS
2017**

RESUMO

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGAS: ESTUDO DE CASO DA FROTA DE UMA DISTRIBUIDORA DE AÇO

AUTOR: Daniella Martins Nunes

ORIENTADOR: Prof. Dr. Carlos Roberto Cauduro

O presente estudo tem como objetivo a realização de um diagnóstico energético em uma distribuidora de aço para avaliar os fatores que contribuem para o aumento da eficiência energética de uma frota de cargas. O diagnóstico energético foi conduzido em um período de cinco meses onde foram realizadas visitas para coleta de dados. Após a coleta de dados, estes foram avaliados e então foi proposta uma série de ações de melhoria. De acordo com a análise dos dados, identificou-se que os fatores que contribuem para o aumento da eficiência energética são: o estilo de condução dos motoristas, o nível de manutenção dos veículos, a otimização dos roteiros, a idade média da frota e principalmente a conscientização e conhecimento das pessoas nos conceitos de eficiência energética. O estudo demonstrou que é possível aumentar a eficiência energética de uma frota de carga sem a obrigação de substituição por veículos modernos e mais eficientes.

Palavras-chave: Eficiência Energética, Transporte de Cargas, Diagnóstico Energético

ABSTRACT

ENERGY EFFICIENCY IN FREIGHT TRANSPORT: CASE STUDY OF STEEL DISTRIBUTOR FLEET

WRITER: Daniella Martins Nunes

ADVISOR: Prof. Dr. Carlos Roberto Cauduro

The present study has the objective of performing an energy diagnosis in a steel distributor to evaluate the factors that contribute to the increase of the energy efficiency of a cargo fleet. The energy diagnosis was conducted in a period of five months where data collection visits were performed. After data collection, these were evaluated and then a series of improvement actions were proposed. According to the data analysis, it was identified that the factors that contribute to the increase of energy efficiency are: drivers' style of driving, vehicle maintenance level, route optimization, average age of the fleet and, mainly the awareness and knowledge of people in the concepts of energy efficiency. The study has shown that it is possible to increase the energy efficiency of a cargo fleet without the obligation to replace it with modern and efficient vehicles.

Keywords: Energy Efficiency, Freight Transport, Energy Diagnosis

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Consumo final de energia global 2016.....	12
Figura 2 - Emissões de CO ₂ per capita em 2013	13
Figura 3 - Consumo final de energia por fonte no Brasil em 2015.....	14
Figura 4 - Uso da energia no Brasil em 2015.....	15
Figura 5 - Caracterização dos veículos rodoviários.....	16
Figura 6 - Fluxograma de um diagnóstico energético.....	22
Figura 7 - Organograma Processo Logístico.....	24
Figura 8 - Exemplo de carga por tipo de veículo	25
Figura 9 - Idade média da frota por tipo de veículo	26
Figura 10 - Comparação consumo médio veículos	32
Figura 11 - Quilometragem percorrida acumulada por veículo	32
Figura 12 - Comparativo quilometragem percorrida x consumo	33

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Limite de peso bruto total - PBT por tipo de veículo	17
Quadro 2 - Cronograma etapas do estudo de caso	23
Quadro 3 - Comparação do modelo atual e modelo proposto	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Frota de Veículos empresa Aço	25
Tabela 2 - Capacidade de transporte por veículo.....	26
Tabela 3 - Roteiros e frequência de entrega	27
Tabela 4 - Restrições de capacidade por roteiro.....	28
Tabela 5 - Total de viagens semanal por veículo	28
Tabela 6 - Taxa de Ocupação por Roteiro - Jan a Mai 2017	29
Tabela 7 - Comparação entregas realizadas x capacidade no período Jan a Maio/17.....	29
Tabela 8 - Quilometragem percorrida por veículo Jan a Maio/2017	30
Tabela 9 - Consumo de combustível em litros entre Jan e Mai/2017	31
Tabela 10 - Média km/l por veículo	31
Tabela 11 - Plano preventivo	34
Tabela 12 - Custo de manutenção jan a maio 2017	34
Tabela 13 - Frequência de rotas proposta	37
Tabela 14 - Total proposto de viagens semanal por veículo	39
Tabela 15 - Análise dos veículos para desativação	39
Tabela 16 - Comparação número de viagens atual x proposto	40
Tabela 17 - Taxa de ocupação com nova proposta	41

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	OBJETIVOS	11
1.1.1	Objetivo Geral	11
1.1.2	Objetivos Específicos	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	12
2.1.1	Matriz energética brasileira	14
2.2	TRANSPORTES	15
2.3	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM FROTA DE TRANSPORTES	19
2.4	DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO NO SETOR DE TRANSPORTES	20
3	METODOLOGIA	21
3.1	COLETA DE DADOS	21
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1	APRESENTAÇÃO EMPRESA	24
4.2	RESULTADOS	25
4.2.1	Dados da frota	25
4.2.2	Processos de aquisição e renovação da frota	26
4.2.3	Dados de operação	27
4.2.4	Gestão da frota	30
4.2.5	Manutenção da frota	33
4.2.6	Capacitação dos motoristas	34
4.3	ANÁLISE DOS RESULTADOS	35
4.3.1	Avaliação dos resultados	35
4.3.2	Propostas de melhoria da eficiência energética	36
5	CONCLUSÕES	42
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

1 INTRODUÇÃO

O transporte está presente no cotidiano e é indispensável para a sociedade no que tange o deslocamento de pessoas e cargas. Para gerar este deslocamento são consumidos recursos, sendo o principal deles, a energia. Com grande dependência de combustíveis fósseis proveniente de fontes não renováveis, além da alta representatividade no consumo da matriz energética, causa impacto no meio ambiente com a emissão de gases de efeito estufa e poluição atmosférica. Em 2015, o setor de transporte utilizou 33,02% da energia segundo dados do BEN2016 e, em conjunto com a Indústria representam 66% da matriz energética brasileira (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2016).

A utilização de fontes renováveis de energia representa 41,20% da matriz energética brasileira. No setor de transportes este percentual é de 21% (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2016). O setor de transportes pode ser realizado por cinco modos: rodoviário, ferroviário, aquaviário, dutoviário e aéreo. Cada qual possui características específicas que devem ser analisadas de acordo com a finalidade do transporte (passageiros, carga ou mistos). No Brasil, o modal mais representativo é o rodoviário representando em 2012, 92% do consumo de energia do setor (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2014).

O transporte rodoviário possui grande potencial para melhorias em eficiência energética. Entretanto, o setor caracteriza-se por equipamentos de alta vida útil e elevado custo, dificultando a substituição por novas tecnologias. Ainda, existe pouco investimento na melhoria da malha rodoviária do país, que é obsoleta e possui estradas com manutenção precária. Desta forma, este estudo busca responder ao seguinte problema de pesquisa: quais fatores contribuem para o aumento da eficiência energética no transporte rodoviário de cargas?

O que impulsionou a escolha deste tema é o entendimento que o transporte de cargas tem grande impacto na matriz energética brasileira e possui grande potencial de melhorias energéticas. Desta forma, este trabalho, pretende contribuir de forma prática com as organizações ao identificar fatores que contribuem com a melhoria da eficiência energética e que permitam aumentar a eficiência da frota atual da organização estudada sem que a única alternativa seja a aquisição de novos veículos. No ambiente acadêmico, se pretende contribuir ao compartilhar os resultados alcançados, avançando na pesquisa relacionada à eficiência energética no transporte de cargas. Embora, o tema seja identificado com alto potencial de melhorias, poucos estudos de caso foram identificados na literatura.

Além deste capítulo de introdução, este estudo possui em sua estrutura outros cinco capítulos. No capítulo dois é apresentado o referencial teórico que pretende descrever o mapa atual do setor de transportes brasileiro e, identificar ações de melhoria para aumento da eficiência energética do setor. No terceiro capítulo é descrita a metodologia utilizada para elaboração deste trabalho. No capítulo seguinte, primeiramente é apresentado a empresa onde será realizado o estudo de caso e após, são exibidos os dados coletados e os resultados obtidos são discutidos e comparados. Com base nestes resultados, o capítulo seguinte expõe as considerações finais.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo deste estudo é analisar uma frota de carga de aço e identificar possíveis melhorias que possam resultar no aumento da eficiência energética.

1.1.2 Objetivos Específicos

Para alcançar o objetivo geral, os seguintes objetivos específicos foram definidos:

- a) analisar o setor de transporte rodoviário brasileiro;
- b) realizar um diagnóstico energético com base na NBR ISO 50.002: 2014 em uma frota de 14 veículos de transporte de aço;
- c) propor melhorias que aumentem a eficiência energética da empresa analisada.

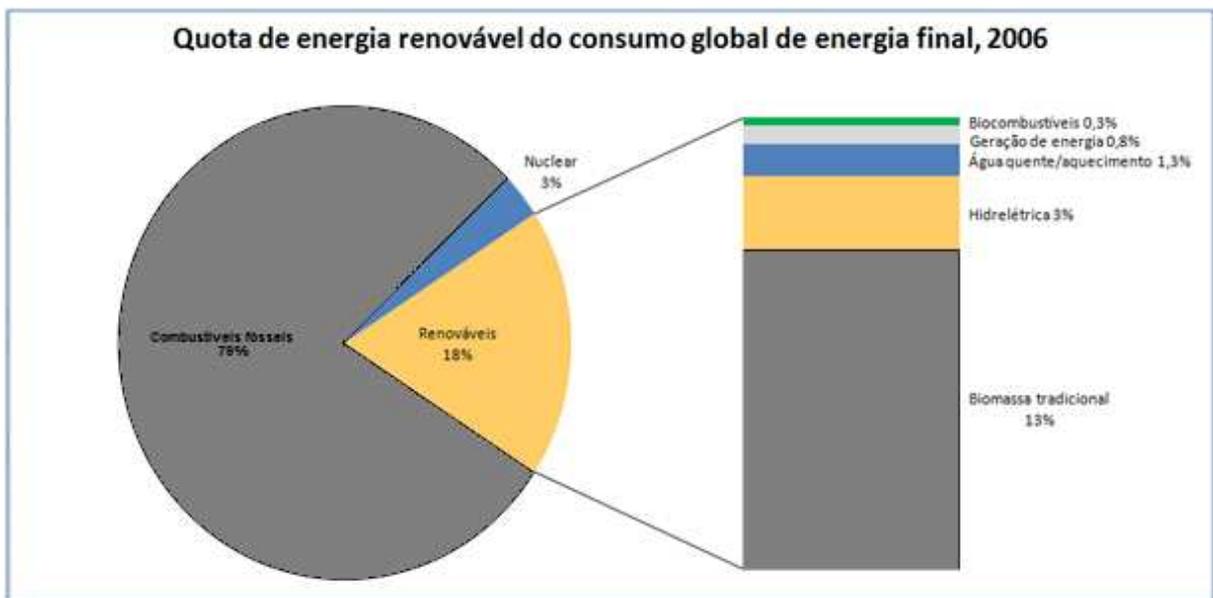
2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

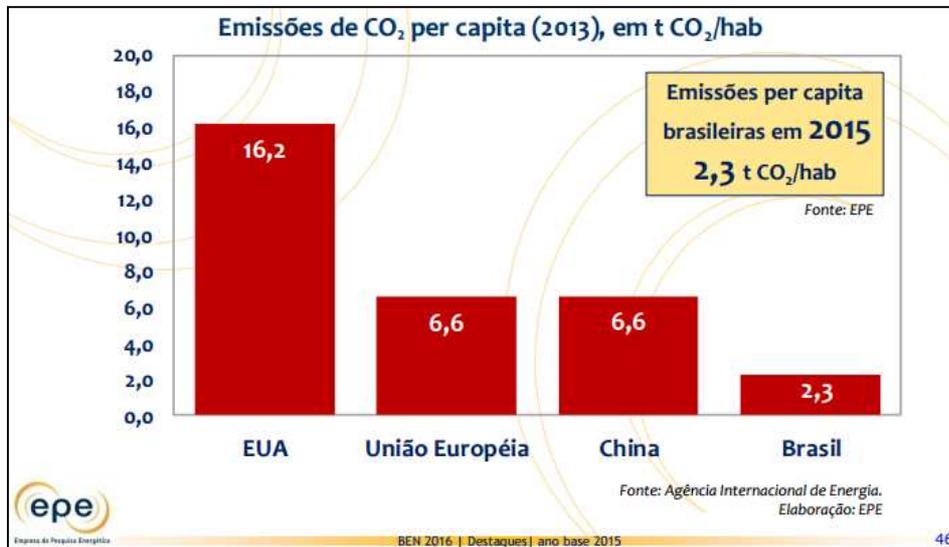
No século XIX, a revolução Industrial foi impulsionada pela substituição dos combustíveis renováveis (água, lenha, vento) pelos combustíveis fósseis. Inicia-se então a dependência de carvão, petróleo e gás como forma de buscar o aumento da potência obtida da energia disponível. A sociedade utiliza cada vez mais os derivados do petróleo, então com a ocorrência dos grandes crises de petróleo de 1973 e 1979, que causam uma grande alta do barril de petróleo, gerando grande impacto nas economias dos países. A energia então abundante e barata torna-se cara e surgem as primeiras intenções de reduzir seu consumo ou pelo menos o seu grau de dependência.

Ainda hoje, a base da economia está alicerçada no uso de combustíveis fósseis, a Figura 1 demonstra que os combustíveis fósseis representavam 79% do total do consumo de energia em 2006. O uso dos combustíveis fósseis impacta de forma negativa no meio ambiente com emissões de poluição na atmosfera e gases de efeito estufa. Na Figura 2 é possível verificar a intensidade da emissão de carbono *per capita* em países como a Estados Unidos (16,2 t CO₂/hab), China e União Européia (6,6) e o Brasil (2,3).

Figura 1 - Consumo final de energia global 2016



Fonte: Adaptação de Renewables 2007 Global Status Reporton (2008, p. 9)

Figura 2 - Emissões de CO₂ per capita em 2013

Fonte: (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2016, p. 46)

O consumo de energia *per capita* em países em desenvolvimento normalmente é pequeno, como o caso do Brasil. Mas para promover o desenvolvimento é inevitável o aumento do consumo de energia. Portanto, é importante que medidas de eficiência energética sejam introduzidas ao longo do processo de desenvolvimento, minimizando os impactos ambientais (GOLDEMBERG e LUCON, 2007).

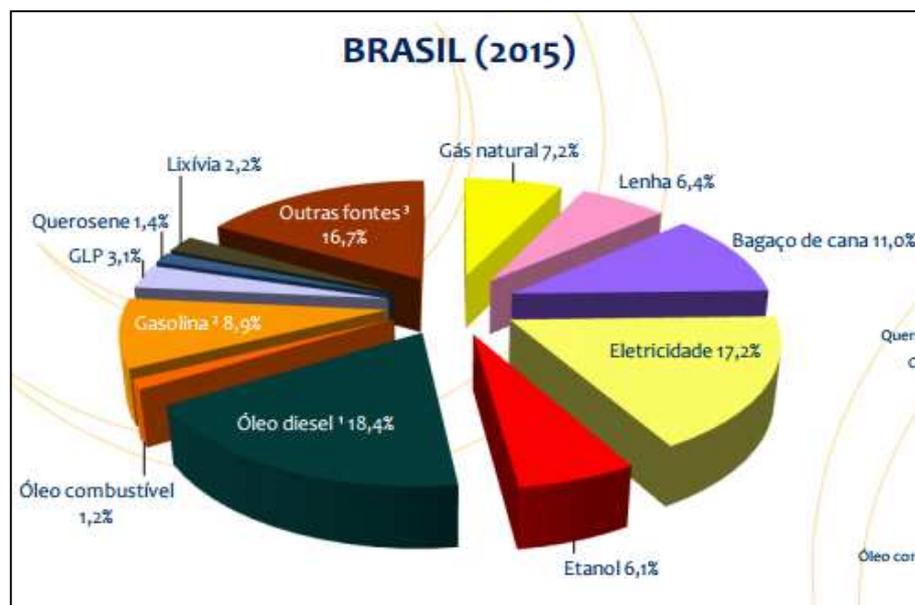
Neste contexto, fica clara a importância da eficiência energética, definida como uma forma de gerir e restringir o crescimento do consumo de energia (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2017). Este conceito pode ser complementado pela definição da Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia – ABESCO (2016) que entende eficiência energética como “uma atividade que busca melhorar o uso das fontes de energia [...] consiste da relação entre a quantidade de energia empregada em uma atividade e aquela disponibilizada para sua realização”. Dessa forma, algo é mais eficiente se oferece mais serviços para a mesma entrada de energia, ou os mesmos serviços para menos energia entrada.

A busca da eficiência no uso da energia pelo governo brasileiro é patrocinada principalmente pelo Ministério de Minas e Energia – MME, suas secretárias e órgãos vinculados, como a Empresa de pesquisa energética – EPE, e programas como o Programa nacional de conservação de energia elétrica – Procel e o Programa nacional de racionalização do uso dos derivados do petróleo e do gás natural – CONPET. Grande parte das iniciativas é direcionada para as indústrias e transportes que representam juntas mais da metade da matriz energética brasileira (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2016).

2.1.1 Matriz energética brasileira

Em 2015, a representatividade de fontes renováveis (41,2%) na matriz energética brasileira é uma das mais altas do mundo que tem média de 13,5%. Das fontes não renováveis, petróleo e derivados representam 37,3% da oferta interna de energia – OIE. A Figura 3 mostra que o óleo diesel é a fonte principal responsável por 18,4% do consumo final de energia, seguido pela eletricidade (17,2%) (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2016).

Figura 3 - Consumo final de energia por fonte no Brasil em 2015



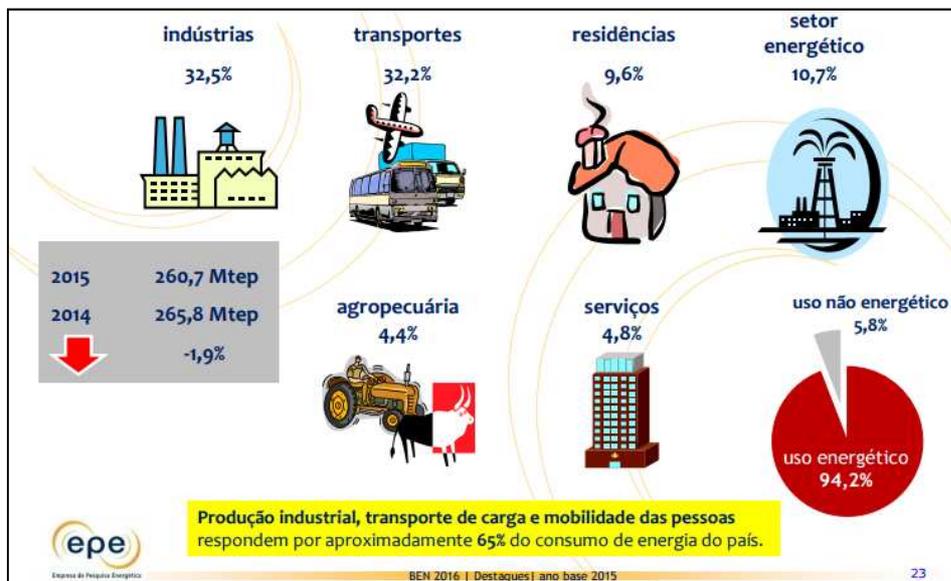
Fonte: (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2016, p. 21)

É notável a dependência do petróleo na matriz energética brasileira, e por isso se verifica tantos altos investimentos na Petrobras na busca pela autossuficiência para redução dos custos de importação. Estes investimentos representam boa parte da renda disponível no país, ainda a autossuficiência “não é garantida no longo prazo: a relação entre as reservas provadas e a produção atual é da ordem de vinte anos”. O uso do álcool em substituição da gasolina contribui para redução da dependência do petróleo (GOLDEMBERG e LUCON, 2007).

A Figura 4 mostra que, como citado anteriormente, indústrias e transportes são responsáveis pelo maior consumo, representando 65% da matriz energética em 2015. Houve uma redução de 1,9% na matriz energética comparando com 2014, com destaque para a queda significativa nos consumos dos setores industrial (-3,1%) e transporte (-2,6%), relacionados principalmente com a retração da atividade econômica em 2015. No setor

industrial o uso de fontes renováveis corresponde 54% do total, e as principais fontes de energia são a eletricidade, o bagaço de cana, carvão mineral e o gás natural. No setor de transportes, fontes renováveis caracterizam apenas 21% do total, e as principais fontes são o óleo diesel, gasolina e etanol. (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2016).

Figura 4 - Uso da energia no Brasil em 2015



Fonte: (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2016, p. 23)

O setor de transportes é fator essencial para a economia do país, possibilitando as relações comerciais, deslocamento de pessoas e acesso aos bens e insumos. Este fator associado à representatividade na matriz energética destaca o setor de transportes como um dos potenciais para ações de melhoria da eficiência energética.

2.2 TRANSPORTES

O Setor de Transporte é responsável por mais da metade do consumo de derivados do petróleo e gás natural no País sendo que o transporte rodoviário corresponde a mais de 90% desse consumo. Nesse setor, o óleo diesel é o derivado mais consumido, com mais de 50% de participação, seguido da gasolina automotiva com aproximadamente 30% (CONPET, 2011).

De acordo com D'Agosto (2015) "transporte é o deslocamento de uma massa, constituída por pessoas ou cargas (produtos, bens, resíduos, etc), de um lugar a outro do espaço". Os cinco modais básicos de transporte são: rodoviário, hidroviário ou aquaviário, aéreo e dutoviário. O modal rodoviário, foco deste trabalho, é o meio de transporte mais utilizado no Brasil. No modal rodoviário, os veículos se distinguem pela finalidade do

deslocamento: transporte de passageiros, de carga ou misto. A Figura 5 apresenta a caracterização dos veículos rodoviários (GOMES e RIBEIRO, 2004; FILHO, 2016; ALBANO, 2016).

Figura 5 - Caracterização dos veículos rodoviários

Veículos de passageiro	Ciclomotor	Veículo de duas ou três rodas, provido de um motor de combustão interna, cuja cilindrada não exceda a 50 cm ³ e cuja velocidade máxima de fabricação não exceda a 50 km por hora
	Motoneta	Veículo automotor de duas rodas, dirigido por condutor em posição sentada
	Motocicleta ¹	Veículo automotor de duas rodas, com ou sem <i>s/d</i> decar, dirigido por condutor em posição montada
	Automóvel	Veículo automotor destinado ao transporte de passageiros, com capacidade para até oito pessoas, exclusive o condutor
	Micro-ônibus	Veículo automotor de transporte coletivo com capacidade para até vinte passageiros
	Ônibus	Veículo automotor de transporte coletivo com capacidade para mais de vinte passageiros, ainda que, em virtude de adaptações com vista à maior comodidade destes, transporte um número menor
Veículos de carga	Caminhonete	Veículo destinado ao transporte de carga com peso bruto total de até 3.500 kg
	Caminhão	Veículo destinado ao transporte de carga com peso bruto total superior a 3.500 kg
	Caminhão-trator	Veículo automotor destinado a tracionar ou arrastar outro
	Reboque	Veículo destinado a ser engatado atrás de um veículo automotor
	Semirreboque	Veículo de um ou mais eixos que se apoia na sua unidade tratora ou é a ela ligado por meio de articulação
Veículos mistos	Camioneta	Veículo misto destinado ao transporte de passageiros e carga no mesmo compartimento
	Utilitário	Veículo misto caracterizado pela versatilidade do seu uso, inclusive fora de estrada

Fonte: (D'AGOSTO, 2015)

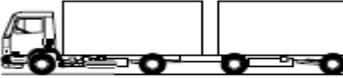
Os tipos de caminhões são definidos de acordo com a capacidade e dimensões. O Veículo Urbano de Carga (VUC) tem capacidade de 3 toneladas e largura máxima de 2,2m e comprimento de 6,3m. O Toco ou caminhão semi-pesado tem capacidade de até 6 toneladas e comprimento máximo de 14 metros. O Truck ou caminhão pesado tem capacidade de 10 a 14 toneladas e comprimento de 14 metros. Cavalos Mecânicos ou caminhão extra-pesado é o conjunto formado pela cabine, motor e rodas de tração do caminhão com eixo simples (apenas 2 rodas de tração). O Cavalos Mecânicos Trucados ou LS tem o mesmo conceito do cavalo mecânico, mas com o diferencial de ter eixo duplo em seu

conjunto, para poder carregar mais peso. A partir destes tipos com a combinação de reboques e semi-reboques resultam em diferentes veículos de carga (COELHO, 2010; CARROS DE GARAGEM, 2017).

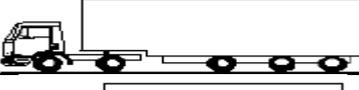
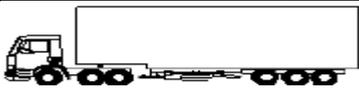
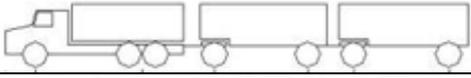
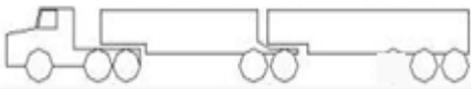
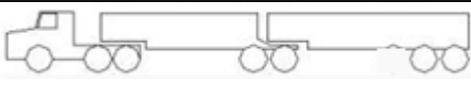
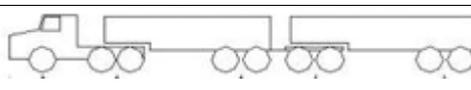
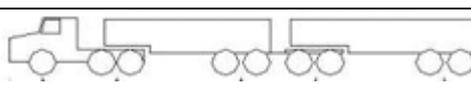
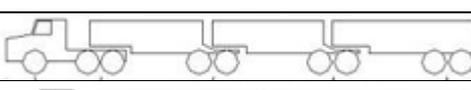
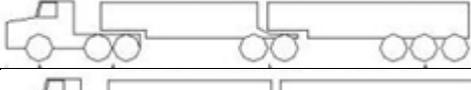
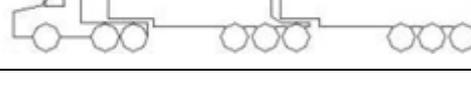
No transporte de cargas as restrições de peso e características dos veículos limitam a capacidade de entrega. Mas, para cargas menores o modal é muito competitivo, contando com a vantagem do porta a porta, eliminando a necessidade de transbordo da carga, ou deslocamento da carga ou cliente até a unidade de carga (GOMES e RIBEIRO, 2004).

Conhecido com a “lei da balança”, a Legislação de Pesos e Dimensões contempla resoluções e portarias que regulam o transporte de cargas divisíveis (cargas que podem ser fracionadas) definindo limites de pesos e dimensões e características dos veículos, além de infrações e multas relacionadas (Quadro 1). (CARROS DE GARAGEM, 2017; COELHO, 2010; PORTAL GUIA DO TRC, 2017; TREVISAN, 2016)

Quadro 1 - Limite de peso bruto total - PBT por tipo de veículo

(continua)			
TIPO DE VEÍCULO	CONFIGURAÇÃO	PESO POR EIXO	PBT
Caminhão		6+10	16,0 t
Caminhão Trucado		6+17	23,0 t
Caminhão Simples		6+25,5	31,5 t
Caminhão Duplo Direcional Trucado		6+6+17	29,0 t
Caminhão + Reboque		6+10+17	33,0 t
Caminhão + Reboque		6+10+10+17	43,0 t
Caminhão Trucado + Reboque		6+17+10+17	50,0 t
Romeu e Julieta		6+17+10+17	50,0 t
Caminhão Trator + Semi-reboque		6+10+10	26,0 t
Caminhão Trator + Semi-reboque		6+10+17	33,0 t

Quadro 1 - Limite de peso bruto total - PBT por tipo de veículo

(conclusão)			
TIPO DE VEÍCULO	CONFIGURAÇÃO	PESO POR EIXO	PBT
Caminhão Trator + Semi-reboque		6+10+25,5	41,5 t
Caminhão Trator + Semi-reboque		6+10+20	36,0 t
Caminhão Trator + Semi-reboque		6+10+10+17	43,0 t
Caminhão Trator + Semi-reboque		6+10+10+10+10	46,0 t
Caminhão Trator Trucado + Semi-reboque		6+17+10	33,0 t
Caminhão Trator Trucado + Semi-reboque		6+17+17	40,0 t
Caminhão Trator Trucado + Semi-reboque		6+17+25,5	48,5 t
Caminhão Trator Trucado + Semi-reboque		6+17+10+10	43,0 t
Caminhão Trator Trucado + Semi-reboque		6+17+10+17	50,0 t
Caminhão Trator Trucado + Semi-reboque		6+17+10+10+10	53,0 t
Treminhão		6+17+10+10+10+10	63,0 t
Bitrem com comprimento entre 17,50 a 19,80m		6+17+17+17	57,0 t
Bitrem com comprimento entre 19,80m e 30,00m		6+17+17+17	57,0 t
Rodotrem com comprimento entre 19,8m e 25,0m		6+17+17+17+17	74,0 t
Rodotrem com comprimento entre 25,0m e 30,0m		6+17+17+17+17	74,0 t
Tritrem		6+17+17+17+17	74,0 t
Bitrem de 8 Eixos		6+17+17+25,5	65,5 t
Bitrem de 9 Eixos		6+17+25,5+25,5	74,0 t

Fonte: (PORTAL GUIA DO TRC, 2017)

A idade média da frota de caminhões em 2016 no Brasil foi de 10 anos e 3 meses (SINDIPEÇAS E ABIPEÇAS, 2017).

A escolha do veículo adequado ao tipo de carga é essencial para que o produto chegue ao destino em perfeitas condições e para que se obtenha o melhor uso da capacidade do veículo, a fim de reduzir o custo da tonelada transportada (PERES, 2006).

2.3 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM FROTA DE TRANSPORTES

Esforços para redução do consumo de combustível e poluição devem ser os objetivos das frotas de carga devido ao grande número de veículos que lhes pertencem tendo maior impacto na matriz de transporte. Embora a economia de combustível seja uma prioridade para os compradores de veículos pesados, as tecnologias de eficiência de combustível levam muitos anos para entrar no mercado de caminhões e ônibus (ACEEE, 2002-2016, p. tradução nossa)

O Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular (PBEV) tem como objetivo comparar a eficiência energética em veículos leves, fornecendo informações sobre o consumo de combustível e tem como principal indicador o consumo em km/l. Na metodologia do programa é informado que o consumo pode aumentar significativamente por uma série de fatores, tais como a “falta de manutenção, pneus descalibrados, direção agressiva com acelerações e frenagens bruscas, trânsito muito congestionado, velocidade elevada, combustível inapropriado, [...], excesso de peso etc” (INMETRO, 2016).

O estudo Sondagem CNT de Eficiência Energética no Transporte Rodoviário de Cargas, realizado em 2015, realizou 292 entrevistas com profissionais de transportadoras de todo o Brasil. O gasto com combustível representa cerca de 30% a 40% do custo operacional do transporte rodoviário de cargas. O indicador mais comum nas empresas de transporte de cargas é o consumo de combustível, presente em 95,9% das empresas. As empresas entrevistadas informaram ter metas de redução e que o treinamento de motoristas é fundamental. E em alguns casos houve redução de até 12% nos gastos com combustível após os treinamentos. Grande parte das empresas entrevistadas (65,4%) possui um programa de reconhecimento dos motoristas que realizam uma condução eficiente (CNT, 2016; CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE, 2015)

Bartholomeu, Péra e Caixeta-Filho (2016) sugerem ações para aumento da eficiência tais como: técnicas de direção conhecidas como “eco-driving” que incluem manutenções preventivas e treinamentos de motoristas; sistemas de gestão de fluxos e roteirização e gestão da capacidade de transporte; renovação da frota; e novas tecnologias em veículos e

acessórios, tais como redução no peso do veículo, melhoria na aerodinâmica do caminhão, melhoria na eficiência do motor, e redução na resistência dos pneus.

2.4 DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO NO SETOR DE TRANSPORTES

No cenário estimado pelo Plano Nacional de Energia 2050 – PEN 2050 (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE, 2016), o modal rodoviário deve permanecer com veículos consumindo predominantemente diesel, devido à dificuldade para uma alteração tecnológica que atenda o perfil de transporte de cargas a grandes distâncias.

A partir dos dados apresentados, percebe-se a importância de identificar oportunidades de melhoria no transporte de cargas a fim de aumentar a eficiência energética. É este o objetivo de um diagnóstico energético de transporte de cargas, que pretende identificar através da análise do processo, a partir do ponto de vista energético, como a empresa pode atender a demanda de forma mais eficiente (MORALES, 2002; RAMÍREZ, 2014).

De acordo com Morales (2002) em estudos realizados em várias empresas mexicanas de transporte, o consumo de combustível é significativamente afetado pela operação logística, políticas de manutenção de veículos e práticas e costumes em sua condução. A autora sugere que a análise de fatores como consumo de combustível, modelo de direção dos motoristas, manutenção dos veículos e as características de cada veículo permite detectar anomalias na operação do transporte para proposição de ações corretivas adequadas.

Ramírez (2014) propõe que para elaboração do diagnóstico energético de uma frota de transporte seja incluído a caracterização do parque veicular: tipo e idade dos veículos, o consumo de combustíveis, quilometragem total e por ano, tecnologias, tipo de carga/serviço, motor, histórico de manutenção e estado geral do veículo. O segundo ponto é a identificação de oportunidades energéticas nas seguintes áreas: manutenção, seleção dos veículos, características mecânicas, logística, capacitação e gestão de combustível. A partir destes dados a elaboração de um plano de melhoria e avaliação do custo para implementação.

D'Agosto (2015) apresenta quatro componentes que impactam no uso da energia em transportes: “quantidade de viagens realizadas, extensão das viagens, modos de transporte utilizados e o consumo específico de energia dos modos de transporte utilizados”. O autor considera que minimizar a quantidade e extensão das viagens é tarefa permanente dos gestores de logística.

3 METODOLOGIA

A partir da proposta de um estudo de caso, o método é o qualitativo de cunho descritivo que se embasa em um estudo exploratório com abordagem qualitativa por possibilitar uma melhor investigação sobre a problemática da pesquisa e para estudar os fenômenos relacionados. O estudo exploratório é um tipo de pesquisa de campo – estudo de caso, neste contexto – no qual se desenvolve uma investigação cujo objetivo é a formulação de questões ou de um problema, com a finalidade de familiarizar o pesquisador com um ambiente, fato ou fenômeno, ou clarificar conceitos (YIN, 2010).

Para Yin(2010), estudo de caso abrange uma pesquisa investigativa cujo método exige planejamento, técnicas de coleta de dados e sua posterior análise para, assim, chegar-se a uma caracterização dos fenômenos observados dentro de seu contexto real. Segundo Gil (2002), estudo de caso pressupõe uma observação aprofundada do objeto em estudo, para cuja contextualização chegar-se-á a um conhecimento mais amplo e específico sobre ele:

“O delineamento se fundamenta na ideia de que a análise de uma unidade de determinado universo possibilita a compreensão da generalidade do mesmo ou, pelo menos, o estabelecimento de bases para uma investigação posterior, mais sistemática e precisa” (GIL, 2002, p. 79).

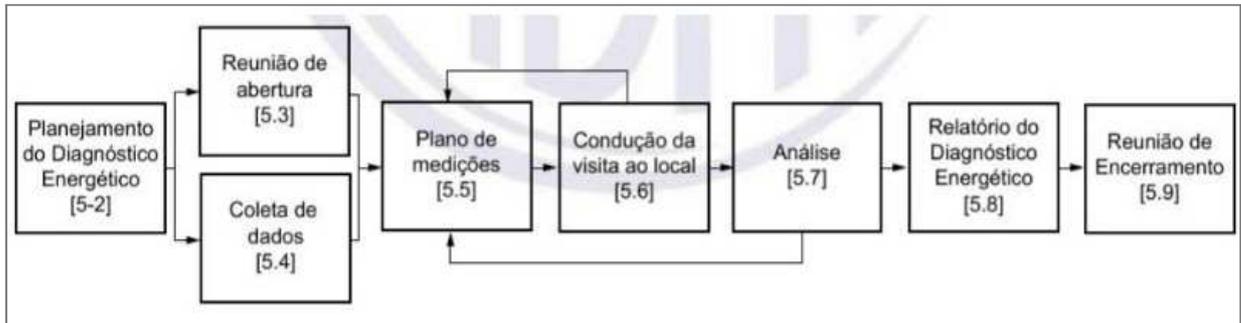
O estudo de caso, então, fornece subsídios e respaldo ao pesquisador, para que possa, com propriedade, indicar soluções ou recomendações para melhoramentos do fenômeno pesquisado. Nessa perspectiva, o estudo de caso permite que se delineiem pontos fortes e frágeis do cenário e dos eventos investigados, uma vez que se constitui em estratégia que busca examinar um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto (YIN, 2010).

Este estudo de caso adota uma metodologia baseada na NBR ISO 50.002:2014, que define diagnóstico energético como “uma análise sistemática do uso de energia e do consumo de energia, definido no seu escopo, a fim de identificar, quantificar e relatar as oportunidades para um melhor desempenho energético” (ABNT, 2014).

3.1 COLETA DE DADOS

A Figura 6 apresenta as etapas que serão seguidas para a realização do diagnóstico energético. A reunião inicial tem como propósito apresentar a proposta à organização e alinhar os objetivos e expectativas das partes interessadas, além de informar os recursos necessários e programação para a execução do diagnóstico.

Figura 6 - Fluxograma de um diagnóstico energético



Fonte: (ABNT, 2014, p. 6)

A coleta de dados visa identificar os dados já disponíveis na organização referente ao escopo deste diagnóstico. Serão coletados dados para apresentação da organização, características dos veículos da frota e seu consumo de energia; dados históricos e atuais de desempenho energético; medições já realizadas; dados de manutenção dos veículos; dados econômicos relacionados ao transporte.

O plano de medição tem como objetivo definir como serão medidas as variáveis chaves e os recursos necessários para estas medições. As variáveis para este diagnóstico são: frota de veículos por tipo de veículo, o desempenho energético médio da frota de cada tipo de veículo, a quilometragem média percorrida por cada tipo de veículo; o fator de ocupação médio de cada tipo de veículo. A partir da coleta de dados será elaborada uma tabela com a frota de veículos dividida por tipo baseado na definição de veículos apresentada.

O desempenho energético médio da frota de cada tipo de veículo será definido pela quilometragem por litro de diesel (km/l). Os dados de consumo de diesel serão coletados a partir do lançamento das notas fiscais de abastecimento no sistema de gestão da frota da empresa. Após os cálculos, os dados serão apresentados em tabelas comparativas com a média por tipo de veículos. Para avaliar a correlação entre a quilometragem percorrida e o consumo médio de cada veículo será calculado a partir da fórmula CORREL na planilha eletrônica Microsoft Excel.

A coleta de dados da quilometragem média percorrida por cada tipo de veículo será realizada diariamente para o período de janeiro a maio de 2017, registrada pelo próprio motorista no relatório de entregas diárias e posteriormente transcrito para uma planilha eletrônica que será apresentada em tabelas comparativas com a média por tipo de veículos.

O fator de ocupação médio de cada tipo de veículo é a quantidade de toneladas que são transportadas por cada classe de veículos por viagem. A coleta de dados será realizada no software de controle de roteirização existente na organização referente ao mesmo período de janeiro a maio de 2017. A análise será realizada através de planilha eletrônica e os resultados apresentados em forma de tabelas e gráficos.

Ainda, será realizado uma entrevista em grupo com os motoristas para identificação do conhecimento destes sobre eficiência energética.

O Quadro 2 apresenta o cronograma das etapas do diagnóstico energético deste estudo de caso.

Quadro 2 - Cronograma etapas do estudo de caso

Descrição	jan-17	fev-17	mar-17	abr-17	mai-17	mai-17	jun-17
Reunião inicial diagnóstico							
Coleta de dados gerais							
Plano de medição							
Coleta de dados específicos							
Análise dos dados							
Relatório do diagnóstico energético							
Apresentação dos resultados							

Fonte: Elaborado pela autora.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

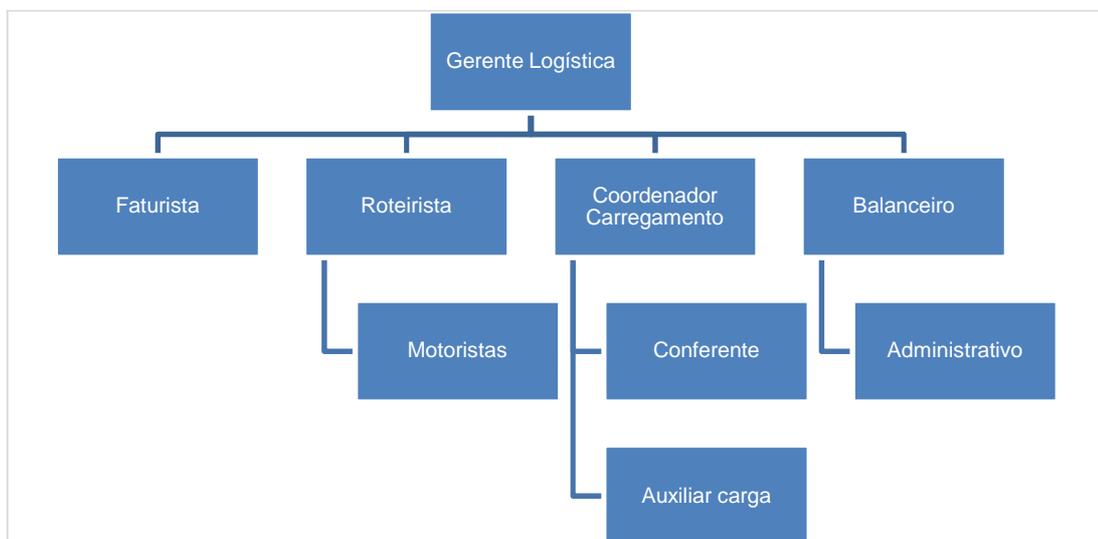
4.1 APRESENTAÇÃO EMPRESA

A empresa deste estudo de caso é uma distribuidora de aço, que atende todo o estado do Rio Grande do Sul a partir de suas três unidades. Para este estudo de caso, a empresa será tratada como Aço e o objeto de análise é a unidade que atende a região metropolitana e litoral. Trata-se de uma empresa familiar com 40 anos de mercado. A empresa está passando por um processo de profissionalização e reestruturação.

Os produtos comercializados e transportados englobam aços planos e longos para a construção civil, a indústria e o agronegócio. A unidade analisada possui frota própria com 14 caminhões que atendem os 14 roteiros que serão apresentados na sequência. A restrição dos roteiros atende dois aspectos: capacidade de peso do veículo e capacidade de entregas conforme distância percorrida pelo roteiro.

A Figura 7 apresenta o organograma do processo de logística. A empresa possui um sistema que permite ao comercial programar seu pedido na data de entrega e roteiro desejado. Após a liberação do financeiro, o pedido é faturado e fica disponível no roteiro selecionado. O roteirista tem a função de organizar as rotas de forma a otimizar a carga e conciliar pedidos de última hora. Após o fechamento dos roteiros, a ordem de carregamento é impressa. O carregamento é realizado no turno da noite. Os caminhões sem carga são pesados, carregados e após pesados novamente para garantir a carga de todos os produtos. Os veículos saem da empresa para cumprir o roteiro às 6h da manhã.

Figura 7 - Organograma Processo Logístico



4.2 RESULTADOS

4.2.1 Dados da frota

A frota da empresa Aço é composta dos 14 veículos apresentados na Tabela 1. A idade média da frota é de 9,36 anos. São seis veículos do tipo Cavalo Mecânico com idade média de 11 anos, dois caminhões tipo Toco com 18 anos de idade média e seis caminhões tipo Truck com idade média de 4,83 anos. Na Figura 8 são apresentados exemplos de carga. A idade média é apresentada graficamente na Figura 9.

Figura 8 - Exemplo de carga por tipo de veículo



Cavalo

Truck

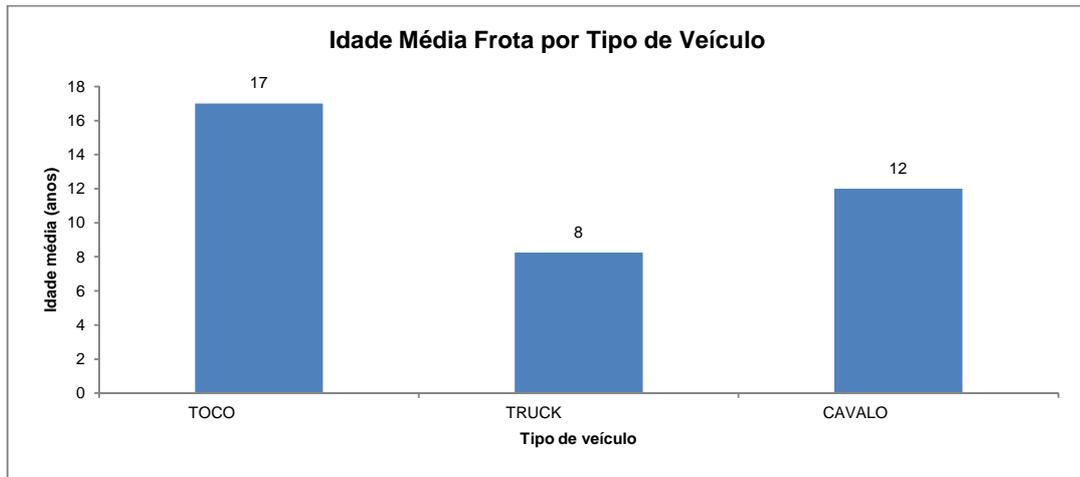
Toco

Tabela 1 - Frota de Veículos empresa Aço

Tipo	Marca	Ano	Idade	Tipo veículo	Semi-Reboque
TOCO	VW/12.170 BT	1999	18	Caminhão	-
TOCO	VW/12.170 BT	1999	18	Caminhão	-
CAVALO	VW/18.310 TITAN	2005	12	Caminhão Trator	REB/RODOVIARIA
CAVALO	VW/19.320 CLC TT	2011	6	Caminhão Trator	REB/RANDON SR GR TR
CAVALO	VW/19.320 CNC TT	2008	9	Caminhão Trator	SR/RANDON SR CS TR
CAVALO	VW/19.320 CNC TT	2008	9	Caminhão Trator	REB/RODOVIARIA
CAVALO	FORD/CARGO 4532 E	2009	8	Caminhão Trator	REB/A.GUERRA
CAVALO	VOLVO/NL10 340 4X2	1995	22	Caminhão Trator	SR/RANDON
TRUCK	VW 24-280	2012	5	Caminhão	-
TRUCK	VW 24-280	2012	5	Caminhão	-
TRUCK	VW/24.280 CRM 6X2	2016	1	Caminhão	-
TRUCK	VW/24.280 CRM 6X2	2013	4	Caminhão	-
TRUCK	FORD/CARGO 2428 E	2010	7	Caminhão	-
TRUCK	VW/24.250 CNC 6X2	2010	7	Caminhão	-

Fonte: Elaborado pela autora

Figura 9 - Idade média da frota por tipo de veículo



Fonte: Elaborado pela autora.

A Tabela 2 apresenta a capacidade de transporte de cada veículo. A capacidade total de carga é de 258000kg.

Tabela 2 - Capacidade de transporte por veículo

Tipo	Marca	Tipo veículo	Semi-Reboque	Capacidade (kg)
TOCO	VW/12.170 BT	Caminhão	-	6000
TOCO	VW/12.170 BT	Caminhão	-	6000
CAVALO	VW/18.310 TITAN	Caminhão Trator	REB/RODOVIARIA	27000
CAVALO	VW/19.320 CLC TT	Caminhão Trator	REB/RANDON SR GR TR	27000
CAVALO	VW/19.320 CNC TT	Caminhão Trator	SR/RANDON SR CS TR	27000
CAVALO	VW/19.320 CNC TT	Caminhão Trator	REB/RODOVIARIA	27000
CAVALO	FORD/CARGO 4532 E	Caminhão Trator	REB/A.GUERRA	27000
CAVALO	VOLVO/NL10 340 4X2	Caminhão Trator	SR/RANDON	27000
TRUCK	VW 24-280	Caminhão	-	14000
TRUCK	VW 24-280	Caminhão	-	14000
TRUCK	VW/24.280 CRM 6X2	Caminhão	-	14000
TRUCK	VW/24.280 CRM 6X2	Caminhão	-	14000
TRUCK	FORD/CARGO 2428 E	Caminhão	-	14000
TRUCK	VW/24.250 CNC 6X2	Caminhão	-	14000

Fonte: Elaborado pela autora.

4.2.2 Processos de aquisição e renovação da frota

A empresa Aço não tem um processo definido de renovação da frota. As últimas aquisições foram realizadas de forma a substituir veículos danificados em acidentes. A seleção do veículo se baseia na experiência e senso comum entre o Coordenador de

Manutenção e o Diretor Adm Financeiro. Alguns veículos são adquiridos usados devido a oportunidades de negócio.

4.2.3 Dados de operação

A Aço possui um sistema de gestão que engloba todos os principais processos da organização, da entrada do pedido até a entrega ao cliente. Desta forma, o setor Comercial tem acesso, no momento da inclusão do pedido, ao roteiro que será incluído o pedido. As rotas disponíveis no sistema são pré-definidas pela região atendida. Os municípios são cadastrados nos roteiros definidos, apresentados na Tabela 3. Dessa maneira, ao incluir o pedido emitindo a Ordem de Venda - OV, o comercial já sabe em qual rota o pedido será encaixado, bastando escolher a data de entrega, conforme disponibilidade do roteiro. Após a inclusão da OV no sistema, a área financeira efetua suas análises e liberações.

Tabela 3 - Roteiros e frequência de entrega

ROTAS	Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira
CACH/GRAVATAI	12000	12000	12000	12000	12000
SANTA CRUZ	27000			27000	
POA SUL	6200	6200	6200	6200	6200
POA NORTE	6200	6200	6200	6200	6200
VALE DOS SINOS	12000	12000	12000	12000	
VALE DOS SINOS 1	12000	12000	12000	12000	
RETO	27000	27000	27000	27000	27000
RETO 1	27000	27000	27000	27000	27000
LAJEADO		27000		27000	
CARVÃO		12000		12000	
PRAIA NORTE	27000	27000		27000	
PRAIA SUL			12000		
REGIÃO CAMAQUÃ	A combinar	A combinar	A combinar	A combinar	A combinar
NOVA BASSANO	A combinar	A combinar	A combinar	A combinar	A combinar
Totais	156400	168400	114400	195400	78400

Fonte: Elaborado pela autora.

A OV fica ocupando lugar na rota mesmo não liberada pelo financeiro. O financeiro tem, para pedidos com data de entrega no dia seguinte, um horário limite até às 17:00h para efetuar a liberação da OV. Caso contrário, o roteirista altera a data de entrega da OV para o próximo roteiro disponível. A partir das 17h, o roteirista inicia seu processo de consolidação de cargas buscando a otimização da ocupação do caminhão (relação entre a capacidade total com o uso).

Os roteiros possuem restrições de capacidade de entregas e de peso, relacionadas na Tabela 4. O roteirista consolida as cargas considerando estas restrições e as definições

do roteiro. Ou seja, no processo atual não é alterado uma OV para outra rota diferente da pré-definida.

Tabela 4 - Restrições de capacidade por roteiro

Rota	Capacidade	Entregas	Rota	Capacidade	Entregas
CACH/GRAVATAI	12.000,00	10	PRAIA NORTE	27.000,00	12
CARVÃO	12.000,00	10	PRAIA SUL	13.000,00	10
LAJEADO	27.000,00	15	REGIÃO CAMAQUÃ	13.000,00	10
NOVA BASSANO	27.000,00	10	RETO	27.000,00	8
POA NORTE	6.200,00	10	SANTA CRUZ	27.000,00	15
POA SUL	6.200,00	10	VALE DOS SINOS	12.000,00	10

Fonte: Elaboradora pela autora.

A Tabela 5 apresenta um quadro resumido das viagens semanais de cada veículo. Os dois caminhões do tipo Toco são utilizados todos os dias da semana. São utilizados quatro caminhões do tipo Truck e até cinco carretas em roteiros fixos durante a semana. Desta forma, ficam disponíveis alguns veículos para realizar manutenção, suprir eventual excessos nas rotas fixas ou de outras unidades e ainda atender transferências de produtos entre unidades.

Tabela 5 - Total de viagens semanal por veículo

Tipo de veículo	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Total Viagens / Semana
Toco	2	2	2	2	2	10
Truck	3	4	4	4	1	16
Carreta	4	4	2	5	2	17
Total viagens /dia	9	10	8	11	5	43

Fonte: Elaborado pela autora

A Aço possui 14 motoristas no seu quadro de funcionários que trabalham no horário das 6h até 15h, com regime de banco de horas. Desta forma, utilizam-se os dias com menor frequência de carga para compensação das horas extras.

Os indicadores controlados pelo roteirista são a taxa de ocupação da frota, o índice de reclamações de clientes por erros em entregas, retorno de entregas, pedidos perdidos por problemas de entrega.

A Tabela 6 apresenta o indicador de taxa de ocupação por roteiro no período de Janeiro a Maio de 2017. A taxa de ocupação neste período representa 54% da capacidade disponível na frota. O roteiro Praia Sul tem um índice de 20,38%, a menor taxa de ocupação do período. A melhor taxa de ocupação (81,50%) é apresentada pelo roteiro Nova Bassano, por ser um roteiro “a combinar”, onde apenas cargas fechadas com maior ocupação são liberadas para entrega.

A Tabela 7 apresenta a comparação entre a capacidade de entrega e o número de entregas realizadas no período de janeiro a maio de 2017, conforme roteiros programados e efetivamente realizados.

Tabela 6 - Taxa de Ocupação por Roteiro - Jan a Mai 2017

ROTA	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Total geral
CACH/GRAVATAI	47,30%	63,30%	57,80%	61,80%	52,90%	56,62%
CARVÃO	76,20%	73,50%	69,90%	69,40%	62,90%	70,38%
LAJEADO	53,40%	18,90%	38,80%	60,40%	44,30%	43,16%
NOVA BASSANO	61,80%	88,90%	88,80%	-	86,50%	81,50%
POA NORTE	61,80%	53,20%	62,40%	56,90%	63,00%	59,46%
POA SUL	27,40%	14,80%	33,30%	28,00%	39,40%	28,58%
PRAIA NORTE	54,80%	52,70%	64,00%	66,70%	60,80%	59,80%
PRAIA SUL	21,20%	21,90%	16,60%	25,40%	16,80%	20,38%
REGIÃO CAMAQUÃ	57,40%	68,20%	43,80%	79,80%	63,70%	62,58%
RETO	50,30%	60,10%	54,70%	65,30%	51,40%	56,36%
SANTA CRUZ	56,40%	71,50%	53,00%	63,60%	54,50%	59,80%
VALE DOS SINOS	65,20%	59,60%	71,10%	61,10%	62,90%	63,98%
TOTAL	52,77%	53,88%	54,52%	58,04%	54,93%	54,77%

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 7 - Comparação entregas realizadas x capacidade no período Jan a Maio/17

Rota	Entregas realizadas	Capacidade entrega
CACH/GRAVATAI	71	124
CARVÃO	36	52
LAJEADO	14	33
NOVA BASSANO	10	10
POA NORTE	116	195
POA SUL	37	128
PRAIA NORTE	45	75
PRAIA SUL	12	58
REGIÃO CAMAQUÃ	5	9
RETO	100	178
SANTA CRUZ	21	35
VALE DOS SINOS	124	193
TOTAL	589	1090

Fonte: Elaborado pela autora.

4.2.4 Gestão da frota

A Aço possui um sistema de gestão da frota que fornece uma série de relatórios gerenciais para análise da frota. Ainda, a empresa possui um sistema de rastreamento veicular onde o motorista confirma a chegada e saída em cada cliente, proporcionando controle instantâneo do transporte.

Os dados apresentados a seguir são controlados pelo Coordenador de Manutenção, que responde ao Diretor Administrativo Financeiro. Dessa forma, embora o processo do roteirista impacte diretamente nestes indicadores, o mesmo não os gerencia.

A Tabela 8 apresenta a quilometragem percorrida por cada veículo no período de janeiro a maio de 2017. No total foram percorridos 220129 km neste período consumindo 79335,09 litros de diesel, resultando uma média de 2,77 km/l.

Tabela 8 - Quilometragem percorrida por veículo Jan a Maio/2017

Tipo Veículo	#	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Total geral
TOCO	1	2078	1780	1754	2117	2359	10088
TOCO	2	2811	3385	4715	3005	2362	16278
CAVALO	3	-	1626	2861	-	795	5282
CAVALO	4	2931	3867	6147	3155	3631	19731
CAVALO	5	3090	4139	5408	5326	3747	21710
CAVALO	6	4196	4554	6821	2518	5939	24028
CAVALO	7	4757	3417	619	3617	5333	17743
CAVALO	8	2021	2188	2608	1661	2047	10525
TRUCK	9	3218	2187	3524	2922	2078	13929
TRUCK	10	4055	2447	2926	2162	3034	14624
TRUCK	11	-	-	2877	3738	6001	12616
TRUCK	12	5331	2988	5912	2697	4984	21912
TRUCK	13	3315	2727	3025	1865	3187	14119
TRUCK	14	4347	2890	4464	2436	3407	17544

Fonte: Elaborado pela autora

Tabela 9 - Consumo de combustível em litros entre Jan e Mai/2017

Tipo Veículo	#	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Total geral
TOCO	1	576,79	462,82	474,10	583,27	601,28	2698,26
TOCO	2	670,91	713,95	1021,43	634,16	557,17	3597,62
CAVALO	3	-	696,67	1315,55	-	417,39	2429,61
CAVALO	4	1113,63	1417,38	2303,04	1191,68	1313,02	7338,75
CAVALO	5	1260,22	1661,93	2134,96	2074,31	1446,25	8577,67
CAVALO	6	1812,95	1452,62	2625,93	1105,30	2445,46	9442,26
CAVALO	7	1875,68	1412,72	290,43	1528,10	2168,96	7275,89
CAVALO	8	1110,03	1161,90	1545,77	978,76	1132,39	5928,85
TRUCK	9	725,73	644,38	1090,37	908,76	716,27	4085,51
TRUCK	10	1401,15	880,81	1114,85	880,89	1162,58	5440,28
TRUCK	11	-	-	1206,52	1362,06	2146,15	4714,73
TRUCK	12	1676,03	717,07	1627,79	808,16	1427,29	6256,34
TRUCK	13	1237,60	1112,98	1335,76	793,60	1209,87	5689,81
TRUCK	14	1226,29	955,84	1608,39	924,87	1144,12	5859,51

Fonte: Elaborado pela autora

A Tabela 10 detalha o consumo por veículo em km/l. O consumo médio geral da frota é de 2,89km/l. O veículo #2 do tipo Toco apresentou o menor consumo (4,52km/l), enquanto o veículo #8 do tipo Cavalo apresentou o pior desempenho (1,79km/l) no período analisado.

Tabela 10 - Média km/l por veículo

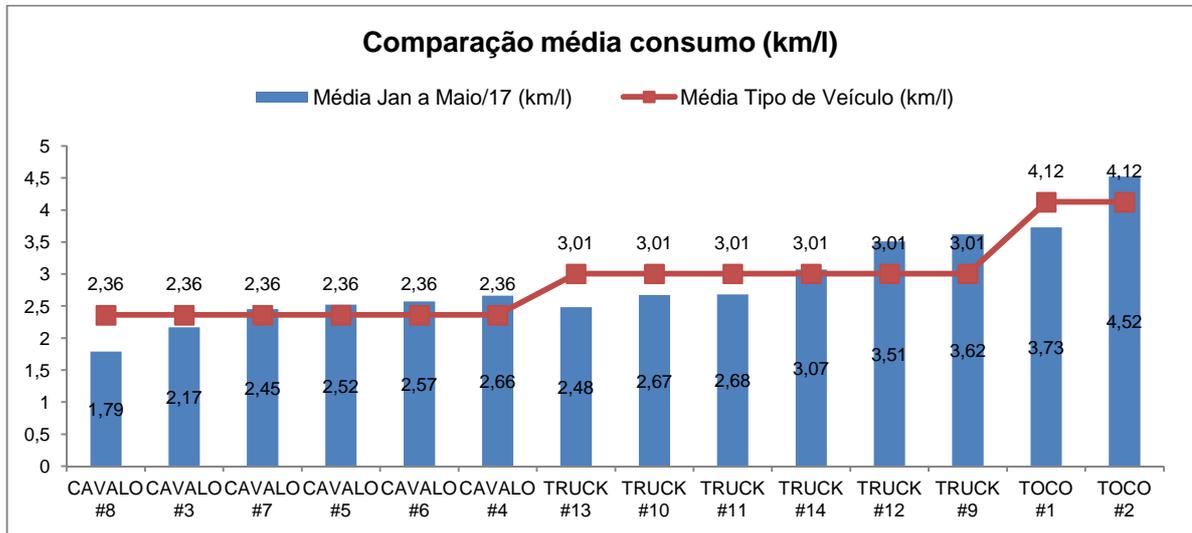
Tipo Veículo	#	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Total geral
TOCO	2	4,13	4,75	4,61	4,65	4,24	4,52
TOCO	1	3,58	3,83	3,7	3,66	3,92	3,73
TRUCK	9	5,23	3,34	3,19	3,2	2,91	3,62
TRUCK	12	3,13	4,02	3,63	3,29	3,52	3,51
TRUCK	14	3,75	3,05	2,78	2,64	2,99	3,07
TRUCK	11	-	-	2,42	2,74	2,79	2,68
TRUCK	10	2,89	2,78	2,63	2,42	2,61	2,67
CAVALO	4	2,57	2,71	2,65	2,62	2,75	2,66
CAVALO	6	2,28	3,28	2,61	2,3	2,44	2,57
CAVALO	5	2,42	2,49	2,55	2,54	2,58	2,52
TRUCK	13	2,67	2,45	2,26	2,34	2,62	2,48
CAVALO	7	2,57	2,42	2,13	2,37	2,46	2,45
CAVALO	3	-	2,33	2,16	-	1,9	2,17
CAVALO	8	1,82	1,9	1,68	1,76	1,79	1,79

Fonte: Elaborado pela autora.

A partir dos dados da Tabela 10 foi calculado o consumo médio (km/l) por tipo de veículo e então comparado ao resultado médio de cada veículo, apresentado na Figura 10. São realizados rodízios nos roteiros tanto de caminhões como dos motoristas, não sendo

possível determinar precisamente se o roteiro ou a forma de condução de determinado motorista contribuem para a diferença de consumo nos veículos do mesmo tipo.

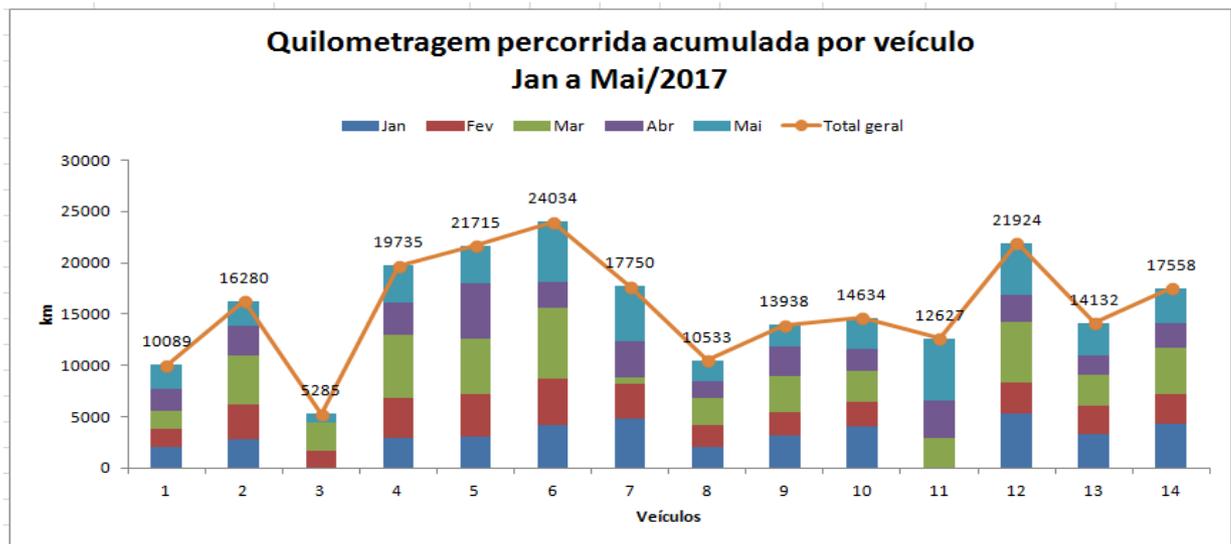
Figura 10 - Comparação consumo médio veículos



Fonte: Elaborado pela autora.

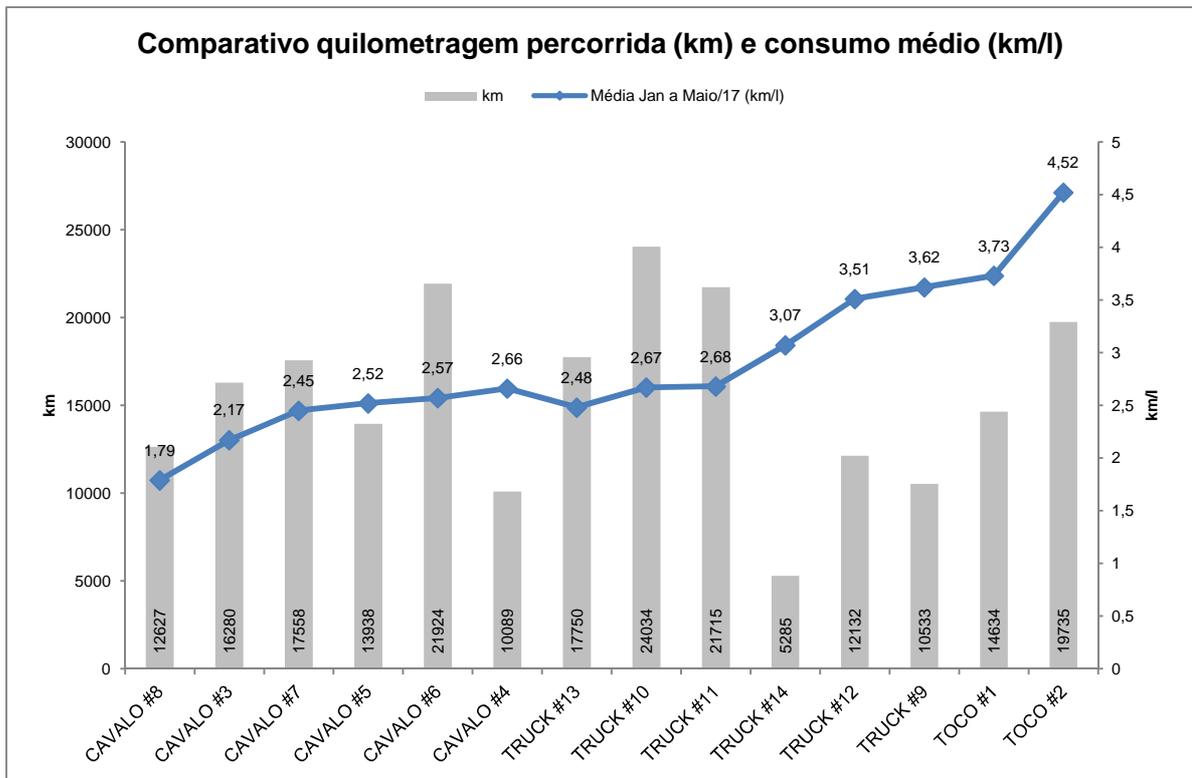
A Figura 11 ilustra a quilometragem acumulada percorrida por cada veículo no período de janeiro a maio de 2017. A Figura 12 mostra o comparativo entre a quilometragem percorrida e o consumo de cada veículo. O valor encontrado do coeficiente de correlação foi de -0,08, indicando uma correlação muito fraca entre a quilometragem percorrida e o consumo médio dos veículos.

Figura 11 - Quilometragem percorrida acumulada por veículo



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 12 - Comparativo quilometragem percorrida x consumo



Fonte: Elaborado pela autora.

4.2.5 Manutenção da frota

A estrutura da manutenção contempla uma oficina com mecânico responsável pela execução de pequenos reparos e manutenções preventivas. O sistema de gestão da frota inclui a gestão do processo de manutenção, permitindo o controle de combustíveis e quilometragem, além das manutenções corretivas e preventivas. O Coordenador de Manutenção é responsável por realizar esta gestão, além da seleção e contratação de prestadores de serviço quando necessário. Não existe um processo formal definido para essa contratação. Para reformas do motor sempre se opta pelo autorizado pelo fabricante em função da garantia, nos demais casos a definição é pelo custo.

O plano de preventiva contempla lavagem do veículo, lubrificação, calibragem dos pneus, troca de óleo do motor, do câmbio, do diferencial e troca de correias e filtros do motor. A frequência é definida pela quilometragem percorrida, conforme Tabela 11. O custo total da manutenção no período de janeiro/17 a maio/17 foi de R\$ 124.911,34 (Tabela 12). Este custo inclui as manutenções preventivas e corretivas e recapagem e troca de pneus.

Tabela 11 - Plano preventivo

km	PLANO PREVENTIVO
7000	LAVAGEM, LUBRIFICAÇÃO E CALIBRAGEM DE PNEUS
20000	TROCA DE ÓLEO DO MOTOR E FILTROS
20000	CHECK LIST
60000	TROCA DE ÓLEO DO CÂMBIO
60000	TROCA DE ÓLEO DO DIFERENCIAL
60000	TROCA CORREIAS DO MOTOR

Fonte: Elaborado pela autora

Tabela 12 - Custo de manutenção jan a maio 2017

Mês	CAVALO	TOCO	TRUCK	Total geral
jan	R\$ 37.635,44	R\$ 5.596,50	R\$ 7.025,53	R\$ 50.257,47
fev	R\$ 10.564,77	R\$ 1.523,00	R\$ 4.165,02	R\$ 16.252,79
mar	R\$ 15.324,47	R\$ 6.681,10	R\$ 8.907,50	R\$ 30.913,07
abr	R\$ 4.054,86	R\$ 1.641,10	R\$ 6.200,53	R\$ 11.896,49
mai	R\$ 4.567,79	R\$ 3.523,80	R\$ 7.499,93	R\$ 15.591,52
Total geral	R\$ 72.147,33	R\$ 18.965,50	R\$ 33.798,51	R\$ 124.911,34

Fonte: Elaborado pela autora

4.2.6 Capacitação dos motoristas

A Aço não tem definido um programa de capacitação para os motoristas. Não são realizados testes práticos ou teóricos antes da admissão, apenas o exame médico exigido pela legislação.

A partir de uma reunião com os 14 motoristas da Aço e o Coordenador de Manutenção, procurou-se identificar os conhecimentos nos conceitos de eficiência energética e eco condução. Observou-se que os mesmos possuem pouco conhecimento sobre os assuntos abordados. Embora, admitam que saibam como “dirigir gastando menos” no dia a dia informam que a prática não permite que conduzam desta maneira. As justificativas mais utilizadas são o trânsito com engarrafamentos e o alto número de entregas no roteiro. Ainda, afirmam que algumas vezes mantêm o veículo em marcha lenta. Foi questionado se desligam o veículo durante a descarga em clientes e, a maioria informou que desliga, mas relataram que algumas vezes deixam ligado quando “é pouca peso para descarregar”. Sobre o uso do freio do motor a maioria informou que quase não utiliza. Então, questionou-se se eles sabiam que o uso do freio do motor pode reduzir o consumo do veículo em declives e desacelerações e que a utilização apenas do freio normal desperdiça

mais potência gerada pela combustão. Não houve consenso e alguns comentaram que o freio do motor gasta mais combustível.

4.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.3.1 Avaliação dos resultados

Os colaboradores não tem consenso sobre o que a empresa espera deles, quais são as suas metas e resultados esperados. A Aço possui alguns cargos de confiança com pessoas com pouco conhecimento técnico na atividade. O impacto aparece na gestão das atividades e na definição dos processos e indicadores. As lideranças não trabalham em conjunto na busca da otimização dos processos.

Especificamente sobre a gestão do transporte, esta é dividida entre duas áreas: logística e financeira. Embora, uma das preocupações da área financeira seja a de redução do consumo de diesel, essa informação não é clara e cobrada do processo de roteirização. Ainda, a roteirização tem como indicador o número de pedidos perdidos por falta de roteiro, o que leva o roteirista a tentar encaixar todos os pedidos nas rotas, muitas vezes não se preocupando com o impacto no consumo do veículo. Observa-se, que ao não ter um alinhamento estratégico, as áreas trabalham em direções muitas vezes opostas. Ainda, os indicadores não possuem metas definidas, servindo apenas como informação.

A idade média da frota da Aço está um pouco abaixo da média nacional. Na Aço, durante o período analisado identificou-se algumas vezes onde a manutenção foi postergada devido ao custo.

Com relação à operação, uma das restrições é o número de entregas. O sistema utilizado considera o número de entregas pelo número de OV's no roteiro. Assim, mesmo que uma ou mais OV's sejam entregues no mesmo endereço, o sistema considera entregas individuais. Sendo assim, o roteiro acaba finalizado sem realmente atingir a restrição de entregas. Em alguns casos, os vendedores entram em contato com o roteirista para que incluía alguma OV "extra" no roteiro. Mas caso, o vendedor não verifique, o roteirista só vai perceber ao otimizar a carga, normalmente apenas no final do dia.

O indicador de taxa de ocupação apresentou um valor médio de 54,77% para o período analisado. Durante acompanhamento do processo de roteirização, identificou-se que o roteirista basicamente organiza a ordem das entregas dentro do roteiro pré-definido pelo sistema. Com algumas exceções, não se percebeu otimização da carga como um todo, onde o roteirista poderia agrupar as OV's de diferentes roteiros a fim de aumentar a taxa de ocupação dos caminhões.

A preparação do roteiro contempla apenas a entrega do próximo dia. Não são analisados os roteiros seguintes. Pode ocorrer de para uma mesma região, bairro, rua ou até mesmo cliente, acontecer entregas em mais de um dia na mesma semana. Esta situação só é verificada pelo vendedor, caso este identifique que já existe uma OV em um mesmo endereço ou próximo a outro já no roteiro.

O roteiro de Nova Bassano apresentou taxa de ocupação de 81,50% no período de janeiro a maio de 2017, a maior entre os roteiros. A explicação para tal taxa está nas características desta rota: região afastada em torno de 200km da unidade e não existem muitos clientes atendidos na área. Desta forma, a rota é atendida sob demanda devendo ultrapassar 70% da ocupação do veículo tipo Cavallo (27000kg de capacidade).

4.3.2 Propostas de melhoria da eficiência energética

A seguir são apresentadas sugestões de melhorias que visam aumentar a eficiência energética:

- a) a direção deve definir e divulgar através do planejamento estratégico o que é esperado para o negócio, para que as áreas possam ter base para definir suas metas. Sugere-se que sejam definidas regras claras dentro da empresa sobre economias no consumo de combustível;
- b) definir metas, em conjunto pelas áreas financeira e logística, para os indicadores taxa de ocupação, consumo de combustível, pedidos perdidos por roteiro, consumo por litro. Realizar reuniões de acompanhamento dos indicadores. Estas reuniões devem gerar ações para alcance das metas definidas e alinhadas com o planejamento estratégico da organização;
- c) definir uma política de renovação de frota, com critérios claros para seleção dos veículos incluindo itens que proporcionem aumento da eficiência energética. Entre os itens podem ser incluídos, por exemplo: aerodinâmica do modelo, consumo por litro, motor eco-eficiente, índices de emissão de CO₂;
- d) ajustar o sistema de roteirização para que considere mesmo endereço como uma única entrega, evitando finalização dos roteiros com reduzida taxa de ocupação;
- e) realizar treinamento sobre eficiência energética para o roteirista, apresentando os conceitos logísticos que permitem a otimização do roteiro resultando no menor consumo de combustível;

- f) melhorar o processo de roteirização para considerar agrupamento de cargas de diferentes roteiros ou diferentes dias de entregas com o objetivo de reduzir o número de viagens e aumentar a taxa de ocupação do veículo, consequentemente reduzindo o consumo de combustível. Durante o dia de trabalho, o roteirista deve verificar os roteiros dos próximos dias para avaliar OVs que possam ser antecipadas melhorando a ocupação do caminhão;
- g) realizar treinamentos para os motoristas relacionados a técnicas de eco condução, importância da manutenção do veículo e cuidados com pneus, impactos na aerodinâmica do veículo com a instalação de acessórios não autorizados;
- h) orientar o Coordenador de Manutenção sobre os conceitos de eficiência energética e os impactos que a manutenção do veículo e o tipo de condução podem gerar no consumo de combustível;
- i) definir um programa de reconhecimento de motoristas que promovam economia no consumo de combustível. Necessário estabelecer regras claras e comunicar a todos os envolvidos mostrando que essa redução será boa para todos, incluindo o motorista e família, além do meio ambiente.

Após análise dos índices de ocupação e número de entregas, se propõe a adequação da capacidade dos roteiros disponíveis de acordo com a demanda média, com o objetivo de aumentar a taxa de ocupação, reduzir o número de veículos em uso e com isso reduzir o consumo de combustíveis. Na Tabela 13 é apresentada a frequência de roteiros proposta.

Tabela 13 - Frequência de rotas proposta

ROTAS	Tipo Veiculo	Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira
CACH/GRAVATAI	Truck/Toco	12000	-	27000	12000	-
SANTA CRUZ	Carreta	-	-	27000	-	-
POA SUL	Truck/Toco	6200	-	6200	-	6200
POA NORTE	Toco	6200	6200	6200	6200	6200
VALE DOS SINOS	Truck/Toco	12000	-	12000	12000	12000
VALE DOS SINOS 1	Truck/Toco	12000	6200	-	12000	12000
RETO	Carreta	27000	27000	27000	-	27000
RETO 1	Carreta	-	27000	-	27000	27000
LAJEADO	Carreta	-	12000	-	-	12000
CARVÃO	Truck/Toco	-	12000	-	12000	-
PRAIA NORTE	Truck	12000	12000	-	27000	-
PRAIA SUL	Carreta	-	-	12000	-	-
REGIÃO CAMAQUÃ	A combinar					
NOVA BASSANO	A combinar					
Totais		87400	102400	117400	108200	102400

Fonte: Elaborado pela autora

A demanda semanal média, em todos os doze roteiros, no período de janeiro a maio de 217 (22 semanas) foi de 410t. Nos roteiros fixos, a demanda média no mesmo período foi de 397t. Dessa forma, se propõe reduzir a capacidade semanal atual nos roteiros fixos de 713t para 517,8t. Com o modelo proposto, espera-se um aumento de 27,38% da taxa de ocupação, redução do número de viagens semanais de 43 para 35 e utilização de sete veículos por dia da semana. A Aço possui duas rotas a combinar, roteiro da Região de Camaquã e Nova Bassano, optou-se por manter no mesmo formato, já que são roteiros de carga fechada com alta taxa de ocupação por viagem. O Quadro 3 apresenta a comparação do modelo atual e o proposto.

Quadro 3 - Comparação do modelo atual e modelo proposto

ROTAS	Capacidade Semanal (kg)		Demanda Jan a Maio		Taxa de ocupação (%)		
	Atual	Proposta	Acumulado (t)	Média Semanal (22 semanas) (kg)	Atual	Proposta	Variação
CACH/GRAVATAI	60000	51000	849,4	38609	64,35%	75,70%	15,00%
SANTA CRUZ	54000	27000	563,7	25623	47,45%	94,90%	50,00%
POA SUL	31000	18600	226,5	10295	33,21%	55,35%	40,00%
POA NORTE	31000	31000	719,5	32705	105,50%	105,50%	0,00%
VALE DOS SINOS	48000	48000	743,05	33775	70,36%	70,36%	0,00%
VALE DOS SINOS 1	48000	42200	743,05	33775	70,36%	80,04%	12,08%
RETO	135000	108000	1348,5	61295	45,40%	56,76%	20,00%
RETO 1	135000	81000	1348,5	61295	45,40%	75,67%	40,00%
LAJEADO	54000	24000	386,2	17555	32,51%	73,14%	55,56%
CARVÃO	24000	24000	433,7	19714	82,14%	82,14%	0,00%
PRAIA NORTE	81000	51000	1225,7	55714	68,78%	109,24%	37,04%
PRAIA SUL	12000	12000	154	7000	58,33%	58,33%	0,00%
	713000	517800	8742	397355	55,73%	76,74%	27,38%

Fonte: Elaborado pela autora

Com a redução do número de viagens é possível reduzir o número de veículos da frota, atualmente são 14 veículos. No modelo atual, a maior utilização da frota se dá nas quintas-feiras, onde são utilizados 11 veículos para realizar os roteiros fixos conforme apresentado na Tabela 5. Se propõe a utilização fixa de 7 veículos por dia. Considerando a necessidade veículo para reposição durante manutenções, os dois roteiros a combinar e as necessidades de transferência entre unidades ou demanda extra nos roteiros, se propõe manter os mesmos 3 veículos reservas do modelo atual. Desta forma, a frota se propõe a redução de 14 para 10 veículos na frota.

Tabela 14 - Total proposto de viagens semanal por veículo

Tipo de veículo	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Total Viagens / Semana
Toco	2	2	2	1	2	9
Truck	4	3	2	4	3	16
Carreta	1	2	3	2	2	10
Total viagens /dia	7	7	7	7	7	35

Fonte: Elaborado pela autora

A partir da nova frequência de roteiro proposto, se apresenta proposta para desativar quatro veículos (três cavalos e um truck). Para definição dos veículos a serem desativados considerou a necessidade do novo roteiro, conforme Tabela 14, são necessários dois veículos do toco, quatro do tipo truck e três do tipo cavalo mecânico. Além desse fator, se considerou a idade do veículo e o consumo médio no período analisado. A Tabela 15 demonstra os veículos a serem mantidos e os que devem ser desativados.

Tabela 15 - Análise dos veículos para desativação

Tipo Veículo	#	Consumo Médio (km/l)	Ano	Idade	Modelo	Proposta
TOCO	1	3,73	1999	18	VW/12.170 BT	Manter
TOCO	2	4,52	1999	18	VW/12.170 BT	Manter
CAVALO	3	2,17	2005	12	VW 24-280	Desativar
CAVALO	4	2,66	2011	6	VW 24-280	Manter
CAVALO	5	2,52	2008	9	VW/19.320 CLC TT	Manter
CAVALO	6	2,57	2008	9	VW/24.250 CNC 6X2	Manter
CAVALO	7	2,45	2009	8	FORD/CARGO 2428 E	Desativar
CAVALO	8	1,79	1995	22	FORD/CARGO 4532 E	Desativar
TRUCK	9	3,62	2012	5	VW 24-280	Manter
TRUCK	10	2,67	2012	5	VW 24-280	Manter
TRUCK	11	2,68	2016	1	VW/24.280 CRM 6X2	Manter
TRUCK	12	3,51	2013	4	VW/24.280 CRM 6X2	Manter
TRUCK	13	2,48	2010	7	FORD/CARGO 2428 E	Desativar
TRUCK	14	3,07	2010	7	VW/24.250 CNC 6X2	Manter

Fonte: Elaborado pela autora

Espera-se que esta proposta de otimização das rotas resulte também na redução de custos de manutenção, uma vez que serão reduzidos quatro veículos da frota. Além disso, a quilometragem total percorrida pelos veículos tende a reduzir, visto que o número de viagens será reduzido em 18,6% (Tabela 16). O maior impacto na redução corresponde ao percurso de ida e volta até o roteiro definido: por exemplo, no roteiro de Santa Cruz, a distância da unidade da Aço até a cidade é de aproximadamente 140km. No modelo atual, esta rota tem duas viagens semanais, ou seja, 560km percorridos de ida e volta, mais a

quilometragem percorrida na região. Com o modelo proposto de apenas uma viagem semanal, o veículo percorrerá nesta rota 280km de ida e volta, mais a quilometragem percorrida na região. Desta forma, embora individualmente os veículos apresentem um aumento na quilometragem percorrida, a quilometragem total da frota tende a reduzir. Ainda, no que tange a manutenção de veículos, em função do aumento da quilometragem percorrida mensalmente por cada veículo, o plano preventivo apresentado na Tabela 11 deverá ser executado em intervalos de tempo menores para garantir que os veículos tenham plenas condições de tráfego sem impacto no consumo de combustível.

Tabela 16 - Comparação número de viagens atual x proposto

Tipo de veículo	Atual Viagens por semana	Proposto Viagens por semana
Toco	10	9
Truck	16	16
Carreta	17	10
Total viagens semanais	43	35

Fonte: Elaborado pela autora.

Ainda, com relação à frota a ser mantida sugere-se a análise detalhada e manutenção dos veículos #1, #11 e #10 uma vez que existem caminhões da mesma marca e modelo apresentado um maior consumo médio do que estes (Tabela 15). Por exemplo, o veículo do tipo Truck #10 da marca VW modelo 24-280 ano 2012, tem um consumo médio de 2,67 km/l de diesel enquanto o veículo 9, mesma marca, modelo e ano apresenta um consumo médio de 3,62km/l. Sugere-se ainda, a renovação dos dois caminhões do tipo toco que estão com idade avançada.

Nos meses de julho e agosto de 2017 a empresa seguiu o modelo de rotas proposto, além de priorizar as manutenções dos veículos. Os resultados alcançados são apresentados na Tabela 17. Em julho, a demanda foi acima da média do primeiro semestre do ano, atingindo 94,74% de ocupação dos caminhões. No roteiro POA NORTE a demanda foi atendida com o retorno dos caminhões para reabastecimento de carga, possibilidade existente pelo roteiro ser nas proximidades da empresa. No roteiro PRAIA NORTE foi necessário direcionar um cavalo extra ao roteiro normal para atendimento a dois pedidos de clientes, sendo portanto uma carga fechada. Nas três primeiras semanas do mês de agosto com a demanda já normalizada, foi possível atender a demanda com os roteiros propostos, utilizando o reabastecimento do roteiro POA NORTE para aumento da capacidade de entrega diária neste roteiro. Até o momento da coleta de dados, no mês de agosto a taxa de ocupação alcançada foi de 77,72%, muito próximo da demanda proposta de 76,74%.

Tabela 17 - Taxa de ocupação com nova proposta

ROTAS	Capacidade Semanal (kg)	Julho Demanda semanal (4 sem.) kg	Taxa de Ocupação %	Agosto Demanda semanal (3 sem.) kg	Taxa de Ocupação %
CACH/GRAVATAI	51000	46725	91,62%	29367	57,58%
SANTA CRUZ	27000	24500	90,74%	17633	65,31%
POA SUL	18600	8700	46,77%	14000	75,27%
POA NORTE	31000	46700	150,65%	50800	163,87%
VALE DOS SINOS	48000	40375	84,11%	33852	70,53%
VALE DOS SINOS 1	42200	32652	77,37%	22589	53,53%
RETO	108000	102395	94,81%	89526	82,89%
RETO 1	81000	74930	92,51%	63458	78,34%
LAJEADO	24000	21359	89,00%	17200	71,67%
CARVÃO	24000	14775	61,56%	15400	64,17%
PRAIA NORTE	51000	70850	138,92%	42365	83,07%
PRAIA SUL	12000	6600	55,00%	6233	51,94%
	517800	490561	94,74%	402423	77,72%

Fonte: Elaborado pela autora.

Para avaliar se houve redução no consumo de combustível a Tabela 18 apresenta o comparativo entre o período de janeiro a maio e o mês de julho. Houve melhoria consumo km/l em todos os veículos, totalizando um aumento total aproximado de 11% no mês de julho comparado à média dos cinco primeiros meses do ano.

Tabela 18 - Comparativo consumo combustível

Tipo Veículo	#	JAN a MAI			JULHO		
		km média percorrida	consumo médio litros diesel	km/l médio	km percorrida	consumo litros diesel	km/l
TOCO	2	3256	719,52	4,52	3053	610,80	5,00
TOCO	1	2018	539,65	3,73	2469	557,45	4,43
TRUCK	9	2786	817,10	3,62	5752	1448,45	3,97
TRUCK	12	4382	1251,27	3,51	6649	1798,68	3,70
TRUCK	14	3509	1171,90	3,07	8125	2388,24	3,40
TRUCK	11	4205	1571,58	2,68	2455	886,21	2,77
TRUCK	10	2925	1088,06	2,67	5844	2162,60	2,70
CAVALO	4	3946	1467,75	2,66	9608	3589,10	2,68
CAVALO	6	4806	1888,45	2,57	7597	2941,27	2,58
CAVALO	5	4342	1715,53	2,52	6960	2726,44	2,55
TRUCK	13	2824	1137,96	2,48			
CAVALO	7	3549	1455,18	2,45			
CAVALO	3	1761	809,87	2,17			
CAVALO	8	2105	1185,77	1,79			
		46412	16819,60	2,76	58512	19109,24	3,06

Fonte: Elaborado pela autora.

5 CONCLUSÕES

O transporte rodoviário tem grande parcela na matriz energética brasileira. As facilidades deste modal de transporte, principalmente o transporte porta a porta sem necessidade de transbordo da carga, tornam a este modal a primeira escolha para pequenas cargas ou cargas fracionadas. A falta de investimentos no modal ferroviário também contribui para que o rodoviário seja a primeira escolha. Desta forma, é importante avaliar os fatores que podem contribuir para o aumento da eficiência energética na frota de veículos de carga.

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou a realização de um diagnóstico energético de uma distribuidora de aço e sua frota de veículos. Além disso, permitiu identificar que são muitos os fatores que contribuem para o aumento da eficiência energética no transporte rodoviário de cargas. Desta forma, os objetivos propostos foram alcançados.

De acordo com os resultados obtidos durante o diagnóstico energético, em se tratando de economia de combustível, identifica-se que o motorista pode contribuir consideravelmente para reduzir o consumo através de mudanças na conduta de direção e operação do veículo, sendo necessária informação e conhecimento com treinamentos teóricos e práticos. Para o veículo, manutenção preventiva, regulagem de motor, de bombas de combustível, calibragem de pneus e verificação de peças e de todos os sistemas de rodagem são essenciais para que os veículos estejam em plenas condições de operação. Ainda, a renovação da frota é importante uma vez que veículos velhos consomem mais peças e mais combustíveis, além de poluírem mais o ambiente. Também se tornam mais perigosos e propícios a acidentes, já que seus componentes desgastados muitas vezes são mantidos em uso até a exaustão. Outro fator importante é a utilização de indicadores para que se verifique e compare dados dos veículos e roteiros, permitindo a análise e então a tomada de decisão. Identificou-se que mesmo com um sistema de gestão totalmente informatizado, a empresa estudada não usa a informação disponível de forma a otimizar seus processos.

Além disso, neste estudo de caso, a otimização das rotas apresentou o maior impacto na melhoria da eficiência energética, a partir da redução do número de viagens e dos veículos utilizados. A proposta das novas frequências das rotas de entrega permite a melhora da taxa de ocupação dos caminhões e a redução de quatro veículos da frota. Um novo estudo sobre otimização de rotas utilizando-se fórmulas quadráticas poderia aumentar a contribuição do processo de roteirização na eficiência energética.

A maior parte das ações de melhoria proposta é de baixo custo e basicamente refletem uma mudança de comportamento das pessoas, a partir da conscientização sobre eficiência energética e sobre os impactos nos resultados da organização. Ainda, este trabalho demonstra que “a eficiência energética é, sem dúvida, a maneira mais efetiva de ao mesmo tempo reduzir os custos e os impactos ambientais locais e globais” (GOLDEMBERG e LUCON, 2007).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. **NBR ISO 50.002**: 2014 - Diagnósticos Energéticos - Requisitos com Orientações para Uso. Rio de Janeiro: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2014.

ACEEE. Vehicle Fleets. **ACEEE - American Council for an Energy-Efficient Economy**, 2002-2016. Disponível em: <<http://aceee.org/topics/vehicle-fleets>>. Acesso em: 10 Ago 2017.

ALBANO, J. F. **Vias de Transporte**. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇOS DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA. **ABESCO**, 2016. Disponível em: <<http://www.abesco.com.br>>. Acesso em: 17 mar. 2017.

BARTHOLOMEU, D. B.; PÉRA, T. G.; CAIXETA-FILHO, J. V. Logística sustentável: avaliação de estratégias de redução das emissões de CO₂ no transporte rodoviário de cargas. **Journal of Transport Literature**, Manaus, Jul/Set 2016.

CARROS DE GARAGEM. Tipos de carretas (capacidades e tamanhos). **Carro de Garagem**, 2017. Disponível em: <<https://www.carrodegaragem.com/tipos-de-carretas-capacidades-e-tamanhos/>>. Acesso em: 18 Junho 2017.

CNT. 82% das empresas de transporte monitoram indicadores ambientais. **CNT - Confederação Nacional do Transporte**, 2016. Disponível em: <<http://www.cnt.org.br/Imprensa/noticia/82-das-empresas-de-transporte-monitoram-indicadores-ambientais-cnt>>. Acesso em: 10 Ago 2017.

COELHO, L. C. Tipos de caminhões (tamanhos e capacidades). **Logística Descomplicada.com**, 2010. Disponível em: <<http://www.logisticadescomplicada.com/tipos-de-caminhoes-tamanhos-e-capacidades/>>. Acesso em: 18 Jun 2017.

COLAVITE, A. S.; KONISHI, F. A matriz do transporte no Brasil: uma análise comparativa para a competitividade. **Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**, Resende, 28-30 out. 2015.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Sondagem CNT de eficiência energética no transporte rodoviário de cargas**. CNT. Brasília, p. 42. 2015. (CDU 621.43.018:656.125).

CONPET. **CONPET**, 2011. Disponível em: <<http://www.conpet.gov.br>>. Acesso em: 17 mar. 2017.

D'AGOSTO, M. D. A. Eficiência energética no transporte de carga - Uma proposta de estrutura política adequada a realidade brasileira. **Frotas e Fretes Verdes**, 2015. Disponível em: <<http://frotasefretesverdes.com.br/2015/wp-content/uploads/2015/12/5.-Marcio-Almeida1.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2017.

D'AGOSTO, M. D. A. **Transporte, uso de energia e impactos ambientais**: uma abordagem introdutória. 1. ed. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2015.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **NOTA TÉCNICA DEA 13/15 - Demanda de Energia 2050**. Ministério de Minas e Energia. Rio de Janeiro, p. 257. 2016.

FERNANDES, V. A.; DEVEZA, A. C. P.; D'AGOSTO, M. D. A. Eco-driving: uma solução dentro da logística verde - aplicado a veículos de coleta de resíduos urbanos. **Research Gate**, 2013. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/307629553>>. Acesso em: 10 fev. 2017.

FILHO, V. F. **Gestão de Operações e Logística na Produção de Petróleo**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2016.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 Ed. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2002.

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. Energia e meio ambiente no Brasil. **Estudos Avançados**, São Paulo, set./dez. 2007.

GOLDENSTEIN, M.; ALVES, M. D. F.; AZEVEDO, R. L. S. D. A indústria de implementos rodoviários e sua importância para o aumento da eficiência do transporte de cargas no Brasil. **BNDES Biblioteca Digital**, 2006. ISSN: 1414-9230. Disponível em: <<https://web.bndes.net/bib/jspui/handle/1408/2423>>. Acesso em: 10 fev. 2017.

GOMES, C. F. S.; RIBEIRO, P. C. C. **Gestão da Cadeia de Suprimentos integrada à Tecnologia da Informação**. 1. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

GOMES, C. F. S.; RIBEIRO, P. C. C. **Gestão da Cadeia de Suprimentos integrada à Tecnologia da Informação**. 1. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

GREENPEACE BRASIL. [R]evolução energética: Rumo a um Brasil com 100% de energia limpas e renováveis. **Greenpeace**, 2016. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org/brasil/Global/brasil/image/2015/Dezembro/2016/Revolu%C3%A7%C3%A3o%20Energ%C3%A9tica%202016.%20Greenpeace%20Brasil.pdf>>. Acesso em: 03 mar. 2017.

GUIMARÃES, V. D. A. et al. Análise da evolução da eficiência energética no setor de transporte brasileiro. **Research Gate**, 2014. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/285923735>>. Acesso em: 10 fev. 2017.

INMETRO. Metodologia Consumo Veicular. **Inmetro**, 2016. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/Metodologia_Consumo_Veicular.pdf>. Acesso em: 10 Ago 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA. **INEE**, 2016. Disponível em: <<http://www.inee.org.br>>. Acesso em: 17 mar. 2017.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **IEA**, 2017. Disponível em: <<http://www.iea.org>>. Acesso em: 17 mar. 2017.

JÚNIOR, J. D. S. A. **Desenvolvimento de um método para redução do consumo de combustível no transporte rodoviário de cargas: capacitação, aplicações de torque e telemetria para veículos pesados**. Dissertação (Mestrado em Transportes) - Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia. Brasília, p. 95. 2014.

MAIA, V. C. **Análise do potencial de eficiência energética no setor de transporte rodoviário de carga brasileiro**. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, p. 101. 2015.

MICHELS, A. **Introdução à eficiência energética: apostila de aula**. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria. 2017.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Consumo de Energia no Brasil - Análises Setoriais. **Empresa de Pesquisa Energética - EPE**, 2014. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/S%C3%A9rie%20Estudos%20de%20Energia/DEA%2010-14%20Consumo%20de%20Energia%20no%20Brasil.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2017.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Balanço Energético Nacional. **Empresa de Pesquisa Energética - EPE**, 2016. Disponível em: <<https://ben.epe.gov.br/>>. Acesso em: 15 fev. 2017.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Balanço Energético Nacional - Relatório Síntese. **Empresa de Pesquisa Energética - EPE**, 2016. Disponível em: <<https://ben.epe.gov.br/>>. Acesso em: 15 fev. 2017.

MORALES, M. Y. R. **Diagnósticos Energéticos en Empresas de Autotransporte: Dos Casos de Aplicación**. Secretaria de Comunicaciones y Transportes. Sanfandila, Querétaro, México. 2002. (Disponível em <https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjxwlu3mdfUAhVGOZAKHTAFAs4QFggqMAA&url=http%3A%2F%2Fimf.mx%2Farchivos%2FPublicaciones%2FPublicacionTecnica%2Fpt191.pdf&usq=AFQjCNFwLUq3LTzeeXPrSq7CES>).

PERES, G. **Uma metodologia para simulação e análise estrutural de veículos de transporte de carga**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. Porto Alegre. 2006. (Disponível em <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/8232>).

PORTAL GUIA DO TRC. Quadro resumo da Legislação de Pesos e Dimensões. **Portal Guia do TRC**, 2017. Disponível em: <<http://www.guiadotrc.com.br/lei/qresumof.asp>>. Acesso em: 18 Jun 2017.

PRATA, B. D. A.; ARRUDA, J. B. F. Avaliação do transporte de cargas na cidade de Fortaleza sob o enfoque da Logística Urbana: diagnóstico e proposição de intervenções. **Congresso de Ensino e Pesquisa em Transportes**, Rio de Janeiro, 2007. 21.

RAMÍREZ, L. A. F. Estudio sobre "Diagnósticos y planes energéticos en el transporte de carga para pequeños transportistas y hombres-camión" en México. **Transfer**, 2014. Disponível em: <http://transport-namas.org/wp-content/uploads/2015/09/Informe_Final_Diagnosticos_y_planes_energeticos_en_el_transporte_de_carga_HC_y_PT.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2017.

REN21. **Renewables 2007 Global Status Report**. Paris: REN21 Secretariat and Washington, DC: Worldwatch Institute. DC, p. 51. 2008.

SINDIPEÇAS E ABIPEÇAS. **Relatório da Frota Circulante 2017**. Sindipeças e Abipeças. São Paulo. 2017.

(http://www.sindipecas.org.br/sindinews/Economia/2017/R_Frota_Circulante_2017.pdf).

TADEU, H. F. B. **Cenários de longo prazo para o setor de transportes e consumo de combustíveis**. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Mecânica) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Minas Gerais, p. 227. 2010.

TREVISAN, E. Lei da balança, saiba seus direitos de forma prática. **Frete com lucro**, 2016. Disponível em: <<http://fretecomlucro.com/lei-da-balanca/>>. Acesso em: 18 Jun 2017.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: Planejamento e métodos. 4 Ed. ed. Porto Alegre: Bookman Editora, 2010.