

Aplicação do método AHP a um conjunto de ações eco-eficientes propostas para o transporte rodoviário terceirizado pela CSN.

**Luiz Felipe Rodrigues de Oliveira
Ilton Curty Leal Jr
José Antonio Perrella Balestieri**

RESUMO

O transporte rodoviário é responsável por diversos impactos ambientais, dentre eles a emissão de CO₂ e consumo de energia (óleo diesel) se destacam. Por meio de um estudo de caso este trabalho analisa o transporte rodoviário realizado pela Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) e propõe um conjunto de alternativas baseadas no conceito de eco-eficiência a serem adotadas pela CSN e empresas terceirizadas, a fim de obter reduções dos impactos ambientais (consumo de óleo diesel e emissão de CO₂) e custos logísticos. Para a realização deste estudo foi feita uma pesquisa bibliográfica para maior compreensão dos assuntos abordados e um levantamento de dados por meio de entrevistas com a CSN e seus fornecedores de serviço de transporte rodoviário. A partir dos dados coletados foi calculado o consumo de energia, emissão de CO₂ e custo com combustível, antes e depois da adoção das alternativas propostas. Após os resultados, aplicou-se o método multicritério em tomadas de decisões gerenciais conhecido como AHP, a fim de hierarquizar as ações propostas e identificar a melhor decisão em relação aos aspectos ambientais, custos e investimentos.

Palavras-Chave: Eco-eficiência, Transporte, AHP, Terceirização.

1. INTRODUÇÃO

A globalização tem exigido a reestruturação das empresas como garantia de permanência e desenvolvimento, e busca por maiores vantagens competitivas. Essas mudanças no cenário competitivo tornaram mais complexos os desafios à estratégia de operações.

Com a evolução deste ambiente competitivo, a inovação tornou-se indispensável para a sobrevivência das empresas. Os serviços de terceirização têm-se mostrado como uma das fontes importantes de inovação na tentativa de diferenciação competitiva das empresas (WANKE, 2004).

A terceirização surge como uma medida que permite a empresa funcionar com estruturas mais flexíveis, ágeis e comprometidas com a sua vocação principal, resultando em incrementos de produtividade e melhorias na competitividade, e preocupando-se mais com as estratégias do que com apenas os custos marginais envolvidos. Numa visão mais ampliada, a terceirização possibilita à empresa focar em suas competências essenciais (*core competence*) e procurar parcerias para complementar seus objetivos estratégicos (CARVALHO *et al.*, 2006)

Hoje no Brasil, uma das atividades que vem realizando a terceirização com mais frequência é o transporte, que pode ser delegado totalmente ou parcialmente a terceiros. Dentre os motivos para este elevado nível de terceirização, deve-se a grande oferta de transporte rodoviário, predominante na matriz de transporte brasileira, e os baixos preços que, em média, são insuficientes para cobrir o custo real dos transportadores. Some-se a isto o

desejo dos embarcadores de reduzir o capital investido em ativos e, assim, obter maior rentabilidade do capital envolvido na operação.

No setor siderúrgico o cenário não é diferente, já que 70% do transporte realizado por essa indústria é feito pelo modo rodoviário, segundo a ANTT (2007). No entanto, na escolha dos transportadores essa indústria vem ignorando um aspecto muito importante, o ambiental, que é muito relevante, já que seus processos produtivos e seu principal modo de transporte impactam de forma negativa no meio ambiente.

Analisando este contexto, este trabalho propõe a aplicação do conceito de eco-eficiência na administração do transporte rodoviário. O conceito de eco-eficiência relaciona competitividade e desenvolvimento sustentável, combinando desempenho ambiental e econômico para criar e promover valores com menor impacto ambiental possível. Este conceito reúne os aspectos essenciais, progresso econômico e ambiental, necessários para o aumento da prosperidade econômica, a partir da utilização mais eficiente dos recursos e de menos emissões nocivas para o ambiente (WBCSD, 2000 apud D'AGOSTO e RIBEIRO, 2004).

Este artigo apresenta um caso prático relacionado a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) localizada na cidade de Volta Redonda – RJ. Esta que realiza diversos projetos de redução de emissão de Gases de Efeito Estufa – GEE relacionados ao processo produtivo, mas isso não inclui os prestadores de serviços envolvidos com o transporte rodoviário. Diante deste fato, como a CSN poderia contribuir para reduzir seus impactos ambientais de forma a obter retorno em eficiência operacional, ou seja, como o conceito da eco-eficiência poderia ser tratado na gestão da cadeia de suprimentos da empresa CSN e de seus prestadores de serviço de transporte?

A partir da análise do caso da empresa siderúrgica, este estudo irá propor um conjunto de alternativas a serem adotadas pela CSN e seus prestadores de serviço, a fim de obter ganhos econômicos, aumento da qualidade e redução dos impactos ambientais no processo de transporte de seus produtos.

Entretanto, não adianta ter um conjunto de soluções a serem aplicadas no transporte da empresa em questão e não saber quais destas alternativas serão mais vantajosas. Para auxiliar nesta decisão, será utilizado o método AHP (*Analytic Hierarchy Process*), pois através deste método pode solucionar-se problemas de tomada de decisão na presença de múltiplos critérios, tanto quantitativos (emissão de CO₂, consumo de óleo diesel e custo) quanto qualitativos (investimento).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Com o fenômeno da integração logística e a crescente demanda por produtos e serviços em tempo cada vez menor, as empresas passaram a dar uma maior importância ao seu sistema logístico, para que os desperdícios de recursos e tempo fossem evitados.

O transporte é o principal componente do sistema logístico de uma empresa. Sua importância pode ser medida através de pelo menos três indicadores financeiros: custos, faturamento e lucro. O transporte representa em média, 60% dos custos logísticos, 3,5% do faturamento, e em alguns casos, mais que o dobro do lucro. Além disso, o transporte tem um papel preponderante na qualidade dos serviços logísticos, pois impacta diretamente o tempo de entrega, a confiabilidade e a segurança dos produtos (FLEURY, 1999 apud BUARQUE et al., 2003).

No Brasil podem ser encontrados todos os cinco modos de transporte: rodoviário, ferroviário, aquaviário, dutoviário e aéreo, mas o modo predominante é o rodoviário, como mostra o Gráfico 1.

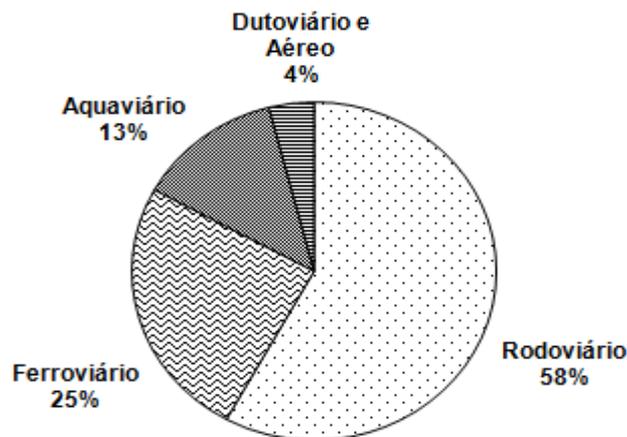


Gráfico 1- Matriz de transportes de carga do Brasil - TKm
Fonte: ANTT (2006)

Entretanto o transporte rodoviário é responsável por diversos impactos ambientais, entre eles se destacam:

- poluição atmosférica através da emissão de gases pela queima de combustíveis;
- poluição sonora;
- poluição térmica através da liberação de calor pelos veículos em funcionamento;
- descarte de resíduos sólidos e líquidos como óleo, pneus, sucatas etc;
- extinção de recursos naturais como os derivados de petróleo;
- consumo de energia.

Dentre os impactos ambientais citados anteriormente, o consumo de energia é um dos mais relevantes ao transporte rodoviário, pois representa de 30% a 40% dos custos variáveis e de 10% a 15% dos custos totais desta atividade. Além disso, o uso de energia representa uma preocupação ambiental, tanto em função do comprometimento dos recursos naturais esgotáveis quanto em função dos impactos ambientais relacionados à emissão de poluentes atmosféricos locais, regionais e globais (D'AGOSTO e RIBEIRO, 2002).

Levando isso em consideração, este trabalho analisa o consumo de energia (óleo diesel) e a emissão de CO₂ realizadas pelo modo rodoviário durante o transporte da carga da empresa CSN (Companhia Siderúrgica Nacional), já que este é o principal modo de transporte utilizado no setor siderúrgico (Tabela 1), e propõe um conjunto de alternativas fundamentadas na eco-eficiência para o transporte rodoviário terceirizado por essa empresa.

Tabela 1: Transporte siderúrgico por modo

PRODUTOS POR MODO							
ANO	TRANSPORTE DIRETO		TRANSPORTE INTERMODAL				TOTAL GERAL
	Ferroviário	Rodoviário	Ferrovias e cabotagem	Rodovias e Cabotagem	Ferrovias e Rodovias	Total	
2004	8.221	16.624	543	133	2.719	3.395	28.240

1.000 toneladas

Fonte: ANUT (2008)

De acordo com BCSD Portugal (2007) a eco-eficiência é uma filosofia de gestão que encoraja o mundo empresarial a procurar melhorias ambientais que potenciem, paralelamente, benefícios econômicos. Esta se concentra em oportunidades de negócio e permite as empresas tornarem-se mais responsáveis do ponto de vista ambiental e mais lucrativas. Incentiva a inovação e, por conseguinte, o crescimento e a competitividade. A inserção de práticas eco-eficientes é uma forma de ultrapassar o desempenho da concorrência.

Neste trabalho, o conceito de eco-eficiência é utilizado para propor ações e políticas em conjunto, objetivando a melhoria da tecnologia empregada nos veículos e gestão dos processos. Para esta proposta ser eficiente é necessário que a terceirização seja diferente das demais, ou seja, deve haver uma maior participação e colaboração do elo principal (CSN) na implementação de medidas que visam reduzir os impactos ambientais e os custos relacionados ao transporte rodoviário, devido ao alto custo e a inexperiência dos transportadores, gerando assim um ganho efetivo para a empresa (aumento da qualidade de serviço), transportadores (redução dos custos com combustível) e meio ambiente (minimização dos impactos ambientais).

3. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho foi utilizada uma pesquisa bibliográfica em livros, revistas e artigos científicos para melhor entendimento dos conceitos relacionados aos temas e uma pesquisa documental, que teve como objetivo a identificação de práticas mitigadoras, dados e informações no transporte rodoviário relevantes ao presente estudo.

O universo pesquisado foi formado por 240 transportadores que prestam serviço no setor rodoviário para a indústria siderúrgica (ANUÁRIO DO TRANSPORTE DE CARGA, 2007). Deste, utilizou-se para esse estudo uma amostra formada por 38 empresas transportadoras. O transporte rodoviário praticado pela CSN no período de 2007, de Volta Redonda-RJ a Araucária-PR, foi adotado como referência, sendo somente a viagem de ida considerada, já que não existe o frete de retorno.

A partir da amostra foi realizada a análise dos dados referentes ao transporte rodoviário da CSN, apresentadas a seguir:

- **Primeira Etapa:** Cálculo do consumo de energia

Foi realizado o cálculo de consumo de energia referente ao transporte de cargas siderúrgicas. Para a obtenção deste resultado foi necessário o cálculo da média de consumo de combustível no setor e da quilometragem total, que foi obtida através da multiplicação da distância (origem-destino) pelo número de viagens realizadas.

Após o levantamento dos dados, o consumo total de óleo diesel foi calculado através da equação 1:

$$\alpha = \frac{KmT}{Mct} \quad (1)$$

Onde:

- α : total de óleo diesel consumido no transporte rodoviário de carga siderúrgica ente RJ - PR
- Mct: consumo médio de combustível
- KmT: distância total percorrida entre origem e destino

- **Segunda Etapa:** Cálculo da emissão de CO₂

No caso das emissões de CO₂ pelo modo de transporte rodoviário foi adotada a metodologia para cálculo das emissões por fontes móveis apresentada pelo GHG Protocol (*MÓBILE GUIDE*, 2005), que apresenta o seguinte valor, o qual pode ser adotado como padrão:

- Fator de emissão do óleo diesel: 2,7458 kg CO₂/litro de diesel;

Para cálculo do total das emissões de CO₂ no transporte rodoviário de carga siderúrgica (β), foi considerado o fator de emissão de óleo diesel (FCO₂), consumo médio de combustível (Mct) e quilometragem total do percurso (KmT), como mostra a equação 2:

$$\beta = FCO_2 \times \frac{KmT}{Mct} \quad (2)$$

- **Terceira Etapa:** Cálculo do custo referente ao consumo de energia, onde foram apurados os gastos totais com o consumo de combustível.
- **Quarta Etapa:** Nesta etapa será proposto um conjunto de ações eco-eficientes com objetivo diminuir os custos referentes ao transporte rodoviário praticado pelos transportadores (empresas e autônomos) de produtos siderúrgicos e minimizar os impactos ambientais provenientes deste modo.
- **Quinta Etapa:** Cálculo das reduções obtidas com a aplicação das ações eco-eficientes.
- **Sexta Etapa:** Aplicação do método de auxílio à decisão por múltiplos critérios AHP (*Analytic Hierarchy Process*) para identificar as melhores alternativas eco-eficientes com relação aos critérios: redução de energia, redução de CO₂, redução de custo e investimento.

O método AHP foi desenvolvido por Thomas Saaty em meados de da década de 70. Ele é um método eficaz para a tomada de decisão, pois identifica a melhor opção dentro das alternativas possíveis e ajuda na determinação de prioridades, considerando aspectos quantitativos e qualitativos. Segundo Moisa (2005) o AHP segue quatro etapas básicas: estruturação hierárquica, comparação paritária dos elementos em cada nível do sistema, principio da priorização e sintetização das prioridades.

A etapa de estruturação hierárquica consiste da definição do objetivo global e decomposição do problema em vários níveis de hierarquia. Esta estruturação possibilita a visualização do sistema como um todo e seus componentes, bem como as interações destes componentes e os impactos que os mesmos exercem sobre o sistema (LUCENA, 2003). A figura 1 mostra a representação desta etapa.

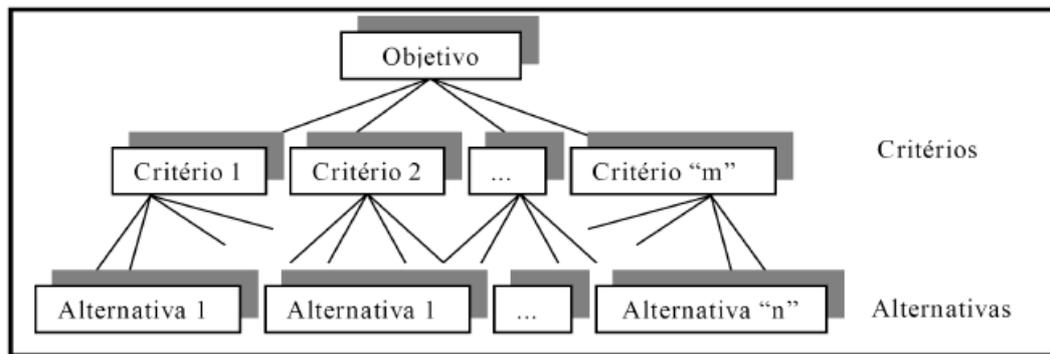


Figura 1: Estrutura Hierárquica
Fonte: Barros (2009)

Uma vez estabelecida a estrutura hierárquica, se inicia a fase de comparação paritária dos elementos de um determinado nível. Esta comparação é realizada por um especialista com experiência sobre o problema. Ela se constitui em um julgamento comparativo através da atribuição de pesos, onde se procura determinar a importância relativa de cada elemento de um nível hierárquico com relação a cada critério do nível imediatamente superior (LUCENA, 2003).

A comparação par a par é realizada com o auxílio de uma escala de julgamento criada por Saaty, que permite a atribuição de pesos que variam de 1, quando os critérios são de mesma importância, a 9, para a importância absoluta de um critério sobre o outro. Os mesmos representam a intensidade de um determinado elemento sobre o outro. A escala de julgamento é mostrada na Tabela 2.

Tabela 2: Escala de julgamento de Saaty

Intensidade de Importância	Definição	Explicação
1	Mesma importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância pequena de uma sobre a outra	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação à outra
5	Importância grande ou essencial	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação a outra
7	Importância muito grande ou demonstrada	Uma atividade é muito fortemente favorecida, sua dominação de importância é demonstrada na prática
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação à outra com o mais alto grau de certeza
2,4,6,8	Valores intermediários	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições

Fonte: Saaty *apud* Moisa (2005)

Em seguida obtém-se a matriz de comparação paritária que é representada por uma matriz quadrada cujos elementos são os julgamentos resultantes da comparação entre dois elementos C_i e C_j . Todos os valores dos julgamentos a_{ij} desta matriz são obtidos a partir da razão dada pela equação 3:

$$a_{ij} = \frac{w_i}{w_j} \quad (3)$$

Sendo que a_{ij} representa o valor do julgamento do elemento C_i em relação ao elemento C_j e w_j é o peso do elemento C_j (MOISA, 2005).

Salienta-se que a matriz de comparação é recíproca, na qual todo julgamento a_{ij} corresponde a um $a_{ji} = 1/a_{ij}$ e todo $a_{ii} = 1$, ou seja, toda alternativa ou critério comparado com ele próprio sempre terá igual importância na escala fundamental (MOISA, 2005).

Na fase de priorização dos elementos, obtém-se o vetor de prioridade, a partir da matriz de comparação, o qual permite a determinação do grau de importância dos elementos em cada nível hierárquico do sistema (LUCENA, 2003). Este vetor pode ser obtido a partir da soma e normalização dos elementos das matrizes de julgamento.

Finalmente na etapa de sintetização das prioridades com o objetivo de definir a prioridade global das alternativas, através da multiplicação dos elementos da matriz de prioridades relativas das alternativas pelas prioridades relativas dos critérios. O processo de síntese de prioridades pode ser demonstrado através da Figura 2.

	critério 1	critério 2	critério 3		Ponderação		Classificação
Altern. 1	c_{11}	c_{21}	c_{31}	X	p_1	=	A 1
Altern. 2	c_{12}	c_{22}	c_{32}		p_2		A 2
					p_3		

Figura 2: Obtenção da classificação final das alternativas
Fonte: Moisa (2005)

4. DESENVOLVIMENTO

O transporte rodoviário é o principal modo utilizado pela CSN na distribuição de seus produtos, cerca de 210.000 toneladas são transportadas de Volta Redonda – RJ a Araucária – PR. Este transporte é realizado por terceiros (autônomos e transportadoras) e gerenciado pela CCL (Comunidade Colaborativa de Logística). Esta distribuição é realizada por veículos semi-pesados com capacidade entre 20 e 30 toneladas, sendo considerada a capacidade média de 25 toneladas para efeitos de cálculo. A seguir é apresentado o desenvolvimento das etapas descritas na metodologia.

Primeira Etapa: Cálculo do consumo de óleo diesel

Na primeira etapa do estudo adotou-se a média de consumo de combustível (Mct) de 2,76 km/L para o transporte siderúrgico (ANUÁRIO DE TRANSPORTE DE CARGA, 2007). Entretanto, é importante ressaltar que o consumo médio apresentado e utilizado não levou em consideração o tipo de trecho (montanhoso, plano, etc.), a idade do veículo, quantidade de carga transportada (tonelada), variáveis essas que podem afetar no consumo médio de combustível durante o transporte rodoviário.

Após encontrar a média de consumo de combustível, foi calculado o total de quilômetros (KmT) rodados, considerando apenas a viagens de ida (origem - destino), por meio da multiplicação da distância do percurso escolhido (804 km) pelo número de viagens (8.400 viagens), obtendo o resultado de 6.753.600 Km.

Na última parte desta etapa foi encontrado o consumo total de óleo diesel (α), utilizando a equação 1, de 2.446.956 litros.

Segunda Etapa: Cálculo da emissão de CO₂

Nesta etapa do estudo foi calculado o total de emissões de CO₂ (β), através da equação 2, chegando-se ao resultado de 6.718.853 kg de CO₂.

Terceira Etapa: Cálculo do custo com combustível

Na terceira etapa foi calculado o custo referente ao consumo de energia do modo rodoviário, ou seja, o custo com o consumo de óleo diesel. Para fins de cálculo considerou-se o preço de R\$ 1, 979 por litro, conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 2: Preço Médio

Região	Nº de Postos Pesquisados	Preço Médio (R\$/L)	Desvio Padrão	Preço Médio (R\$/L)
Sudeste	3.483	1,965	0,075	1,979
Sul	1.270	1,993	0,076	

Fonte: ANP (2010)

Após encontrar o preço médio, calculou-se o gasto total com o consumo de energia, através da multiplicação do α (equação 1) pelo preço médio encontrado, chegando-se ao resultado de 4.842.526 R\$/ano.

Quarta Etapa: Ações Eco-eficientes

Nesta etapa foram propostas ações eco-eficientes a serem implementadas aos transportadores (empresas e autônomos) pela CSN, a fim de reduzir o custo do transporte, melhorar a margem dos prestadores de serviço e contribuir para minimizar os impactos ambientais. As ações propostas são baseadas em duas dimensões, tecnologia e gestão, que são detalhadas a seguir.

- **Tecnologia:** Esta é uma dimensão fundamental. O caso apresentado neste trabalho leva em consideração que o potencial de redução de CO₂ e consumo de energia, são resultados de uma evolução tecnológica dos veículos de transporte que os tornam mais eficientes.
- **Gestão:** Todo contratante de serviços, tem a responsabilidade de monitorar o desempenho de seus contratados e exigir-lhes os resultados pactuados. A gestão que será aplicada aos terceiros visa trabalhar vários aspectos, desde o planejamento, passando pelo controle até a implementação de ações preventivas e corretivas relacionados ao tema do projeto.

A seguir são apresentadas ações que visam à redução do consumo de óleo diesel, emissão de CO₂ e custo. Elas foram pesquisadas em sites governamentais e de empresas do setor de transporte, artigos científicos e revistas especializadas, como mostra a Tabela 4.

Tabela 3: Ações Eco-eficientes

	AÇÕES	REDUÇÕES			REFERÊNCIA
		Óleo Diesel	CO ₂	Custo	
GESTÃO	Treinamento	13%	13%	13%	Revista O Carreteiro
	Monitoramento das viagens e incentivos financeiros aos motoristas	6%	6%	6%	Quatro Rodas
	Manutenção dos veículos	24,32%	24,32%	24,32%	CONPET
	Projeto Economizar	35,3%	35,3%	35,3%	CONPET
	Projeto Transportar	15%	15%	15%	CONPET
TECNOLOGIA	Redução do peso total do veículo	8%	8%	8%	Kobayashi e Ribeiro (2007)
	Melhorias na aerodinâmica do caminhão	17,1%	17,1%	17,1%	Kobayashi e Ribeiro (2007)
	Caminhões híbridos (diesel e eletricidades)	20%	30%	20%	Guia Softbus
	Motores eletrônicos	10%	30%	10%	Mercedes Benz

Fonte : Elaborada pelo autor

As ações apresentadas na Tabela 3 podem ser trabalhadas em conjunto, porém a redução alcançada não será necessariamente o somatório de cada ação eco-eficiente proposta, senão o nível de redução obtida poderá ser superior a 100%, o que seria incoerente.

Quinta Etapa: Reduções Alcançadas

Na quinta etapa foi calculado a redução no consumo de óleo diesel, emissão de CO₂ e custo com combustível após a implementação de cada ação eco-eficiente proposta para o transporte terceirizado, como mostra a Tabela 5.

Tabela 4: Reduções Alcançadas

AÇÕES	REDUÇÕES		
	Óleo Diesel (litros)	CO ₂ (kg)	Custo (R\$)
Treinamento	318.104,35	873.450,92	629.528,51
Monitoramento	146.817,39	403.131,20	290.551,61
Manutenção dos veículos	595.099,83	1.634.025,11	1.172.702,56
Projeto Economizar	863.775,65	2.371.755,19	1.709.412,01
Projeto Transportar	367.043,48	1.007.827,99	726.379,05
Peso do veículo	195.756,52	537.508,26	387.402,15
Aerodinâmica	418.429,57	1.148.923,90	820.072,12
Caminhões híbridos	489.391,30	2.015.655,90	968.505,38
Motores eletrônicos	244.695,60	2.015.655,90	484.252,59

Fonte: Elaborado pelo autor

Os valores apresentados na Tabela 4 foram encontrados através da multiplicação do consumo total de óleo diesel, emissão de CO₂ e custo pelas porcentagens presentes na Tabela 3.

Sexta Etapa: Aplicação do Método AHP

Na última etapa do estudo será aplicado o método AHP por meio do software Right Choice DSS (versão Trial) para identificar as melhores ações eco-eficientes (alternativas) em relação aos critérios redução de óleo diesel, redução de emissão de CO₂, redução de custo e investimento.

A primeira fase do método é a estruturação hierárquica, que tem como objetivo a definição do objetivo global e a decomposição do problema em vários níveis. Esta estrutura é apresentada na Figura 3.

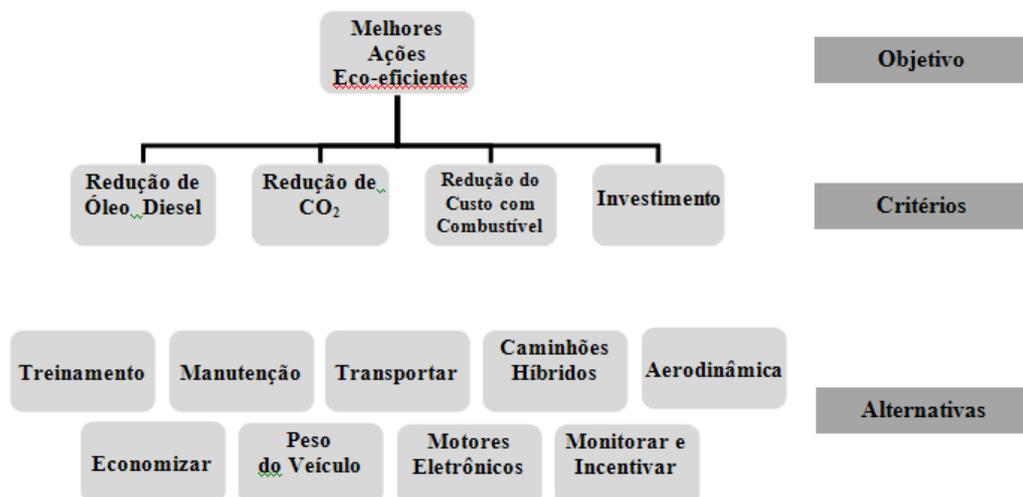


Figura 3: Estruturação Hierárquica

Fonte: Elaborada pelo Autor

Após a elaboração da estrutura hierárquica, inseriu-se os dados presentes na Tabela 4 no software Right Choice DSS para determinar a importância relativa de cada alternativa com relação a cada critério. A seguir são apresentados os valores obtidos.

Tabela 5: Critério Consumo de Óleo Diesel

ALTERNATIVAS	Óleo Diesel (litros)	Peso
Treinamento	318.104,35	0,0874
Monitoramento	146.817,39	0,0403
Manutenção	595.099,83	0,1635
Economizar	863.775,65	0,2374
Transportar	367.043,48	0,1009
Peso	195.756,52	0,0538
Aerodinâmica	418.429,57	0,1150
Caminhões híbridos	489.391,30	0,1345
Motores eletrônicos	244.695,60	0,0672
SOMA	3.639.113,69	

Tabela 6: Critério Emissão de CO₂

ALTERNATIVAS	CO ₂ (kg)	Peso
Treinamento	873.450,92	0,0727
Monitoramento	403.131,20	0,0336
Manutenção	1.634.025,11	0,1361
Economizar	2.371.755,19	0,1975
Transportar	1.007.827,99	0,0839
Peso	537.508,26	0,0448
Aerodinâmica	1.148.923,90	0,0957
Caminhões híbridos	2.015.655,90	0,1679
Motores eletrônicos	2.015.655,90	0,1679
SOMA	12.007.934,37	

Tabela 7: Critério Custo

ALTERNATIVAS	Custo (R\$)	Peso
Treinamento	629.528,51	0,0874
Monitoramento	290.551,61	0,0403
Manutenção	1.172.702,56	0,1635
Economizar	1.709.412,01	0,2374
Transportar	726.379,05	0,1009
Peso	387.402,15	0,0538
Aerodinâmica	820.072,12	0,1150
Caminhões híbridos	968.505,38	0,1345
Motores eletrônicos	484.252,59	0,0672
SOMA	6.368.733,86	

O peso calculado em cada tabela é resultado da normalização dos dados, onde cada elemento foi dividido pelo somatório dos valores da respectiva coluna.

Já no critério investimento foi realizada a comparação paritária dos elementos com auxílio da escala de julgamento criada por Saaty. Nessa fase, um especialista do setor de transporte e energia foi responsável pelos julgamentos, devido sua experiência e conhecimento técnico do assunto. A Tabela 8 apresenta os resultados obtidos com o preenchimento da matriz.

Tabela 8: Critério Investimento

ALTERNATIVAS	Peso
Treinamento	0,1912
Monitoramento	0,0774
Manutenção	0,1106
Economizar	0,2170
Transportar	0,1819
Peso	0,0427
Aerodinâmica	0,1143
Caminhões híbridos	0,0246
Motores eletrônicos	0,0403

No cálculo da importância do critério investimento em cada alternativa realizou-se a harmonização da média geométrica dos componentes de cada linha, pois quanto maior o investimento realizado pior será a alternativa. Após o cálculo dos pesos de todos os critérios é criada a Matriz A.

Tabela 9: Matriz A

ALTERNATIVAS	Óleo Diesel	CO ₂	Custo	Investimento
Treinamento	0,0874	0,0727	0,0874	0,1912
Monitoramento	0,0403	0,0336	0,0403	0,0774
Manutenção	0,1635	0,1361	0,1635	0,1106
Economizar	0,2374	0,1975	0,2374	0,2170
Transportar	0,1009	0,0839	0,1009	0,1819
Peso	0,0538	0,0448	0,0538	0,0427
Aerodinâmica	0,1150	0,0957	0,1150	0,1143
Caminhões híbridos	0,1345	0,1679	0,1345	0,0246
Motores eletrônicos	0,0672	0,1679	0,0672	0,0403

Após o cálculo do peso dos critérios em relação as alternativas, como foi apresentado na Tabela 9, foi realizado o preenchimento da matriz de julgamentos comparando-se os critérios entre si, a fim de determinar a importância de cada critério. A matriz com estes resultados é apresentado a seguir.

Tabela 10: Matriz B

CRITÉRIO	Peso
Redução de Óleo Diesel	0,1669
Redução de CO ₂	0,0681
Redução de Custo	0,2800
Investimento	0,4849

Na ultima fase do método AHP realizou-se a multiplicação dos elementos da matriz de prioridades relativas das alternativas (Matriz A) pelas prioridades relativas dos critérios (Matriz B), gerando o vetor de decisão (equação 4).

$$\text{Vetor de Decisão}_{9 \times 1} = \text{Matriz A}_{9 \times 4} \times \text{Matriz B}_{4 \times 1} \quad (4)$$

O resultado (vetor de decisão) da aplicação do método AHP no software Right Choice DSS é apresentado no Gráfico 2.

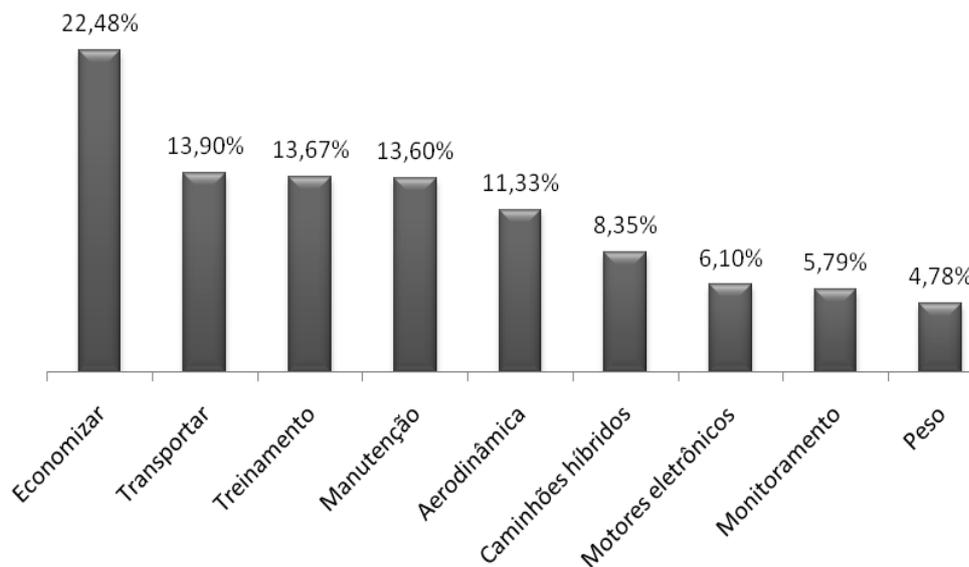


Gráfico 2: Resultado da AHP
Fonte: Elaborado pelo Autor

Portanto, de acordo com o resultado, verifica-se que as melhores alternativas eco-eficientes levando em consideração os dados do estudo e as experiências do especialista são as ligadas a gestão, como o Projeto Economizar (22,48%), Projeto Transportar (13,90%), Treinamento (13,67%) e Manutenção (13,60%).

Além disso, é importante ressaltar que o posicionamento das alternativas baseadas na mudança de tecnologia obtiveram baixos valores devido ao peso do critério investimento (0,4849), pois essas ações necessitam de maiores recursos para sua implementação, o que muitas vezes torna-se inviável para a empresa e seus transportadores.

5. CONCLUSÃO

A questão ambiental vem adquirindo cada vez mais relevância à medida que os danos à humanidade tornam-se progressivamente mais evidentes. É analisando este contexto que este projeto procurou propor alternativas fundamentadas no conceito de eco-eficiência aos transportadores (empresas e autônomos) da empresa CSN.

As alternativas propostas no estudo dividiram-se em duas dimensões: gestão e tecnologia. Através da aplicação do método AHP o estudo identificou que as melhores ações eco-eficientes estão inseridas na dimensão gestão, levando em consideração os critérios adotados. Este resultado pode ser explicado pelo alto investimento necessário para as alternativas tecnológicas, ou seja, quanto maior o investimento, pior é a alternativa para a empresa.

Através do estudo, concluiu-se também que as práticas adotadas reduzem o consumo de combustível, emissão de CO₂ e o custo relacionados ao consumo de energia, permitindo assim aos transportadores tornarem-se mais competitivos e mais bem preparados.

Além dos ganhos ambientais e financeiros, as ações adotadas possibilitarão outras vantagens, como o melhoramento dos veículos através monitoramento, qualificação profissional por meio de treinamento, redução dos veículos quebrados através da manutenção, etc.

A imagem da empresa contratante e dos transportadores também será afetada pelas ações, pois a sociedade e *stakeholders* passarão a olhar com outros olhos as empresas que praticam ações eco-eficientes. Este fortalecimento da imagem pode motivar o aumento das vendas, visualização internacional da organização e a entrada em novos mercados.

Portanto os resultados obtidos são superiores aos objetivos iniciais do projeto de redução do consumo de energia, emissão de CO₂ e custos, desta forma, a aplicação do conceito de eco-eficiência no transporte resultou em ganhos efetivos para a empresa contratante (CSN), transportadores (empresas e autônomos), sociedade e meio ambiente.

REFERÊNCIAS

- AMBIENTE BRASIL**, Disponível em: <http://www.ambientebrasil.com.br/>, Acessado em: 06/01/2009
- ANP**, Disponível em: www.anp.gov.br/, Acessado em: 12/11/2008
- ANTT**, Disponível em: <http://www.antt.gov.br> , acessado em: 30/05/2008
- ANUÁRIO DO TRANSPORTE DE CARGA**, Editora OTM, Volume 3, 2007
- ANUT**, Disponível em: www.anut.org.br, acessado em: 17/09/2008
- BCSD PORTUGAL**, Disponível em: <http://www.bcsdportugal.org/>. Acessado em:16/04/08
- BUARQUE, R. C. S.; MIRANDA, L. C.** Medição de Desempenho em Empresas de Transporte Rodoviário de Cargas: uma Investigação em Recife/PE, 2003, Disponível em: eco.unne.edu.ar/contabilidad/costos/VIIIcongreso/281.doc, Acessado em: 15/08/2008
- CARVALHO, K. L., BARBOZA, M. F. P. B., GONÇALVES, M. A.** Terceirização e estratégia competitiva: perspectivas para a logística no Brasil, ENEGEP, 2006
- CONPET**, Disponível em: www.conpet.gov.br, acessado em: 10/08/2008
- D'AGOSTO, M.; RIBEIRO, S. K.** Eco-efficiency management program (EEMP) - a model for road fleet operation. Transportation Research Part D: Transport and Environment, Volume 9, 6ª Edição, 2004, Páginas 497-511
- D'AGOSTO, M. A.; RIBEIRO, S. K.** Sistema de gestão da ecoeficiência energética: modelo para frotas de transporte rodoviário, COPPE/UFRJ, 2002, Disponível em: <http://www.cr4.com.br/Publica%C3%A7%C3%B5es/10.pdf>, acessado em: 09/08/2008
- Disponível em: http://www.guiasoftbus.com.br/index.php?option=com_content&task=view&id=1497&Itemid=36, acessado em: 10/08/2008
- GHG PROTOCOL - MÓBILE GUIDE**, Disponível em: www.ghgprotocol.org, Acessado em: 12/06/2008
- KOBAYASHI, S.; RIBEIRO S. K.** Transport and its infrastructure, 2007
- LUCENA, L. F. L.** A análise multicriterial na avaliação de impactos ambientais. Disponível em www.nepam.unicamp.br/ecoeco/artigos/encontros/downloads/mesa3/7.pdf, Acessado em: 20/06/2010.
- MARINS, C. S. , SOUZA, D. O. , BARROS, M. S. ,** O uso do método de análise hierárquica (AHP) na tomada de decisões gerenciais – um estudo de caso, XLI SBPO, 2009.
- MARTINS, D. J. M.** Biodiesel, a alternativa energética brasileira para o setor de transportes público e de cargas, COPPE/UFRJ, 2006, Disponível em: <http://www.compostagem.com.br/textos/Biodiesel-Deraldo.pdf>, acessado em: 17/09/2008
- MERCEDEZ BENZ**, Disponível em: <http://www.mercedes-benz.com.br/interna.aspx? categoria=45>, acessado em: 17/9/2008
- MOISA, R. E.**, Avaliação qualitativa de passivos ambientais em postos de serviço através do método de análise hierárquica de processo, Universidade Federal do Paraná, 2005.
- REVISTA O CARRETEIRO**, Disponível em: <http://www.revistaocarreteiro.com.br/mo- dules/revista.php?recid=318>, acessado em: 17/9/2008
- REVISTA QUATRO RODAS**, Disponível em: <http://quatorrodas.abril.com.br>, acessado em: 10/08/2008
- WANKE, P.** *Impactos da Sofisticação Logística de Empresas Industriais nas Motivações para Terceirização*. Revista Gestão & Produção, 2004