



A emissão de gases poluentes no transporte rodoviário de cargas brasileiro

The emission of polluting gases in Brazilian road freight transport

Rodrigo Duarte SOLIANI [1](#); Ana Rita Tiradentes Terra ARGOUD [2](#)

Recibido: 11/06/2018 • Aprobado: 26/07/2018 • Publicado 29/11/2018

Conteúdo

[1. Introdução](#)

[2. Referencial teórico](#)

[3. Resultados](#)

[4. Conclusões](#)

[Referências bibliográficas](#)

RESUMO:

No Brasil, a maior parte do transporte de cargas é feito por caminhões. Este modal torna-se uma fonte poluidora por emitir gases de efeito estufa em virtude da queima do óleo diesel utilizado. O objetivo deste artigo é compreender como conceitos de sustentabilidade podem ser aplicados para influenciar a redução da emissão de gases poluentes. Utilizou-se da metodologia de pesquisa qualitativa e bibliográfica. Os resultados identificam boas práticas que podem contribuir para a minimização dos impactos ambientais provocados.

Palavras chave: Logística. Gases poluentes. Sustentabilidade. Transporte rodoviário de cargas.

ABSTRACT:

In Brazil, most cargo transportation is done by trucks. This modal becomes a pollution source to emit greenhouse gases due to the burning of diesel fuel used. The purpose of this article is to understand how sustainability concepts can be applied to influence the reduction of greenhouse gas emissions. Qualitative and bibliographical research methodology was used. The results identify good practices that can contribute to the minimization of the environmental impacts caused.

Keywords: Logistics. Polluting gases. Sustainability. Road cargo transportation.

1. Introdução

O setor de transporte tem relação direta com o progresso e desenvolvimento de um país ou região, pois proporciona acessibilidade e mobilidade às pessoas e realiza a movimentação de mercadorias para as mais diversas necessidades. Destaca-se a importância do fluxo de produtos para a evolução da economia nacional em diversas áreas (COLAVITE; KONISHI, 2015).

A competitividade de um país é refletida por sua capacidade produtiva e infraestrutura em transporte em atender às demandas para escoar sua produção. Conhecer as características dos modais de transporte é um requisito básico para a gestão eficaz da movimentação de cargas, com a finalidade de assegurar que os produtos sejam transportados e cheguem ao

destino no prazo certo, na qualidade desejada e com custos competitivos (COLAVITE; KONISHI, 2015).

No Brasil, a infraestrutura para o transporte rodoviário de cargas não tem acompanhado de modo satisfatório e compatível o desenvolvimento da economia. Nas últimas décadas, a produção agroindustrial brasileira passou por um processo de interiorização, ou seja, os limites territoriais do agronegócio foram ampliados para as regiões Centro-Oeste e Norte, enquanto a indústria de base e de bens de consumo expandiu na região Nordeste. Esse cenário refletiu em aumento significativo da distância média percorrida por cargas no Brasil através do modal rodoviário (SOUZA; LEAL, 2015).

O Ministério dos Transportes (MT), mediante trabalho realizado pela Secretaria de Política Nacional de Transportes, instituiu o Plano Nacional de Logística e Transportes (PNLT), que objetivou a reativação do plano estratégico do setor de transportes (LEAL JUNIOR et al., 2015). Segundo o PNLT, em seu relatório final da terceira revisão, o transporte rodoviário de cargas no Brasil representa mais de 50% do total de movimentação efetuada pela matriz de transportes brasileira. Este fato revela que a economia brasileira possui forte dependência desse modal de transporte, o que é inapropriado em função das dimensões continentais do país (CNT, 2017a).

A configuração da matriz rodoviária de transportes é explicada pelos investimentos históricos dos governos, que têm direcionado a maior parte dos recursos para este modal (LEAL JUNIOR et al., 2015). Apesar desse tipo de transporte ser o mais usado, o relatório do Balanço Energético Nacional (BEN) relativo ao ano de 2016, elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), ligada do Ministério das Minas e Energia (MME), ressalta que o modal por estradas representa 93,7% do consumo final de energia do setor de transportes, o que tem influência direta no volume de dióxido de carbono (CO₂) emitido. Essa análise mostra que a matriz brasileira de transporte de cargas não é eficiente também sob a perspectiva ambiental (MME, 2017).

A dinâmica das atividades do transporte rodoviário de cargas no Brasil, considerando a logística envolvida, os volumes movimentados e as distâncias percorridas, contribui para o progresso do país, no entanto, evidencia a emissão de gases do efeito estufa (GEE) derivados das ações antrópicas. Portanto, o transporte rodoviário de carga é responsável por uma parte significativa da emissão de gases poluentes no país. Assim, propõe-se o questionamento: como a aplicação dos conceitos de sustentabilidade podem contribuir para a redução da emissão de gases poluentes proveniente das operações empreendidas pelo transporte rodoviário de cargas no país?

Dessa forma, o objetivo deste artigo é compreender como os conceitos de sustentabilidade podem ser aplicados no transporte rodoviário de cargas e promover o debate sobre as ações voltadas para a redução da emissão de gases poluentes no setor. Como objetivos específicos, têm-se os seguintes: descrever o panorama do setor de transporte rodoviário de cargas brasileiro; abordar a emissão de gases poluentes pelo modal rodoviário de transporte de cargas; destacar pontos da legislação ambiental nacional que podem ter relação com o controle de emissão de gases poluentes; e argumentar sobre a percepção de sustentabilidade no transporte rodoviário de cargas.

Para atingir os objetivos delineados, aplicou-se a metodologia de pesquisa enfatizada por Prodanov e Freitas (2013), caracterizada como básica, explicativa e bibliográfica. A investigação das publicações consistiu na consulta em artigos científicos disponíveis nas bases de dados das bibliotecas eletrônicas SPELL e SciELO. Os temas sustentabilidade, transporte rodoviário de cargas e emissão de gases poluentes foram priorizados na pesquisa, com preferência aos materiais publicados a partir de 2010.

2. Referencial teórico

O transporte rodoviário de cargas no Brasil é significativo no setor logístico e econômico, constituindo-se como peça fundamental na interação econômica entre os pontos de produção e o mercado consumidor. Diante das circunstâncias do país quanto à movimentação de mercadorias, o transporte rodoviário, com base no Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), é o modal mais participativo, respondendo pela movimentação de mais de 60% das cargas do país (CNT, 2017a).

Existem diversos fatores que despertam a preferência pelo modal rodoviário em relação aos

outros: os veículos têm maior flexibilidade e facilidade em chegar aos locais das operações de carga e descarga; possuem capacidade de transporte de mercadorias porta-a-porta; o trâmite da documentação é simples; e há maior agilidade na entrega dos produtos. No entanto, o fluxo de caminhões pelas estradas e cidades, adicionadas as demandas de operações de embarque e desembarque de mercadorias, provocam impactos ambientais tanto nos centros urbanos como nas rodovias (RAMOS; CARDOSO; CRUZ, 2014).

O grande número de caminhões em circulação contribui com os problemas relacionados ao tráfego, congestionamentos em horários de picos, aumento na emissão de gases poluentes, além dos ruídos gerados pelas buzinas e motores desses veículos. A questão da liberação de gases poluidores configura como um importante impacto ambiental e requer atenção para seu controle, visando sua diminuição e até a eliminação. Para tanto, leis estão em vigor procurando disciplinar as emissões de gases, com o propósito de proteger o meio ambiente. Por este aspecto, alguns pontos devem ser observados pelas operações de transporte para atender à legislação, como: reduzir a emissão de poluentes, diminuir o uso de recursos naturais, aperfeiçoar a performance das atividades, minimizar custos operacionais, otimizar processos e melhorar a qualidade de vida dos motoristas. São, portanto, ações que contribuem para que o transporte se torne sustentável (RAMOS; CARDOSO; CRUZ, 2014).

O conceito de sustentabilidade está amparado em três dimensões, econômica, social e ambiental (ELKINGTON, 1994) e cada uma ordena os caminhos das atividades. Portanto, trata-se de interação entre sociedade e meio ambiente, assim como sobre as próprias implementadas.

2.1. Panorama do transporte rodoviário de cargas no Brasil

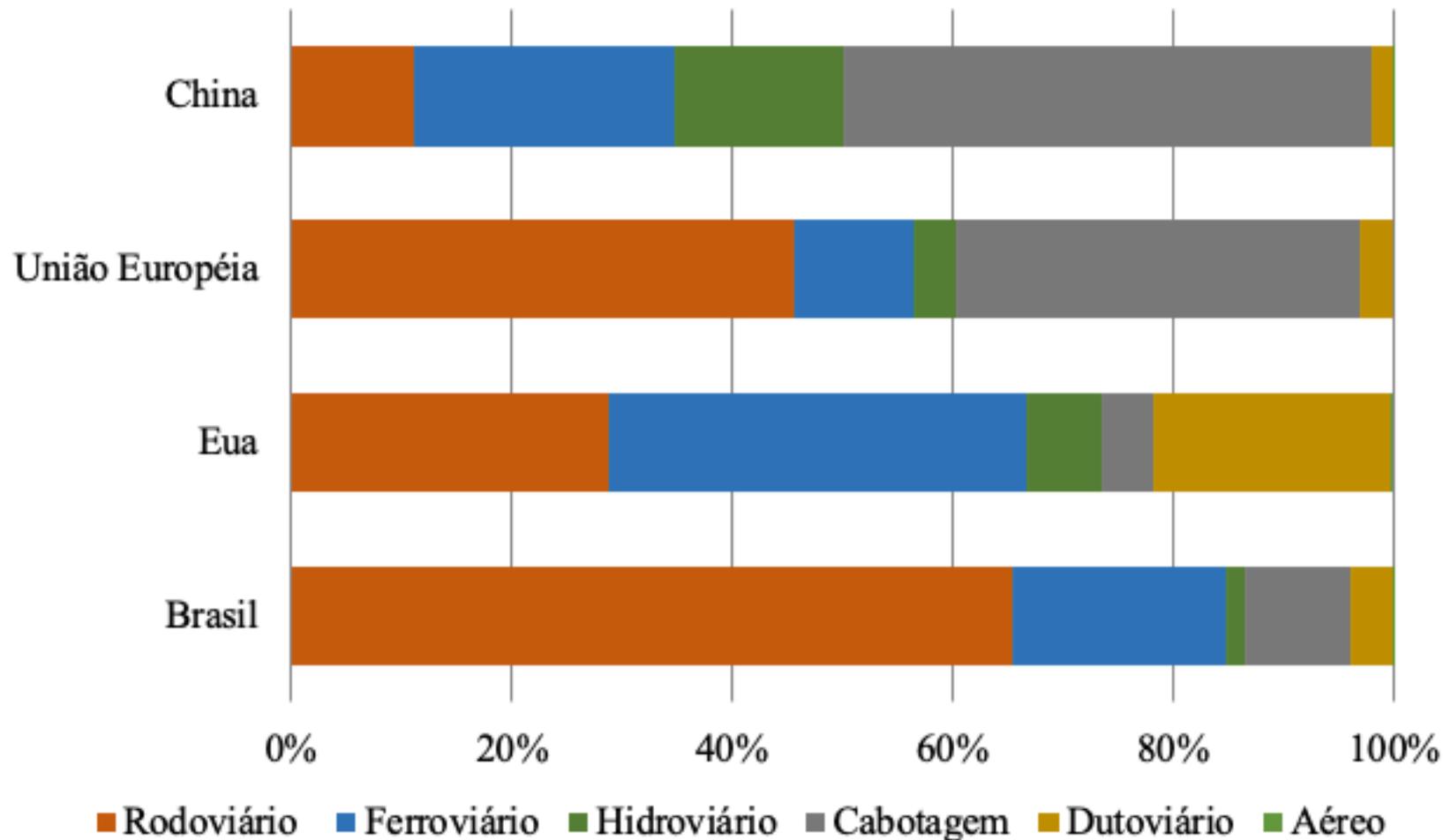
A Confederação Nacional de Transporte (CNT), em seu boletim mensal do mês de outubro de 2017, apresentou um retrato da frota nacional de veículos, identificando que o país possui um total de 2.684.041 unidades de caminhões. Esta quantidade de equipamentos tem à disposição uma malha rodoviária com 1.735.606 quilômetros de extensão, distribuídos por todo território nacional, entre estradas pavimentadas e não pavimentadas. Registra-se também que no período de 12 meses anterior à publicação do boletim, foram movimentadas 485.625 milhões de toneladas por quilômetro útil (TKU). TKU é uma unidade física que mede esforço. Pode ser entendida como as toneladas úteis (apenas o peso da carga, sem considerar a tara dos equipamentos empregados) transportadas por quilômetro. O cálculo é efetuado multiplicando-se a tonelagem transportada pela distância em quilômetros. (CNT, 2017a).

A frota de caminhões está distribuída em 59,6% nas empresas, com idade média de 9,2 anos; 39,4% com os autônomos, com média de 16,5 anos; e 1% está nas cooperativas, com tempo de uso médio igual a 12,3 anos. De forma geral, a idade média da frota de caminhões atuando no Brasil é de 12,7 anos, conforme informações da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT). Trata-se de uma idade avançada, que reflete diretamente na produtividade, bem como na emissão de poluentes (ANTT, 2018).

Souza e Markoski (2013) afirmam que o Brasil, em comparação com países desenvolvidos ou até mesmo em desenvolvimento, faz uso de alternativas de integração multimodal incipientes, como é caso do modal ferroviário. A Figura 1 mostra nítidas diferenças entre a matriz modal de transporte brasileira e a divisão modal da China, União Europeia e Estados Unidos, com base em 2010, o que evidencia a alta dependência brasileira quanto à utilização do modal rodoviário.

Figura 1

Matriz de transporte do Brasil, China, EUA e União Europeia em 2010



Fonte: Adaptado de Fleury (2011, p. 5-6)

Ainda nesse sentido, Fleury (2011) destaca que os recursos públicos brasileiros estão aquém dos necessários para que os devidos investimentos em alternativas de modais no Brasil sejam efetivados. Segundo o autor, a saída para tal cenário é manter o foco em parcerias público-privadas, o que viabiliza o investimento em ativos relacionados ao transporte intermodal.

No entendimento de Castro (2015), o Brasil, comparado a outras economias emergentes, como é o caso da Índia, China, Rússia e África do Sul, é o país que investe a menor parcela do seu Produto Interno Bruto (PIB) em infraestrutura ligada à logística. Para o autor, o país poderia seguir o modelo utilizado pelo seu parceiro sul-americano, o Chile, que adequou seu marco regulatório e aumentou consideravelmente o investimento público em infraestrutura de transporte. Ainda segundo o autor, o Brasil deveria seguir em parte este modelo em virtude de potenciais retornos sobre o capital investido em alguns trechos ferroviários nacionais, como é o caso das regiões produtoras agrícolas brasileiras, ou seja, o autor sugere que o país deveria investir em melhorias na infraestrutura ferroviária que atende esse setor, pois, de acordo com seu histórico de produção e movimentação, haveria um retorno sobre o investimento em curto prazo.

Fleury (2011) ainda ressalta que não somente o aumento em investimento é necessário para que se possa equilibrar a matriz brasileira de transporte, mas também é preciso focar em um ambiente de gestão eficiente.

No entanto, mesmo o transporte rodoviário de cargas sendo o principal modal existente no Brasil, ele apresenta vantagens e desvantagens em relação aos outros sistemas de transportes. As suas principais características, elencadas pelo Banco de Informações e Mapas de Transportes (BIT), setor pertencente à Secretaria de Política Nacional de Transportes (TRANSPORTES, 2016), são:

- Possui a maior representatividade entre os modais existentes;
- Adequado para curtas e médias distâncias;
- Baixo custo inicial de implantação;
- Alto custo de manutenção;
- Elevado grau de poluição ao meio ambiente (emissão de CO₂);
- Falta de segurança no transporte (roubo de carga);
- Serviço de entrega porta a porta;
- Maior flexibilidade (grande extensão da malha rodoviária);

- Transporte com velocidade moderada;
- Custo alto para grandes distâncias;
- Tempo de entrega confiável;
- Baixa capacidade de carga (limitação de volume e peso); e
- Integra todos os estados brasileiros.

O transporte rodoviário é um modal de complementação por excelência em várias situações de transposição de mercadorias, visto que, pelo uso de caminhões, vários carregamentos saem do local de produção e vão diretamente até os terminais ferroviários, aeroportos ou portos (RAMOS; CARDOSO; CRUZ, 2014). No Brasil, o transporte rodoviário de cargas possui uma grande diversidade de equipamentos. Isso se deve em função dos longos percursos a serem percorridos no país, as diferentes necessidades operacionais das fontes produtoras e a diversidade de produtos que precisam ser movimentados ao destino planejado.

As transportadoras de cargas, atuando dentro de uma estratégia de competitividade, obtiveram destaque em suas funções no cenário econômico e passaram a incorporar novas tecnologias como alternativa para estabelecer um diferencial perante os concorrentes, e com isso melhorar a performance operacional para atender as necessidades dos clientes. As técnicas inovadoras constituem-se em fator endógeno ao sistema capitalista e globalizado, em que as normas de consumo, as ações de marketing, a comercialização e a relação com os clientes são determinadas com fundamentos nas sinalizações do mercado consumidor.

A capacidade de uma organização evoluir em um ambiente de forte concorrência está em função de sua habilidade em gerar algo diferente da concorrência aos olhos do consumidor. Essa distinção corresponde, acima de tudo, à performance e à adoção de novas tecnologias para suprir as demandas do cliente, seja para desenvolver outros produtos ou para obter processos mais eficientes e eficazes. Nessa situação, são colocadas em prática as inovações de caráter sustentável, determinantes para o meio ambiente e, também, conduzem ao aperfeiçoamento dos recursos utilizados no processo (BURG et al., 2014).

O fluxo de cargas no Brasil concentra-se de forma majoritária no modal rodoviário, que se revela altamente competitivo para as pequenas e médias distâncias, no entanto, é pouco indicado ao transporte de grandes quantidades de cargas por longas distâncias. No Brasil, ele é utilizado em ampla escala, por contar com uma extensa malha, oferecendo flexibilidade operacional; possui capacidade operacional porta-a-porta e é identificado como única alternativa de modal disponível para chegar a certas regiões do país. (FERREIRA FILHO et al., 2016).

Assim, o transporte rodoviário de cargas é representativo no cenário econômico do Brasil. Tem participação relevante nas operações de movimentação de produtos desde sua origem até a entrega ao consumidor final. Gera empregos, e, historicamente, tem contribuído para o desenvolvimento do país.

2.2. Emissão de gases poluentes no transporte rodoviário de cargas no Brasil

A infraestrutura logística do país é um tema recorrente em todos os estudos sobre o agronegócio brasileiro. Uma pesquisa divulgada pela Câmara Americana de Comércio (Amcham), informa que ela é o principal gargalo para o desenvolvimento do setor. A pesquisa consultou executivos de 84 empresas americanas associadas à entidade, onde foi identificado que a infraestrutura logística do país é defasada, o que reduz a competitividade para as empresas agrícolas. Dentre os entrevistados, 56% entendem que esses gargalos podem comprometer a intenção do país de se tornar líder global no fornecimento de alimentos. Em contrapartida, 68% dos entrevistados acreditam que o uso de tecnologia deve manter a capacidade de produção do país (MENDES, 2012).

Não apenas o agronegócio, mas outros setores produtivos necessitam das melhorias na infraestrutura para favorecer o escoamento da sua produção e movimentação de mercadorias. No entanto, esse processo depara-se com obstáculos de variadas dimensões: ambiental, política, econômica, geográfica, sociais, etc. (FERREIRA FILHO et al., 2016).

A CNT (2017a) revela que a infraestrutura brasileira para o transporte é considerada imprópria

ao ser confrontada com as práticas e estratégias adotadas por outros países em desenvolvimento, que possuem medidas geográficas similares. Isso ocorre, visto que diante das grandes extensões territoriais do Brasil, o direcionamento dos transportes para o modal rodoviário causa perda de eficiência, uma vez que a utilização deste tipo de modal não é o mais indicado para a movimentação de produtos de baixo valor agregado e percursos longos. Dessa forma, pela percepção econômica, a ineficiência logística do segmento de transporte brasileiro diminui o potencial competitivo do país, tanto no âmbito nacional quanto internacional. Além dos quesitos competitividade e infraestrutura, existe o impacto ambiental causado pelo desequilíbrio da matriz de transportes. O Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários, estudo realizado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) e parceiros, indica que o modal rodoviário responde por 90% das emissões de gases poluentes e de CO₂ (CORRÊA, 2017).

O PNLT descreve que o transporte de cargas no Brasil está em sua grande parte atribuído ao modal rodoviário, que demonstra baixo nível de eficiência energética (MME, 2017). Adicionado a este fator, segundo a pesquisa CNT de Rodovias (CNT, 2017b), 57,3% das rodovias avaliadas apresentam algum tipo de deficiência em relação à pavimentação, sinalização ou geometria da via. Conforme apresentado na Tabela 1, a qualidade do estado geral das rodovias obteve classificação regular, ruim ou péssima de 61,8%. Aliado a isso, tem o agravamento de que a frota em atividade tem elevada idade média, cenário este que constitui condições favoráveis para a emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) e poluentes atmosféricos, causando significativo impacto ambiental (CNT, 2017b).

Tabela 1
Classificação do estado geral das rodovias

Estado Geral	Extensão Total		
	km	%	%
Ótimo	9.442	8,9	38,2
Bom	31.040	29,3	
Regular	35.590	33,6	61,8
Ruim	21.217	20,1	
Péssimo	8.525	8,1	
Total	105.814	100	

Fonte: Adaptado de CNT (2017b)

A evolução da consciência do potencial de prejuízo ao meio ambiente vem crescendo pelo reconhecimento dos efeitos provocados pelo dióxido de carbono ou gás carbônico (CO₂), o óxido nitroso (N₂O), o metano (CH₄) e o ozônio (O₃), que são os principais GEE na atmosfera. A principal implicação resultante da ação dos GEE é a intensificação do efeito estufa, causado pela elevação da concentração desses gases na atmosfera terrestre (CHRISTOPHER, 2012).

A poluição do ar atmosférico é a que mais acarreta danos à sociedade, afetando a saúde das pessoas, os ecossistemas e o clima. Poluente atmosférico é a designação para qualquer substância presente no ar que o torna impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, ou seja, inconveniente ao bem-estar público, danoso às matérias, à fauna e à flora ou, ainda, lesiva à segurança, à utilização da propriedade e atividades normais da comunidade (DRUMM et al., 2014).

A emissão de poluentes, em sua maioria, provém da queima de combustíveis, considerando a

tecnologia utilizada no processo. O combustível usado reflete o principal elemento a configurar a natureza e a intensidade dos poluentes. No caso do transporte rodoviário de cargas, o óleo diesel é o combustível mais usado (VISCONDI; SILVA; CUNHA, 2016).

O óleo diesel é um produto derivado do processamento do petróleo, em maior quantidade e, também, considerado de elevado índice emissor de particulado e gases poluentes para a atmosfera. Estão presentes em sua estrutura básica os hidrocarbonetos e, em pequenos níveis de concentrações, nitrogênio, oxigênio e enxofre. Trata-se de um tipo de combustível utilizado em grande escala nos motores de ciclo a diesel ou motores de ignição por compressão, característicos dos caminhões que integram a frota de veículos atuante no modal rodoviário de transporte de cargas (FERNANDES et al., 2016).

O processo de combustão do óleo diesel nos caminhões considerado ideal, responde em produção de calor, água, gás nitrogênio e dióxido de carbono. Ainda que o dióxido de carbono não represente agressividade aos seres vivos, pelo seu baixo grau de toxicidade, e não ofereça riscos aos materiais, requer atenção pela sua significativa contribuição para o efeito estufa e alterações climáticas (BARROS, 2007).

Na dinâmica do desenvolvimento de uma sociedade está presente o transporte de cargas, executado, dentre as formas existentes, pelo modal rodoviário, que faz uso do óleo diesel como combustível. No entanto, mediante os efeitos que resultam de sua utilização em termos poluidores, torna-se necessário a busca por alternativas menos prejudiciais à atmosfera. Dessa forma, é importante o uso de tecnologias inovadoras para redução da emissão de gases poluentes, adequando a operação às normas previstas na legislação ambiental, contribuindo assim para a preservação do meio ambiente.

2.3. Legislação Ambiental Brasileira – Controle de Emissão de Gases

O conjunto de leis e normas é validado pelas consolidações dos órgãos oficiais incumbidos de estabelecer os limites para as emissões de gases emitidos pelos caminhões, bem como normatizar e controlar o setor. De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (MMA), os órgãos envolvidos são os seguintes: o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que é o órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente, regulamentado pelo Decreto 99.274/90; o Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), que coordena o Sistema Nacional de Trânsito (SNT), órgão máximo normativo e consultivo, que tem por objetivo estabelecer as normas regulamentares do Código de Trânsito Brasileiro (CTB) e as diretrizes da Política Nacional de Trânsito (PNT); e o Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE), que dá os encaminhamentos com a finalidade de controlar a emissão de poluentes (MMA, 2013).

O PROCONVE foi criado pela Resolução Conama 18/1986 e conta com a participação dos ministérios: do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente; das Minas e Energia; do Trabalho; da Indústria e do Comércio; da Ciência e Tecnologia; e da Justiça. Também conta com o Conselho Nacional do Petróleo; os Órgãos Estaduais e Municipais de Controle da Poluição Ambiental; as Associações legalmente constituídas para defesa dos recursos ambientais; as Associações representativas dos fabricantes de motores; veículos automotores, equipamentos de controle de emissão e autopeças, bem como outros órgãos e entidades afetos ao programa (CONAMA, 2012). Toda esta estrutura apresenta grande diversidade de concepções e interesses, porém com o propósito de estabelecer de forma dinâmica os seguintes objetivos:

- Reduzir os níveis de emissão de poluentes por veículos automotores visando o atendimento aos Padrões de Qualidade do Ar, especialmente nos centros urbanos;
- Promover o desenvolvimento tecnológico nacional, tanto na engenharia automobilística, como também em métodos e equipamentos para ensaios e medições da emissão de poluentes;
- Criar programas de inspeção e manutenção para veículos automotores em uso;
- Promover a conscientização da população com relação à questão da poluição do ar por veículos automotores;
- Estabelecer condições de avaliação dos resultados alcançados;
- Promover a melhoria das características técnicas dos combustíveis líquidos, postos à

disposição da frota nacional de veículos automotores, visando a redução de emissões poluidoras à atmosfera.

A atuação do PROCONVE tem repercutido em queda nas emissões de poluentes, mesmo com o crescimento da frota de veículo em atividade no Brasil. Antes da implantação do programa, não havia qualquer restrição quanto às emissões de gases poluidores dos veículos, no entanto, o trabalho empreendido tem seu funcionamento por fases que são instituídas por resoluções do CONAMA, que determinam os limites de emissão de poluentes pelos veículos fabricados no país ou importados. Os modelos para comercialização devem passar por um ensaio de emissão realizado em laboratórios credenciados pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), que procura observar os limites estabelecidos nas resoluções vigentes, liberando ou não os veículos para comercialização. O PROCONVE tem sua evolução estruturada por fases, sendo que a cada nova fase se restringe mais a quantidade de poluentes que podem ser emitidos, dessa forma, os veículos novos sempre vão emitir menos poluentes que os produzidos na fase anterior. Com isso, com a renovação da frota de veículos, a soma dos poluentes emitidos diminuirá ao longo do tempo (MMA, 2013).

Dessa forma, ficou estabelecido, a partir de 1º de janeiro de 2012, por meio da Resolução 403/2008 do CONAMA, os novos limites máximos dos níveis de emissão de gases poluentes para motores do ciclo Diesel, destinados a veículos pesados que atuam no transporte rodoviário de cargas, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2
Limites de emissão (g/kWh)

	Nox	HC	CO	CH4⁽²⁾	MP	NMHC	Opacidade (m-1)	NH3 (ppm) valor médio
Ensaio ESC/ELR	2	0,46	1,5	N.A.	0,02	N.A.	0,5	25
Ensaio ETC ⁽¹⁾	2	N.A.	4	1,1	0,03(3)	0,55	N.A.	25

(1) Motores a gás são ensaiados somente neste ciclo.

(2) Somente motores a gás são submetidos a este limite.

(3) Motores a gás não são submetidos a este limite.

Fonte: Adaptado de CONAMA (2012)

O conjunto de leis e normas é validado pelas consolidações dos órgãos oficiais incumbidos de estabelecer os limites para as emissões de gases emitidos pelos caminhões, bem como normatizar e controlar o setor. De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (MMA), os órgãos envolvidos são os seguintes: o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que é o órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente, regulamentado pelo Decreto 99.274/90; o Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), que coordena o Sistema Nacional de Trânsito (SNT), órgão máximo normativo e consultivo, que tem por objetivo estabelecer as normas regulamentares do Código de Trânsito Brasileiro (CTB) e as diretrizes da Política Nacional de Trânsito (PNT); e o Programa Dessa forma, o controle de emissão de gases nos veículos pesados está respaldado pela legislação ambiental brasileira regulamentada pelos órgãos competentes com o objetivo de redução gradativa das emissões.

3. Resultados

Embora existam diversas concepções e divergências em torno do conceito de sustentabilidade, ele é discutido de forma mais intensa envolvendo o tripé econômico, social e ambiental (ELKINGTON, 1994). Estes são aspectos em que as empresas procuram dedicar atenção para a continuidade do negócio, atendimento à legislação ambiental e expressão da consciência de preservação dos recursos naturais. Em complemento, o comportamento sustentável refere-se

ao empreendimento de práticas que contribuam para a melhoria da qualidade de vida da sociedade e redução dos impactos negativos ao meio ambiente. Dessa forma, uma gestão empresarial sustentável consistente deve ser fundamentada no desenvolvimento social, crescimento econômico e proteção ambiental (SILVA et al., 2016).

O transporte é a atividade logística mais custosa para as organizações, correspondendo a cerca de 54% dos custos logísticos das empresas brasileiras, segundo estudo divulgado pelo Instituto ILOS (2016), além do seu sabido impacto no meio ambiente. Para mitigar esses efeitos negativos, os fabricantes vêm buscando elevar a produtividade dos caminhões, reduzir custos e diminuir o impacto social e ambiental do transporte rodoviário, e para isso diversas tecnologias estão sendo desenvolvidas (MONTEIRO, 2016).

O grau de toxicidade dos gases emitidos depende do tipo de combustível usado, para isso, já existem algumas alternativas de combustíveis menos poluidoras, como o biodiesel. Ressalta-se que o uso de óleo diesel não é apenas insustentável, visto que este recurso é finito, mas também é prejudicial à saúde pública e ao meio ambiente pela emissão de gases e particulados que poluem a atmosfera e o ar, contribui para as alterações climáticas e provocam o efeito estufa (RAMOS; CARDOSO; CRUZ, 2014).

O Brasil, de maneira espontânea, formalizou uma série de ações com direcionamento para a diminuição da emissão de GEE pela implementação do Plano Nacional Sobre Mudança Climática (PNMC), que faz o mapeamento do cenário atual do país e define o planejamento do que deve ser feito para minimizar os impactos ambientais. Com base no PNMC, o Brasil não se comprometeu com objetivos quantificáveis, mas em desenvolver ações de âmbito nacional e políticas para reduzir e adaptar-se às alterações climáticas, proceder à manutenção sustentável de sumidouros e armazenamento de carbono, motivar o intercâmbio tecnológico, científico e acadêmico, dentre outras (LEAL JUNIOR et al., 2015).

A Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento (SEPED), no intuito de proceder às ações espontâneas para a diminuição de emissões até o ano de 2020, tem realizado previsões anuais de emissões de GEE no Brasil, de maneira adequada para favorecer a compreensão por parte dos setores envolvidos e interessados (MCTI, 2016).

Há de ser ressaltado que o Brasil foi pioneiro no que diz respeito ao uso do biodiesel, sendo reconhecido e elogiado em relatório do Banco Mundial, visto que representa uma das inovações tecnológicas mais esperanças sob o ponto de vista da redução da emissão de CO₂. Desta forma, o Brasil é referência para os outros países quando se trata de pesquisa por alternativas de energia, objetivando ser sustentável e redução das emissões de poluentes causadores do efeito estufa (LEAL JUNIOR, 2015).

Bartholomeu, Péra e Caixeta-Filho (2016), ao realizarem um estudo sobre a redução de emissões de CO₂ no transporte rodoviário de cargas, através de medidas que afetem o consumo de combustível, concluíram que as ações que permitem observar as manutenções preventivas e treinamentos de motoristas; gestão de fluxos e movimentação; gestão da capacidade de transporte; renovação da frota; novas tecnologias em veículos e acessórios (redução no peso do veículo, melhoria na aerodinâmica do caminhão, melhoria na eficiência do motor e redução na resistência dos pneus), podem contribuir de modo mais efetivo para a mitigação das emissões de GEE do que o aumento do teor de biodiesel. Isso se deve, em grande parte, à redução da eficiência do caminhão e conseqüente aumento do consumo.

Assim, diferentes caminhos podem ser seguidos no sentido de encontrar alternativas para a redução da emissão de gases poluentes pelo modal de transporte rodoviário de cargas. Ainda conforme Bartholomeu, Péra e Caixeta-Filho (2016), a questão do biodiesel ainda precisa ser mais bem trabalhada por meio de novas tecnologias que possibilitem redução efetiva do consumo de combustível. Caso contrário, o enorme esforço que vem sendo empregado em favor dos benefícios ambientais esperados do biodiesel, considerado um combustível limpo e renovável, acabará sendo questionado.

4. Conclusões

A emissão de gases poluentes pelo processo de transporte de cargas no modal rodoviário acarreta impactos ambientais de significativa importância, demandando atenção e a constante busca de alternativas para sua redução. São vários os elementos emitidos pela queima do Diesel (como fuligem, monóxido de carbono e hidrocarbonetos) que contaminam o ar e a

atmosfera, constituindo-se como fatores prejudiciais à saúde dos seres vivos e causadores do efeito estufa.

O tipo de combustível utilizado tem relação direta com a emissão de poluentes. Na frota de caminhões circulantes no Brasil, o óleo diesel é o combustível mais utilizado. Por outro lado, muitos trabalhos têm sido realizados no sentido de encontrar alternativas menos poluidoras, como é o caso do biodiesel, que tem dado resultados satisfatórios. Entretanto, alguns pesquisadores defendem a busca pela redução do consumo de combustível, por meio de melhorias nas características dos veículos e programas mais eficientes de manutenção preventiva.

A legislação brasileira disciplina a emissão de gases poluentes, sendo que por meio das resoluções do CONAMA foram estabelecidos os parâmetros de emissão de poluentes pelos veículos (CONAMA, 2012). Diversos órgãos relacionados ao meio ambiente e ministérios do governo federal participam contribuindo para implantações de programas que objetivam a preservação ambiental. O PROCONVE tem atuado de maneira a repercutir em queda nas emissões de poluentes, apesar do aumento da frota de veículos no Brasil. Percebe-se que é notória a necessidade de se desenvolver ações e políticas no sentido de proteger o meio ambiente, no entanto, diante da complexidade e importância do problema, ainda existe muito a ser feito, desde ordenamentos e ações governamentais até o aumento da conscientização e participação da sociedade.

A sustentabilidade é um conceito que se evidencia nas dimensões econômica, social e ambiental, fatores significativos não somente para as empresas, mas para a sociedade. Ressalta-se que a questão ambiental tem uma relevância por estar diretamente associada à preservação dos recursos naturais, que interferem na qualidade de vida dos seres vivos. Portanto, a sustentabilidade no transporte rodoviário de cargas consiste em direcionar ações para que se encontrem alternativas para redução da emissão de gases poluentes minimizando o impacto ambiental.

Referências bibliográficas

- Agência Nacional de Transporte Terrestres (ANTT). Idade Média dos Veículos. Brasília, 2018. Disponível em: < http://portal.antt.gov.br/index.php/content/view/20272/Idade_Media_dos_Veiculos.html >. Acesso em: 24 fev. 2018.
- BARROS, M. A. T. M. Emissões atmosféricas de grupos motogeradores na Região Metropolitana de São Paulo. 2007. 135f. Dissertação (Mestrado em Energia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: < <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/86/86131/tde-23072007-121146/pt-br.php> >. Acesso em: 21 jan. 2018.
- 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*, São José dos Campos, SP, v. 10, n. 3, p. 15-19, jul. 2016. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2238-10312016000300015&lng=pt&tlng=pt >. Acesso em: 21 jan. 2018.
- BURG, F. et al. A perspectiva da sustentabilidade no setor do transporte rodoviário. *Revista Educação Ambiental em Ação*, Novo Hamburgo, RS, v. 8, n. 46, fev. 2014. Disponível em: < <http://www.revistaea.org/pf.php?idartigo=1694> >. Acesso em: 18 fev. 2018.
- CASTRO, César Nunes de. O agronegócio e os desafios do financiamento da infraestrutura de transportes no Brasil. Brasília: Ipea, 2015. Disponível em: < http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_2074.pdf >. Acesso em: 5 fev. 2018.
- CHRISTOPHER, M. Logística e gerenciamento na cadeia de suprimentos. 4. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012.
- COLAVITE, A. S.; KONISHI, F. A matriz do transporte no Brasil: uma análise comparativa para a competitividade. In: Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, Resende, RJ. Anais... Resende, RJ: AEDB, 2015. Disponível em: < <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos15/802267.pdf> >. Acesso em: 22 fev. 2018.
- CONAMA. Ministério do Meio Ambiente. Resoluções CONAMA: resoluções vigentes publicadas

entre setembro de 1984 e janeiro de 2012. Brasília: MMA, 2012. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/61AA3835/LivroConama.pdf> >. Acesso em: 21 jan. 2018.

Confederação Nacional do Transporte. Boletim estatístico: outubro 2017a. Brasília, 2017a. Disponível em: < <http://www.cnt.org.br/Boletim/boletim-estatistico-cnt> >. Acesso em: 24 jan. 2018.

Confederação Nacional do Transporte. Pesquisa CNT de Rodovias 2017b. Brasília, 2017b. Disponível em: < http://pesquisarodoviascms.cnt.org.br//PDFs/boletim_pesquisa_cnt_rodovias_2017.pdf >. Acesso em: 24 jan. 2018.

CORRÊA, Carine. Setor de transporte é o que causa mais impactos na qualidade do ar. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/informma/item/6191-setor-de-transporte-e-o-que-causa-mais-impactos-na-qualidade-do-ar> >. Acesso em: 24 dez. 2017.

DRUMM, F. C. et al. Poluição atmosférica proveniente da queima de combustíveis derivados do petróleo em veículos automotores. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental - REGET, Santa Maria, RS, v. 18, n. 1, p. 66-78, abr. 2014. Disponível em > < <https://periodicos.ufsm.br/index.php/reget/article/view/10537> >. Acesso em: 22 dez. 2017.

ELKINGTON, John. Towards the sustainable corporation: win-win-win business strategies for sustainable development. California Management Review, v. 36, n. 2, p. 90-100, 1994.

FERNANDES, B. A. et al. Estudo da emissão de gases da combustão do diesel S10 e blendas de butanol. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 21.; 2016, Fortaleza. Anais... São Paulo: ABEQ, 2016. Disponível em: < <https://proceedings.galoa.com.br/cobeq/cobeq-2016/trabalhos/estudo-da-emissao-de-gases-da-combustao-do-diesel-s10-e-blendas-de-butanol/download?lang=pt-br> >. Acesso em: 24 jan. 2018.

FERREIRA FILHO, H. R. et al. Estudo do potencial de redução da emissão de gases de efeito estufa no transporte de exportação de soja com o uso da intermodalidade. < <http://www.revistaespacios.com/a16v37n31/16373107.html> >. Acesso em: 22 dez. 2017.

FLEURY, Paulo Fernando. Infraestrutura—sonhos e realidade. In: FÓRUM DE ECONOMIA DA FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. 8. 2011. São Paulo. Anais eletrônicos... São Paulo: FGV/EESP, 2011. Disponível em: < <http://cnd.fgv.br/sites/cnd.fgv.br/files/Paulo%20Fernando%20Fleury%20-%20Infraestrutura.pdf> >. Acesso em: 20 jan. 2018.

LEAL JUNIOR, I. C. et al. Análise da matriz de transporte brasileira: consumo de energia e emissão de CO₂. Revista UNIABEU, Belford Roxo, RJ, v. 8, n. 18, p. 49-64, jan./abr. 2015. Disponível em: < <http://revista.uniabeu.edu.br/index.php/RU/article/view/1509> >. Acesso em: 15 jan. 2018.

MENDES, Luiz Henrique. Logística é principal gargalo do agronegócio no Brasil, aponta Amcham. 2012. Valor. Disponível em: < <http://www.valor.com.br/empresas/2775538/logistica-e-principal-gargalo-do-agronegocio-no-brasil-aponta-amcham> >. Acesso em: 27 dez. 2017.

Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações - MCTI. Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento – SEPED. Estimativas anuais de emissões de gases de efeitos estufa no Brasil. 3. ed. Brasília: MCTICS, 2016. Disponível em: < <http://sirene.mcti.gov.br/documents/1686653/1706227/Estimativas+2ed.pdf/0abe2683-e0a8-4563-b2cb-4c5cc536c336> >. Acesso em: 15 jan. 2018.

Ministério de Minas e Energia - MME. Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional 2017: ano base 2016. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: < https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2017.pdf >. Acesso em: 18 jan. 2018.

Ministério do Meio Ambiente - MMA. Controle de emissões veiculares, 2013. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar/controle-de-emissoes-veiculares> >. Acesso em: 24 dez. 2017.

Ministério do Transporte. Secretaria de Política Nacional de Transportes. Banco de informações e mapas de transportes - BIT. Brasília, 2016. Disponível em: <

<http://www.transportes.gov.br/bit.html> >. Acesso em: 25 fev. 2018.

MONTEIRO, Fernanda. Tecnologia no transporte rodoviário de cargas. 2016. ILOS. Disponível em: < <http://www.ilos.com.br/web/tecnologia-no-transporte-rodoviario-de-cargas/> >. Acesso em: 27 dez. 2017.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo, RS: FEEVALE, 2013. Disponível em: < <http://www.feevale.br/Comum/midias/8807f05a-14d0-4d5b-b1ad-1538f3aef538/E-book%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf> >. Acesso em: 22 fev. 2018.

RAMOS, S. A. P.; CARDOSO, P. A.; CRUZ, M. M. C. Atributos considerados sobre sustentabilidade no transporte rodoviário de carga. In: Congresso de Ensino e Pesquisa em Transporte. 2014. Anais... Rio de Janeiro, RJ: ANPET, 2014.

SILVA, D. et al. A importância da sustentabilidade para a sobrevivência das empresas. Empreendedorismo, Gestão e Negócios, Pirassununga, SP, v. 5, n. 5, p. 74-79, mar. 2016. Disponível em: < <http://fatece.edu.br/arquivos/arquivos%20revistas/empreendedorismo/volume5/5.pdf> > Acesso em: 22 fev. 2018.

SOUZA, F. L. U.; LEAL, J. E. Panorama do transporte de carga no Brasil: uma visão do ponto de vista dos operadores. In: Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte da ANPET, 29.; 2015, Ouro Preto, MG. Anais... Rio de Janeiro: AEDB, 2015. Disponível em: < http://146.164.5.73:20080/ssat/interface/content/anais_2015/TrabalhosFormatados/668AC.pdf > Acesso em: 25 fev. 2018.

SOUZA, Diogo Fumagalli; MARKOSKI, Adelar. A competitividade logística do Brasil: um estudo com base na infraestrutura existente. Revista de Administração, v. 10, n. 17, p. 135-144, 2013. Disponível em: < <http://revistas.fw.uri.br/index.php/revistadeadm/article/view/949> >. Acesso em: 21 jan. 2018.

VISCONDI, G. F.; SILVA, A. F.; CUNHA, K. B. Geração termoelétrica e emissões atmosféricas: poluentes e sistemas de controle. São Paulo: IEMA, 2016. Disponível em: < <http://www.energiaeambiente.org.br/wp-content/uploads/2016/11/IEMA-EMISSOES.pdf> > Acesso em: 25 fev. 2018.

1. Engenheiro de Produção, Mestre em Administração e Doutorando no Programa de Tecnologia Ambiental da Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP). E-mail: rdsoliani@hotmail.com

2. Engenheira de Produção, Mestre em Engenharia de Produção e Doutora em Engenharia Mecânica. Docente na Faculdade de Tecnologia de São Carlos, curso de Gestão Empresarial. E-mail: ana.terra.argoud@gmail.com

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015
Vol. 39 (Nº 48) Ano 2018

[Índice]

[Se você encontrar algum erro neste site, por favor envie um e-mail para [webmaster](#)]