



## Emissão de opacidade em máquinas de colheita e em veículos de transporte de madeira

Flávio Cipriano de Assis do Carmo<sup>1</sup>, Nilton Cesar Fiedler<sup>2</sup>, Saulo Boldrini Gonçalves<sup>2</sup>, Christiano Jorge Gomes Pinheiro<sup>2</sup>, Danilo da Silva Estanhe<sup>2</sup>, Fernando Lins Noé<sup>2</sup>

**RESUMO:** Com o surgimento dos projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, várias empresas do setor florestal estão sendo estimuladas a desenvolverem projetos com técnicas de produção que reduzam as emissões dos gases de efeito estufa, visando um aumento de renda, por meio da comercialização de créditos de carbono e por consequência uma maior viabilidade do empreendimento florestal. Assim objetiva-se com esta pesquisa quantificar a concentração de opacidade que são emitidos durante o funcionamento das máquinas de colheita e transporte florestal e verificar se estão de acordo com a legislação vigente sobre inspeção veicular ambiental – CONAMA 418/09. A pesquisa foi realizada nos municípios de Alegre, Jerônimo Monteiro e Venda Nova do Imigrante, ambos localizados no sul do Estado do Espírito Santo, no período de janeiro a março de 2016. De acordo com os resultados obtidos, verificou-se que do total das máquinas analisadas 10% (uma máquina) encontrou-se fora dos limites permitidos pela legislação vigente. Dessa forma, recomenda-se que a máquina que obteve resultado superior ao aceitável pela resolução CONAMA 16/96 devem passar por um processo de manutenção corretiva a fim de verificar, corrigir e reduzir a emissão de material particulado.

**Palavras-chave:** Emissão de poluente, Mecanização Florestal, CONAMA 418/09.

## Emission of opacity in harvesting machines and transport vehicles

**ABSTRACT:** With the emergence of Clean Development Mechanism Projects, several Forestry Companies are being encouraged to develop projects with production techniques that reduce emissions of greenhouse gases, aiming at an increase in income, through the commercialization of credits from carbon and consequently a greater viability of the forest enterprise. Thus, with this research quantify the concentration of opacity that is emitted during the operation of harvesting machines and forest transport and verify if it is in accordance with a current legislation on environmental vehicular inspection - CONAMA 418/09. The survey was conducted in the city of Alegre, Jerônimo Monteiro and Venda Nova do Imigrante, both located in the south of the State of Espírito Santo, period from January to March 2016. According to the results obtained, it was verified that totals Machines analyzed 10% (one machine) found to the limits allowed by current legislation. Therefore, it is recommended that a machine that obtains an acceptable upper result for CONAMA 16/96 resolution undergoes a corrective maintenance process in order to verify, correct and reduce a particulate.

**Keywords:** Emission of pollutant, Forest Mechanization, CONAMA 418/09.

## INTRODUÇÃO

Os veículos automóveis, quer alimentados a gasolina, a gasóleo ou outros combustíveis fósseis contribuem em grande medida para a poluição atmosférica pelo que o controlo das emissões gasosas se tornou essencial para a subsistência do planeta (CEPRA, 2000).

De acordo com a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental -CTESB- (2004), as emissões de poluentes originadas pelos veículos e máquinas podem ser divididas nas seguintes categorias: emissão de gases e partículas para a atmosfera pelo escapamento do veículo; emissões de

gases do cárter do motor; emissões de partículas provenientes do desgaste de pneus, freios e embreagem; e emissões evaporativas de combustíveis, associada ao armazenamento e abastecimento de combustíveis.

Os gases emitidos pelo tubo de escapamento das máquinas e veículos são constituídos pelos produtos gerados durante reação de combustão incompleta que ocorre no motor. Os compostos de emissão, tanto dos motores à diesel quanto à gasolina ou de combustíveis mistos, podem ser classificados em dois tipos: os que não causam danos à saúde, ou seja, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O e N<sub>2</sub>; e os que apresentam

perigos à saúde, sendo esses subdivididos em compostos cuja emissão está regulamentada, que são: CO, os hidrocarbonetos (HC), os óxidos de nitrogênio (NOX), os óxidos de enxofre (SOX) e material particulado (MP); e aqueles que ainda não estão sob regulamentação: aldeídos, amônia, benzeno, cianetos, tolueno e hidrocarbonetos aromáticos polinucleares (BRAUN et al, 2004).

Dessa forma, com o objetivo de reduzir as emissões dos veículos automotores e incentivar o desenvolvimento tecnológico na área automotiva o Governo Federal, por meio da Resolução do CONAMA Nº 418 de 2009, instituiu o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores – PROCONVE e o Plano de controle de Poluição Veicular - PCPV. Com a adoção desse programa, os fabricantes passaram a produzir veículos menos poluentes. Com isso, passou a existir o monitoramento da emissão de gases nos veículos de motor a ciclo OTTO e de opacidade para os veículos de motor a ciclo Diesel (DUTRA et al., 2005).

Objetivou-se com este estudo, analisar a emissão de opacidade dos veículos de colheita e transporte de madeira utilizadas no processo produtivo em

florestas plantadas de eucalipto, no estado do Espírito Santo e verificar atendimento a legislação vigente sobre inspeção veicular ambiental – conama 418/09.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada nos municípios de Alegre e Jerônimo Monteiro, ambos localizados no sul do Estado do Espírito Santo, no período de janeiro a março de 2016. Sendo analisadas 10 máquinas utilizadas nas atividades de desenvolvimento florestal.

### Quantificação da emissão de opacidade por meio da utilização do equipamento opacímetro.

Para quantificar a real emissão da opacidade durante o funcionamento das máquinas e da frota de veículos, foi utilizado o equipamento opacímetro NAPRO, modelo NA-9000T que possibilitou quantificar a emissão de cada tipo de gases (HC, CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>), conforme ilustrado nas Figura 1.



Figura 1 - Equipamento opacímetro utilizado na coleta dos dados.

Na Tabela 1, estão os limites de opacidade em aceleração livre (aceleração máxima do motor em posição estacionária) de veículos a diesel posteriores à vigência da Resolução CONAMA 16/95 (ano-

modelo 1996 em diante). As atividades florestais analisadas nesta pesquisa foram de colheita florestal e de transporte conforme descrito na Tabela 2.

Tabela 1. Limites de opacidade em aceleração livre de veículos a diesel posteriores à vigência da Resolução CONAMA 16/95 (ano-modelo 1996 em diante).

Ano-Modelo	Altitude	Opacidade (m-1)
1996-1999	Até 350m	2,1
	Acima de 350 m	2,8
2000 em diante	Até 350m	1,7
	Acima de 350 m	2,3

Fonte: BRASIL (2009).

Tabela 2. Descrição das operações analisadas

Atividade	Maquina	Ilustração	Função
<b>Colheita Florestal</b>	Corte Florestal		Executa as atividades de derrubada, desgalhamento e destopamento em toras.
	Extração Florestal		Executa as atividades de extração e empilhamento da madeira na margem das estradas florestais
<b>Transporte Florestal</b>	Carregamento		Ato de arrumação das toras no compartimento de carga do veículo de transporte.
	Carreta e Caminhão toco		Realiza o transporte de madeira dos talhões até o pátio de depósito da empresa.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta pesquisa, foram analisados 10 máquinas de motores a ciclo diesel utilizados no setor florestal,

sendo 3 responsáveis pela atividade de colheita florestal e 7 de transporte. Os resultados obtidos nesta pesquisa estão apresentados na Tabela 3:

Tabela 3. Resultados obtidos de opacidade, nos escapamento em relação as máquinas analisadas por Atividade.

Atividade	Máquina	Opacidade (m-1)	Opacidade (m-1) Limite (CONAMA 418/09)
<b>Colheita Florestal</b>	Harvester	1,08	
	<b>Forwarder1</b>	<b>2,22</b>	
	Forwarder2	1,15	
	Grua 1	0,14	
	Grua 2	1,36	
<b>Transporte Florestal</b>	Caminhão toco 1	0,14	<b>1,7</b>
	Caminhão toco 2	0,13	
	Caminhão toco 3	0,81	
	Carreta 1	0,98	
	Carreta2	1,36	

**Nota:** Todas as máquinas analisadas nesta pesquisa apresentava ano/modelo superior ao ano de 2000, e todas as coletas foram realizadas com áreas com altitudes inferiores a 350 metros em relação ao nível do mar.

Conforme apresentado nas Tabelas 3 e 4, uma máquina de colheita florestal (Forwarder) responsável pela realização da operação de extração da madeira até as margens das estradas (com valor médio de 2,22 m-1), foi reprovada no teste avaliado conforme a legislação vigente.

Na Tabela 4, está representado uma análise da qualidade de emissão de opacidade (segundo critérios do CONAMA 418/09), das máquinas utilizadas no setor florestal por cada atividade desenvolvida.

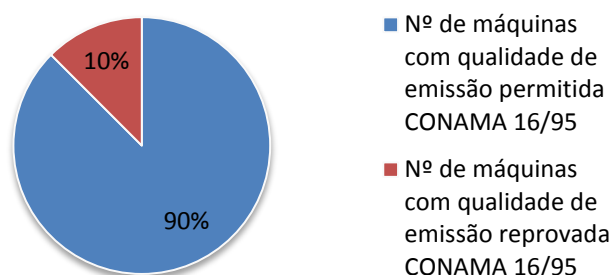
Tabela 4. Resumo da análise de emissão por atividade.

Atividade Florestal	Nº de máquina analisada	Nº de máquinas com qualidade adequada	Nº de máquinas com emissão reprovada
Colheita Florestal	3	2	1
Transporte Florestal	7	7	0
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>1</b>

Conforme observado na Tabela 4, para a atividade de transporte florestal, todas as máquinas analisadas encontraram-se com valores médios dentro do limite aceitável. No entrando para a atividade de colheita florestal foi encontrado uma

máquina com nível de emissão reprovado segundo a legislação vigente.

Na Figura 2, estão demonstrados o percentual da qualidade da emissão de opacidade pelas máquinas de acordo com o CONAMA 16/96.



**Figura 2** - Percentual da qualidade de emissão das máquinas analisadas.

Conforme apresentado na Figura 2, do total das máquinas analisadas 10% encontraram-se fora dos limites permitidos pela legislação vigente. Dessa forma, recomenda-se que as máquinas que obtiveram resultados superiores ao aceitável pela resolução CONAMA 16/96 devem passar por um processo de manutenção corretiva a fim de verificar, corrigir e reduzir a emissão de material particulado.

empresa deve verificar a viabilidade de troca substituição das máquinas.

- O sistema de monitoramento de fumaça preta deve ser adotado periodicamente pela empresa, com o intuito de verificar a evolução da emissão em relação ao aumento da utilização das máquinas (podendo servir como indicador da vida útil da máquina).

## CONCLUSÕES

As conclusões obtidas neste trabalho foram:

- Conforme a legislação vigente as máquinas devem emitir valores de opacidade abaixo de 1,7 (m-1). Sendo assim, foi encontrado duas máquinas com valores superiores ao recomendado, desta forma, as máquinas que obtiveram resultados próximos e superiores a este valor devem passar por um processo de manutenção corretiva a fim de verificar, corrigir e reduzir a emissão de material particulado.
- Caso após a realização da manutenção corretiva as máquinas continuarem a emitir valores de opacidade acima do permitido, a

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) pela oportunidade e estrutura física; à Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo (FAPES) pela concessão de bolsas de doutorado e pelo financiamento da aquisição do equipamento opacímetro.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Resolução Nº 418 de 25 de Novembro de 2009, Dispõe sobre os critérios para elaboração de Planos de Controle de Poluição Veicular - PCPV e para a implantação de Programas de Inspeção e Manutenção de Veículos em Uso – I/M pelos órgãos estaduais e municipais de meio ambiente e determina novos limites

---

de emissão e procedimentos para avaliação do estado de manutenção de veículos em uso”. Brasília. 2009.

BRAUN, S; APPEL, L. G.; SCHMAL, M. A poluição gerada por máquinas de combustão interna movidas à diesel - a questão dos particulados. Estratégias atuais para a redução e controle das emissões e tendências futuras. **Química Nova**, São Paulo, v.27, nº 3, p. 472-482, 2004.

CENTRO DE FORMAÇÃO PROFISSIONAL DA REPARAÇÃO AUTOMÓVEL (CEPRA). **Análise de gases de escape e opacidade**. Lisboa, Portugal, 75p. 2000

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). **Relatório de qualidade ambiental**. São Paulo: CETESB, 142p. 2004.

DUTRA, E. G. **Emissão de gases poluentes pela frota de táxi de Belo Horizonte. Seminário de Tecnologia de Motores Combustíveis e Emissões 2005**. Disponível em: [http://www.feam.br/images/stories/arquivos/Monitoramento/relatorio\\_do\\_projeto\\_inspecao\\_veicular\\_dez-2005.pdf](http://www.feam.br/images/stories/arquivos/Monitoramento/relatorio_do_projeto_inspecao_veicular_dez-2005.pdf) Acesso em: 22 de mar. 2016.