



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS
Gabinete da Presidência
SCEN Trecho 2 Ed. Sede do Ibama - Brasília - DF
CEP: 70818-900 e 61) 3316-1001 at 1003
www.ibama.gov.br

OF 02001.002345/2017-70 GABINETE DA PRESIDÊNCIA/IBAMA

Brasília, 21 de março de 2017.

Ao Senhor
DAVID POWELS
Presidente da Volkswagen do Brasil Industria de Veiculos Automotores Ltda.
ESTRADA MARGINAL DA VIA ANCHIETA
SÃO BERNARDO DO CAMPO - SÃO PAULO
CEP.: 09823901

**Assunto: Auto de Infração nº 9082389-E | Procedimento 02001.007032/2015-46 |
Decisão de 1ª instância 191/2017 | Parecer DIQUA 000207/2017 | Relatório de
avaliação de emissões de poluentes de veículos Amarok Diesel, CETESB, 01.2017.**

Senhor Presidente,

1. Vimos informar que, após regular instrução do procedimento de apuração de infração ambiental 02001.007032/2015-46, instaurado para avaliar a ocorrência da infração descrita no auto de infração 9082389-E, lavrado contra essa Companhia, foi proferido o julgamento pela autoridade competente em primeira instância administrativa, que decidiu pela aplicação de multa definitivamente fixada no valor de R\$ 50.000.000,00 (cinquenta milhões de reais), além resolver pela adoção de outras providências, dentre elas a realização do recall dos veículos Amarok alterados.

2. Ante o que restou decidido no procedimento administrativo em epígrafe, e por força de atribuições institucionais, determino seja realizado o recall veículos Amarok 2011 e 2012 - quanto a este, apenas parte dos comercializados - equipados com itens de ação indesejável ativos e efetivos, conforme restou evidenciado no âmbito da perícia realizada pela CETESB, em janeiro deste ano. Registro que o recall é determinado em estrita observância ao disposto na Lei n.º 8.078/1990, artigo 10, no Decreto n.º 6.514/2008, artigo 71, e na Resolução CONAMA n.º 230/1997, artigo 5º.

3. Seguem com o presente ofício cópias da decisão proferida pela autoridade julgadora, do parecer DIQUA 000207/2017 e do Relatório de avaliação de emissões de



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS
Gabinete da Presidência
SCEN Trecho 2 Ed. Sede do Ibama - Brasília - DF
CEP: 70818-900 e 61) 3316-1001 at 1003
www.ibama.gov.br

poluentes de veículo Amarok Diesel da CETESB, expedido em janeiro deste ano.

Atenciosamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Suely Araujo', written over the printed name.

SUELY MARA VAZ GUIMARAES DE ARAUJO
Presidente do IBAMA



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS

Decisão Administrativa Eletrônica de 1ª Instância - Auto de Infração
Nº 191/2017 - SEDE/NUIP

Nº. Auto: 9082389/E
Nº. Processo: 02001.007032/2015-46
Interessado: VOLKSWAGEN DO BRASIL INDUSTRIA DE VEICULOS AUTOMOTORES LTDA.
CPF/CNPJ: 59.104.422/0001-50

Trata-se de processo de auto de infração com impugnação regular.

Foi requerida prova pericial prontamente realizada pelo Ibama e pela CETESB (v. Relatório de avaliação de emissões de poluentes de veículos Amarok Diesel, CETESB, 01.2017, fls. 139-187).

Houve notificação regular para apresentação de alegações finais com manifestação do(a) autuado(a) no prazo estipulado.

Não há indicativo de agravamento por reincidência nos presentes autos.

Houve caracterização de circunstância(s) atenuante(s), nos termos do art. 21 da IN Ibama nº 10/2012. (v. § 7.2, infra.)

Houve caracterização de circunstância(s) agravante(s), nos termos do art. 22 da IN Ibama nº 10/2012. (v. § 7.1, infra.)

Houve notificação regular acerca de circunstância(s) agravante(s) com apresentação da respectiva manifestação pelo(a) autuado(a).

Não houve apreensão de bens e/ou animais.

§ 1. O presente procedimento foi instaurado com o propósito de apurar infração ambiental, imputada a Volkswagen do Brasil Indústria de Veículos Automotores Ltda. (VW Brasil), consistente na violação intencional de regras de fruição racional de recursos naturais e proteção do ambiente por meio da modificação de item em 17.057 veículos novos (modelo Amarok), equipados com motores a diesel, todos comercializados no Brasil; o tal item [de ação indesejável], cujo uso é proibido no Brasil, detecta que o automóvel está sendo submetido a ensaios laboratoriais e, apenas durante os testes, otimiza o controle de emissões; entretanto, em condições normais de uso, os veículos emitem poluentes acima dos limites e exigências ambientais previstos nas normas que versam sobre o controle da poluição atmosférica por veículos automotores (cf. Leis 9.605/1998 e 8.723/1993, Decreto 6.514/1998 e Resoluções CONAMA 18/1986 e 230/1997).

§ 1.1 Conforme relatório resultante da operação de fiscalização realizada, os veículos Amarok modelos 2011 - todas as unidades - e 2012 - apenas parte das que foram comercializadas no Brasil - contêm um item de ação indesejável - defeat device -, mais precisamente, um software, que, ao reconhecer que o veículo está sendo submetido a testes, reduz a emissão de óxidos de nitrogênio (NOx). A equipe de fiscalização, baseada no relato da Diretoria de Qualidade Ambiental (DIQUA) do Ibama, ainda esclareceu que



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS

a otimização das emissões durante os testes laboratoriais foi determinante para a emissão da Licença para Uso de Configuração de Veículo ou Motor (LCVM) e a comercialização, no Brasil, daqueles veículos equipados com motores cujas emissões não atendem aos níveis definidos na legislação pátria (v. Memo. DIQUA 016159/2015, fl. 04, e Relatório de Fiscalização, de 03.12.2015, fls. 09-10).

§ 1.2 Cabe frisar que a fraude para burlar os limites de emissões, descrita acima, foi descoberta pela agência estadunidense de proteção ambiental (U. S. Environmental Protection Agency, EPA), que emitiu, em 18 de setembro de 2015, um aviso de violação da lei daquele país dedicada a disciplinar sobre poluição atmosférica (Clean Air Act, de 1963). (Sobre a investigação estadunidense, acessar <http://www.epa.gov/vw>.) Dez dias após o aviso dado pela EPA, a Diretoria de Qualidade Ambiental do Ibama dirigiu ofício à VW Brasil com o propósito de obter informações sobre a produção ou a comercialização, no Brasil, de veículos que continham itens de ação indesejável semelhantes aos encontrados nos veículos distribuídos nos Estados Unidos da América (v. Of. DIQUA 010804/2015, fl. 05, PA 02001.007031/2015-00).

§ 2. Em sua defesa (fls. 27-50, fls. 121-123, fls. 160-180), a VW Brasil busca demonstrar que os itens de ação indesejável instalados nos automóveis comercializados no Brasil não estão ativos e nem são efetivos - ativação e efetividade do item, elementos que, conjugados, segundo a interessada, configuram a infração descrita no artigo 71 do Decreto 6.514/2008. Para o Ibama, entretanto, a mera existência de um item [de ação indesejável] capaz de reconhecer ensaios laboratoriais e provocar mudanças no comportamento do motor ou veículo, mudanças essas não observadas quando o veículo está sendo utilizado em condições normais de uso, corresponde à materialidade da infração prevista no artigo 71 do Decreto 6.514/2008, pois o uso de tal equipamento é proibido no Brasil (cf. arts. 1º, § 2º, e 2º da Resolução CONAMA 230/1997).

§ 2.1 Aqui um interregno necessário: não estamos a tratar nestes autos de uma infração relativa à poluição, cuja caracterização depende da configuração, da existência, de dano ambiental. Decorrencia lógica: se a VW Brasil cometeu a infração descrita no auto de infração 9082389-E, enquadrada no mencionado artigo 71, porque o tal item de ação indesejável reduz a eficácia do controle de poluentes atmosféricos em condições normais de uso a ponto das emissões superarem os limites previstos na legislação brasileira, temos indícios materiais da ocorrência de outra infração ambiental, provavelmente capitulada no artigo 61 do Decreto 6.514/2008, pois são notoriamente conhecidos os danos à saúde humana e ao sistema climático causados pelos óxidos de nitrogênio e demais poluentes (v. Manifestação Instrutória NUIP 303/2017).

§ 3. Concluo que o procedimento foi inaugurado validamente, pois o Ibama, ao tomar conhecimento da ocorrência de uma infração ambiental, apenas adotou a providência cabível e indispensável à aplicação de sanções administrativas, resultado do exercício regular do seu poder de polícia ambiental (cf. arts. 23, III, VI e VII, e 225 da CF, 78 da Lei 5.172/1966, 96 do Decreto 6.514/2008 e 47 da IN Ibama 10/2012). Assim, não vislumbro qualquer violação de regras instrumentais muito menos o cerceamento do direito de defesa porque o Ibama lavrou o auto de infração 9082389-E antes que a investigação conduzida pela própria VW Brasil fôsse concluída. O presente procedimento sancionador, cabe ainda destacar, desenvolveu-se em estrita conformidade com as regras que regem a apuração de uma infração ambiental pelo Ibama, segundo restou demonstrado nos pareceres preliminares expedidos pelo NUIP (v. Manifestações Instrutórias NUIP 33 e 303).

§ 3.1 Aliás, este Instituto, antes mesmo de lavrar o auto de infração 9082389-E, dirigiu notificação a VW Brasil com o intuito de obter informações sobre a produção ou a comercialização, no Brasil, de veículos construídos com algum item de ação indesejável (v. Of. DIQUA 010804/2015). Com base na resposta apresentada pela VW Brasil, que declarou que a matriz do grupo Volkswagen informou que, no Brasil, apenas as unidades, movidas a diesel, do modelo Amarok 2011 e 2012 - quanto a este, apenas parte dos comercializados - continham o tal item de ação indesejável também identificado pela EPA, é que o Ibama



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS

resolveu lavrar o auto de infração em análise e notificar a companhia para que, em quarenta e cinco dias, apresentasse uma proposta de recall dos veículos afetados (v. notific. 26831-E, de 11.11.2015; cf. art. 25, I e § 1º, da IN Ibama 10/2012). Caberia, como resultado da instrução regular do feito, o cancelamento do auto de infração, se comprovada a ausência de materialidade da infração, jamais a decretação de uma suposta nulidade desse mesmo termo por ter sido lavrado antes da conclusão de alguma investigação, ainda que conduzida pelo próprio Ibama.

§ 3.2 E não há que se falar também de vício do procedimento em razão da inexistência de relatório de fiscalização, o qual está acostado aos autos (fls. 09-10) e dele a interessada teve conhecimento muito antes da conclusão da instrução, com a oportunidade de se manifestar sobre o seu teor em, no mínimo, duas oportunidades: na sua defesa, apresentada exatamente no primeiro dia do curso do prazo relativo a essa faculdade, e em sede de alegações finais. No mais, não vislumbro qualquer prejuízo à defesa da interessada (cf. art. 72, caput, da IN Ibama 10/2012) que, a propósito, pôde ver produzida prova que consignara indispensável à elucidação do caso (v. Relatório de avaliação de emissões de poluentes de veículos Amarok Diesel, CETESB, fls. 139-189, PA 02001.007031/2015-00).

§ 4. Desde o início das investigações conduzidas pelo Ibama, não paira qualquer dúvida sobre a comercialização, no Brasil, de 17.057 veículos Amarok com software capaz de otimizar os resultados das emissões de óxidos de nitrogênio durante testes laboratoriais. Ressalto que mesmo antes da realização de uma perícia pela CETESB, a própria VW Brasil declarou que os automóveis aqui determinados, todos homologados durante a fase L4 do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE), regulamentada pela Resolução CONAMA 315/2002, foram equipados com o tal software. E mais, a VW Brasil também fez frisar na sua carta de 22 de outubro de 2015, apresentada ao Ibama em resposta ao ofício DIQUA 010804/2015, que o software estava ativado: "[...] comunicamos que a matriz da Volkswagen, sediada na Alemanha, informou que exclusivamente o modelo Amarok, ano-modelo 2011 (totalmente) e 2012 (parcialmente), a diesel, comercializado no mercado brasileiro encontra-se afetado. Os veículos acima citados contêm um software que pode otimizar os resultados de óxidos de nitrogênio (NOx) durante os testes laboratoriais (em dinamômetro). [...] O software que otimiza as emissões de óxidos de nitrogênio durante os testes laboratoriais (em dinamômetro) encontra-se instalado e ativado apenas para as unidades do modelo Amarok relacionados com a fase 'L4' do Proconve. [...] 3. Em relação ao software: a. os modelos vinculados com a fase 'L4' ano-modelo 2011 (totalmente) e 2012 (parcialmente) estão com referido dispositivo ativo. Até o momento, não é possível afirmar se atuação do software foi essencial para o cumprimento da legislação. Investigações estão sendo realizadas na matriz da empresa na Alemanha para esclarecer esta questão [...] Esclarecemos, também, que foram comercializadas, no Brasil, 17.057 unidades da Amarok sob a vigência da fase 'L4' do Proconve" (fls. 05-07).

§ 4.1 Esclareço que o auto de infração 9082389-E se refere apenas à fraude que, segundo a própria VW Brasil, afetou 17.057 veículos Amarok cuja comercialização foi aprovada durante a fase L4 do PROCONVE.

§ 5. Embora ativado, o software, segundo a VW Brasil, não era efetivo, isto é, a sua operação - a otimização das emissões durante testes laboratoriais - não era necessária para que os veículos atendessem aos níveis de emissões definidos pelo Brasil (fls. 34-38): de acordo com os resultados dos testes de emissões feitos pela própria interessada (fls. 75-101), "tanto antes quanto depois da instalação do equipamento 'desativador' [do software], foram medidas entre 0,7 e 0,8g/km [de óxidos de nitrogênio]" (fl. 36), enquanto no Brasil o limite de emissão de NOx, durante a fase L4 do PROCONVE, era de 1,0g/km.

§ 5.1 Entretanto, resultado diverso foi apurado pela CETESB ao realizar novos testes, em



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS

atendimento à Resolução CONAMA 230/1997 (cf. art. 4º), durante a fase de instrução deste procedimento: os 17.057 Amarok foram equipados com itens de ação indesejável que, efetivamente, otimizaram as emissões de óxidos de nitrogênio durante os testes de homologação, fazendo parecer que os veículos atendiam ao limite de emissão de NOx definido para a fase L4 do PROCONVE (v. Resolução CONAMA 315/2002).

§ 5.2 Os resultados dos testes realizados pela CETESB, que compõem o Relatório de avaliação de emissões de poluentes de veículos Amarok Diesel, expedido pela companhia ambiental paulistana em janeiro deste ano, foram analisados pela equipe da Coordenação de Controle de Resíduos e Emissões (COREM) da DIQUA, Ibama, que relatou "a existência e atuação de itens de ação indesejável" naqueles 17.057 veículos e indicou fosse dada continuidade ao presente procedimento de apuração de infração ambiental face à comprovação do descumprimento da Resolução CONAMA 230/1997 (v. par. COREM 000207/2017, fls. 135-137, PA 02001.007031/2015-00).

§ 5.3 De fato, "evidenciou-se que os veículos Amarok fase L4 do Proconve avaliados continham algum dispositivo de ação indesejável que diminuía em média 0,26g/km a emissão dos óxidos de nitrogênio quando estes veículos eram submetidos aos ensaios de laboratório. Sem o uso deste dispositivo, os veículos teriam sido reprovados durante a homologação. O software que será utilizado no programa de recall proposto pela Volkswagen demonstrou reduzir as emissões de NOx a níveis compatíveis com a fase L4 do Proconve. [E mais,] há indícios que os veículos Amarok, que devem atender a fase L6 do Proconve, podem estar equipados com algum item de ação indesejável [...]" (Relatório de avaliação de emissões..., fl. 141, PA 02001.007031/2015-00). Conforme restou demonstrado pela CETESB, quando os veículos foram submetidos a ensaios laboratoriais, constatou-se uma redução média de 0,26g/km nas emissões de NOx - o que comprova a existência de algum item de ação indesejável que otimizava as emissões apenas durante os testes. Se não fosse pela ação do dispositivo, as emissões de óxidos de nitrogênio superariam o limite regulamentado - em média, atingiram 1,101g/km - e, portanto, os veículos teriam sido reprovados nos testes (fl. 157). Assim, estão caracterizadas as violações às Resoluções CONAMA 230/1997 e 315/2002 e, por conseguinte, configurada a infração ambiental descrita no artigo 71 do Decreto 6.514/2008.

§ 6. Não cabe a substituição da sanção de multa pela de advertência, esta reservada a infrações de menor potencial ofensivo ao ambiente, assim entendidas "aquelas em que a multa máxima cominada não ultrapasse o valor de R\$ 1.000,00 (um mil reais), ou que, no caso de multa por unidade de medida, a multa aplicável não exceda o valor referido" (art. 5º, § 1º, do Decreto 6.514/2008). Cumpre esclarecer que no texto do artigo 72 da Lei 9.605/1998 não existe qualquer elemento normativo que indique a existência de uma gradação entre as sanções ali previstas. Decerto, a autoridade competente, ao aplicar quaisquer das sanções previstas no artigo 72 da Lei 9.605/1998, deve levar em consideração a gravidade do fato e os antecedentes do infrator quanto ao cumprimento da legislação ambiental (cf. art. 6º, I e II). Poderá, portanto, a depender das circunstâncias do caso, resolver pela aplicação da sanção de multa independentemente de prévia advertência dirigida ao infrator. A Lei 9.605/1998 apenas previu, por meio dos incisos I e II do § 3º do artigo 72, duas hipóteses em que a presença do elemento subjetivo (dolo e culpa) é fundamental para a imposição da multa simples.

§ 6.1 No mais, não estamos a tratar de uma conduta infracional que dano algum causou ao ambiente: com efeito, a considerar as emissões em condições normais de uso dos 17.057 veículos Amarok afetados pela fraude e o provável tempo de uso dos automóveis, é possível que cerca de 100t de NOx foram dispersadas, ilegalmente, na atmosfera.

§ 7. Acolho sugestão do NUIP (v. Manifestação Instrutória 303/2017) para readequar o valor da multa indicada pela Fiscalização do Ibama em razão da alteração dos fatores normativos que determinam o seu



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS

patamar (cf. IN Ibama 15/2013). O item de ação desejável estava ativado e foi efetivo durante os testes de homologação dos veículos Amarok - o que significa que foram, em razão da fraude perpetrada, comercializados, no Brasil, 17.057 automóveis que emitiriam, em condições normais de uso, óxidos de nitrogênio acima do limite permitido. Sendo assim, reputo que as consequências da conduta infracional para o meio ambiente e para a saúde pública são significativas (cf. 'Quadro 1' do Anexo I da IN Ibama 15/2013). Estes fatores somados aquele já indicado pela Fiscalização (fl. 9v) indicam que o nível de gravidade do fato é 'E' (81-100). Logo, aplico o valor máximo - 10 mil reais - da multa por veículo alterado, a resultar numa sanção pecuniária no valor de R\$ 170.570.000,00.

§ 7.1 Circunstâncias agravantes: a) obter vantagem pecuniária: caracterizada pela redução dos custos necessários ao desenvolvimento de tecnologias automotivas mais limpas e capazes de, efetivamente, controlar as emissões de poluentes mantendo, ainda, as características apreciadas pelos consumidores de veículos Amarok (cf. arts. 22, I, e 24, IV, da IN Ibama 10/2012; acréscimo de 50%); b) mediante fraude ou abuso de confiança: mediante expediente fraudulento, a VW Brasil obteve autorização para a comercialização de veículos que não atendiam ao limite de emissão de NOx definido para a fase L4 do PROCONVE (cf. arts. 22, X, e 24, III, da IN Ibama 10/2012; acréscimo de 35%); c) a fraude ocorreu com o propósito de obter uma autorização para a comercialização de veículos Amarok que não atendiam ao limite de emissão de NOx regulamentado, e não mediante o exercício de um direito decorrente da LCVM.

§ 7.2 Circunstâncias atenuantes: a) colaboração com a fiscalização: acolho a sugestão do NUIP (v. Manifestação Instrutória 303/2017) e decido pela aplicação do fator máximo de redução - 10% -, haja vista a colaboração da VW Brasil com as investigações que foram, até o momento, realizadas (cf. arts. 21, IV, e 23, III, da IN Ibama 10/2012); b) arrependimento eficaz e denúncia espontânea: verifico que, até o momento, a VW Brasil, embora ciente de que os 17.057 veículos Amarok contêm itens de ação indesejável ativados (cf. Resolução CONAMA 230/1997; v. carta da companhia, de 22.10.2015), não promoveu o *recall* dos veículos (cf. arts. 10 da Lei 8.078/1990, 71 do Decreto 6.514/2008 e 5º da Resolução CONAMA 230/1997); além disso, destaco que a ação fiscalizatória foi iniciada pela Diretoria de Qualidade Ambiental do Ibama, conforme acima exposto, e não por provocação da VW Brasil.

§ 8. A decisão pela conversão de uma multa ambiental é discricionária, cabendo à Administração avaliar a adequação dessa medida no caso concreto. Importante frisar que o instituto da conversão de multas dialoga com a dissuasão de práticas infracionais e crimes ambientais. E cabe esclarecer que a conversão de uma multa, esta decorrente da responsabilização administrativa de alguém pela violação à ordem jurídica-ambiental estabelecida (cf. arts. 70 da Lei 9.605/1998 e 2º do Decreto 6.514/2008), não se confunde com o dever do infrator em promover a reparação integral dos danos causados (cf. arts. 225, § 3º, da CF, e 143, § 2º, do Decreto 6.514/2008).

§ 8.1 Face à gravidade da infração ambiental retratada nestes autos, marcada pelo absoluto descaso de uma companhia com a proteção da vida e do ambiente, indefiro a conversão da multa ambiental aplicada por se mostrar tal medida inadequada à necessária correção do comportamento empresarial da VW Brasil. No presente caso, entendo que a conversão da multa não cumprirá a função de desincentivo de práticas que degradam o ambiente, mas, pelo contrário, contribuirá para a consolidação de uma política empresarial irresponsável e fraudulenta.

Diante do exposto, DECIDO:

Pela homologação do auto de infração, visto que, assegurados o contraditório e ampla defesa, autoria e materialidade restaram devidamente configuradas, conforme auto de infração epígrafado e relatório de fiscalização. O enquadramento legal e dosimetria foram adequadamente tratados nos referidos instrumentos, à



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS

luz da conduta praticada. § 9. Ante o todo exposto, aplico o valor máximo da multa por veículo alterado prevista no artigo 71 do Decreto 6.514/2008, a resultar numa sanção pecuniária no valor de R\$ 170.570.000,00; ainda, como resultado da caracterização de circunstâncias agravantes e atenuantes, cabe o acréscimo de 40% sobre o valor da sanção apurada, que atinge o valor de R\$ 238.798.000,00; entretanto, fixo, em caráter definitivo, a multa em R\$ 50.000.000,00 (cinquenta milhões de reais) em razão do limite máximo definido para uma multa ambiental (cf. arts. 75 da Lei 9.605/1998 e 9º do Decreto 6.514/2008). Determino também: i) a imediata realização do recall dos veículos Amarok alterados, tal como previsto, sobretudo, nos artigos 71 do Decreto 6.514/2008 e 5º da Resolução CONAMA 230/1997 (cf. também art. 10 da Lei 8.078/1990); i.1) quanto a essa providência, encaminhe-se os autos à Presidência do Ibama para que seja dirigida comunicação sobre o procedimento de chamamento a VW Brasil; ii) o encaminhamento dos autos do PA 02001.007031/2015-00 à DIQUA para que ii.1) conduza e acompanhe o *recall *dos veículos Amarok alterados e ii.2) suspenda ou cancele as LCVM obtidas, de modo fraudulento, pela VW Brasil (cf. art. 5º da Resolução CONAMA 230/1997); iii) o encaminhamento dos autos do presente procedimento à DIPRO para que iii.1) adote as providências necessárias à apuração de suposta infração relativa à poluição muito provavelmente cometida pela VW Brasil, haja vista que as emissões de óxidos de nitrogênio dos veículos Amarok, aprovados durante a fase L4 do PROCONVE, já comercializados superam o limite previsto na Resolução CONAMA 315/2002; iii.3) adote as providências necessárias à apuração de infrações relacionadas com a aprovação e a comercialização de veículos Amarok homologados durante a fase L6 do PROCONVE, pois, segundo a CETESB, existem indícios de que tais veículos também possuem itens de ação indesejável; iv) o encaminhamento dos autos ao NUIP-Sede para que iv.1) proceda com a comunicação de atos e o processamento regular do feito; iv.2) expeça ofício ao Ministério da Justiça, para lhe dar conhecimento desta decisão, do parecer DIQUA 000207/2017 e do Relatório de avaliação de emissões de poluentes de veículos Amarok Diesel da CETESB.

Tendo em vista o exposto acima, necessário:

Notificar o interessado desta decisão, para que pague o débito ou interponha recurso no prazo de 20 (vinte) dias, sob pena de, não o fazendo, ter o nome inscrito no CADIN e o débito inscrito em dívida ativa com posterior execução fiscal.

Halisson Pereira Duarte
Coordenador da COADM
Port. nº 1.558/14 IBAMA

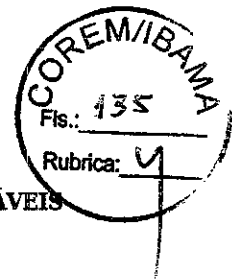
Distrito Federal, 21 de março de 2017.



9999 3685 2962 9897



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS
Coordenação de Controle de Resíduos e Emissões



PAR. 02001.000207/2017-56 COREM/IBAMA

Assunto: Análise do Relatório de Avaliação de Emissões de Poluentes de Veículos Amarok Diesel, de autoria da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), de janeiro de 2017.

Origem: Coordenação de Controle de Resíduos e Emissões

Ementa: Análise do Relatório de Avaliação de Emissões de Poluentes de Veículos Amarok Diesel, de autoria da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), de janeiro de 2017.

Introdução:

Trata-se da análise do Relatório de Avaliação de Emissões de Poluentes de Veículos Amarok Diesel (encaminhado por representante da CETESB por meio de e-mail na data de 03/02/2017 - cópia anexa), de autoria da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB (Agente Técnico conveniado do IBAMA para execução do PROCONVE/PROMOT, através do Acordo de Cooperação Técnica nº15/2015, publicado no D.O.U nº 237 de 11/12/2015), de janeiro de 2017, com vistas à tomada de decisão para prosseguimento aos procedimentos afetos ao processo de autuação.

Contextualização:

No ano de 2015 pesquisadores da Universidade de West Virginia nos Estados Unidos descobriram, por meio de testes com um equipamento portátil de medição de poluentes (*Portable Emission Measurement System* -PEMS, na sigla em inglês), que veículos movidos a diesel da montadora Volkswagen utilizariam um sofisticado *software* em seu sistema computadorizado que identificava quando os veículos estavam em ensaio de emissões, mascarando os resultados reais para determinados poluentes. Desta forma, os veículos poluíam mais em situações reais do que o demonstrado nos ensaios nos laboratórios. Com a divulgação desses resultados, representantes da Volkswagen, nos EUA e também na Europa, admitiram que o dispositivo eletrônico em comento equipa mais de 11 milhões de automóveis movidos a diesel produzidos pela marca e suas subsidiárias em todo o mundo. Este fato ocorrido nos Estados Unidos ocasionou na lavratura de um aviso de violação da legislação de poluição atmosférica daquele país pela Agência de Proteção Ambiental americana - EPA.

Dentro deste contexto, após ampla divulgação do fato pela imprensa, o IBAMA notificou a



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS
Coordenação de Controle de Resíduos e Emissões

Volkswagen acerca da produção ou comercialização no Brasil de veículos contendo algum item de ação indesejável, nos mesmos moldes dos dispositivos encontrados nos veículos comercializados nos Estados Unidos. Esta notificação foi realizada por meio do Ofício nº 02001.010804/2015-27 DIQUA/IBAMA de 25 de setembro de 2015 (fl. nº 05 do processo nº 02001.007031/2015-00), levando em consideração o que preconiza a Resolução CONAMA nº 230/97, a qual proíbe o uso de equipamentos que possam reduzir a eficácia do controle de emissão de poluentes e ruído. Então, em resposta ao citado ofício, a empresa enviou Carta de 22 de outubro de 2015 (cópia na folha nº 06 do processo nº 02001.007031/2015-00) na qual alega que 17.057 veículos do modelo Amarok, ano-modelo 2011 (todas as unidades) e 2012 (parcialmente), a diesel, comercializados no mercado brasileiro contém um *software* que pode otimizar os resultados de óxidos de nitrogênio (NOx) durante os testes laboratoriais em dinamômetro. Informam, também, que a matriz de empresa na Alemanha investigaria a influência do software nas emissões.

Em complemento à resposta anteriormente apresentada, a Volkswagen enviou ao IBAMA carta em que apresentou dados de investigação própria, na qual concluía que, apesar de haver o *software* otimizador de NOx, este não influenciava nos resultados de homologação, por serem os limites da fase PROCONVE-L4 muito altos.

Posto isto, o IBAMA demandou que a CETESB, que é agente técnico conveniado ao IBAMA para a execução do PROCONVE, realizasse estudo técnico e testes com o objetivo de verificar se o *software* teria ou não influência sobre as emissões. Os resultados foram apresentados, então, no escopo do Relatório de Avaliação de Emissões de Poluentes de Veículos Amarok Diesel, a ser analisado a seguir.

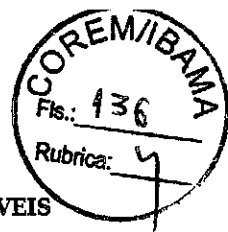
Análise:

O Relatório tem início por uma introdução, na qual contextualiza a situação demandada, citando a proibição contida na já citada Resolução CONAMA nº 230/97. Informa que em reunião realizada pela Comissão de Acompanhamento e Avaliação do PROCONVE (CAP) a Volkswagen informa que, após avaliação em veículos Amarok, concluiu-se que:

"...mesmo com o software, em condições normais de rua o veículo atendia aos limites de emissões. Outra conclusão foi de que o sistema de fraude deveria ter algum mecanismo que no Brasil não foi necessário porque o motor já atendia aos limites estabelecidos na época. Por fim, foi ressaltada que a posição da Volkswagen em relação ao cenário seria de



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS
Coordenação de Controle de Resíduos e Emissões



fazer o recall dos veículos para a retirada do software mesmo não tendo sido comprovada a fraude (BRASIL, 2016).”

É informado no relatório, também, que todas as unidades vendidas no Brasil, que a VW afirma estarem com um *software* de ação indesejável, correspondem à fase L4 do PROCONVE, cujo limite de emissão de NOx é de 1,0 g/km. E, ainda, de acordo com a VW, que não houve adulteração dos veículos Amarok movidos a diesel da atual fase L6 do Proncove, embora o limite de emissão de NOx seja de 0,35 g/km.

Em 20 de maio de 2016 o IBAMA notificou a VW, por meio do Ofício nº 02001.005477/2016-72 IBAMA/DIQUA (cópia anexa), para fornecer as condições necessárias (pistas de provas, equipamento portátil para medição de poluentes em campo (PEMS) e laboratório de emissões de poluentes de veículos diesel), conforme consta na Resolução CONAMA nº 230/97, art. 4º, parágrafo segundo, para que a CETESB pudesse realizar estudo técnico e medições nos veículos Amarok e em veículos diesel de outros fabricantes da mesma categoria, isto é, *pick-ups* de tamanho médio.

O estudo e os testes tiveram por objetivo avaliar as emissões para verificar se o *software* estaria ou não mascarando os teores de NOx dos gases dos escapamentos, bem como quantificar quais seriam os reais níveis de poluentes emitidos pelos veículos Amarok fase L4. Objetivou, ainda, quantificar a variação nas emissões resultantes das alterações propostas pela VW para o *recall*, contatando se este atenderá aos requisitos legais. Objetivaram, ainda, verificar se há itens de ação indesejada nos veículos Amarok diesel fase L6 do PROCONVE que possam mascarar emissões de poluentes que, porventura, estejam acima dos limites legais.

Para tanto, foi realizado estudo comparativo com veículos Amarok e de outros fabricantes de mesma categoria. Foram realizadas comparações das emissões de poluentes com o veículo submetido a ensaios padronizados em laboratório e ensaios em pista de provas em condições parcialmente controladas, reproduzindo condições reais e normais de uso. Para os ensaios de laboratório foram adotados os mesmos procedimentos utilizados em ensaios de homologação, sendo considerados, então, como referência. Para cada veículo foram realizados, pelo menos, dois ensaios conforme a norma ABNT NBR 6601 (2012), dois ensaios conforme a ABNT NBR 7024 (2010) e dois ensaios conforme o ciclo de condução urbana reduzido, conhecido por FTP-74.



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS
Coordenação de Controle de Resíduos e Emissões

O relatório apresenta toda a descrição de cada um dos protocolos de ensaio de acordo com as citadas NBRs, bem como os equipamentos utilizados, pistas e demais procedimentos.

Todos os poluentes regulamentados foram avaliados, exceto o material particulado, devido à indisponibilidade de analisadores específicos para esse poluente no PEMS e no laboratório alocado para esta finalidade. Esse fato limitou a avaliação, mas sem comprometer o objetivo deste trabalho, que é quantificar as emissões dos óxidos de nitrogênio.

Foram avaliados cinco veículos Amarok L4, dois veículos Amarok L6 e quatro veículos de mesma categoria, produzidos por outros fabricantes, que atendem a fase L4 do PROCONVE, definidos como grupo controle.

Após a realização dos testes nos veículos fase L4, a Unidade Eletrônica de Controle foi reprogramada com o *software* proposto pela VW para o *recall* e, a seguir, foram repetidos os testes para verificar a inoperância do item de ação indesejável, bem como verificar o atendimento aos limites legais.

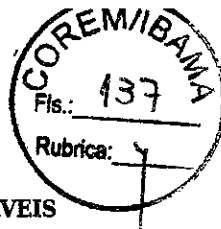
O Relatório teve por conclusão o que a seguir é transcrito:

“Foram avaliados sete veículos Amarok e quatro veículos de mesma categoria de outros fabricantes. Baseado nos resultados obtidos evidenciou-se que nos veículos Amarok L4 avaliados houve a atuação de algum item de ação indesejável que diminuía a emissão de óxidos de nitrogênio, em média 0,26 g/km, quando estes veículos eram submetidos a ensaios padronizados de laboratório. O uso deste item foi condição sine qua non para a aprovação dos veículos Amarok na fase L4.

A reprogramação das Amarok L4 diminuiu o nível de emissão dos óxidos de nitrogênio e melhorou a autonomia, de maneira que é recomendada a realização do programa de recall nos veículos Amarok L4, conforme proposto pela VW. Contudo, os requisitos do PROCONVE e os benefícios ambientais somente serão atendidos quando a grande maioria



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS
Coordenação de Controle de Resíduos e Emissões



dos veículos afetados for reprogramada.

O comportamento das emissões das duas Amarok L6 pode sugerir a existência de algum item de ação indesejável, mas este fato deve ser evidenciado em estudos complementares, pois o número de veículos fase L6 do PROCONVE avaliados neste estudo foi pequeno.”

Conclusões:

De acordo com o exposto neste parecer, considerando os resultados e conclusões contidas no Relatório de Avaliação de Emissões de Poluentes de Veículos Amarok Diesel, que relata ter sido constatada a existência e atuação de itens de ação indesejável, esta equipe técnica entende que houve descumprimento da Resolução Conama nº 230/97, devendo ser dada continuidade ao processo de atuação em desfavor da Volkswagen do Brasil Indústria de Veículos Automotores Ltda.

Adicionalmente, a Volkswagen deverá fazer o *recall* em, no mínimo 85% de todos os veículos Amarok diesel, ano-modelo 2011 e 2012 (fase L4), comercializados no Brasil, com a reprogramação da Unidade Eletrônica de Controle dos veículos em questão, com o *software* proposto pela Volkswagen, de modo a não haver mais itens de ação indesejável. A empresa deverá encaminhar relatórios ao IBAMA, com periodicidade mensal, para comprovação do atendimento a este item, a partir da data de recebimento da notificação.

Brasília, 09 de fevereiro de 2017

Fabio Tiellet da Silva

Analista Ambiental da COREM/IBAMA

Marcio Beraldo Veloso

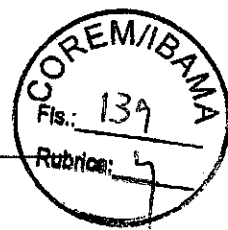
Analista Ambiental da COREM/IBAMA

1- De acordo
2- À CGQUA
para apreciação.

Paulo Cesar de Macedo
Coordenador de Controle de Resíduos
e Emissões
COREM/CGQUA/DIQUA

9/2/17

EM BRANCO



CETESB

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Relatório de avaliação de emissões de poluentes de veículos Amarok Diesel

SÃO PAULO - JANEIRO / 2017



FICHA TÉCNICA

Diretoria de Engenharia e Qualidade Ambiental

Eng. Eduardo Luís Serpa

Departamento de Apoio Operacional

Met. Carlos Ibsen Vianna Lacava

Divisão de Emissões Veiculares

Tecnol. Vanderlei Borsari

Divisão de Avaliação e Ensaio de Veículos

Quim. Edson Elpídio Neto

Setor de Homologação de Veículos

Tecnol. Rui de Abrantes

Setor de Laboratório de Emissão Descentralizado

Tecnol. Vanderlei Rodrigues Ferreira

Elaboração

Rui de Abrantes

Antônio de Castro Bruni

Revisão

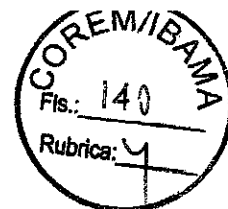
André Luiz Silva Forcetto

Carlos Eduardo Komatsu

Carlos Ibsen Vianna Lacava

Edson Elpídio Neto

Vanderlei Borsari



Equipe técnica de apoio laboratorial

Erick Bueno Berber
Felipe Sonoda dos Santos
Piero dos Santos Amadasi Andrade
Rafael Shiomatsu Shibayama
Renato Ricardo Antônio Linke
Rodrigo Manoel Nunes Vieira
Vanderlei Rodrigues Ferreira

Agradecimentos

Carlos Jesus Brandão - ELC – Divisão de Amostragem
José Francisco Lussari - EDA – Divisão de Laboratório de Campinas
Paulo Wilson Pires de Camargo - CFM – Agência Ambiental de Marília

RESUMO EXECUTIVO

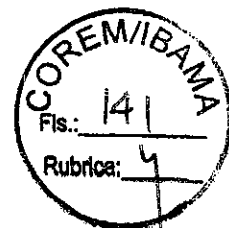
A Volkswagen do Brasil Indústria de Veículos Automotores Ltda. declarou que 17.057 unidades do veículo Amarok diesel fase L4 do Proconve, vendidos em território nacional, contém um *software* que “[...] otimiza os resultados de óxidos de nitrogênio (NOx) durante os testes laboratoriais [...]” e que pretende realizar um programa de *recall* para corrigir este problema.

Software ou dispositivos que alteram as emissões de poluentes quando estão submetidos a ensaios de laboratório, são denominados itens de ação indesejável e seu uso está em desacordo com a Resolução CONAMA nº 230 de 1997 (BRASIL, 1997).

Este trabalho teve por objetivo avaliar as emissões e, caso constatado, quantificar o acréscimo nas emissões de óxidos de nitrogênio decorrente do uso deste *software*, além de certificar que as variações nas emissões de poluentes decorrentes da modificação proposta pela Volkswagen atenderão os requisitos legais, e avaliar se há algum item de ação indesejável nos demais veículos Amarok movidos a diesel que atendem a fase L6 do Proconve.

Para descrever o comportamento das emissões de poluentes de escapamento dos veículos Amarok, foram avaliadas 7 veículos Amarok diesel e quatro veículos diesel de mesma categoria de outros fabricantes, como grupo controle.

Realizaram-se comparações e análise estatística entre as emissões de gases de escapamento de ensaios padronizados em laboratório e de pista de provas em condições controladas. Além disto, foi realizado o *recall* com o *software* corrigido pela Volkswagen em três veículos Amarok, após o qual se repetiram os mesmos ensaios.



Baseado nos resultados obtidos evidenciou-se que os veículos Amarok fase L4 do Proconve avaliados continham algum dispositivos de ação indesejável que diminuía em média 0,26 g/km a emissão dos óxidos de nitrogênio quando estes veículos eram submetidos aos ensaios de laboratório. Sem o uso deste dispositivo, os veículos teriam sido reprovados durante a homologação.

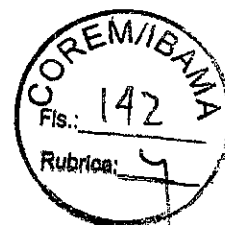
O *software* que será utilizado no programa de *recall* proposto pela Volkswagen demonstrou reduzir as emissões de NOx a níveis compatíveis com a fase L4 do Proconve.

Baseado nos resultados obtidos há indícios que os veículos Amarok, que devem atender a fase L6 do Proconve, podem estar equipados com algum item de ação indesejável, mas será necessário desenvolver estudos complementares para se estabelecer uma certeza.

Palavras-chave: Veículos diesel. Item indesejável. Óxidos de nitrogênio. Emissões reais. Emissões de rua. Redução de eficácia.

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|-----------|---|----|
| Figura 1 | Veículo Amarok sendo ensaiado no laboratório com equipamento PEMS embarcado | 16 |
| Figura 2 | Equipamento PEMS (Portable Emission Measurement System)..... | 17 |
| Figura 3 | Veículo Amarok sendo ensaiado na pista | 18 |
| Figura 4 | Média de emissão de NO _x de todos os veículos..... | 23 |
| Figura 5 | Média de emissão de CO ₂ de todos os veículos..... | 25 |
| Figura 6 | Média da autonomia de todos os veículos | 26 |
| Figura 7 | Média da emissão de NO _x das Amarok L4 antes e após a reprogramação..... | 27 |
| Figura 8 | Média da emissão de CO ₂ das Amarok L4 antes e após a reprogramação..... | 29 |
| Figura 9 | Média da autonomia das Amarok L4 antes e após a reprogramação | 30 |
| Figura 10 | Média dos níveis de grandeza de NO _x da pista em relação aos ensaios de laboratório..... | 32 |
| Figura 11 | Média dos níveis de grandeza de CO ₂ da pista em relação aos ensaios de laboratório..... | 33 |
| Figura 12 | Média dos níveis de grandeza de autonomia de pista em relação aos ensaios de laboratório..... | 34 |

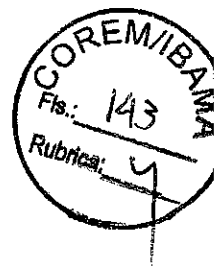


LISTA DE TABELAS

| | | |
|-----------|---|----|
| Tabela 1 | Desvio padrão percentual dos veículos em laboratório | 22 |
| Tabela 2 | Médias e desvios padrão dos níveis de grandeza do grupo controle | 35 |
| Tabela 3 | Médias e desvios padrão dos níveis de grandeza do grupo Amarok L4 reprogramadas | 35 |
| Tabela 4 | Médias e desvios padrão dos níveis de grandeza do grupo controle mais o grupo Amarok L4 reprogramadas | 36 |
| Tabela 5 | Médias e desvios padrão dos níveis de grandeza do grupo Amarok L4 | 37 |
| Tabela 6 | Médias e desvios padrão dos níveis de grandeza do grupo Amarok L6 | 38 |
| Tabela 7 | Resultados dos ensaios do veículo Amarok 1 | 85 |
| Tabela 8 | Resultados dos ensaios do veículo Amarok 2 | 86 |
| Tabela 9 | Resultados dos ensaios do veículo Amarok 3 | 87 |
| Tabela 10 | Resultados dos ensaios do veículo Amarok 3 reprogramado | 88 |
| Tabela 11 | Resultados dos ensaios do veículo Amarok 4 | 89 |
| Tabela 12 | Resultados dos ensaios do veículo Amarok 4 reprogramado | 90 |
| Tabela 13 | Resultados dos ensaios do veículo Amarok 5 | 91 |
| Tabela 14 | Resultados dos ensaios do veículo Amarok 5 reprogramado | 92 |
| Tabela 15 | Resultados dos ensaios do veículo Amarok 6 | 93 |
| Tabela 16 | Resultados dos ensaios do veículo Amarok 7 | 94 |
| Tabela 17 | Resultados dos ensaios do veículo Controle 8 | 95 |
| Tabela 18 | Resultados dos ensaios do veículo Controle 9 | 96 |
| Tabela 19 | Resultados dos ensaios do veículo Controle 10 | 97 |
| Tabela 20 | Resultados dos ensaios do veículo Controle 11 | 98 |

LISTA DE SIGLAS

| | |
|----------|---|
| ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| CAFEE | Center for Alternative Fuels, Engines & Emissions |
| CAP | Comissão de Acompanhamento do Proconve |
| CETESB | Companhia Ambiental do Estado de São Paulo |
| CONAMA | Conselho Nacional do Meio Ambiente |
| ECU | <i>Electronic Control Unit</i> - Unidade Eletrônica de Controle |
| FTP-74 | <i>Federal Test Procedure 74</i> – Procedimento de teste de veículos desenvolvido pelos Estados Unidos da América |
| IBAMA | Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis |
| NMHC | <i>Nom Methane Hydrocarbons</i> Hidrocarbonetos exceto metano |
| NOx | Óxidos de Nitrogênio (mistura gasosa caracterizada pela presença de NO e NO ₂) |
| PEMS | <i>Portable Emission Measurement System</i> – Sistema de Medição de Emissão Portátil |
| PROCONVE | Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores |
| THC | <i>Total Hydrocarbons</i> - Hidrocarbonetos Totais |
| USEPA | <i>United States Environmental Protection Agency</i> - Agência ambiental americana |
| VW | Volkswagen do Brasil Indústria de Veículos Automotores Ltda. |



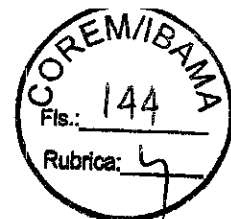
LISTA DE SÍMBOLOS

CO Monóxido de Carbono

CO₂ Dióxido de Carbono

SUMÁRIO

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 12 |
| 2 | OBJETIVOS..... | 14 |
| 3 | MÉTODO..... | 14 |
| 4 | RESULTADOS | 20 |
| 4.1 | Identificação das amostras | 20 |
| 4.2 | Validação dos resultados | 21 |
| 4.2.1 | Validação dos PEMS..... | 21 |
| 4.2.2 | Avaliação da repetitividade dos veículos | 22 |
| 4.3 | Emissão de Óxidos de Nitrogênio | 23 |
| 4.4 | Emissão de Dióxido de Carbono | 24 |
| 4.5 | Autonomia | 25 |
| 4.6 | Emissão de NOx dos veículos Amarok reprogramados | 27 |
| 4.7 | Emissão de CO ₂ dos veículos Amarok L4 reprogramados | 29 |
| 4.8 | Autonomia dos veículos Amarok L4 reprogramados | 30 |
| 5 | DISCUSSÃO | 31 |
| 5.1 | Comportamento das emissões | 31 |
| 5.2.1 | Comportamento dos veículos controle..... | 35 |
| 5.2.2 | Comportamento das Amarok reprogramadas | 35 |
| 5.2.3 | Comportamento das Amarok L4 | 36 |
| 5.2.4 | Comportamento das Amarok L6 | 37 |
| 6 | CONCLUSÃO | 39 |
| 7 | RECOMENDAÇÕES..... | 41 |
| | REFERÊNCIAS | 43 |
| | APÊNDICE A – Condições de ensaio em pista..... | 45 |
| | APÊNDICE B - Relatório estatístico do estudo das emissões de caminhonetes diesel com foco no modelo VQ-Amarok..... | 47 |
| | APÊNDICE C – Resultado dos ensaios..... | 84 |
| | Tabela 7 - Resultados dos ensaios do veículo Amarok 1..... | 85 |
| | Tabela 8 - Resultados dos ensaios do veículo Amarok 2..... | 86 |



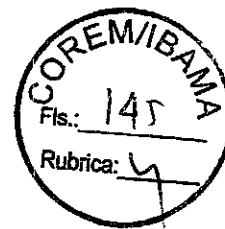
| | |
|---|----|
| Tabela 9 - Resultados dos ensaios do veículo Amarok 3..... | 87 |
| Tabela 10 - Resultados dos ensaios do veículo Amarok 3 reprogramado | 88 |
| Tabela 11 - Resultados dos ensaios do veículo Amarok 4..... | 89 |
| Tabela 12 - Resultados dos ensaios do veículo Amarok 4 reprogramado | 90 |
| Tabela 13 - Resultados dos ensaios do veículo Amarok 5..... | 91 |
| Tabela 14 - Resultados dos ensaios do veículo Amarok 5 reprogramado | 92 |
| Tabela 15 - Resultados dos ensaios do veículo Amarok 6..... | 93 |
| Tabela 16 - Resultados dos ensaios do veículo Amarok 7..... | 94 |
| Tabela 17 - Resultados dos ensaios do veículo Controle 8 | 95 |
| Tabela 18 - Resultados dos ensaios do veículo Controle 9 | 96 |
| Tabela 19 - Resultados dos ensaios do veículo Controle 10 | 97 |
| Tabela 20 - Resultados dos ensaios do veículo Controle 11 | 98 |

1 INTRODUÇÃO

Em 22 de outubro de 2015, a empresa Volkswagen do Brasil Indústria de Veículos Automotores Ltda. (VW), informou por meio de ofício (VW, 2015) ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), que 17.057 unidades do modelo de veículo Amarok, anos-modelo de fabricação 2011 e 2012, movidos a diesel e comercializados no mercado brasileiro, contém um *software* que “[...] otimiza os resultados de óxidos de nitrogênio (NOx) durante os testes laboratoriais (em dinamômetro) [...]”.

A inclusão de dispositivos físicos ou *software* em veículos que interfiram em suas emissões de poluentes nos ensaios de homologação implica no descumprimento do Art. 2º. da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 230 de 1997 (BRASIL, 1997), que proíbe o uso de dispositivos de ação indesejável, definidos no caput e no § 2º da mesma Resolução.

De acordo com a Resolução, itens de ação indesejável são definidos como peças, dispositivos, sistemas, *software*, ou procedimentos que reduzam ou possam reduzir a eficácia do controle da emissão de poluentes pelo veículo, ou produzam variações acima dos padrões dessas emissões em condições que possam ser esperadas durante a sua operação em uso normal, ou ainda que propiciem o reconhecimento dos procedimentos de ensaios laboratoriais e atuem de forma diferente ao das condições normais de uso.



Em 19 de novembro de 2015, na reunião da Comissão de Acompanhamento e Avaliação do Proconve (CAP)¹, o representante da VW acrescentou que após avaliação em um veículo Amarok concluiu-se que:

[...] mesmo com o *software*, em condições normais de rua o veículo atendia aos limites de emissões. Outra conclusão foi de que o sistema de fraude deveria ter algum mecanismo que no Brasil não foi necessário porque o motor já atendia aos limites estabelecidos na época. Por fim, foi ressaltada que a posição da Volkswagen em relação ao cenário seria de fazer o recall dos veículos para a retirada do *software* mesmo não tendo sido comprovada a fraude (BRASIL, 2016).

Todas as unidades vendidas no Brasil que a VW afirma estarem com um *software* de ação indesejável correspondem à fase L4² do Proconve, cujo limite de emissão de NOx é de 1 g/km.

Por outro lado, a VW alega que não houve adulteração nos veículos Amarok movidos a diesel da atual fase L6 do Proconve³ (VW, 2015), embora o limite de emissão de NO_x seja de 0,35 g/km.

Em 20 de maio de 2016 o IBAMA notificou a VW, através do ofício OF 02001.005477/2016-72 DIQUA/IBAMA, para fornecer as condições necessárias, como pista de provas, equipamento portátil para medição de poluentes em campo (PEMS) e laboratório de emissões de poluentes de veículos diesel, para que a CETESB pudesse realizar avaliação em veículos Amarok e em veículos diesel de outros fabricantes de mesma categoria, isto é *pick-ups* de tamanho médio.

¹ A CAP foi instituída pela Resolução CONAMA nº 414/2009 (BRASIL, 2009a), para acompanhar a execução do atendimento ao estabelecido no Proconve, avaliá-lo com vistas à sua eficiência e eficácia e tomar as medidas que estiverem ao seu alcance para garantir o seu cumprimento.

² Instituída pela Resolução CONAMA 315 de 2002 (BRASIL, 2002).

³ O Proconve teve a aplicação da fase L5 afastada para veículos diesel por conta do acordo judicial decorrente das ações civis públicas 2007.61.00.034636-2 e 2008.61.00.013278-0, ao passo que a fase L6 foi instituída pela Resolução CONAMA 415 DE 2009 (BRASIL, 2009b), foi iniciada em 2012.

2 OBJETIVOS

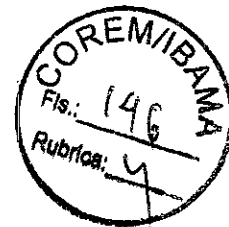
Esta avaliação tem por objetivo avaliar as emissões e, caso constatado, quantificar o acréscimo de óxidos de nitrogênio que o *software* instalado está atribuindo aos veículos Amarok que atendem a fase L4 do Proconve (Amarok L4), quantificar a variação nas emissões resultantes das alterações propostas pela VW para o *recall*, se o mesmo atenderá os requisitos legais, e avaliar se há algum item de ação indesejável nos veículos Amarok que atendem a fase L6 do Proconve (Amarok L6) que possa estar elevando os níveis de emissão de poluentes acima dos padrões esperados.

3 MÉTODO

A fim de identificar a existência de dispositivos de qualquer ordem, mecânico, eletrônico ou *software*, que possam reduzir as emissões de poluentes quando o veículo está sendo utilizado em ensaios de laboratório, foi realizado estudo comparativo com veículos Amarok e de outros fabricantes de mesma categoria. Foram realizadas comparações das emissões de poluentes com o veículo submetido a ensaios padronizados em laboratório e ensaios em pista de provas em condições parcialmente controladas, reproduzindo condições reais e normais de uso.

Para a realização dos ensaios de laboratório, adotaram-se os mesmos procedimentos utilizados em ensaios de homologação para esta categoria de veículo e, por esta razão, são considerados como referência.

Para cada veículo realizaram-se, pelo menos, dois ensaios conforme a norma ABNT NBR 6601 (2012) (NBR 6601), dois ensaios conforme a ABNT NBR 7024 (2010) (NBR7024) e dois ensaios conforme o ciclo de condução urbana reduzido, conhecido por FTP-74.



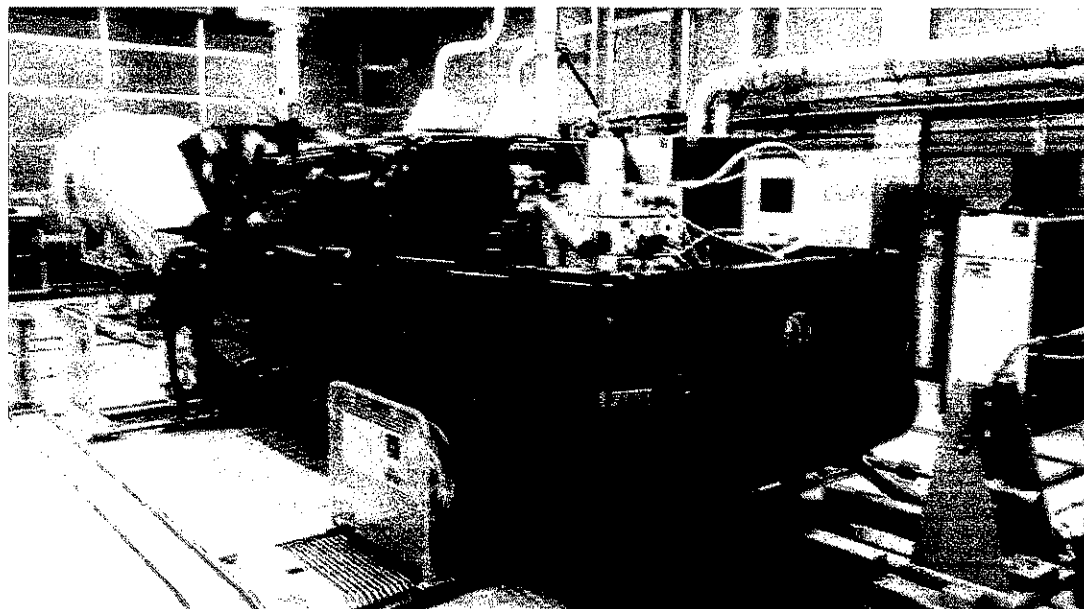
O ciclo conforme norma NBR 6601 é composto por três fases distintas que procuram simular as condições urbanas de condução. A fase 1 se inicia com o veículo partindo frio, condição de maior emissão de poluentes atmosféricos, pois o catalisador, enquanto frio, não promove a catálise dos poluentes. Devido a este requisito, somente é possível realizar um ensaio conforme norma NBR 6601 por dia. A fase 2 é contínua à fase 1 e denominada fase estabilizada, caracterizada pelo funcionamento pleno do motor e dos sistemas de controle, já aquecidos. A fase 3, chamada de partida a quente, acontece após a finalização da fase 2, quando o motor é desligado. Após intervalo de 10 minutos nessa condição, é dada partida no motor, sendo o veículo conduzido em um padrão de acelerações e desacelerações igual à fase 1.

O ciclo conforme norma NBR 7024 é composto por uma única fase de ensaio que simula as condições de direção em estrada.

O ciclo FTP-74 também simula as condições urbanas, seu ciclo é idêntico as fases 2 e 3 da norma NBR 6601, com a diferença que o início do teste se dá com o motor aquecido.

A razão de se optar por realizar este ciclo de ensaio foi verificar a repetitividade dos veículos, além de ter um ensaio padronizado em condição de veículo aquecido para comparar com os resultados de pista, o que também permitiu reduzir o período de avaliação destes veículos. A Figura 1 mostra um veículo Amarok sendo ensaiado no laboratório.

Figura 1 Veículo Amarok sendo ensaiado no laboratório com equipamento PEMS embarcado

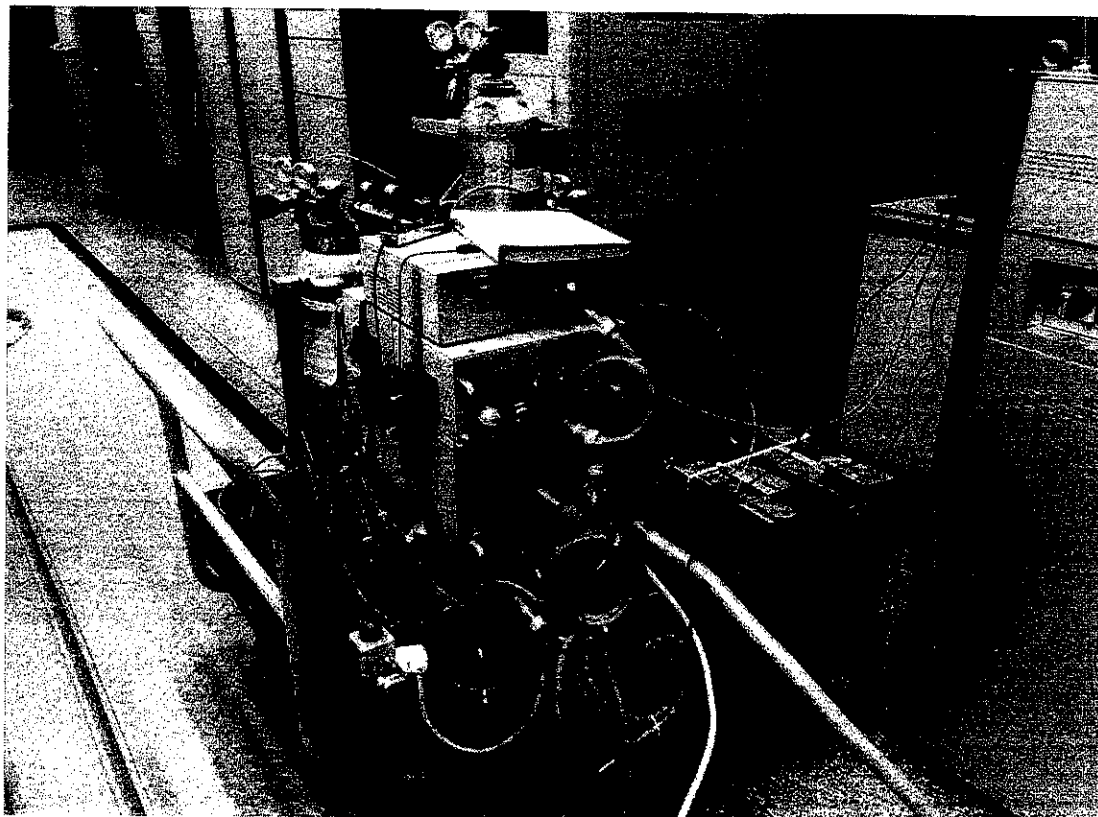


Fonte: Cetesb (2016).

Para a quantificação dos poluentes emitidos durante os ensaios realizados em pista, utilizou-se o equipamento PEMS (*Portable Emission Measurement System*), marca Horiba modelo OBS-2000, mostrado na Figura 2. O PEMS é um equipamento autônomo e portátil, alimentado por baterias, destinado à medição de poluentes de escapamento de veículos em campo. O modelo utilizado foi o mesmo utilizado pela Universidade de West Virgínia (CAFFE, 2014) que detectou inicialmente a fraude em veículos movidos a diesel nos Estados Unidos.

Nos ensaios de pista foram reproduzidas condições reais de direção urbana, rural e estrada, tendo como referência os critérios da Regulamentação 427/2016 da Comunidade Europeia (UNIÃO EUROPÉIA, 2016).

Figura 2 Equipamento PEMS (Portable Emission Measurement System)



Fonte: Cetesb (2016)

A pista de provas alocada para esta avaliação é plana, composta por duas retas de 1600 metros ligadas por duas curvas de raio de aproximadamente 40 metros, e é utilizada regularmente pela indústria automobilística para avaliação de desempenho de veículos. A descrição das condições do ensaio de pista está no apêndice A. A Figura 3 mostra um veículo Amarok sendo ensaiado nesta pista.

Figura 3 Veículo Amarok sendo ensaiado na pista

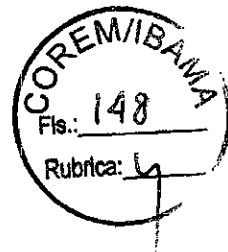


Fonte: Cetesb (2016)

A fim de verificar a confiabilidade e estabilidade dos resultados obtidos pelo PEMS, foram realizadas, em parte dos ensaios, amostragem simultânea do gás de escapamento com análise pelo PEMS e pelo laboratório, em todos os veículos avaliados.

Todos os poluentes regulamentados foram avaliados, exceto o material particulado, devido à indisponibilidade de analisadores específicos para esse poluente no PEMS e no laboratório alocado para esta finalidade. Esse fato limitou a avaliação, mas sem comprometer o objetivo deste trabalho, que é quantificar as emissões dos óxidos de nitrogênio.

Foram avaliados cinco veículos Amarok L4, dois veículos Amarok L6 e quatro veículos de mesma categoria, produzidos por outros fabricantes, que atendem a fase L4 do Proconve, definidos como grupo controle.



Além destes, haviam sido selecionados outros cinco veículos, inclusive para o grupo controle da fase L6 do Proconve, que foram descartados devido a falhas mecânicas. O grupo controle tem a função de servir como balizador para descrever o comportamento característico das emissões desta categoria de veículos. Caso os veículos Amarok tenham comportamento semelhante aos do grupo controle, não será possível evidenciar a existência de itens de ação indesejável.

Após a realização dos testes dos veículos Amarok L4 foi feita a reprogramação da Unidade Eletrônica de Controle (ECU), com o *software* proposto pela VW para realizar o programa de *recall* e, a seguir foram repetidos os testes para certificar a inoperância do item de ação indesejável, bem como verificar o atendimento aos limites legais.

4 RESULTADOS

Os resultados de todos os ensaios realizados em cada veículo estão mostrados no Apêndice C. Neste tópico será apresentada a síntese destes ensaios.

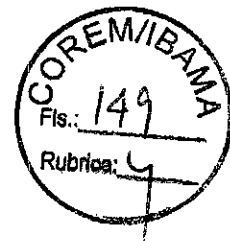
Para a avaliação estatística dos resultados obtidos empregou-se a técnica multivariada de Modelos Lineares Mistos, que estima os efeitos de cada um dos fatores e testa sua significância em termos estatísticos. Esta avaliação estatística é apresentada em sua íntegra no Apêndice B, todavia suas conclusões mais relevantes serão destacadas nas próximas páginas.

4.1 Identificação das amostras

Os veículos Amarok L4 receberam numeração de 1 a 5, os veículos Amarok L6 receberam os números 6 e 7 e os veículos do grupo controle, de outras marcas e que atendem à fase L4 do Proconve, foram numerados de 8 a 11.

Os veículos Amarok 1, 2 e 3 e os veículos controle 9 e 10 foram cedidos pela VW, os veículos Amarok 4, 5 e 7 foram selecionados pela CETESB, enquanto que o veículo Amarok 6 os veículos controle 8 e 11 pertenciam à frota da CETESB.

Como no grupo controle não foi possível avaliar veículos diesel de todas as marcas comercializadas no Brasil, optou-se por omitir as marcas e modelos dos veículos avaliados, exceto dos veículos da marca Volkswagen, a fim de evitar eventuais desvios de interpretação e causar desvantagens comerciais.



4.2 Validação dos resultados

4.2.1 Validação dos PEMS

A fim de certificar que o PEMS estava medindo adequadamente os parâmetros, em todos os veículos avaliados, foram realizadas coletas simultâneas do gás de escapamento entre o PEMS e o laboratório durante a realização de alguns ensaios em dinamômetro.

Nas tabelas “Diferença de medição PEMS x Laboratório” do Apêndice C se observa que o PEMS apresentou pequenas diferenças percentuais em relação ao laboratório para os parâmetros NO_x, CO₂ e autonomia para a maioria dos ensaios.

Por outro lado, para os poluentes THC e CO as diferenças foram significativas e aleatórias. O PEMS não se mostrou correlacionável para estes dois poluentes, devido sua faixa de trabalho ser muito elevada em relação à concentração dos poluentes amostrados em laboratório, portanto estes resultados devem ser desconsiderados, pois não é possível extrair qualquer conclusão a respeito dos mesmos. Ainda assim, mantivemos os resultados destes dois poluentes mostrados no Apêndice C.

A análise estatística, apresentada no Apêndice B, verificou que o PEMS mediu sistematicamente valores inferiores para os parâmetros NO_x e CO₂ e valores maiores de autonomia, médias de -12%, - 11% e + 21%, respectivamente.

Estas diferenças se propagaram para todos os veículos, grupo caso e grupo controle, razão pela qual se optou por não estabelecer um fator de correção para o PEMS.

Ademais, a Regulamentação Europeia 427/2016 (UNIÃO EUROPÉIA, 2016) estabelece como critério para a aceitação do PEMS divergência de até 15% para NO_x e 10% para CO₂. Desta forma o PEMS foi considerado correlacionado e adequado para estes três parâmetros.

4.2.2 Avaliação da repetitividade dos veículos

Uma das razões para a escolha de realizar o ciclo FTP-74 foi a possibilidade de, juntamente com as fases 2 e 3 do ciclo da norma NBR 6601, avaliar a repetitividade dos veículos a partir dos desvios padrão percentual.

Quanto menor o desvio padrão percentual, mais repetitiva foi a emissão de poluente do veículo, portanto mais confiável é o resultado. A Tabela 1 mostra o desvio padrão percentual dos veículos em laboratório baseado nas médias aritméticas dos ciclos FTP-74 e fases 2 e 3 do ciclo conforme norma NBR 6601.

Tabela 1 Desvio padrão percentual dos veículos em laboratório

| Veículo | Desvio padrão (%) por poluente | | | | | Autonomia |
|-------------|--------------------------------|------|-----|-----|-----------------|-----------|
| | THC | NMHC | NOx | CO | CO ₂ | |
| Amarok 1 | 20% | 21% | 6% | 23% | 4% | 4% |
| Amarok 2 | 19% | 21% | 9% | 26% | 3% | 2% |
| Amarok 3 | 16% | 16% | 13% | 29% | 3% | 3% |
| Amarok 3 | 20% | 20% | 6% | 26% | 2% | 2% |
| Amarok 4 | 11% | 11% | 7% | 22% | 2% | 2% |
| Amarok 4 | 10% | 10% | 9% | 27% | 3% | 3% |
| Amarok 5 | 6% | 6% | 13% | 21% | 2% | 2% |
| Amarok 5 | 12% | 13% | 5% | 32% | 3% | 3% |
| Amarok 6 | 26% | 37% | 1% | 92% | 3% | 3% |
| Amarok 7 | 76% | 90% | 10% | 23% | 4% | 4% |
| Controle 8 | 5% | 4% | 1% | 6% | 2% | 2% |
| Controle 9 | 7% | 7% | 3% | 5% | 2% | 2% |
| Controle 10 | 17% | 38% | 2% | 2% | 4% | 4% |
| Controle 11 | 51% | 75% | 4% | 18% | 1% | 1% |

Fonte: Autores (2016)

Nota: Base de cálculo: Média aritmética dos ciclos FTP-74 e fases 2 e 3 conforme norma NBR 6601

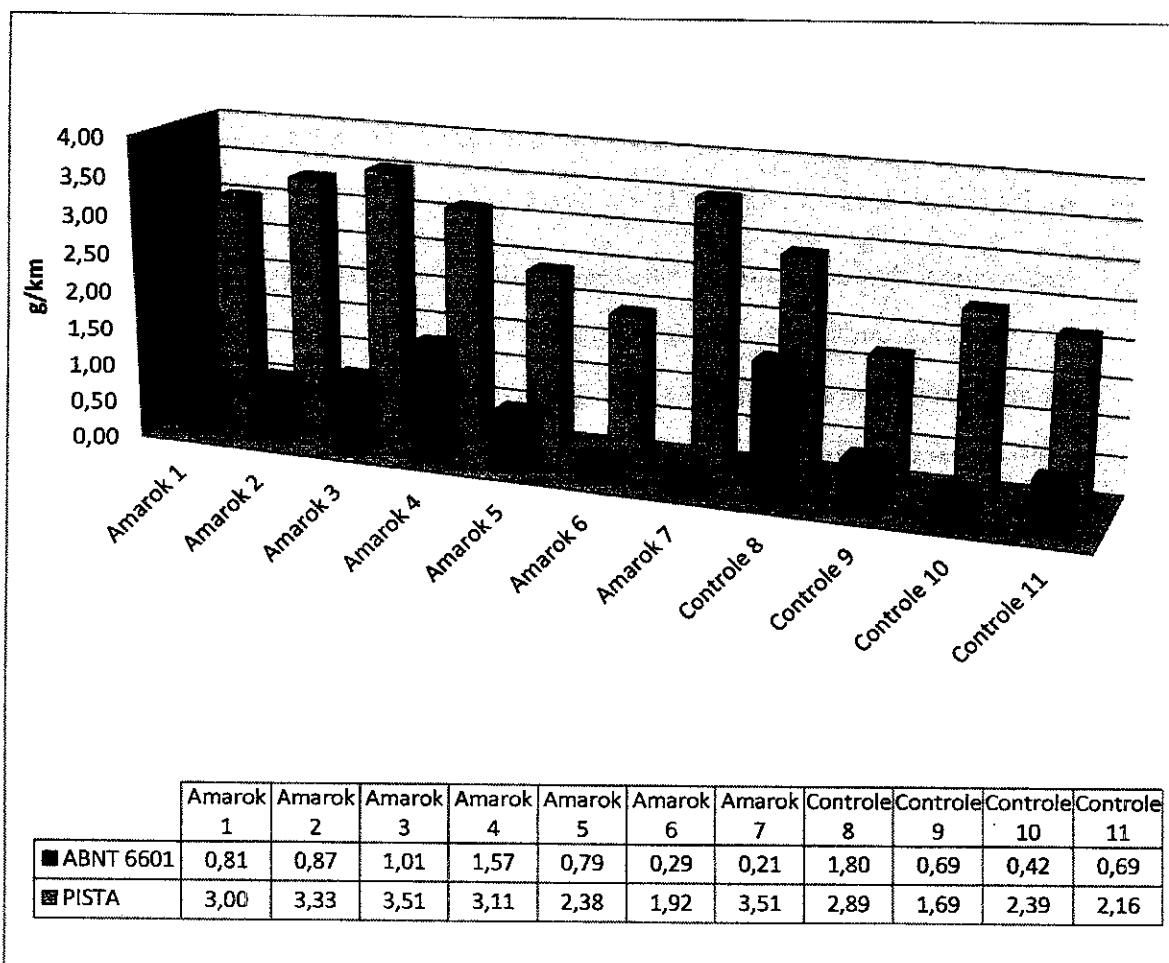
Observa-se que todos os veículos apresentaram desvio padrão percentual aceitáveis para os parâmetros avaliados: NOx, CO₂, e autonomia, assim pode-se afirmar que todos os veículos apresentaram comportamento repetitivo e considerar que os resultados obtidos para estes três parâmetros são confiáveis.

Ademais, na análise estatística, conforme Apêndice B, foi constatado que os resultados obtidos proporcionaram ajustes significativos para NOx, CO₂ e autonomia, portanto estavam válidos e adequados para o tratamento estatístico.

4.3 Emissão de Óxidos de Nitrogênio

A Figura 4 mostra a média dos resultados de emissão de NOx dos ensaios conforme norma NBR 6601 e pista. Os resultados dos ensaios conforme norma NBR 7024 e FTP-74 estão mostrados no Apêndice C e serão considerados no tópico Discussão.

Figura 4 Média de emissão de NOx de todos os veículos



Fonte: Autores (2016)

Observa-se que, com exceção dos veículos Amarok 3 e 4 e Controle 8, todos os veículos emitiram em média valores inferiores a 1 g/km de NOx nos ensaios conforme norma NBR 6601, limite da fase L4 do Proconve.

No entanto, deve-se notar que os veículos que emitiram mais que 1 g/km de NOx estavam com o hodômetro com mais de 80 mil quilômetros, conforme apresentado no Apêndice C. De acordo com a Resolução CONAMA 18/1986 (BRASIL, 1986), o fabricante deve garantir o atendimento aos limites de emissão pelo prazo de 5 anos ou 80 mil quilômetros. Desta forma, não houve violação dos requisitos legais.

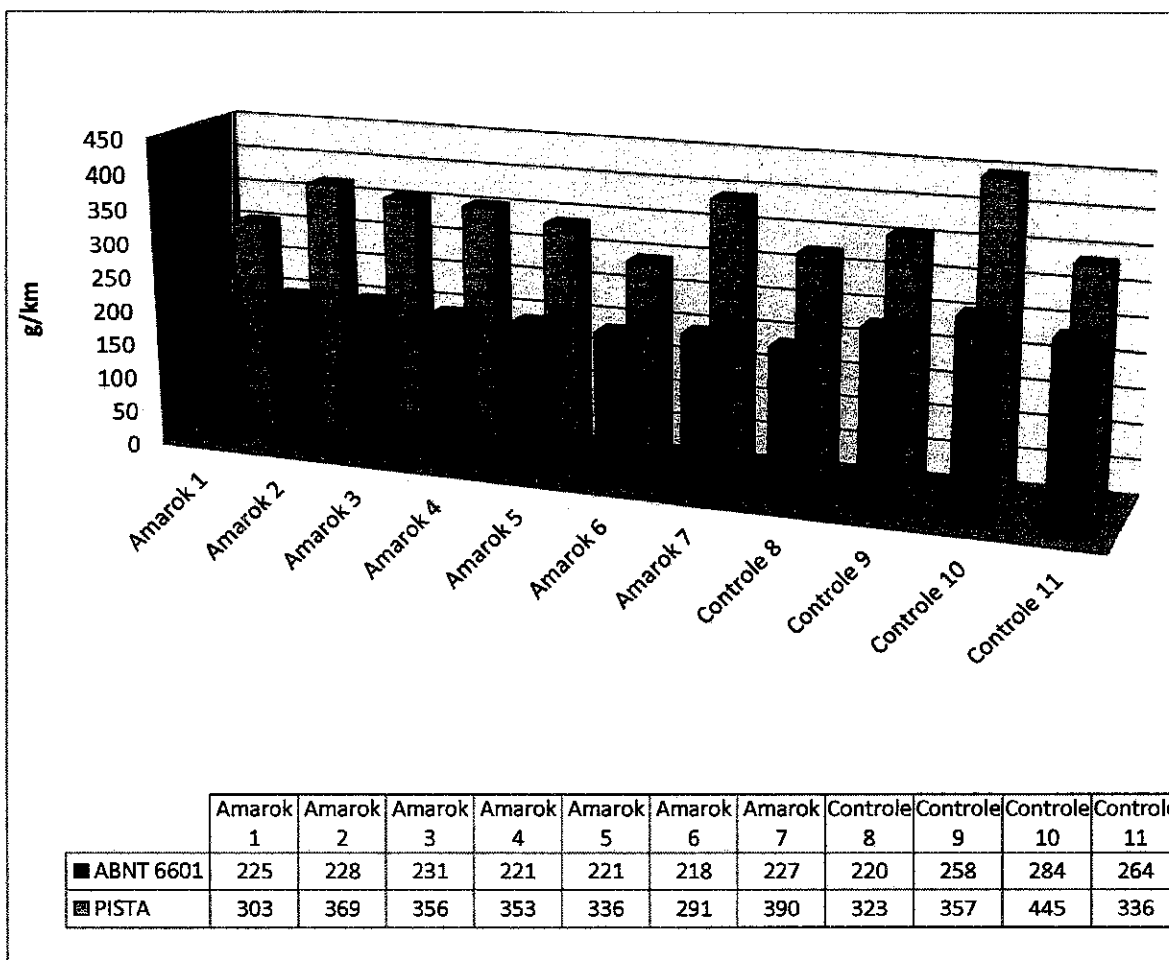
Nos dois veículos Amarok L6 não foram observadas violações aos requisitos legais nas avaliações feitas em laboratório, entretanto observa-se que a emissão de NOx em pista foi bastante semelhante aos veículos que atendem a fase L4 do Proconve. O aumento proporcional de emissão de NOx dos ensaios de laboratório para a pista foi muito maior para os veículos L6 do que os L4.

Cabe ainda destacar que os valores obtidos em pista foram bastante superiores aos valores observados nos Estados Unidos da América em avaliações semelhantes, o que de certa forma era esperado posto que o limite médio nos Estados Unidos (fase Tier 2 - Bin 5) é 0,04 g/km.

4.4 Emissão de Dióxido de Carbono

A Figura 5 mostra a média dos resultados de emissão de CO₂ dos ensaios conforme norma NBR 6601 e pista. Os resultados conforme norma NBR 7024 e FTP-74 serão considerados no tópico Discussão.

Figura 5 Média de emissão de CO₂ de todos os veículos



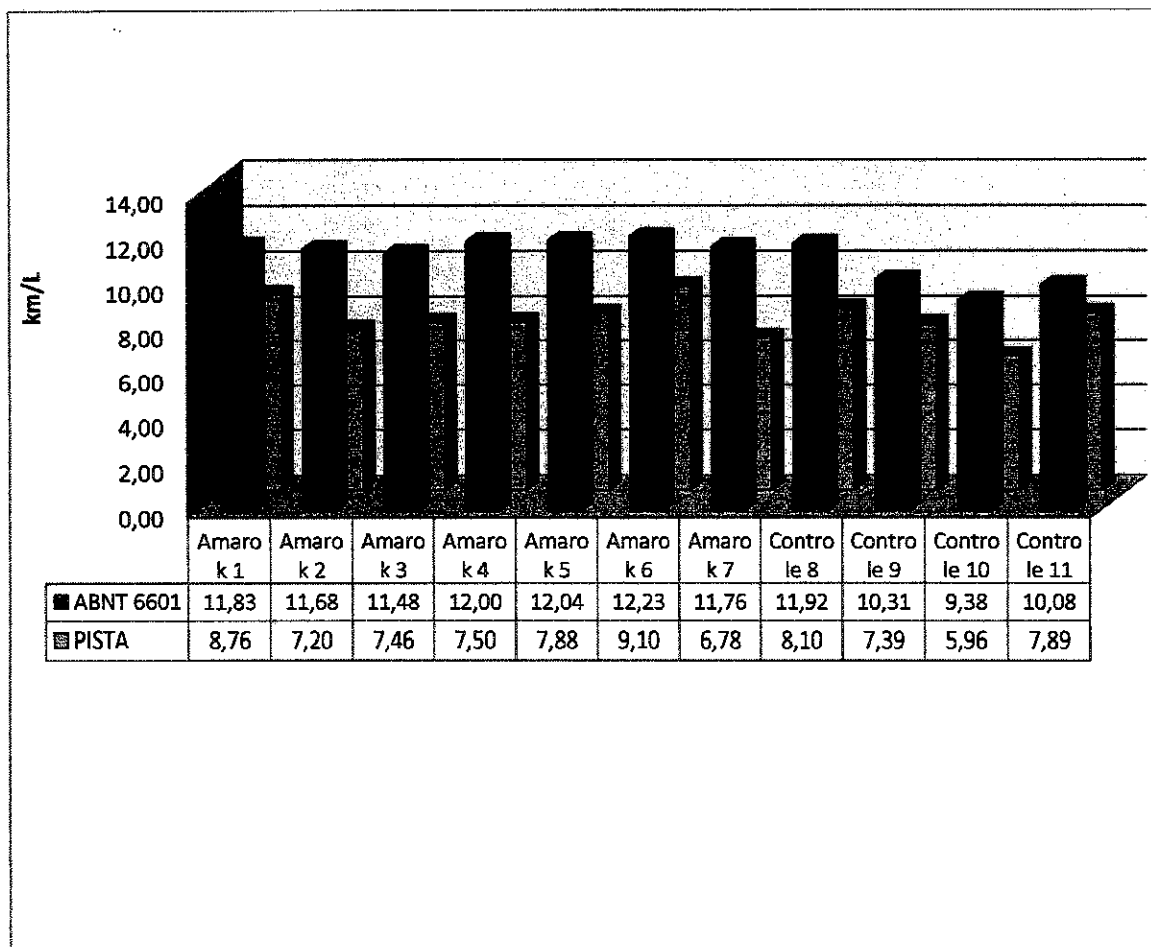
Fonte: Autores (2016)

Observa-se que para todos os veículos as emissões médias de CO₂ em pista foram maiores do que a emissão dos ensaios conforme norma NBR 6601, acréscimo médio de 48%.

4.5 Autonomia

A Figura 6 mostra a média dos resultados de autonomia dos ensaios dos veículos conforme norma NBR 6601 e pista. Os resultados dos ensaios conforme norma NBR 7024 e FTP-74 serão considerados no tópico Discussão.

Figura 6 Média da autonomia de todos os veículos



Fonte: Autores (2016)

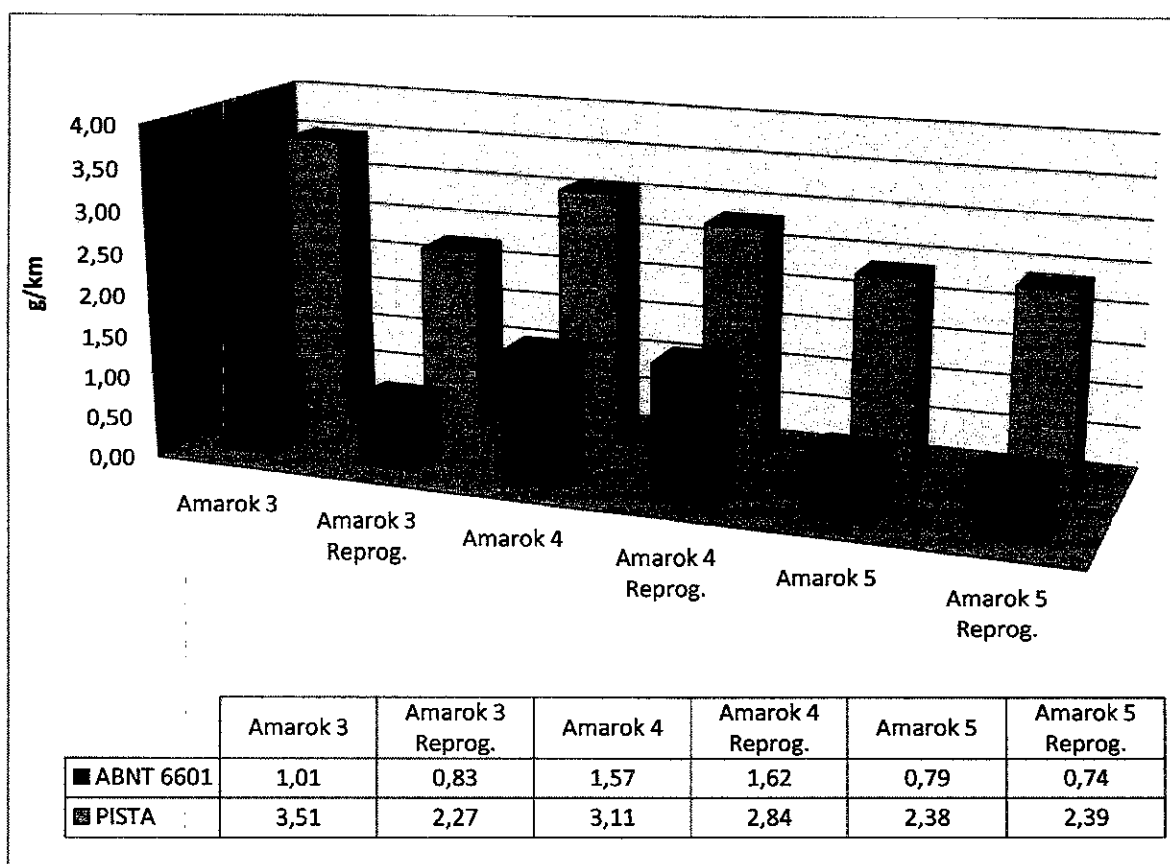
Observa-se que as autonomies médias em pista foram menores do que as autonomies médias dos ensaios conforme NBR 6601 para todos os veículos, o que era esperado, posto que a autonomia é inversamente proporcional à emissão de CO₂. A diferença média é de menos 3,7 quilômetros a cada litro de combustível consumido.

4.6 Emissão de NOx dos veículos Amarok reprogramados

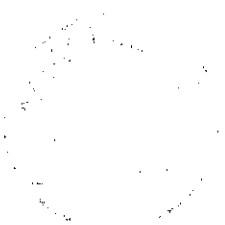
Os veículos Amarok L4 de identificação 3, 4 e 5, tiveram suas ECUs reprogramadas com o *software* de desativação do sistema de otimização proposto pela VW. Os mesmos ensaios foram repetidos nos três veículos, a fim de verificar se haverá atendimento aos requisitos do Proconve nos veículos Amarok L4 em que a VW pretende realizar o *recall*.

A Figura 7 mostra a evolução da emissão média de NOx dos veículos Amarok L4 conforme norma NBR 6601 proporcionada pela reprogramação.

Figura 7 Média da emissão de NOx das Amarok L4 antes e após a reprogramação



Fonte: Autores (2016)



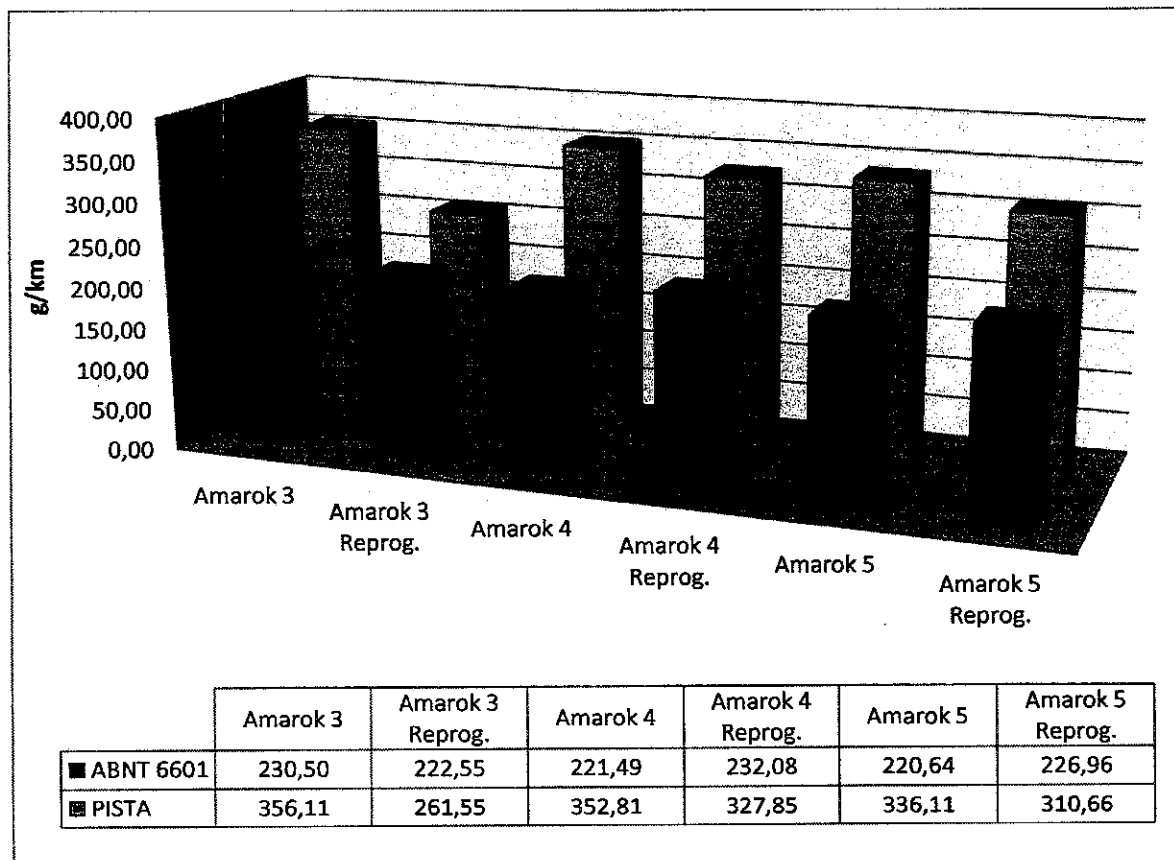
Observa-se que as Amarok 3 e 5 reprogramadas não excederam o limite de NOx da fase L4 do Proconve, já a Amarok 4 reprogramada excedeu, mas em nível bastante semelhante ao anterior a sua reprogramação, portanto este fato não pode ser imputado à reprogramação do veículo.

Cabe ainda destacar que a reprogramação melhorou significativamente a emissão de NOx em pista das Amarok 3 e 4, enquanto que a Amarok 5 manteve o nível de emissão constante. Na média, houve redução de emissão de NOx em pista de 14%.

4.7 Emissão de CO₂ dos veículos Amarok L4 reprogramados

A Figura 8 mostra a evolução da emissão média de CO₂ dos veículos Amarok L4 conforme norma NBR 6601 proporcionada pela reprogramação.

Figura 8 Média da emissão de CO₂ das Amarok L4 antes e após a reprogramação



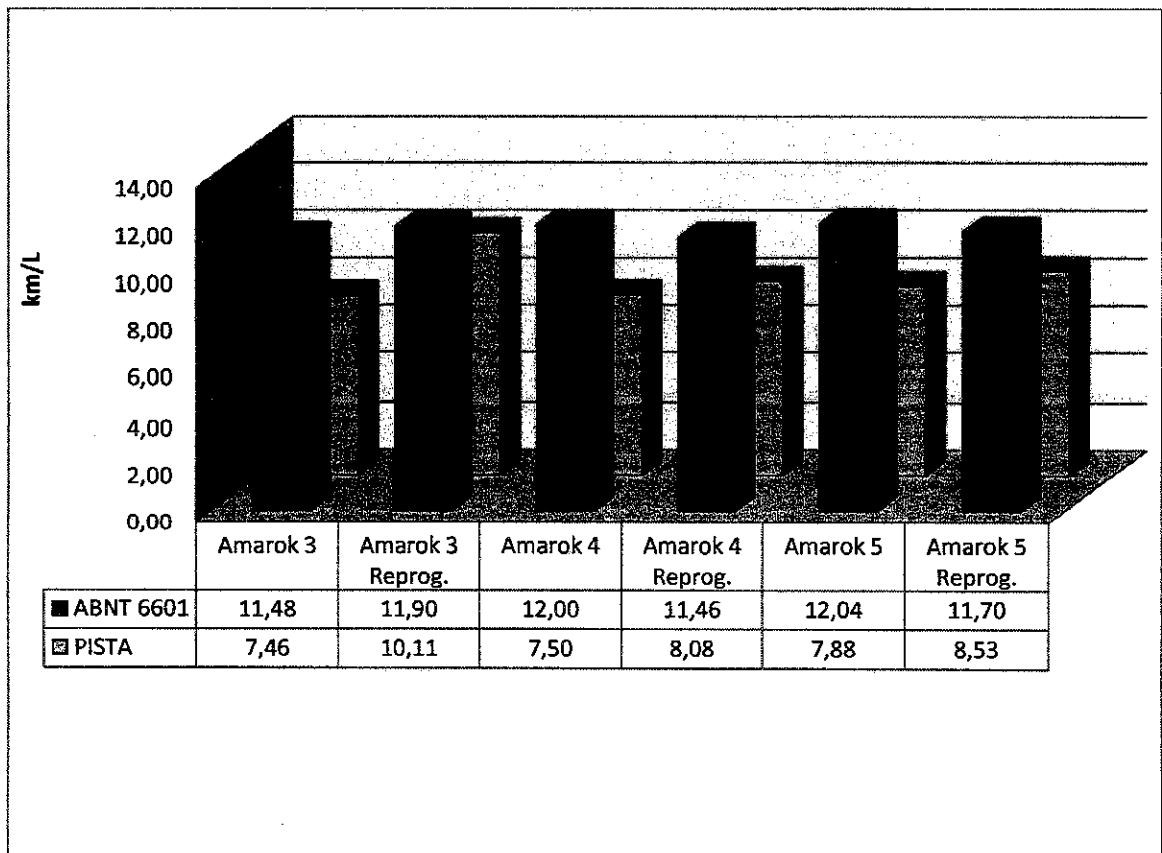
Fonte: Autores (2016)

Observa-se que a reprogramação diminuiu a emissão de CO₂ em pista nos três veículos, em média 13%.

4.8 Autonomia dos veículos Amarok L4 reprogramados

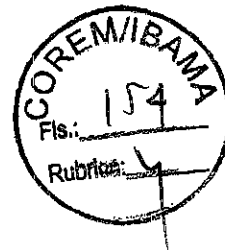
A Figura 9 mostra a evolução média das autonomias dos veículos Amarok L4 conforme norma NBR 6601 proporcionada pela reprogramação.

Figura 9 Média da autonomia das Amarok L4 antes e após a reprogramação



Fonte: Autores (2016)

Observa-se que a reprogramação melhorou a autonomia em pista nos três veículos, em média ganhou-se mais 1,3 quilômetros por litro de combustível. Uma melhora de 17%.



Baseado nos resultados destes ensaios pode-se afirmar que do ponto de vista ambiental não há óbices quanto à reprogramação dos veículos Amarok L4, pois aparentemente há a redução da emissão de NOx em pista e melhora o consumo de combustível dos veículos.

5 DISCUSSÃO

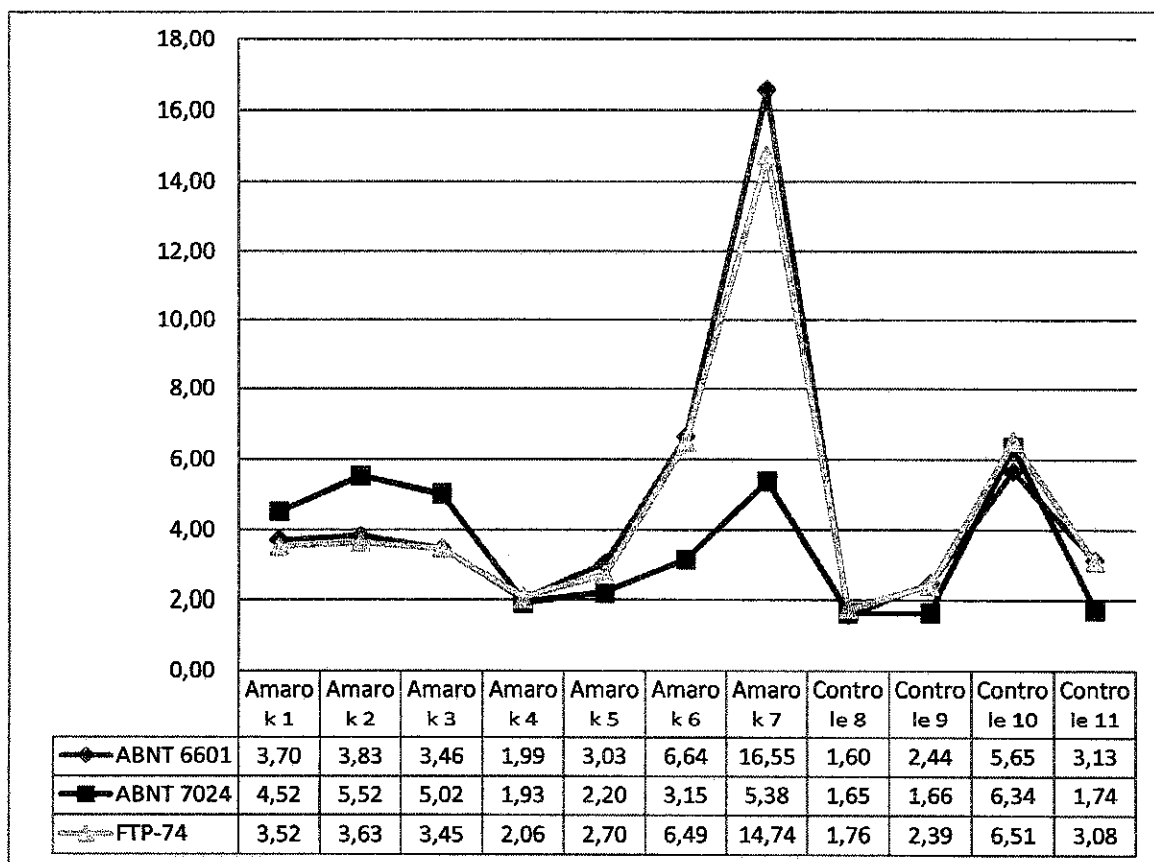
5.1 Comportamento das emissões

A Figura 10 mostra a média dos níveis de grandeza de NOx da pista em relação aos ensaios de laboratório. O nível de grandeza⁴ indica quantas vezes o parâmetro de pista foi maior que o parâmetro de laboratório.

Desta forma, tomando por exemplo a Amarok 1, se verifica que esta emitiu em média 3,7 vezes mais NOx em pista do que em laboratório realizando ensaios conforme norma NBR 6601, 4,52 vezes mais NOx do que os ensaios conforme norma NBR 7024 e 3,52 vezes mais NOx do que os ensaios conforme norma FTP-74. Valendo o mesmo raciocínio para todos os demais veículos.

⁴ Nível de grandeza é designado em alguns relatórios internacionais semelhantes por fator (multiplicativo).

Figura 10 Média dos níveis de grandeza de NOx da pista em relação aos ensaios de laboratório

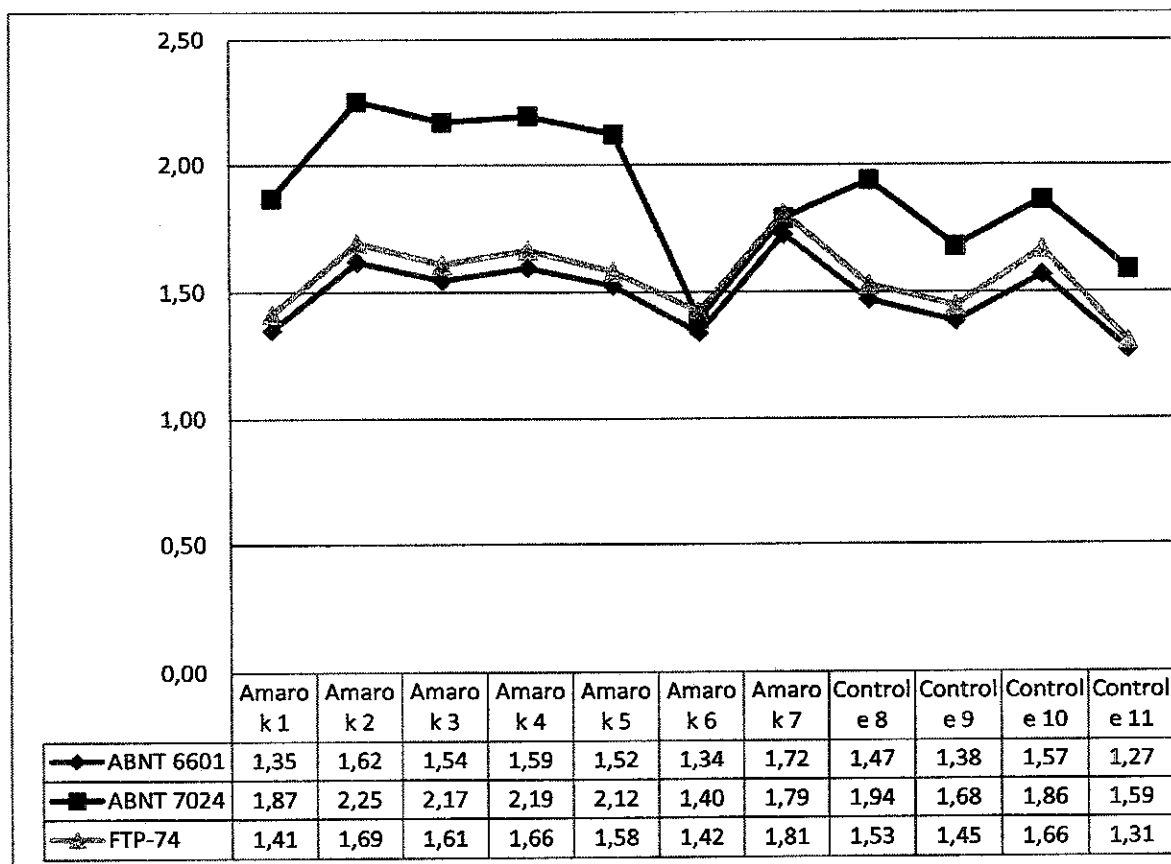


Fonte: Autores (2016)

Observa-se que os veículos Amaro 6 e 7 apresentaram os maiores níveis de grandeza de NOx de pista em relação aos ensaios conforme norma NBR 6601 e FTP-74. A Amaro 7 foi o pior caso, emitiu em média 16,55 vezes mais NOx em pista do que a média dos ensaios de laboratório conforme norma NBR 6601.

A Figura 11 mostra a média dos níveis de grandeza de CO₂ da pista em relação aos ensaios de laboratório.

Figura 11 Média dos níveis de grandeza de CO₂ da pista em relação aos ensaios de laboratório



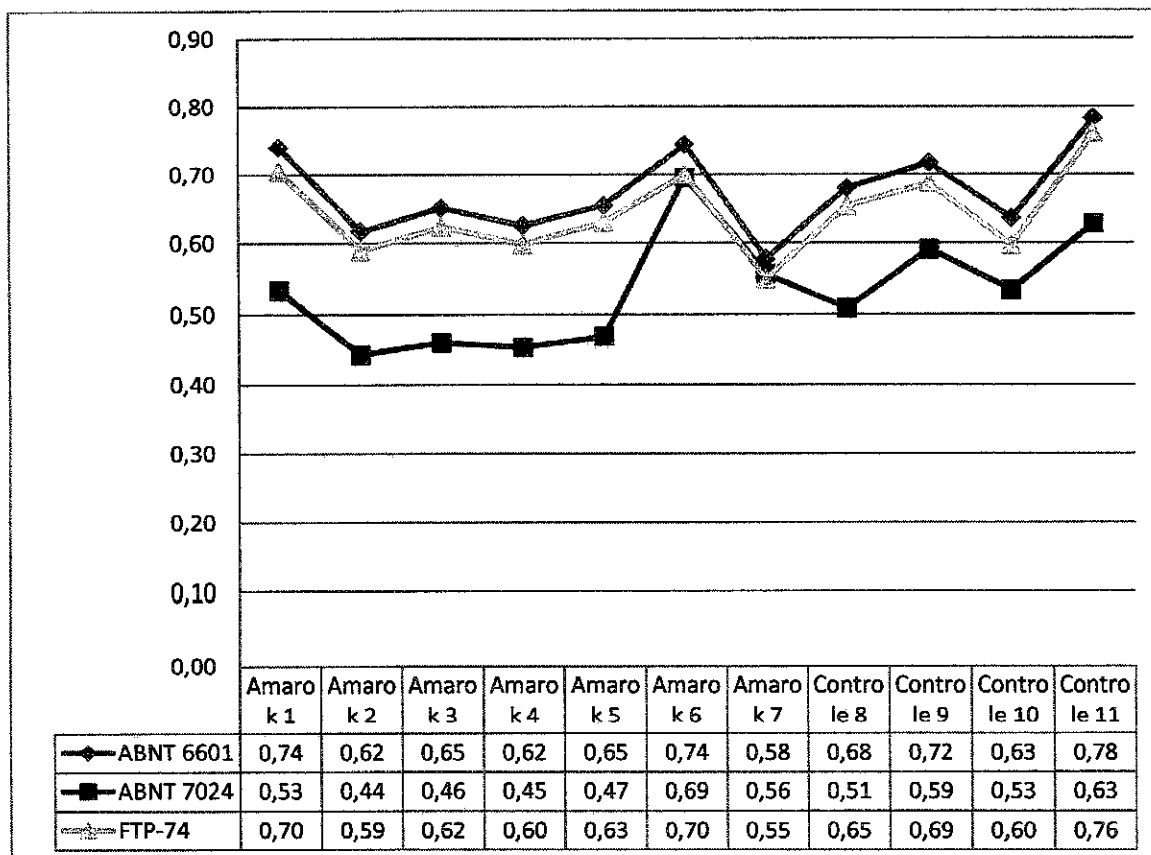
Fonte: Autores (2016)

Todos os veículos, com exceção das Amarak 6 e 7, tiveram um comportamento típico, os níveis de grandeza de pista em relação aos ensaios conforme norma NBR 7024 foram superiores aos respectivos níveis de grandeza de pista em relação a NBR 6601 e FTP-74.

As Amarak 6 e 7 apresentaram aproximadamente os mesmos níveis de grandeza de CO₂ de pista em relação a todos os ciclos de laboratório.

A Figura 12 mostra a média dos níveis de grandeza de autonomia de pista em relação aos ensaios de laboratório.

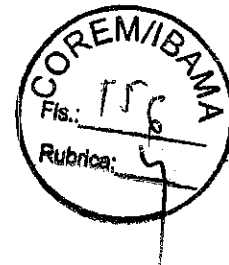
Figura 12 Média dos níveis de grandeza de autonomia de pista em relação aos ensaios de laboratório



Fonte: Autores (2016)

Como dito, a autonomia é inversamente proporcional à emissão de CO₂, assim, tomando, por exemplo, a Amarok 1, o nível de grandeza médio da autonomia em pista foi 0,7 vezes a autonomia dos ensaios de laboratório conforme norma NBR 6601, valendo o mesmo raciocínio para todos os demais.

Diferente dos demais, as Amarok 6 e 7 apresentaram aproximadamente os mesmos níveis de grandeza para autonomia de pista em relação a todos os ciclos de laboratório.



5.2.1 Comportamento dos veículos controle

Antes de discutir o comportamento das Amarok, convém observar o comportamento dos veículos do grupo controle. A Tabela 2 sintetiza o comportamento dos veículos controle e mostra as médias e os desvios padrão dos níveis de grandeza dos três parâmetros avaliados.

Observa-se, por exemplo, que para o parâmetro NOx em relação aos ensaios conforme norma NBR 6601, a média dos níveis de grandeza dos quatro veículos do grupo controle foi de 3,2 com desvio padrão de 1,7.

Tabela 2 Médias e desvios padrão dos níveis de grandeza do grupo controle

| Ciclo de ensaio | NOx | | CO ₂ | | Autonomia | |
|-----------------|-------|----------|-----------------|----------|-----------|----------|
| | Média | Desv pad | Média | Desv pad | Média | Desv pad |
| ABNT 6601 | 3,2 | 1,7 | 1,4 | 0,1 | 0,7 | 0,1 |
| ABNT 7024 | 2,8 | 2,3 | 1,8 | 0,2 | 0,6 | 0,1 |
| FTP-74 | 3,4 | 2,1 | 1,5 | 0,1 | 0,7 | 0,1 |

Fonte: Autores (2016)

5.2.2 Comportamento das Amarok reprogramadas

A Tabela 3 sintetiza o comportamento do grupo Amarok L4 reprogramadas, mostra as médias e os desvios padrão dos níveis de grandeza dos três parâmetros avaliados.

Tabela 3 Médias e desvios padrão dos níveis de grandeza do grupo Amarok L4 reprogramadas

| Ciclo de ensaio | NOx | | CO ₂ | | Autonomia | |
|-----------------|-------|----------|-----------------|----------|-----------|----------|
| | Média | Desv pad | Média | Desv pad | Média | Desv pad |
| ABNT 6601 | 2,6 | 0,7 | 1,3 | 0,1 | 0,8 | 0,1 |
| ABNT 7024 | 3,6 | 0,9 | 1,8 | 0,2 | 0,5 | 0,1 |
| FTP-74 | 2,4 | 0,6 | 1,4 | 0,1 | 0,7 | 0,1 |

Fonte: Autores (2016)

Comparando a Tabela 2 com a Tabela 3 se observa que as Amarok L4 reprogramadas apresentaram um comportamento semelhante ao grupo controle para os parâmetros CO₂ e autonomia, ao passo que os níveis de grandeza de NOx foram inferiores para Amarok reprogramadas.

Não foi possível evidenciar a ocorrência de qualquer comportamento anômalo em relação ao grupo controle. Desta forma, se pode entender que esta reprogramação é condizente com os demais veículos da mesma categoria e que trará alguma melhora ambiental, uma vez que a emissão média de NOx após a reprogramação deverá ser menor. De maneira que se conclui que deve ser realizado o *recall* proposto pela VW nos veículos afetados.

Considerando que a reprogramação das Amarok L4 não afetou seu comportamento em relação ao grupo controle, pode-se expandir o grupo controle incluindo os resultados das Amarok L4 reprogramadas. A Tabela 4 mostra as médias e desvio padrão dos níveis de grandeza do grupo controle mais o grupo L4 reprogramadas.

Tabela 4 Médias e desvios padrão dos níveis de grandeza do grupo controle mais o grupo Amarok L4 reprogramadas

| Ciclo de ensaio | NOx | | CO ₂ | | Autonomia | |
|-----------------|-------|----------|-----------------|----------|-----------|----------|
| | Média | Desv pad | Média | Desv pad | Média | Desv pad |
| ABNT 6601 | 2,9 | 1,4 | 1,4 | 0,1 | 0,7 | 0,1 |
| ABNT 7024 | 3,2 | 1,8 | 1,8 | 0,2 | 0,6 | 0,1 |
| FTP-74 | 3,0 | 1,6 | 1,4 | 0,1 | 0,7 | 0,1 |

Fonte: Autores (2016)

5.2.3 Comportamento das Amarok L4

A Tabela 5 sintetiza o comportamento do grupo Amarok L4, mostra as médias e os desvios padrão dos níveis de grandeza dos três parâmetros avaliados.

Tabela 5 Médias e desvios padrão dos níveis de grandeza do grupo Amarok L4

| Ciclo de ensaio | NOx | | CO ₂ | | Autonomia | |
|-----------------|-------|----------|-----------------|----------|-----------|----------|
| | Média | Desv pad | Média | Desv pad | Média | Desv pad |
| ABNT 6601 | 3,2 | 0,7 | 1,5 | 0,1 | 0,7 | 0,1 |
| ABNT 7024 | 3,8 | 1,7 | 2,1 | 0,1 | 0,5 | 0,1 |
| FTP-74 | 3,1 | 0,7 | 1,6 | 0,1 | 0,6 | 0,1 |

Fonte: Autores (2016)

Comparando a Tabela 4 com a Tabela 5, se observa que, para os parâmetros NOx e CO₂, os níveis de grandeza foram maiores para o grupo das Amarok L4 em todos os ciclos dinamométricos, ao passo que, para a autonomia, os resultados foram levemente menores para os ciclos conforme norma NBR 7024 e FTP-74 e igual para o ciclo conforme norma NBR 6601.

Fato corroborado pela análise estatística do Apêndice B, que estimou o efeito do fator de emissão de NOx para o grupo controle, observou-se uma redução de 0,26 g/km, ou seja uma redução de cerca de 25% o limite da fase L4 do Proconve.

Baseado nestes números, fica evidenciada a atuação do algum item de ação indesejável, através da constatação da redução da emissão de NOx quando ensaiados em laboratório, o que está em desacordo com a Resolução CONAMA 230 de 1997.

Um acréscimo de 0,26 g/km na emissão de NOx teria reprovado os veículos Amarok L4 nos ensaios de homologação, pois o valor homologado foi 0,841 g/km, conforme parecer técnico CETESB n.º 010 de 2010, referente ao Processo CETESB 484/2008/311/E, de maneira que a provável emissão média em dinamômetro teria sido de 1,101 g/km.

5.2.4 Comportamento das Amarok L6

A Tabela 6 sintetiza o comportamento do grupo Amarok L6, mostra as médias e os desvios padrão dos níveis de grandeza dos três parâmetros avaliados.

Tabela 6 Médias e desvios padrão dos níveis de grandeza do grupo Amarok L6

| Ciclo de ensaio | NOx | | CO ₂ | | Autonomia | |
|-----------------|-------|----------|-----------------|----------|-----------|----------|
| | Média | Desv pad | Média | Desv pad | Média | Desv pad |
| ABNT 6601 | 11,6 | 7,0 | 1,5 | 0,3 | 0,7 | 0,1 |
| ABNT 7024 | 4,3 | 1,6 | 1,6 | 0,3 | 0,6 | 0,1 |
| FTP-74 | 10,6 | 5,8 | 1,6 | 0,3 | 0,6 | 0,1 |

Fonte: Autores (2016)

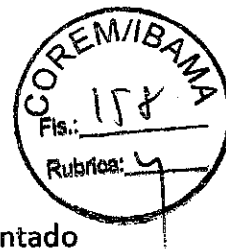
Comparando os níveis médios de grandezas dos parâmetros CO₂ e autonomia da Tabela 4 e Tabela 6, pode-se observar que as Amarok L6 apresentaram um comportamento bastante semelhante ao grupo controle.

No entanto, os níveis médios de grandeza de NOx das Amarok L6 foram muito superiores aos do grupo controle mais L4 reprogramadas. O nível médio de grandeza médio de NOx das Amarok L6 quando ensaiadas em pista foi 11 vezes maior em relação aos ensaios conforme norma NBR 6601 e 10 vezes maior em relação aos ensaios conforme o ciclo de teste FTP-74, pelo menos o triplo do grupo controle, cujos resultados são 2,9 e 3,0, respectivamente.

Observa-se ainda que o nível médio de grandeza de NOx das Amarok L6 quando ensaiadas em pista foi quatro vezes maior do que quando submetidas aos ensaios conforme norma NBR 7024, 1,3 vezes maior que o grupo controle, cujo resultado foi 3,2.

Estes resultados mostram que o comportamento das Amarok L6 foi bastante diferente do grupo controle mais L4 reprogramadas, pois os níveis de grandezas foram muito superiores nos três ensaios padronizados de laboratório, o que pode sugerir a existência de algum item de ação indesejável.

Nos Estados Unidos da América (CAFEE, 2014) foram observados, em avaliações semelhantes, níveis de grandeza que variaram de 5 a 40 vezes o limite de emissão, mas, como dito, o limite de emissão de NOx americano é bastante inferior ao brasileiro, razão destas diferenças.



Cabe destacar que a Comunidade Européia, que está em estágio bastante adiantado em avaliações com o PEMS, passará a partir de setembro de 2017 a homologar somente veículos cujo nível de grandeza seja inferior ou igual a 2,1 vezes o limite de emissão.

A análise estatística do Apêndice B mostra que há forte indício de diferenças entre as emissões de NOx para os veículos das fases L4 e L6, no entanto, devido ao pequeno número de amostras L6, não foi possível evidenciar estas diferenças com validação estatística.

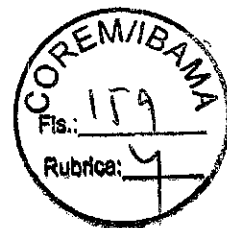
Há a necessidade de aprofundar estes estudos para dirimir estas dúvidas. Em avaliações complementares será necessário prever no universo amostral um número maior de veículos L6.

6 CONCLUSÃO

Foram avaliados sete veículos Amarok e quatro veículos de mesma categoria de outros fabricantes. Baseado nos resultados obtidos evidenciou-se que nos veículos Amarok L4 avaliados houve a atuação de algum item de ação indesejável que diminuía a emissão de óxidos de nitrogênio, em média 0,26 g/km, quando estes veículos eram submetidos a ensaios padronizados de laboratório. O uso deste item foi condição *sine qua non* para a aprovação dos veículos Amarok na fase L4.

A reprogramação das Amarok L4 diminuiu o nível de emissão dos óxidos de nitrogênio e melhorou a autonomia, de maneira que é recomendada a realização do programa de *recall* nos veículos Amarok L4, conforme proposto pela VW. Contudo, os requisitos do Proconve e os benefícios ambientais somente serão atendidos quando a grande maioria dos veículos afetados for reprogramada.

O comportamento das emissões das duas Amarok L6 pode sugerir a existência de algum item de ação indesejável, mas este fato deve ser evidenciado em estudos complementares, pois o número de veículos fase L6 do Proconve avaliados neste estudo foi pequeno.



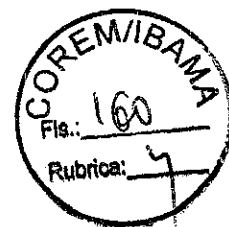
7 RECOMENDAÇÕES

- 1) O programa de *recall* proposto pela VW somente será efetivo se uma percentagem elevada dos veículos Amarok for reprogramada. Nos Estados Unidos, a VW americana deverá realizar *recall* ou compra em pelo menos 85% da frota de veículos afetados pelo item de ação indesejável. A VW deverá garantir que no mínimo 85% dos veículos Amarok L4 ainda em operação sejam reprogramados, em um prazo a ser estipulado.
- 2) Deve-se ter em conta o passivo ambiental causado pelos veículos Amarok diesel por todos esses anos até o momento da realização do *recall*. Esta quantidade do excedente de NOx deve ser estimada, a fim de que a VW possa realizar a devida compensação ambiental.
- 3) O número de amostra de veículos Amarok L6 foi pequeno, impedindo uma avaliação conclusiva. Faz-se necessário aprofundar esta avaliação, ampliando o número de amostras, incluindo veículos diesel L6 de outras marcas.
- 4) Avaliações de veículos em uso, realizadas em caráter rotineiro e permanente, trazem ganhos ambientais muito positivos, pois induzem os fabricantes e importadores a manter elevado nível de qualidade durante a produção de seus modelos, garantindo também sua durabilidade, de forma que haja uma deterioração controlada dos níveis de emissões ao longo da vida útil dos veículos. Programas deste tipo apresentam boa relação custo benefício para as atividades de gerenciamento e de garantia aos requisitos legais do Proconve.

Este trabalho evidenciou a necessidade de se avançar nesses estudos. Inicialmente é preciso ampliar a investigação feita, incluindo outros veículos, que neste trabalho apresentaram valores de emissão que dão margem a suspeitas de comportamento inadequado em termos de emissão de poluentes. Outros estudos também devem ser conduzidos visando gerar dados e informações que possam servir de subsídio à formulação de novas políticas públicas de controle e no estabelecimento de procedimentos técnicos adequados a elas.

5) Para a realização deste trabalho foram encontradas dificuldades para se obter veículos em uso em condições adequadas para a realização de ensaios em laboratório. Mostrou também a deficiência em termos de equipamento, já que é extremamente limitada a disponibilidade de instrumentos de medição em campo – PEMS, bem como de mão de obra especializada para utilizá-lo. Para futuros trabalhos, recomenda-se que o planejamento dessa fase seja realizado com a perspectiva de se obter uma quantidade de veículos maior que a definida no plano amostral, de forma que se possa garantir que este seja inteiramente contemplado mesmo com a rejeição de algumas amostras.

6) A condução de estudos por parte dos agentes governamentais requer a existência de dotação orçamentária exclusiva para tal, recursos esses que hoje não estão disponíveis no orçamento das entidades envolvidas.



REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 6601**: Veículos rodoviários automotores leves – Determinação de hidrocarbonetos, monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio e dióxido de carbono e material particulado no gás de escapamento. Rio de Janeiro, 2012. 49 p.

ABNT. **NBR 7024**: Veículos rodoviários automotores leves – Medição do consumo de combustível - Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2010. 13 p.

BRASIL. CONAMA. **Resolução n. 18, de 6 de maio de 1986**. Dispõe sobre a criação do Programa de Controle de Poluição do Ar por veículos Automotores – Proconve. Com alterações posteriores. Disponível em:

<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=41>>. Acesso em: 31 jan. 2017.

BRASIL. CONAMA. Resolução n. 230, de 22 de agosto de 1997 Dispõe sobre a proibição do uso de equipamentos que possam reduzir, nos veículos automotores, a eficácia do controle de emissão de ruídos e de poluentes atmosféricos. **Diário Oficial da União**: República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, n. 163, 26 ago 1997. Seção 1, p.18603-18604. Disponível em:

<<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=26/08/1997&jornal=1&pagina=67&totalArquivos=80>>. Acesso em: 31 jan. 2017.

BRASIL. CONAMA. **Resolução n. 315, de 29 de outubro de 2002**. Dispõe sobre a nova etapa do Programa de Controle de Poluição do Ar por veículos Automotores - Proconve. Com alterações posteriores. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=337>>. Acesso em: 31 jan. 2017.

BRASIL. CONAMA. Resolução n. 414, de 25 de setembro de 2009. Altera a Resolução Conama nº 18, de 06 de maio de 1986, e reestrutura a Comissão de Acompanhamento e Avaliação do PROCONVE – CAP, em seus objetivos, competência, composição e funcionamento. **Diário Oficial da União**: República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, n. 184, 25 set 2009a. Seção 1, p. 52-53.

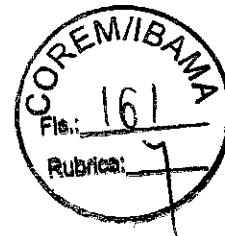
BRASIL. CONAMA. Resolução n. 415, de 24 de setembro de 2009. Dispõe sobre nova fase (Proconve L6) de exigências do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores-Proconve para veículos automotores leves novos de uso rodoviário e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, n. 184, 25 set 2009b. Seção 1, p. 53-54.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Comissão de Acompanhamento do Proconve (CAP). **Ata da 12ª Reunião Ordinária da CAP**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80123/CAP/Ata%2012%20RO_final.pdf>. Acesso em: 30 dez 2016.

CAFEE. Center for Alternative Fuels, Engines & Emissions. West Virginia University. **In-Use Emissions Testing of Light-Duty Diesel Vehicles in the United States**. 2014. 117 p. Disponível em: <http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/WVU_LDDV_in-use_ICCT_Report_Final_may2014.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2016.

UNIÃO EUROPEIA. **Regulamento 427 da Comissão de 10 de março de 2016** que altera o Regulamento (CE) n.o 692/2008 no que respeita às emissões dos veículos ligeiros de passageiros e comerciais (Euro 6). Jornal Oficial da União Europeia, 2016. L 82/1 – L 82/98. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0427&qid=1483121641572&from=PT>>. Acesso em: 30 dez 2016.

VW. Ofício sem número, datado de 22 de outubro de 2015, endereçado à diretoria da DIQUA/IBAMA. Assunto: resposta ao Ofício 02001.010804/2015-27-DIQUA/IBAMA. São Bernardo do Campo, 2015.



APÊNDICE A

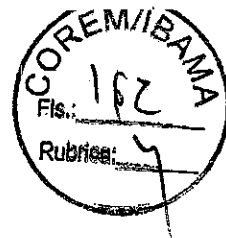
Condições do ensaio em pista

APÊNDICE A - Condições de ensaio em pista

| | | | | | | | | | |
|-----------|----------------------|----------------------------|------------------------------|---------------------|----------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------|
| VOLTA 1 A | PARTIDA ML (5) | 0.1 - 35.2 (5) S | 35.2 - 70.4 (5) M | 70.4 - 50.4 (5) | 50.4 - 90.4 RETOMADA | 90.4 (5) | 90.4 - 50.4 (5) | 50.4 - 90.4 RETOMADA → | 40.3 curva |
| VOLTA 1 B | 40.3 - 50.4 (10) M | 50.4 - 70.4 (10) M | 70.5 (5) | 70.4 (5) | 70.3 (5) | 70.4 (5) | 70.5 (5) | oscilar entre 60.3 e 70.3 → | 40.3 curva |
| VOLTA 2 A | 40.4 - 90.4 RETOMADA | 90.4 parar ao atingir | parada (5) | anda 10m e para (5) | 0.1 - 50.2 (20) M | 50.3 (20) | 50.4 (20) | 50.3 (20) → | 40.3 curva |
| VOLTA 2 B | 40.3 por 190 m | parada (5) | 0.1 - 35.2 (15) S | parada (5) | 0.1 - 35.2 (15) S | segue o padrão com mais 5 paradas | 35.2 → | | 40.3 curva |
| VOLTA 3 A | 40.3 - 100.5 | oscilar entre 100.5 e 90.5 | manter oscilando até curva → | | | | | | 40.3 curva |
| VOLTA 3 B | 40.4 - 90.4 RETOMADA | 90.4 (15) | parada (5) | 0.1 - 50.3 RÁPIDA | 50.3 (10) | parada (5) | 0.1 - 50.3 RÁPIDA | oscilar entre 50.3 e 50.3 → | 40.3 curva |
| VOLTA 4 A | 40.3 por 190 m | parada (5) | 0.1 - 35.2 (15) S | parada (5) | 0.1 - 35.2 (15) S | segue o padrão com mais 5 paradas | 35.2 → | | 40.3 curva |
| VOLTA 4 B | 40.3 - 100.5 M | 100.5 - 70.5 (5) | 70.5 - 100.5 RETOMADA | 100.5 - 80.5 (5) | 80.3 (5) | 80.4 (5) | oscilar entre 70.4 e 80.4 → | | 40.3 curva |

| LEGENDA | |
|-----------------------|--|
| 50.3 (10) | Manter 50 km/h em 3ª marcha durante 10 segundos |
| 70.4 - 50.4 (5) | Desacelerar de 70 para 50 km/h mantendo em 4ª marcha; ao estabilizar em 50 km/h, manter a velocidade durante 5 segundos. |
| 40.3 - 100.5 M | Sair da curva (sempre a 40 km/h em 3ª marcha) e acelerar medianamente (M) até 100 km/h em 5ª marcha. |
| 70.5 - 100.5 RETOMADA | A 70 km/h em 5ª marcha, acelerar totalmente sem mudar de marcha; manter o acelerador totalmente acionado até atingir 100 km/h. |

Fonte: Autores (2016)



APÊNDICE B

Relatório estatístico do estudo das emissões de caminhonetes diesel com foco no modelo VQ-Amarok

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO



**Relatório Estatístico do Estudo das emissões de
caminhonetes diesel com foco no modelo VW-Amarok**

Interessado:

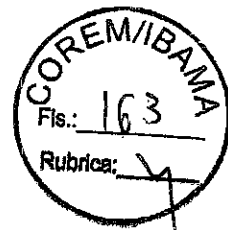
IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio
Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

Estatístico Responsável:

Antonio de Castro Bruni

CONRE 6363/A – 3ª.Região

São Paulo
Janeiro - 2017



RESUMO

Visando avaliar o efeito sobre a autonomia e nas emissões de NOx devido a um software instalado nos veículos da marca VW modelo Amarok pertencentes à Fase IV do Proconve, foram ajustados Modelos Lineares Gerais Mistos utilizando a metodologia GAMLSS - Generalised Additive Models for Location Scale and Shape. As variáveis resposta foram: NOx (g/Km), CO₂ (g/Km) e Autonomia (Km/l). Os fatores preditivos que buscamos quantificar seus efeitos foram:

- Grupo : Caso ou Controle;
- Device: PEMS ou Laboratório;
- Phase: Fase do Proconve à qual o veículo pertence;
- Cycle: FTP-74, FTP-75, Estrada ou PISTA;
- KM: Indicador de quilometragem percorrida superior a 80.000 Km;
- Vehicle: veículo ensaiado.

O Veículo foi tratado como fator aleatório pois desejamos generalizar o resultado para outros veículos, os demais constituem fatores fixos.

Todos os dados do presente estudo foram gerados com acompanhamento da CETESB, segundo o planejamento por ela estabelecido.

Os critérios de aceitação dos dados foram estabelecidos com base na metodologia de detecção de outliers, são eles:

- I. Valores de emissão de CO₂: aceitos os ensaios com valores entre 100 e 400 g/Km;
- II. Valores de autonomia: aceitos os ensaios com valores menores que 20 Km/L.

Como resultados tivemos que:

- foi significativa a diferença de emissões de NOx nos dois grupos, a estimativa do efeito foi igual a 0,260 g/Km a menos no grupo Controle;
- O ciclo de PISTA apresentou, como esperado, resultados diferentes dos demais ciclos, os quais apresentaram resultados equivalentes de emissão de NOx;
- A quilometragem percorrida não influenciou significativamente as emissões de NOx;
- A emissão média de CO₂ foi inferior no Grupo Controle, a estimativa foi de 8,072 g/Km a menos;

- Há forte indício de que o PEMS produza valores inferiores de emissão de CO₂ (-14,610 g/Km);
- Não foi possível, baseado nos dados disponíveis identificar diferença entre as médias das Fases L4 e L6 do Proconve, o número de ensaio foi pequeno para a fase L6;
- Os ciclos FTP-74 e FTP-75 apresentaram resultados superiores de emissão de CO₂ relativamente ao ciclo Estrada, o ciclo PISTA apresentou resultados significativamente superiores aos demais ciclos;
- Não foi evidenciada a influência da quilometragem percorrida (acima de 80.000 km) nas emissões de CO₂;
- A autonomia média em Km/L foi similar nos dois grupos: Case e Control;
- o PEMS apontou valores superiores de autonomia em Km/L (+1,213 Km/L) relativamente às medições em Laboratório;
- Não foi detectada diferença significativa entre as autonomies médias das Fases L4 e L6 do Proconve;
- Os ciclos FTP-74 e FTP-75 apresentaram resultados inferiores de autonomia relativamente ao ciclo Estrada, o ciclo PISTA apresentou resultados significativamente inferiores aos demais ciclos;
- Não foi evidenciada influência da quilometragem percorrida (acima de 80.000 km) nas autonomies.

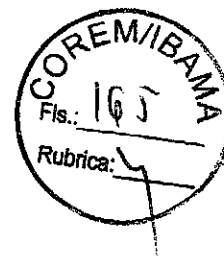


LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Diagramas boxplot para as emissões de NOx | 10 |
| Figura 2 - Diagramas boxplot para as emissões de CO2 | 11 |
| Figura 3 - Diagramas boxplot para as autonomias em Km/L | 12 |
| Figura 4 - Comportamento dos resíduos do modelo para as emissões de NOx..... | 14 |
| Figura 5 - Comportamento dos resíduos do modelo para as emissões de CO2..... | 17 |
| Figura 6 - Comportamento dos resíduos do modelo para as Autonomias em Km/L ... | 20 |
| Figura 7 – Diagramas Boxplot para as emissões de NOx, CO2 e autonomia em Km/L segundo o grupo, ciclo e device onde foi feita a medição – Veículos Amarak | 23 |
| Figura 8 - Comportamento dos resíduos do modelo para as emissões de NOx..... | 25 |
| Figura 9 - Comportamento dos resíduos do modelo para as emissões de CO2..... | 28 |
| Figura 10 - Comportamento dos resíduos do modelo para as autonomias em Km/L - Amarok | 31 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - ANOVA do Modelo Linear Misto para emissões de NOx | 13 |
| Tabela 2 - Estimativas dos efeitos dos fatores nas emissões de NOx..... | 15 |
| Tabela 3 - Níveis de grandezas das emissões de NOx em relação ao Controle para todos os ciclos | 16 |
| Tabela 4 - ANOVA do Modelo Linear Misto para emissões de CO2 | 16 |
| Tabela 5 - Estimativas dos efeitos dos fatores nas emissões de CO2..... | 18 |
| Tabela 6 - Níveis de grandezas das emissões de CO2 em relação ao Controle para todos os ciclos | 19 |
| Tabela 7 - ANOVA do Modelo Linear Misto para Autonomia em Km/L | 19 |
| Tabela 8 - Estimativas dos efeitos dos fatores nas autonomias em Km/L..... | 21 |
| Tabela 9 - Níveis de grandezas das autonomias (Km/L) em relação ao Controle para todos os ciclos | 22 |
| Tabela 10 - ANOVA do Modelo Linear Misto para emissões de NOx – VW Amarok.... | 24 |
| Tabela 11 - Estimativas dos efeitos dos fatores nas emissões de NOx – VW Amarok .. | 26 |
| Tabela 12 - Níveis de grandezas das emissões de NOx em relação ao Controle para todos os ciclos | 26 |
| Tabela 13 - ANOVA do Modelo Linear Misto para emissões de CO2 – VW Amarok | 27 |
| Tabela 14 - Estimativas dos efeitos dos fatores nas emissões de CO2 – VW Amarok.. | 29 |
| Tabela 15 - Níveis de grandezas das emissões de CO2 em relação ao Controle para todos os ciclos | 29 |
| Tabela 16 - ANOVA do Modelo Linear Misto para Autonomia em Km/L – VW Amarok | 30 |
| Tabela 17 - Estimativas dos efeitos dos fatores nas Autonomias – VW Amarok | 32 |
| Tabela 18 - Níveis de grandezas das autonomias (Km/L) em relação ao Controle para todos os ciclos | 32 |



LISTA DE SIGLA

PROCONVE – Programa de Controle de Poluição do ar por Veículos

VW - Volkswagen

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

PEMS - Portable emissions measurement system

ANOVA – Análise de variância

LISTA DE SÍMBOLOS

Km - quilômetro

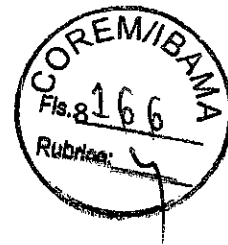
L - litro

NO_x - óxidos de nitrogênio

CO₂ - dióxido de carbono

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 OBJETIVOS | 8 |
| 2 FONTE DE DADOS..... | 8 |
| 3 METODOLOGIA ESTATÍSTICA..... | 8 |
| 4 RESULTADOS | 9 |
| 5 CONCLUSÕES..... | 33 |
| 6 COMENTÁRIOS | 35 |
| REFERÊNCIAS | 35 |
| APÊNDICE – Relação de veículos avaliados no presente estudo..... | 36 |



1 OBJETIVOS

- ✓ Estimar o efeito do dispositivo instalado nos veículos VW-Amarok para reduzir as emissões de óxidos de Nitrogênio – NOx;
- ✓ Avaliar as emissões dos veículos VW-Amarok da fase L4 do Proconve, após feito o *recall* que desabilita o dispositivo;
- ✓ Avaliar as emissões dos veículos VW-Amarok da fase L6 do Proconve;

2 FONTE DE DADOS

Todos os dados do presente estudo foram gerados com acompanhamento da CETESB. A relação dos veículos do presente estudo está apresentada no Apêndice.

3 METODOLOGIA ESTATÍSTICA

As variáveis que foram pesquisadas e consideradas neste estudo foram: emissões de NOx e CO₂ e autonomia – Km/L.

Os fatores intervenientes nas emissões e que foram controlados foram:

1. **Device** : Laboratório - Lab ou equipamento PEMS (Portable emissions measurement system)
2. **Phase**: fases L4 ou L6 do Proconve a qual o veículo pertence;
3. **Cycle**: ciclo de ensaio dos veículos: FTP-74, FTP-75, Estrada (ABNT 7024) e PISTA (circuito criado para finalidade do estudo)
4. **Group**: grupo indicativo de caso/controle;
5. **KM**: indicativo de quilometragem percorrida pelo veículo ser superior a 80.000 Km;
6. **Vehicle**: veículo

Os primeiros cinco fatores são fixos e o sexto constitui fator aleatório.

Os resultados de todos os ensaios foram avaliados com vistas à detecção de *outliers* (valores atípicos). Critérios baseados em estatísticas não-paramétricas foram empregados nesta fase, pois assim as estatísticas não são influenciadas pelos valores extremos que desejamos identificar. O critério se baseia em Mediana, quartis e Intervalo Inter-quartis - IIQ^[3].

Os critérios estabelecidos por essa metodologia foram:

- I. Valores de emissão de CO₂: aceitos os ensaios com valores entre **100 e 400 g/Km**;
- II. Valores de autonomia: aceitos os ensaios com valores menores que **20 Km/L**.

Estes foram então os critérios de descarte dos ensaios com base em métodos estatísticos.

Para análise dos dados, empregamos a técnica multivariada de **Modelos Lineares Mistos** [*General Linear Mixed Models*] ^[1]. Essa técnica estima os efeitos de cada um dos fatores e testa sua significância em termos estatísticos. Ela ainda incorpora o planejamento efetuado para levantamento dos dados e tira o máximo proveito dele.

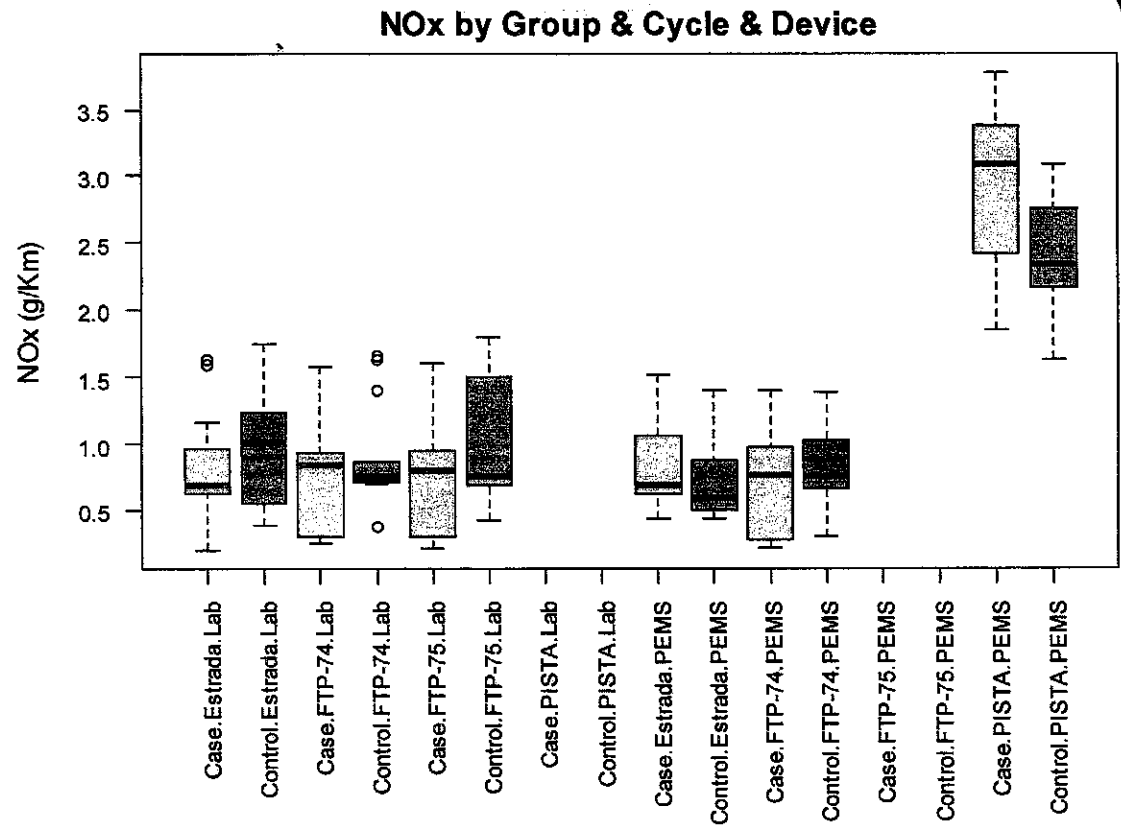
O nível de significância para os testes dos parâmetros do modelo foi fixado em 5% e para os testes dos coeficientes do modelo foi fixado em 10%.

4 RESULTADOS

Análise descritiva dos dados

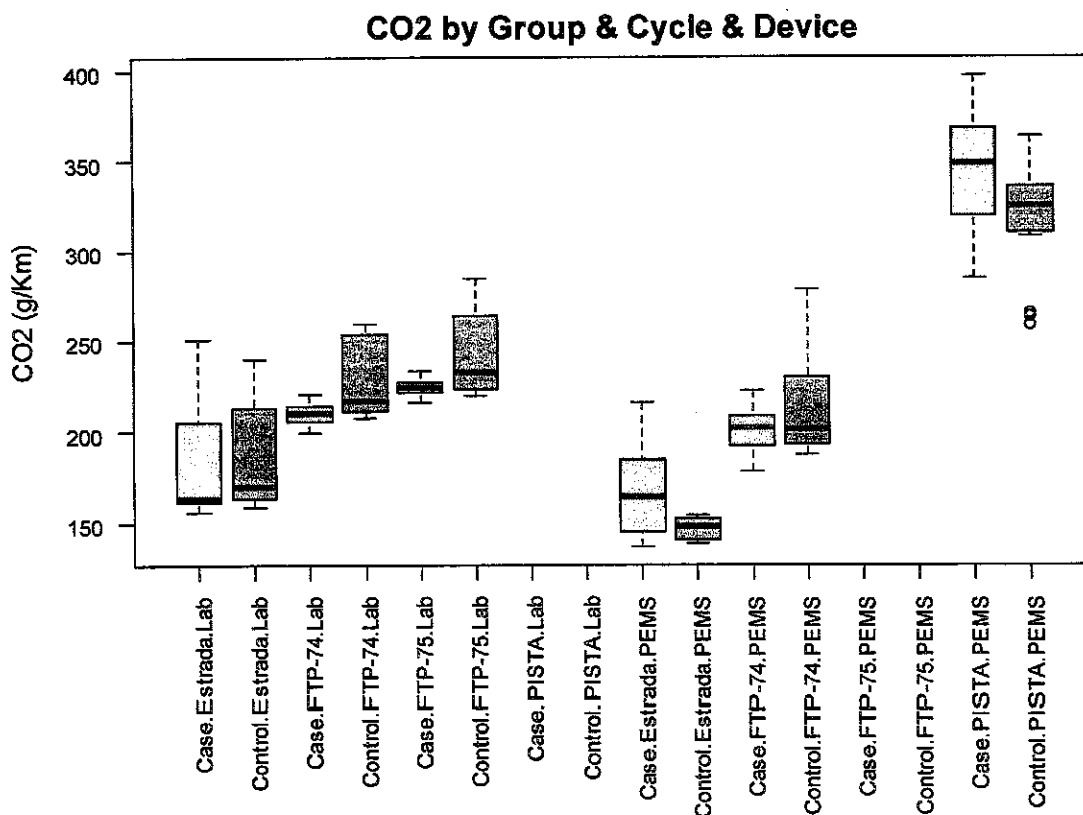
Na Figura 1 apresentamos os diagramas Boxplot por grupo, ciclo de condução e forma de medição dos dados de emissão de NO_x.

Figura 1 - Diagramas boxplot para as emissões de NOx



Como podemos observar, somente os resultados do ciclo de **PISTA** empregando o PEMS que diferiu significativamente dos demais, e isso ocorreu tanto para os veículos do grupo Caso (Case) quanto para o grupo dos Controles (Control).

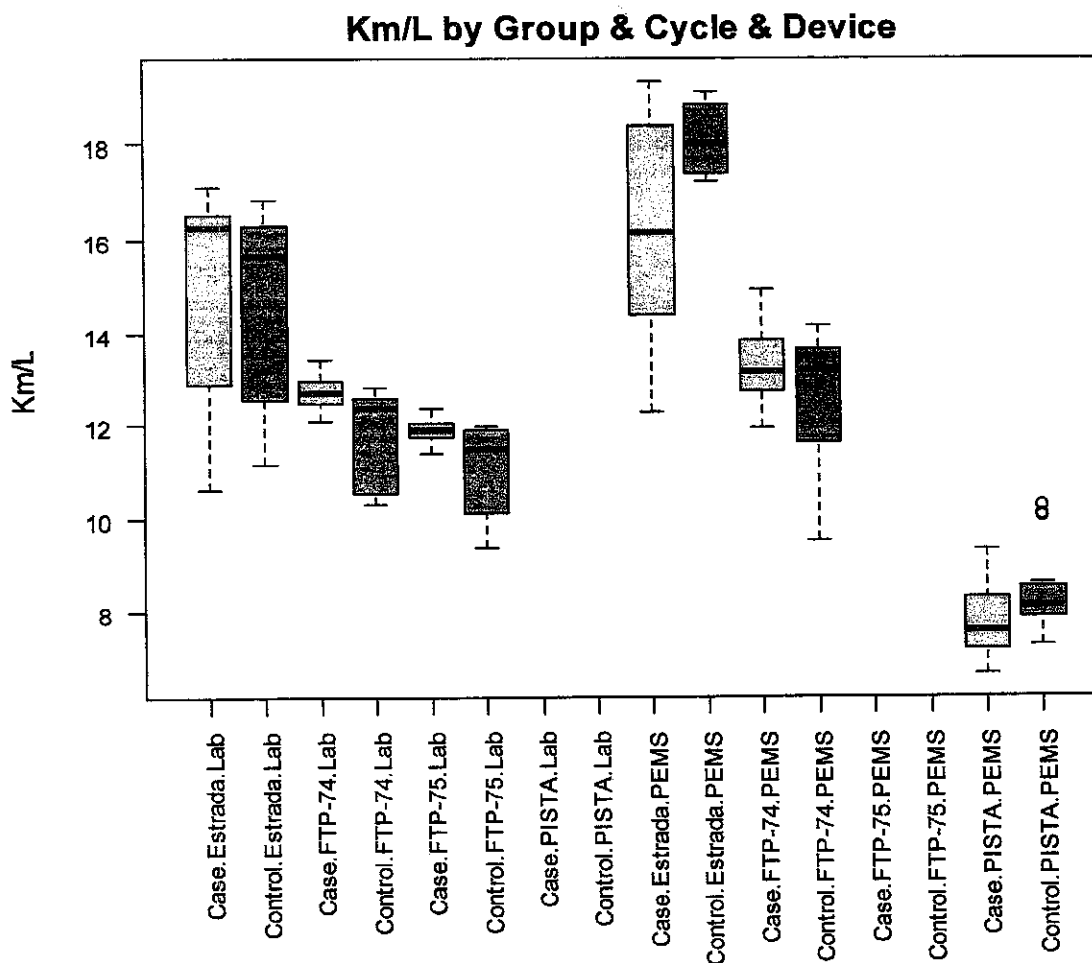
Na Figura 2 apresentamos os diagramas Boxplot por grupo, ciclo de condução e forma de medição dos dados de emissão de CO₂.

Figura 2 - Diagramas boxplot para as emissões de CO₂

Em relação às emissões de CO₂, há diferença nas emissões segundo o ciclo adotado, mas o comportamento foi próximo para as médias obtidas em laboratório daquelas obtidas pelo PEMS, para um mesmo ciclo, isso exceto para o ciclo de PISTA que diferiu fortemente de todos os demais. Novamente os dois grupos (Case/Control) apresentaram comportamento próximo de emissões de CO₂.

Na Figura 3 apresentamos os diagramas Boxplot por grupo, ciclo de condução e forma de medição dos dados de autonomia em Km/L.

Figura 3 - Diagramas boxplot para as autonomias em Km/L



Para a autonomia, em Km/L, o comportamento foi similar ao observado para o CO₂, como esperado.

As medições de autonomia feitas no ciclo de PISTA usando o PEMS foram bem inferiores àquelas observadas nos demais ciclos, seja em Laboratório seja usando o PEMS.

Resultados do Modelo Linear Misto ajustado aos dados de emissão de NOx (g/Km).

Na Tabela 1 apresentamos o quadro de análise de variância (ANOVA) para teste dos fatores do modelo ajustado para as emissões de NOx.

Tabela 1 - ANOVA do Modelo Linear Misto para emissões de NOx

| ANOVA - NOx | Num DF | Den DF | F-value | p-value |
|--------------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| (Intercept) | 1 | 147 | 147,59 | <0,0001 |
| Group | 1 | 147 | 15,26 | 0,0001 |
| Device | 1 | 147 | 289,81 | <0,0001 |
| Phase | 1 | 8 | 5,12 | 0,0536 |
| Cycle | 3 | 147 | 218,17 | <0,0001 |
| KM (>80.000) | 1 | 8 | 1,22 | 0,014 |

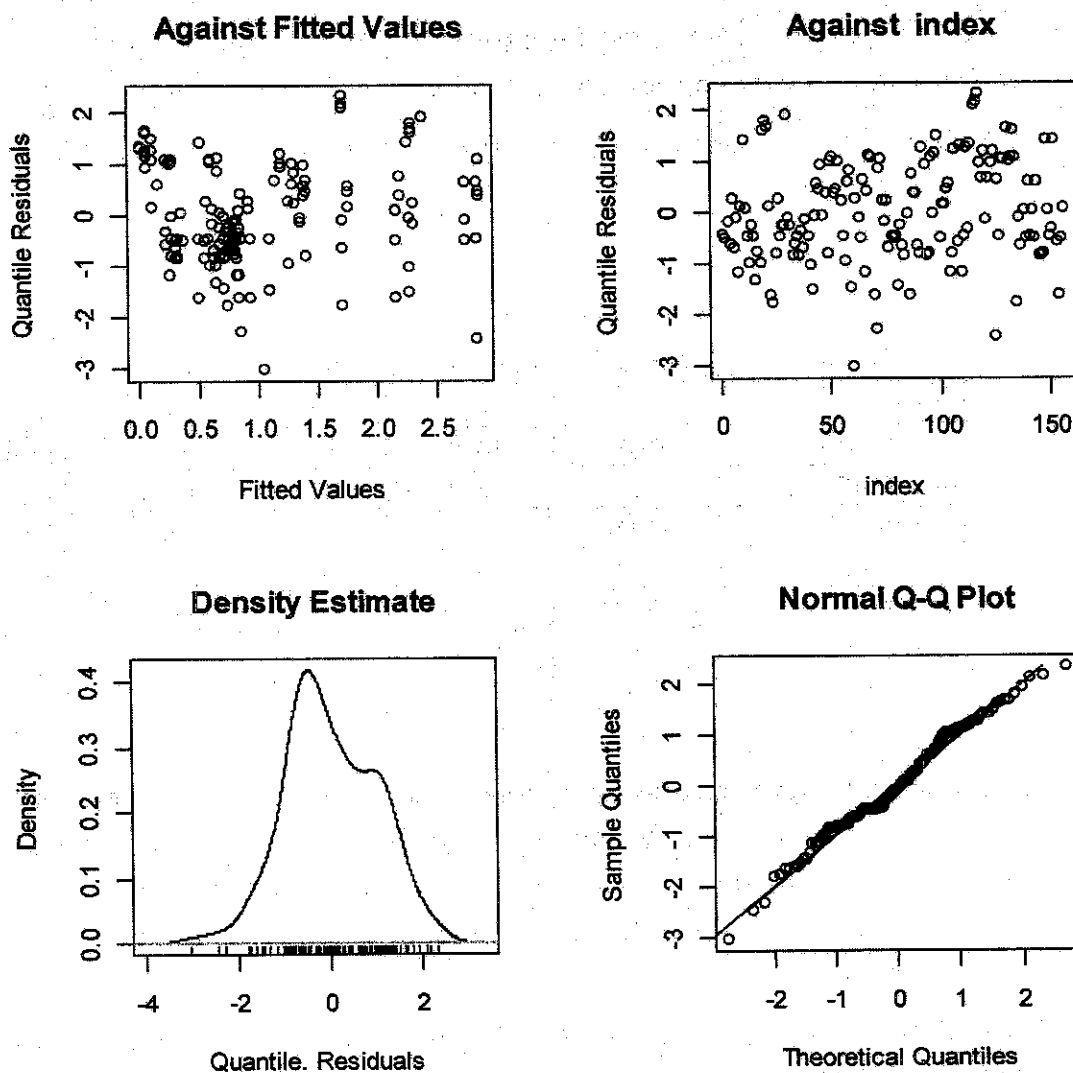
Validação das hipóteses do Modelo Linear Geral Misto – Emissões de NOx

As hipóteses assumidas pelo modelo são: independência entre os resíduos e normalidade dos mesmos.

Na Figura 4 apresentamos os gráficos que apresentam o comportamento dos resíduos do modelo ajustado para as emissões de NOx.

Os gráficos usados para avaliação do comportamento dos foram feitos utilizando o pacote estatístico GAMLSS^[2] do *software* R^[4].

Figura 4 - Comportamento dos resíduos do modelo para as emissões de NOx



Como podemos observar, além de ajuste significativo, o comportamento dos resíduos atende às hipóteses assumidas pela técnica de Modelagem. Podemos então interpretar os resultados obtidos pelo mesmo, seja quanto à significância dos fatores quanto às estimativas dos efeitos associados aos níveis dos fatores.

De acordo com o modelo ajustado temos que foi detectada diferença significativa entre as emissões médias de NOx dos grupos (Case/Control). Constatamos ainda que

foi significativo o efeito do Device (Laboratório ou PEMS) nos resultados das emissões de NOx.

Foram observadas diferenças significativas entre as médias dos ciclos de ensaio usados no estudo, assim como foi observado forte indício de diferenças entre as emissões de NOx para veículos das fases L4 e L6 do Proconve ($p=0,0536$).

Na Tabela 2 apresentamos as estimativas dos parâmetros do modelo ajustado para as emissões de NOx.

Tabela 2 - Estimativas dos efeitos dos fatores nas emissões de NOx

| NOx Model | Estimative | Std. Error | DF | t-value | p-value |
|------------------|-------------------|-------------------|-----------|----------------|----------------|
| (Intercept) | 0,841 | 0,248 | 147 | 3,386 | 0,001 |
| Group Control | -0,260 | 0,073 | 147 | -3,576 | 0,001 |
| Device PEMS | -0,110 | 0,068 | 147 | -1,624 | 0,107 |
| Phase L6 | -0,257 | 0,341 | 8 | -0,753 | 0,473 |
| Cycle FTP-74 | -0,024 | 0,067 | 147 | -0,359 | 0,720 |
| Cycle FTP-75 | -0,019 | 0,079 | 147 | -0,248 | 0,805 |
| Cycle PISTA | 1,874 | 0,081 | 147 | 23,079 | <0,001 |
| KM (>80,000) | 0,302 | 0,273 | 8 | 1,105 | 0,301 |

Os coeficientes apresentados na Tabela 2 são todos relativos a uma base, que é o nível que não aparece na mesma dentro do fator, por exemplo, a média do Grupo Case foi tomada como base para o coeficiente apresentado na Tabela 2 para o Group Control, ou seja, -0,260 é a redução na emissão média de NOx para os veículos do grupo controle.

Da mesma maneira Laboratório constituiu base para o fator Device; Fase L4 como base para o fator Phase; Ciclo Estrada para o fator Cycle; e hodômetro < 80.000 Km como base para o fator KM.

As conclusões que temos a partir da Tabela 2 são:

- a) A emissão média de NOx foi inferior no Grupo Controle, a estimativa foi de 0,260 g/Km a menos;
- b) Há forte indício de que o PEMS produza valores inferiores de emissão de NOx (-0,110 g/Km);
- c) Não foi possível, baseado nos dados disponíveis identificar diferença entre as médias das Fases L4 e L6 do Proconve, o número de ensaio foi pequeno para a fase L6;



- d) Os ciclos Estrada, FTP-74 e FTP-75 apresentaram resultados equivalentes de emissão de NO_x, o ciclo PISTA apresentou resultados significativamente diferentes dos demais ciclos;
- e) Não foi possível evidenciar a influência da quilometragem percorrida (acima de 80.000 km) nas emissões de NO_x, a quantidade de ensaios foi reduzida para esse fator.

Para indicar se as diferenças detectadas têm impactos significativos em termos de emissões, comparamos as emissões do grupo Caso (Case) contra o grupo Controle (Control). Na Tabela 3 são apresentados esses fatores para as medições feitas com o PEMS, veículos da fase L4 do Proconve nos ciclos PISTA, FTP-74, FTP-75 e Estrada.

Tabela 3 - Níveis de grandezas das emissões de NO_x em relação ao Controle para todos os ciclos

| NO _x Model | PEMS/L4/PISTA | PEMS/L4/FTP-74 | PEMS/L4/FTP-75 | PEMS/L4/Estrada |
|-----------------------|---------------|----------------|----------------|-----------------|
| Case (g/Km) | 2,60 | 0,71 | 0,71 | 0,73 |
| Control (g/Km) | 2,34 | 0,45 | 0,45 | 0,58 |
| Fator | 1,11 | 1,58 | 1,58 | 1,26 |

Resultados do Modelo Linear Misto ajustado aos dados de emissão de CO₂ (g/Km).

Na Tabela 4 apresentamos o quadro de análise de variância para teste dos fatores do modelo ajustado para as emissões de CO₂.

Tabela 4 - ANOVA do Modelo Linear Misto para emissões de CO₂

| ANOVA CO ₂ Model | Num DF | Den DF | F-value | p-value |
|-----------------------------|--------|--------|----------|---------|
| (Intercept) | 1 | 147 | 1226.773 | <0.0001 |
| Group | 1 | 147 | 4.256 | 0.041 |
| Device | 1 | 147 | 241.090 | <0.0001 |
| Phase | 1 | 8 | 0.394 | 0.548 |
| Cycle | 3 | 147 | 352.742 | <0.0001 |
| KM | 1 | 8 | 1.250 | 0.296 |

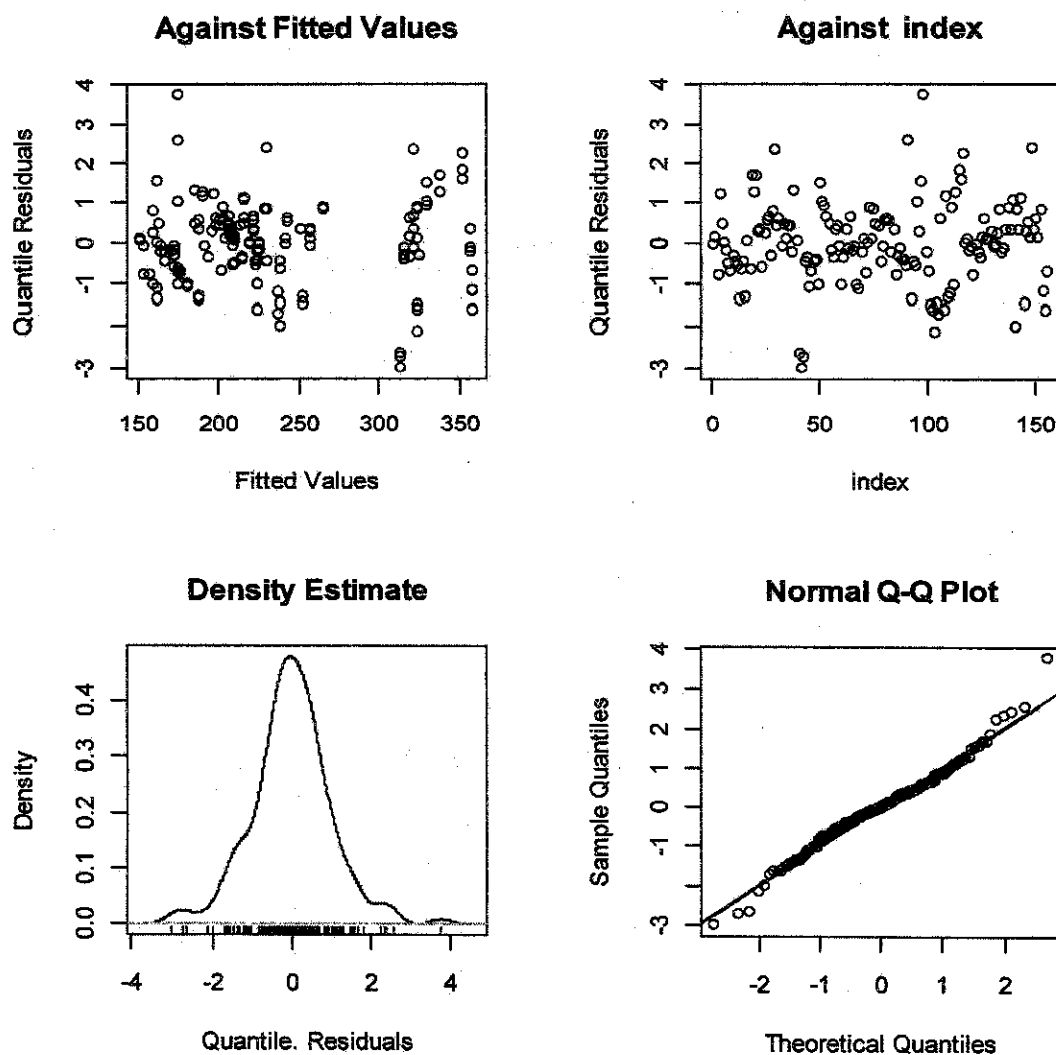
Validação das hipóteses do Modelo Linear Geral Misto – Emissões de CO₂

As hipóteses assumidas pelo modelo são: independência entre os resíduos e normalidade dos mesmos.

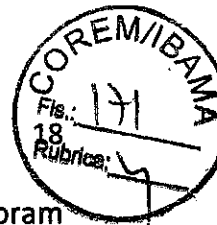
Na Figura 5 apresentamos os gráficos que apresentam o comportamento dos resíduos do modelo ajustado para as emissões de CO_2 .

Como podemos observar, além de ajuste significativo, o comportamento dos resíduos atende às hipóteses assumidas pela técnica de Modelagem. Podemos então interpretar os resultados obtidos pelo mesmo, seja quanto à significância dos fatores quanto às estimativas dos efeitos associados aos níveis dos fatores.

Figura 5 - Comportamento dos resíduos do modelo para as emissões de CO_2



Foram observadas diferenças significativas entre as emissões médias de CO_2 para os dois Grupos (*Case/Control*). Igualmente foram significativas as diferenças observadas entre os *Devices* (Laboratório de PEMS). Não foram evidenciadas diferenças



significativas entre as fases do Proconve L4 e L6 quanto às emissões de CO₂. Foram detectadas diferenças significativas entre os ciclos avaliados. A quilometragem percorrida ser superior a 80.000 Km não apresentou impacto significativo nas emissões de CO₂.

Na Tabela 5 apresentamos as estimativas dos parâmetros do modelo ajustado para as emissões de CO₂.

Tabela 5 - Estimativas dos efeitos dos fatores nas emissões de CO₂

| CO ₂ Model | Estimative | Std. Error | DF | t-value | p-value |
|-----------------------|------------|------------|-----|---------|---------|
| (Intercept) | 208.119 | 16.644 | 147 | 12.504 | <0.001 |
| Group Control | -8.072 | 4.716 | 147 | -1.712 | 0.089 |
| Device PEMS | -14.610 | 4.388 | 147 | -3.330 | 0.001 |
| Phase L6 | -17.287 | 22.900 | 8 | -0.755 | 0.472 |
| Cycle FTP-74 | 34.904 | 4.313 | 147 | 8.093 | <0.001 |
| Cycle FTP-75 | 49.358 | 5.083 | 147 | 9.710 | <0.001 |
| Cycle PISTA | 164.539 | 5.255 | 147 | 31.312 | <0.001 |
| KM (> 80.000) | -20.523 | 18.358 | 8 | -1.118 | 0.296 |

As conclusões que temos a partir da Tabela 5 são:

- a) A emissão média de CO₂ foi inferior no Grupo Controle, a estimativa foi de 8,072 g/Km a menos;
- b) Há forte indício de que o PEMS produza valores inferiores de emissão de CO₂ (-14,610 g/Km);
- c) Não foi possível, baseado nos dados disponíveis, identificar diferença entre as médias das Fases L4 e L6 do Proconve. O número de ensaio foi pequeno para a fase L6;
- d) Os ciclos FTP-74 e FTP-75 apresentaram resultados superiores de emissão de CO₂ relativamente ao ciclo Estrada, o ciclo PISTA apresentou resultados significativamente superiores dos demais ciclos;
- e) Não foi possível evidenciar a influência da quilometragem percorrida (acima de 80.000 km) nas emissões de CO₂. A quantidade de ensaios foi reduzida para esse fator.

Para indicar se as diferenças detectadas têm impactos significativos em termos de emissões, comparamos as emissões do grupo Caso (Case) contra o grupo Controle

(Control). Na Tabela 6 são apresentados esses fatores para as medições feitas com o PEMS, veículos da fase L4 do Proconve nos ciclos PISTA, FTP-74, FTP-75 e Estrada.

Tabela 6 - Níveis de grandezas das emissões de CO₂ em relação ao Controle para todos os ciclos

| CO ₂ Model | PEMS/L4/PISTA | PEMS/L4/FTP-74 | PEMS/L4/FTP-75 | PEMS/L4/Estrada |
|-----------------------|---------------|----------------|----------------|-----------------|
| Case (g/Km) | 358,05 | 228,41 | 242,87 | 193,51 |
| Control (g/Km) | 349,98 | 220,34 | 234,79 | 200,05 |
| Fator | 1,02 | 1,04 | 1,03 | 0,97 |

Resultados do Modelo Linear Misto ajustado aos dados de Autonomia em Km/L

Na Tabela 7 apresentamos o quadro de análise de variância para teste dos fatores do modelo ajustado para autonomies em Km/L.

Tabela 7 - ANOVA do Modelo Linear Misto para Autonomia em Km/L

| ANOVA Km/L Model | Num DF | Den DF | F-value | p-value |
|------------------|--------|--------|---------|---------|
| (Intercept) | 1 | 147 | 1274,44 | <0.0001 |
| Group | 1 | 147 | 0,19 | 0.6667 |
| Device | 1 | 147 | 77,53 | <0.0001 |
| Phase | 1 | 8 | 0,06 | 0.8074 |
| Cycle | 3 | 147 | 269,78 | <0.0001 |
| KM | 1 | 8 | 1,15 | 0.3140 |

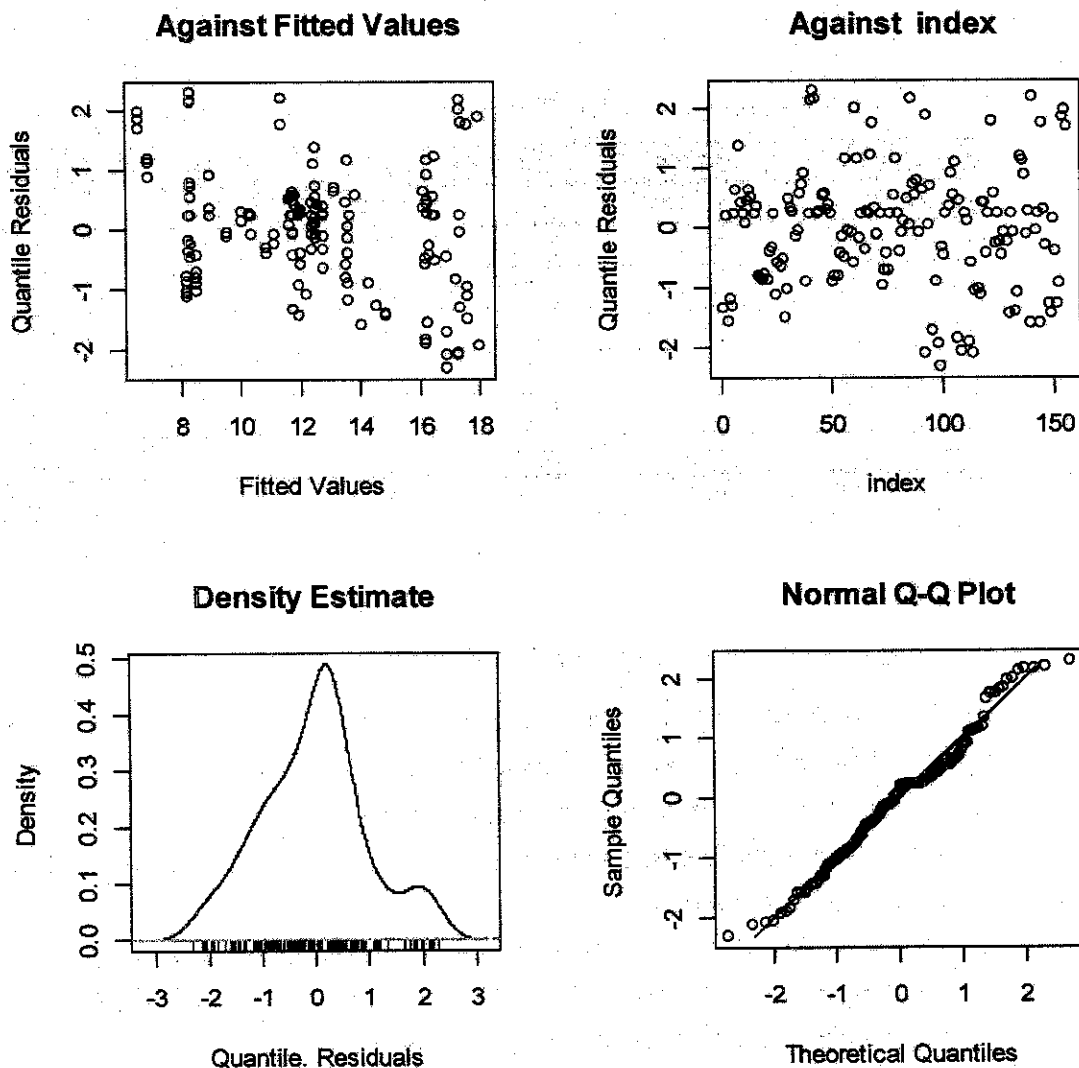
Validação das hipóteses do Modelo Linear Geral Misto – Autonomia em Km/L

As hipóteses assumidas pelo modelo são: independência entre os resíduos e normalidade dos mesmos.

Na Figura 6 apresentamos os gráficos que apresentam o comportamento dos resíduos do modelo ajustado para as Autonomies em Km/L.

Como podemos observar, além de ajuste significativo, o comportamento dos resíduos atende às hipóteses assumidas pela técnica de Modelagem. Podemos então interpretar os resultados obtidos pelo mesmo, seja quanto à significância dos fatores, seja quanto às estimativas dos efeitos associados aos níveis dos fatores.

Figura 6 - Comportamento dos resíduos do modelo para as Autonomias em Km/L



Como podemos observar, não foi significativa a diferença entre as autonomias para os grupos Case/Control. Não foi também identificada diferença significativa entre as duas fases do Proconve, L4 e L6. Não foi possível evidenciar a influência da quilometragem percorrida, devido ao pequeno número de veículos ensaiados.

Foram significativas as diferenças encontradas para as autonomias médias dependendo de onde foram feitas as medidas (Device): Laboratório ou com o PEMS.

Igualmente foram significativas as diferenças de autonomia para os diferentes ciclos de condução pesquisados.

Na Tabela 8 apresentamos as estimativas dos parâmetros do modelo ajustado para as Autonomias em Km/L.

Tabela 8 - Estimativas dos efeitos dos fatores nas autonomias em Km/L

| Km/L Model | Value | Std. Error | DF | t-value | p-value |
|---------------|--------|------------|-----|---------|---------|
| (Intercept) | 13,885 | 0,817 | 147 | 16,992 | <0.001 |
| Group Control | 0,090 | 0,264 | 147 | 0,341 | 0.7335 |
| Device PEMS | 1,213 | 0,248 | 147 | 4,897 | <0.001 |
| Phase L6 | 0,482 | 1,114 | 8 | 0,433 | 0.6765 |
| Cycle FTP-74 | -2,776 | 0,243 | 147 | -11,402 | <0.001 |
| Cycle FTP-75 | -3,383 | 0,287 | 147 | -11,788 | <0.001 |
| Cycle PISTA | -8,117 | 0,297 | 147 | -27,364 | <0.001 |
| KM(> 80.000) | 0,960 | 0,893 | 8 | 1,074 | 0.3140 |

As conclusões que temos a partir da Tabela 8 são:

- a) A autonomia média em Km/L foi similar nos dois grupos: Case e Control;
- b) o PEMS apontou valores superiores de autonomia em Km/L (+1,213 Km/L) relativamente às medições em Laboratório;
- c) Não foi detectada diferença significativa entre as autonomias médias das Fases L4 e L6 do Proconve;
- d) Os ciclos FTP-74 e FTP-75 apresentaram resultados inferiores de autonomia relativamente ao ciclo Estrada, o ciclo PISTA apresentou resultados significativamente inferiores aos demais ciclos;
- e) Não foi possível evidenciar a influência da quilometragem percorrida (acima de 80.000 km) nas autonomias, a quantidade de ensaios foi reduzida para esse fator.

Para indicar se as diferenças detectadas têm impactos significativos em termos de autonomia, comparamos as autonomias do grupo Caso (Case) contra o grupo Controle (Control). Na Tabela 9 são apresentados esses fatores para as medições feitas com o PEMS, veículos da fase L4 do Proconve nos ciclos PISTA, FTP-74, FTP-75 e Estrada.

Tabela 9 - Níveis de grandezas das autonomias (Km/L) em relação ao Controle para todos os ciclos

| Km/L Model | PEMS/L4/PISTA | PEMS/L4/FTP-7A | PEMS/L4/FTP-75 | PEMS/L4/Estrada |
|----------------|---------------|----------------|----------------|-----------------|
| Case (Km/L) | 6,98 | 12,32 | 11,72 | 15,10 |
| Control (Km/L) | 7,07 | 12,41 | 11,81 | 13,98 |
| Fator | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 1,08 |

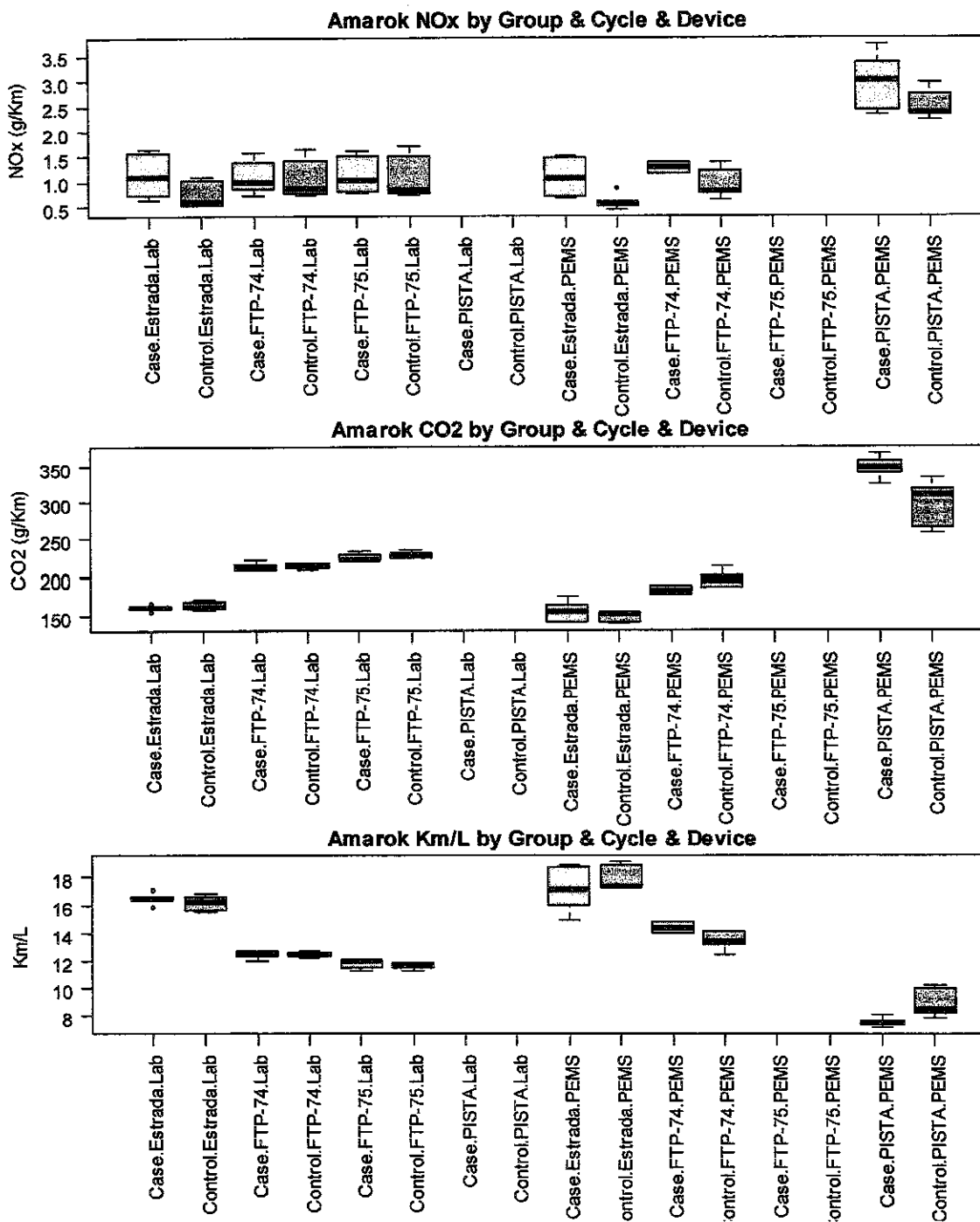
Avaliação dos veículos AmaroK

Nesta avaliação usaremos somente os veículos VW-Amarok considerando grupo Controle os resultados dos veículos após o recall da VW que removeu o dispositivo que alterava as características de operação do motor.

Como todos os veículos que foram ensaiados com e sem o dispositivo eram da fase L4 do Proconve e todos possuíam hodômetro com mais de 80.000 km rodados, ambos os fatores (Phase e KM) foram retirados dos modelos.

Na Figura 7 apresentamos os diagramas boxplot para as emissões de NO_x, CO₂ e autonomia em Km/L segundo o grupo, ciclo e device onde foi feita a medição.

Figura 7 – Diagramas Boxplot para as emissões de NOx, CO₂ e autonomia em Km/L segundo o grupo, ciclo e device onde foi feita a medição – Veículos Amarak



Na Tabela 10 apresentamos o quadro de análise de variância para teste dos fatores do modelo ajustado para as emissões de NOx.

Tabela 10 - ANOVA do Modelo Linear Misto para emissões de NOx – VW Amarok

| Amarok NOx Model | Num DF | Den DF | F-value | p-value |
|------------------|--------|--------|---------|---------|
| (Intercept) | 1 | 62 | 58,665 | <0.0001 |
| Group | 1 | 62 | 34,769 | <0.0001 |
| Cycle | 3 | 62 | 284,105 | <0.0001 |
| Device | 1 | 62 | 0,789 | 0,378 |
| Group:Cycle | 3 | 62 | 4,918 | 0,004 |

O modelo ajustado apresentou uma componente que descreve o comportamento conjunto entre os Grupos e os Ciclos (Group:Cycle). Essa interação apresentou efeito significativo para a emissão de NOx.

Foram significativos os efeitos do grupo (Case/Control) e do ciclo de condução (Cycle).

Não foi evidenciada influência significativa do device, ou seja, a forma como foram feitas as medições, se em analisador do Laboratório ou usando PEMS.

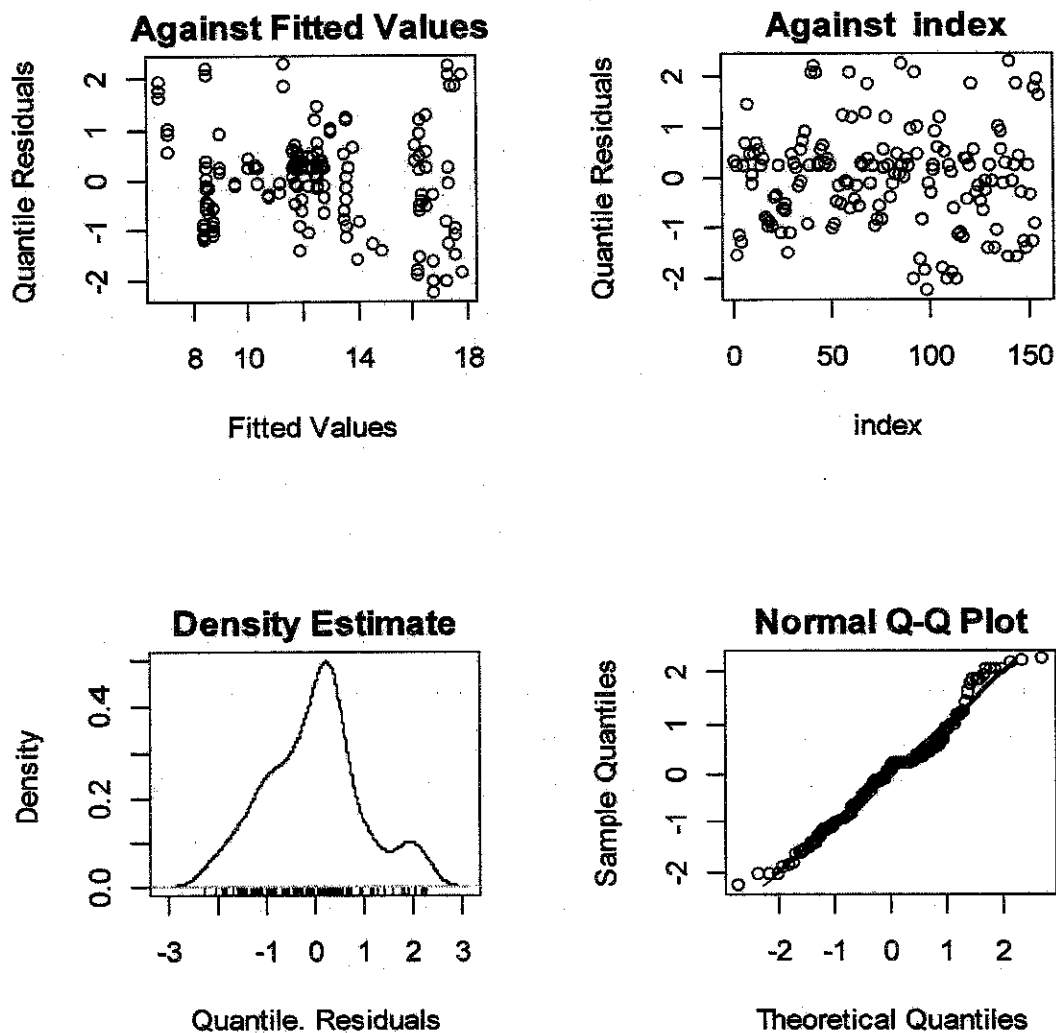
Validação das hipóteses do Modelo Linear Geral Misto – Emissões de NOx

As hipóteses assumidas pelo modelo são: independência entre os resíduos e normalidade dos mesmos.

Na Figura 8 apresentamos os gráficos que apresentam o comportamento dos resíduos do modelo ajustado para as emissões de NOx.

Como podemos observar, além de ajuste significativo, o comportamento dos resíduos atende às hipóteses assumidas pela técnica de Modelagem. Podemos então interpretar os resultados obtidos pelo mesmo, seja quanto à significância dos fatores, seja quanto às estimativas dos efeitos associados aos níveis dos fatores.

Figura 8 - Comportamento dos resíduos do modelo para as emissões de NOx



De acordo com o modelo ajustado temos que foi detectada diferença significativa entre as emissões médias de NOx dos grupos (Case/Control).

Foram observadas diferenças significativas entre as médias dos ciclos de ensaio usados no estudo. A interação entre o Grupo e o Ciclo também foi significativa.

Na Tabela 11 apresentamos as estimativas dos parâmetros do modelo ajustado para as emissões de NOx.

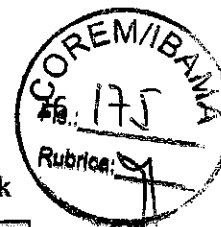


Tabela 11 - Estimativas dos efeitos dos fatores nas emissões de NOx – VW Amarok

| NOx Model – Amarok | Estimative | Std.Error | DF | t-value | p-value |
|--------------------|------------|-----------|----|---------|---------|
| (Intercept) | 1,150 | 0,1980 | 62 | 5,81 | <0.0001 |
| Group Control | -0,402 | 0,0929 | 62 | -4,33 | 0.0001 |
| Cycle FTP-74 | -0,078 | 0,1034 | 62 | -0,75 | 0.4547 |
| Cycle FTP-75 | -0,028 | 0,1164 | 62 | -0,24 | 0.8086 |
| Cycle PISTA | 1,945 | 0,1040 | 62 | 18,71 | <0.0001 |
| Device PEMS | -0,092 | 0,0696 | 62 | -1,32 | 0.1926 |
| Control:FTP-74 | 0,365 | 0,1391 | 62 | 2,62 | 0.0110 |
| Control:FTP-75 | 0,344 | 0,1584 | 62 | 2,17 | 0.0338 |
| Control:PISTA | -0,101 | 0,1400 | 62 | -0,72 | 0.4726 |

As conclusões que temos a partir da Tabela 11 são:

- A emissão média de NOx foi inferior no Grupo Controle, a estimativa foi de 0,402 g/Km a menos;
- Há indício de que o PEMS produza valores inferiores de emissão de NOx (-0,092 g/Km);
- Os ciclos Estrada, FTP-74 e FTP-75 apresentaram resultados equivalentes de emissão de NOx, o ciclo PISTA apresentou resultados significativamente diferentes dos demais ciclos;

Para indicar se as diferenças detectadas têm impactos significativos em termos de emissão de NOx, comparamos as emissões do grupo Caso (Case) contra o grupo Controle (Control). Na Tabela 12 são apresentados esses fatores para as medições feitas com o PEMS nos ciclos PISTA, FTP-74, FTP-75 e Estrada.

Tabela 12 - Níveis de grandezas das emissões de NOx em relação ao Controle para todos os ciclos

| NOx Model – Amarok | PEMS/PISTA | PEMS/FTP-74 | PEMS/FTP-75 | PEMS/Estrada |
|--------------------|------------|-------------|-------------|--------------|
| Case (g/Km) | 3,0 | 0,98 | 1,03 | 1,06 |
| Control (g/Km) | 2,5 | 0,94 | 0,97 | 0,66 |
| Fator | 1,2 | 1,04 | 1,06 | 1,61 |

Na Tabela 13 apresentamos o quadro de análise de variância para teste dos fatores do modelo ajustado para as emissões de CO₂.

Tabela 13 - ANOVA do Modelo Linear Misto para emissões de CO₂ – VW Amarok

| Amarok CO ₂ Model | Num DF | Den DF | F-value | p-value |
|------------------------------|--------|--------|----------|---------|
| (Intercept) | 1 | 62 | 20398,98 | <0.0001 |
| Group | 1 | 62 | 15,44 | 0.0002 |
| Cycle | 3 | 62 | 544,25 | <0.0001 |
| Device | 1 | 62 | 10,68 | 0.0018 |
| Group:Cycle | 3 | 62 | 15,53 | <0.0001 |

O modelo ajustado apresentou uma componente que descreve o comportamento conjunto entre os Grupos e os Ciclos (Group:Cycle). Essa interação apresentou efeito significativo para a emissão de CO₂.

Foram significativos os efeitos do grupo (Case/Control) e do ciclo de condução (Cycle) e Device (Laboratório ou PEMS).

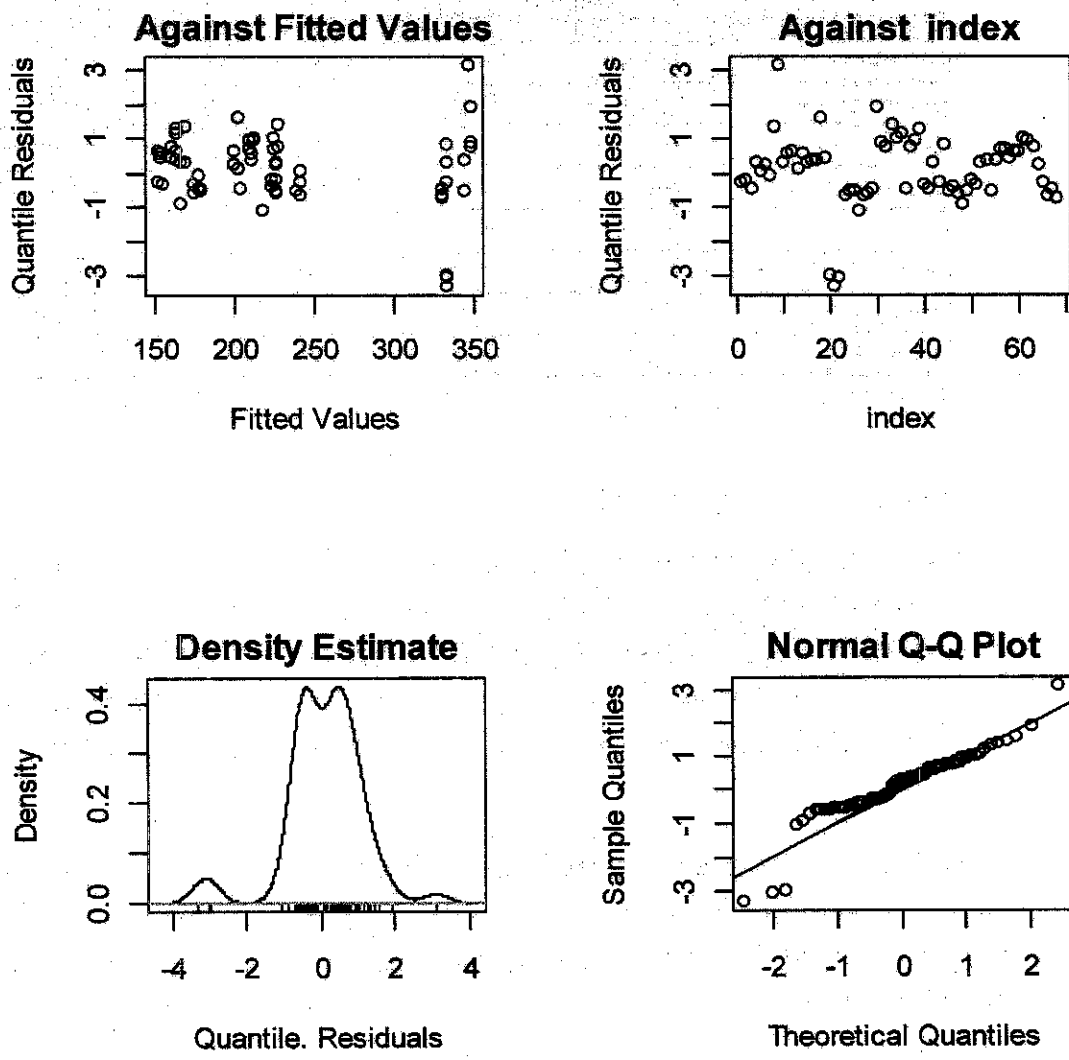
Validação das hipóteses do Modelo Linear Geral Misto – Emissões de CO₂

As hipóteses assumidas pelo modelo são: independência entre os resíduos e normalidade dos mesmos.

Na Figura 9 apresentamos os gráficos que apresentam o comportamento dos resíduos do modelo ajustado para as emissões de CO₂.

Como podemos observar, além de ajuste significativo, o comportamento dos resíduos atende às hipóteses assumidas pela técnica de Modelagem. Podemos então interpretar os resultados obtidos pelo mesmo, seja quanto à significância dos fatores quanto às estimativas dos efeitos associados aos níveis dos fatores.

Figura 9 - Comportamento dos resíduos do modelo para as emissões de CO₂



Na Tabela 14 apresentamos as estimativas dos parâmetros do modelo ajustado para as emissões de CO₂.

Tabela 14 - Estimativas dos efeitos dos fatores nas emissões de CO₂ – VW Amarok

| CO ₂ Model – Amarok | Estimative | Std.Error | DF | t-value | p-value |
|--------------------------------|------------|-----------|----|---------|---------|
| (Intercept) | 165,82 | 4,37 | 62 | 37,92 | <0.0001 |
| Group Control | -2,31 | 5,56 | 62 | -0,41 | 0.6799 |
| Cycle FTP-74 | 42,37 | 6,17 | 62 | 6,87 | <0.0001 |
| Cycle FTP-75 | 58,39 | 6,98 | 62 | 8,37 | <0.0001 |
| Cycle PISTA | 197,43 | 6,23 | 62 | 31,68 | <0.0001 |
| Device PEMS | -14,91 | 4,17 | 62 | -3,58 | 0.0007 |
| Control:FTP-74 | 5,76 | 8,33 | 62 | 0,69 | 0.4922 |
| Control:FTP-75 | 5,29 | 9,49 | 62 | 0,56 | 0.5792 |
| Control:PISTA | -46,02 | 8,39 | 62 | -5,49 | <0.0001 |

As conclusões que temos a partir da Tabela 14 são:

- A interação entre Grupo e Ciclo foi significativa, a média de CO₂ do grupo Controle ensaiado em pista foi 43,02 menor que a do grupo de Casos ;
- O PEMS produz valores inferiores de emissão de CO₂ (-14,91 g/Km);
- Todos os ciclos apresentaram resultados distintos de emissão de CO₂, o ciclo PISTA apresentou resultado significativamente superior aos demais;

Para indicar se as diferenças detectadas têm impactos significativos em termos de emissão de CO₂, comparamos as emissões do grupo Caso (Case) contra o grupo Controle (Control). Na Tabela 15 são apresentados esses fatores para as medições feitas com o PEMS nos ciclos PISTA, FTP-74, FTP-75 e Estrada.

Tabela 15 - Níveis de grandezas das emissões de CO₂ em relação ao Controle para todos os ciclos

| CO ₂ Model – Amarok | PEMS/PISTA | PEMS/FTP-74 | PEMS/FTP-75 | PEMS/Estrada |
|--------------------------------|------------|-------------|-------------|--------------|
| Case (g/Km) | 348,34 | 193,29 | 209,3 | 150,91 |
| Control (g/Km) | 300,02 | 196,73 | 212,29 | 148,61 |
| Fator | 1,16 | 0,98 | 0,99 | 1,02 |

Na Tabela 16 apresentamos o quadro de análise de variância para teste dos fatores do modelo ajustado para as autonomias em Km/L dos veículos VW-Amarok.

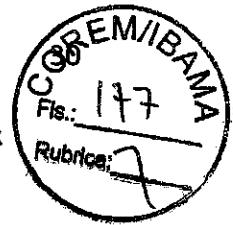


Tabela 16 - ANOVA do Modelo Linear Misto para Autonomia em Km/L – VW Amarok

| Km/L Model Amarok | Num DF | Den DF | F-value | p-value |
|-------------------|--------|--------|----------|---------|
| (Intercept) | 1 | 62 | 24510,87 | <0.0001 |
| Group | 1 | 62 | 2,32 | 0.1326 |
| Cycle | 3 | 62 | 525,39 | <0.0001 |
| Device | 1 | 62 | 27,36 | <0.0001 |
| Group:Cycle | 3 | 62 | 4,69 | 0.0052 |

O modelo ajustado apresentou uma componente que descreve o comportamento conjunto entre os Grupos e os Ciclos (Group:Cycle). Essa interação apresentou efeito significativo para a Autonomia em Km/L.

O efeito isolado do grupo (Case/Control) não foi significativo em face da significância da interação entre o grupo com o ciclo de condução. Foi significativo o efeito do ciclo de condução (Cycle) e Device (Laboratório ou PEMS) nas autonomias médias dos veículos Amarok.

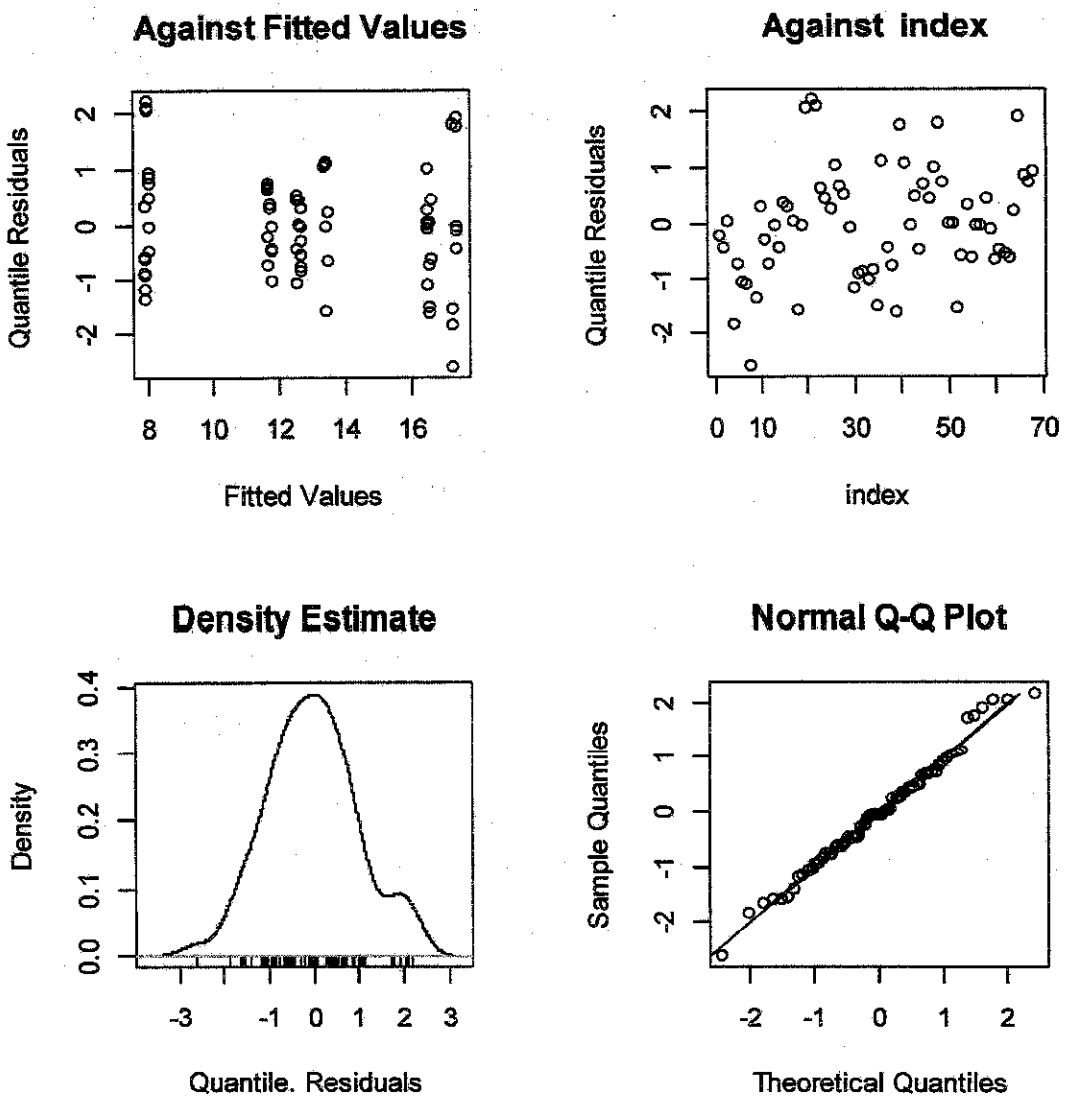
Validação das hipóteses do Modelo Linear Geral Misto – Autonomia em Km/L

As hipóteses assumidas pelo modelo são: independência entre os resíduos e normalidade dos mesmos.

Na Figura 10 apresentamos os gráficos que apresentam o comportamento dos resíduos do modelo ajustado para as autonomias em Km/L.

Como podemos observar, além de ajuste significativo, o comportamento dos resíduos atende às hipóteses assumidas pela técnica de Modelagem. Podemos então interpretar os resultados obtidos pelo mesmo, seja quanto à significância dos fatores, seja quanto às estimativas dos efeitos associados aos níveis dos fatores.

Figura 10 - Comportamento dos resíduos do modelo para as autonomias em Km/L - Amarok



Na Tabela 17 apresentamos as estimativas dos parâmetros do modelo ajustado para as autonomias em Km/L.

Tabela 17 - Estimativas dos efeitos dos fatores nas Autonomias – VW Amarok

| Km/L Model Amarok | Estimative | Std.Error | DF | t-value | p-value |
|-------------------|------------|-----------|----|---------|---------|
| (Intercept) | 16,237 | 0,231 | 62 | 70,401 | <0.0001 |
| Group Control | 0,243 | 0,293 | 62 | 0,828 | 0.4111 |
| Cycle FTP-74 | -3,493 | 0,325 | 62 | -10,737 | <0.0001 |
| Cycle FTP-75 | -4,396 | 0,368 | 62 | -11,943 | <0.0001 |
| Cycle PISTA | -9,829 | 0,329 | 62 | -29,904 | <0.0001 |
| Device PEMS | 1,204 | 0,220 | 62 | 5,481 | <0.0001 |
| Control:FTP-74 | -0,573 | 0,439 | 62 | -1,304 | 0.1970 |
| Control:FTP-75 | -0,400 | 0,501 | 62 | -0,798 | 0.4279 |
| Control:PISTA | 1,051 | 0,442 | 62 | 2,374 | 0.0207 |

As conclusões que temos a partir da Tabela 17 são:

- a) A interação entre Grupo e Ciclo foi significativa, a média de Km/L do grupo Controle ensaiado em PISTA foi 1,051 Km/L menor que a do grupo de Casos;
- b) O PEMS produz valores superiores de autonomia (+1,204 Km/L);
- c) Os ciclos FTP-74 e FTP-75 apresentaram resultados distintos em termos de autonomia comparando com o ciclo Estrada, o ciclo de PISTA apresentou resultado significativamente inferior aos demais;

Para indicar se as diferenças detectadas têm impactos significativos em termos de emissão de CO₂, comparamos as emissões do grupo Caso (Case) contra o grupo Controle (Control). Na Tabela 18 são apresentados esses fatores para as medições feitas com o PEMS nos ciclos PISTA, FTP-74, FTP-75 e Estrada.

Tabela 18 - Níveis de grandezas das autonomias (Km/L) em relação ao Controle para todos os ciclos

| Km/L Model – Amarok | PEMS/PISTA | PEMS/FTP-74 | PEMS/FTP-75 | PEMS/Estrada |
|---------------------|------------|-------------|-------------|--------------|
| Case (Km/L) | 7,61 | 13,95 | 13,05 | 17,44 |
| Control (Km/L) | 8,91 | 13,62 | 12,89 | 17,68 |
| Fator | 0,85 | 1,02 | 1,01 | 0,99 |

5 CONCLUSÕES

NO_x

- ✓ A emissão média de NO_x foi inferior no Grupo Controle, a estimativa foi de 0,260 g/Km a menos;
- ✓ Há forte indício de que o PEMS produza valores inferiores de emissão de NO_x (-0,110 g/Km);
- ✓ Não foi possível, baseado nos dados disponíveis, identificar diferença entre as médias das Fases L4 e L6 do Proconve, o número de ensaio foi pequeno para a fase L6;
- ✓ Os ciclos Estrada, FTP-74 e FTP-75 apresentaram resultados equivalentes de emissão de NO_x, o ciclo PISTA apresentou resultados significativamente diferentes dos demais ciclos;
- ✓ Não foi possível evidenciar a influência da quilometragem percorrida (acima de 80.000 km) nas emissões de NO_x, a quantidade de ensaios foi reduzida para esse fator.

CO₂

- ✓ A emissão média de CO₂ foi inferior no Grupo Controle, a estimativa foi de 8,072 g/Km a menos;
- ✓ Há forte indício de que o PEMS produza valores inferiores de emissão de CO₂ (-14,610 g/Km);
- ✓ Não foi possível, baseado nos dados disponíveis identificar diferença entre as médias das Fases L4 e L6 do Proconve, o número de ensaio foi pequeno para a fase L6;
- ✓ Os ciclos FTP-74 e FTP-75 apresentaram resultados superiores de emissão de CO₂ relativamente ao ciclo Estrada, o ciclo PISTA apresentou resultados significativamente superiores dos demais ciclos;
- ✓ Não foi possível evidenciar a influência da quilometragem percorrida (acima de 80.000 km) nas emissões de CO₂, a quantidade de ensaios foi reduzida para esse fator.

Km/L

- ✓ A autonomia média em Km/L foi similar nos dois grupos: Case e Control;
- ✓ o PEMS apontou valores superiores de autonomia em Km/L (+1,211 Km/L) relativamente às medições em Laboratório;
- ✓ Não foi detectada diferença significativa entre as autônias médias das Fases L4 e L6 do Proconve;



- ✓ Os ciclos FTP-74 e FTP-75 apresentaram resultados inferiores de autonomia relativamente ao ciclo Estrada, o ciclo PISTA apresentou resultados significativamente inferior dos demais ciclos;
- ✓ Não foi possível evidenciar a influência da quilometragem percorrida (acima de 80.000 km) nas autonomias, a quantidade de ensaios foi reduzida para esse fator.

VW-Amarok – NOx

- ✓ A emissão média de NOx foi inferior no Grupo Controle, a estimativa foi de 0,402 g/Km a menos;
- ✓ Há indício de que o PEMS produza valores inferiores de emissão de NOx (-0,092 g/Km);
- ✓ Os ciclos Estrada, FTP-74 e FTP-75 apresentaram resultados equivalentes de emissão de NOx, o ciclo PISTA apresentou resultados significativamente diferentes dos demais ciclos;

VW-Amarok – CO₂

- ✓ A interação entre Grupo e Ciclo foi significativa, a média de CO₂ do grupo Controle ensaiado em pista foi 43,02 menor que a do grupo de Casos ; essa diferença não foi observada nos demais ciclos de condução;
- ✓ o PEMS produziu valores médios inferiores de emissão de CO₂ (-14,91 g/Km);
- ✓ Todos os ciclos apresentaram resultados distintos de emissão de CO₂, o ciclo PISTA apresentou resultado significativamente superior aos demais;

VW-Amarok – Km/L

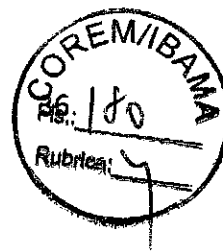
- ✓ A interação entre Grupo e Ciclo foi significativa, a média de Km/L do grupo Controle ensaiado em PISTA foi 1,051 Km/L menor que a do grupo de Casos ;
- ✓ O PEMS produziu valores médios superiores de autonomia (+1,204 Km/L);
- ✓ Os ciclos FTP-74 e FTP-75 apresentaram resultados distintos em termos de autonomia comparando com o ciclo Estrada, o ciclo de PISTA apresentou resultado significativamente inferior aos demais;

6 COMENTÁRIOS

Em estudo do tipo Caso/Controle a escolha das unidades que farão parte do grupo Controle é de fundamental importância pois os dados observados neste grupo constituirão a base comparativa para o grupo de Casos.

REFERÊNCIAS

- [1] PINHEIRO, J.; BATES, D.; DEBROY, S.; SARKAR, D.; R Core Team (2016). **_nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models_**. R package version 3.1-128. Disponível em: <<http://CRAN.R-project.org/package=nlme>>. Acesso em: 31 jan. 2016.
- [2] STASINOPOULOS, D.M.; RIGBY, R. A. Generalized additive models for location scale and shape (GAMLSS) in R. **Journal of Statistical Software**, v. 23, i. 7, 2007. Disponível em: <<http://www.istatsoft.org/v23/i07>>. Acesso em: 30 jan. 2017.
- [3] HECKERT, N. A.; FILLIBEN, J. J. **NIST/SEMATECH e-Handbook of Statistical Methods; Chapter 1: Exploratory Data Analysis**. 2003 Disponível em: <<https://www.nist.gov/node/589876>> Acesso em: 30 jan. 2016.
- [4] R Core Team (2016). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>> Acesso em: 30 jan. 2016.



APÊNDICE – Relação de veículos avaliados no presente estudo

| Veículo | Ano | Fase | Hodômetro | Grupo |
|-----------------|------------|-------------|------------------|--------------|
| Amarok 1 | 2012 | L4 | 96096 | Case |
| Amarok 2 | 2011 | L4 | 34026 | Case |
| Amarok 3 | 2012 | L4 | 87837 | Case |
| Amarok 3 Recall | 2012 | L4 | 87837 | Control |
| Amarok 4 | 2010 | L4 | 112400 | Case |
| Amarok 4 Recall | 2010 | L4 | 112950 | Control |
| Amarok 5 | 2012 | L4 | 103833 | Case |
| Amarok 5 Recall | 2012 | L4 | 103833 | Control |
| Amarok 6 | 2014 | L6 | 52255 | Case |
| Amarok 7 | 2015 | L6 | 8704 | Case |
| VD 8 | 2012 | L4 | 82140 | Control |
| VD 9 | 2011 | L4 | 181629 | Control |
| VD 10 | 2010 | L4 | 70300 | Control |
| VD 11 | 2011 | L4 | 94384 | Control |

APÊNDICE C

Resultado dos ensaios

As tabelas com numeração de 7 a 20 mostram os resultados detalhados de todos os ensaios realizados com os veículos. Os resultados médios de NOx destacados em vermelho indicam que são maiores que o limite da fase L4 do Proconve.

Tabela 7 Resultados dos ensaios do veículo Amarak 1

| | | | | | |
|------------------------------|--|------------------|------------|------------------|------------------|
| Modelo: Amarak 1 | | ABNT 6601 | | Autonomia | |
| Ano Fab.: 2012 | | NOX | CO2 | km/L | Distância |
| Hodômetro (km): 96096 | | 3,70 | 1,35 | 11,53 | 5,80 |
| Fase do Proconve: L4 | | 4,52 | 1,87 | 11,38 | 6,23 |
| | | 3,52 | 1,41 | 12,86 | 5,79 |
| | | | | 11,79 | 17,82 |
| | | | | 16,46 | 16,55 |
| | | | | 13,30 | 5,80 |
| | | | | 11,74 | 6,25 |
| | | | | 12,44 | 12,05 |
| | | | | 11,54 | 5,81 |
| | | | | 11,31 | 6,22 |
| | | | | 12,90 | 5,78 |
| | | | | 11,76 | 11,99 |
| | | | | 11,67 | 5,77 |
| | | | | 11,54 | 6,23 |
| | | | | 13,04 | 5,75 |
| | | | | 11,94 | 17,75 |
| | | | | 16,33 | 16,54 |
| | | | | 11,41 | 4,08 |
| | | | | 14,63 | 6,99 |
| | | | | 13,25 | 11,06 |
| | | | | 8,95 | 15,88 |
| | | | | 9,02 | 15,90 |
| | | | | 8,30 | 15,90 |

Procedência: Cedido pela Volkswagen

| Data | Ciclo | Unidade | g/km | | | | km/L | | Distância | km |
|------------|------------|---------|------|------|--------|-------|-----------|-----------|-----------|----|
| | | | THC | NOX | CO | CO2 | Autonomia | Distância | | |
| 09/08/2016 | Parâmetro | | | | | | | | | |
| | Fase 1 | 0,09 | 0,66 | 0,85 | 229,46 | 11,53 | 5,80 | | | |
| | Fase 2 | 0,06 | 0,72 | 0,10 | 233,77 | 11,38 | 6,23 | | | |
| | Fase 3 | 0,03 | 1,06 | 0,08 | 207,06 | 12,86 | 5,79 | | | |
| | Média pond | 0,06 | 0,80 | 0,25 | 225,55 | 11,79 | 17,82 | | | |
| 10/08/2016 | Parâmetro | | | | | | | | | |
| | Fase 1 | 0,11 | 0,66 | 0,84 | 229,22 | 11,54 | 5,81 | | | |
| | Fase 2 | 0,08 | 0,72 | 0,09 | 235,17 | 11,31 | 6,22 | | | |
| | Fase 3 | 0,05 | 1,02 | 0,08 | 206,36 | 12,90 | 5,78 | | | |
| | Média pond | 0,08 | 0,79 | 0,24 | 226,03 | 11,76 | 11,99 | | | |
| 11/08/2016 | Parâmetro | | | | | | | | | |
| | Fase 1 | 0,09 | 0,80 | 0,77 | 226,90 | 11,67 | 5,77 | | | |
| | Fase 2 | 0,07 | 0,74 | 0,08 | 230,69 | 11,54 | 6,23 | | | |
| | Fase 3 | 0,04 | 1,05 | 0,07 | 204,14 | 13,04 | 5,75 | | | |
| | Média pond | 0,07 | 0,84 | 0,22 | 222,64 | 11,94 | 17,75 | | | |
| 05/09/2016 | Parâmetro | | | | | | | | | |
| | Fase 1 | 0,01 | 0,69 | 0,01 | 169,12 | 16,33 | 16,54 | | | |
| | Fase 2 | 0,08 | 0,66 | 0,15 | 233,18 | 11,41 | 4,08 | | | |
| | Fase 3 | 0,02 | 0,85 | 0,01 | 182,09 | 14,63 | 6,99 | | | |
| | Média | 0,04 | 0,78 | 0,06 | 200,91 | 13,25 | 11,06 | | | |
| 05/09/2016 | Ensaio 1 | 0,08 | 2,91 | - | 296,73 | 8,95 | 15,88 | | | |
| | Ensaio 2 | 0,09 | 3,09 | - | 294,24 | 9,02 | 15,90 | | | |
| | Ensaio 3 | 0,08 | 3,00 | 0,14 | 319,19 | 8,30 | 15,90 | | | |

| | | | |
|--|--------|------|--------|
| Conformidade com o limite legal (g/km) | | | |
| NMHC | Atende | NOX | Atende |
| Limites L4 | 0,20 | 1,00 | 2,70 |
| Limites L6 | 0,06 | 0,35 | 2,00 |

| THC | NOX | | CO | | CO2 | Autonomia |
|------|-----|--------|----|--------|-----|-----------|
| | % | Atende | % | Atende | | |
| 67% | -5% | -16% | 3% | -3% | | |
| 230% | 4% | 168% | 7% | -7% | | |
| 65% | -8% | 31% | 4% | -4% | | |
| 108% | -1% | 15% | 5% | 17% | | |

| Parâmetro | Unidade | THC | NOX | CO | CO2 | Autonomia |
|-----------|---------|------|------|------|--------|-----------|
| | | | | | | |
| ABNT 6601 | | 0,07 | 0,81 | 0,24 | 224,74 | 11,83 |
| ABNT 7024 | | 0,01 | 0,86 | 0,01 | 162,51 | 16,40 |
| FTP-74 | | 0,05 | 0,85 | 0,07 | 214,60 | 12,44 |
| PISTA | | 0,08 | 3,00 | 0,14 | 303,38 | 8,76 |

Fonte: Autores (2016).

Avaliação de Emissões de Poluentes de Veículos Amarak Diesel

Tabela 9 Resultados dos ensaios do veículo Amarok 3

| | | | | | | | |
|--------------------------|----------|-------------------------------------|------------|--|--|--|--|
| CETESB | | Centro de Testes de Veículos | | Novos Procedimentos para Avaliação de Poluentes em Veículos | | | |
| Modelo: | Amarok 3 | NOx | CO2 | Autonomia | | | |
| Ano: | 2012 | ABNT 6601 | 1,54 | 0,65 | | | |
| Hodômetro [km]: | 87837 | ABNT 7024 | 2,17 | 0,46 | | | |
| Fase do Proconve: | L4 | FTP-74 | 3,45 | 1,61 | | | |

Procedência: Cedido pela Volkswagen

| | | | |
|---|--------|------|------|
| Comparação com o limite legal (g/km) | | | |
| ABNT 6601 | Atende | NOx | CO |
| Limites L4 | 0,20 | 1,00 | 2,70 |
| Limites L6 | 0,06 | 0,35 | 2,00 |

| Data | Ciclo | Unidade | g/km | | | | km/L | | km |
|------------|------------|---------|------|------|------|--------|-----------|-----------|----|
| | | | THC | NOx | CO | CO2 | Autonomia | Distância | |
| 26/10/2016 | Fase 1 | | 0,11 | 0,87 | 0,94 | 231,02 | 11,45 | 5,76 | |
| | Fase 2 | | 0,17 | 0,87 | 1,30 | 233,99 | 11,27 | 6,22 | |
| | Fase 3 | | 0,07 | 1,34 | 0,34 | 213,89 | 12,42 | 5,80 | |
| | Média pond | | 0,13 | 1,00 | 0,96 | 227,85 | 11,60 | 17,77 | |
| | ABNT 7024 | | 0,02 | 0,65 | 0,01 | 161,27 | 16,52 | 16,48 | |
| FTP-74 | Fase 3 | | 0,06 | 1,04 | 0,31 | 199,27 | 13,33 | 5,81 | |
| | Fase 2 | | 0,13 | 0,72 | 0,73 | 226,82 | 11,67 | 6,22 | |
| | Média | | 0,10 | 0,87 | 0,53 | 213,51 | 12,42 | 12,03 | |
| 27/10/2016 | Fase 1 | | 0,12 | 0,93 | 0,94 | 237,08 | 11,15 | 5,82 | |
| | Fase 2 | | 0,13 | 0,81 | 0,77 | 240,34 | 11,01 | 6,25 | |
| | Fase 3 | | 0,07 | 1,30 | 0,30 | 216,66 | 12,26 | 5,81 | |
| | Média pond | | 0,11 | 1,03 | 0,68 | 233,16 | 11,36 | 17,88 | |
| | ABNT 7024 | | 0,02 | 0,75 | 0,01 | 166,98 | 15,95 | 16,58 | |
| FTP-74 | Fase 3 | | 0,05 | 1,13 | 0,19 | 208,29 | 12,77 | 5,79 | |
| | Fase 2 | | 0,11 | 0,75 | 0,66 | 231,02 | 11,47 | 6,25 | |
| | Média | | 0,08 | 0,94 | 0,44 | 220,09 | 12,06 | 12,04 | |
| 27/10/2016 | Ensaio 1 | | 0,12 | 3,42 | - | 356,49 | 7,45 | 15,90 | |
| | Ensaio 2 | | 0,12 | 3,38 | - | 343,40 | 7,75 | 15,89 | |
| | Ensaio 3 | | 0,11 | 3,73 | 0,20 | 368,45 | 7,19 | 15,90 | |

| THC | NOx | CO | CO2 | Autonomia | Diferença de medição FEMS x Laboratório | |
|------|-----|-------|-----|-----------|---|----|
| | | | | | % | CO |
| 718% | 2% | 2991% | 2% | -3% | | |
| 523% | -7% | 5091% | 5% | -6% | | |

| Parâmetro | THC | NOx | CO | CO2 | Autonomia |
|-----------|------|------|------|--------|-----------|
| Unidade | | | | | km/L |
| ABNT 6601 | 0,12 | 1,01 | 0,82 | 230,50 | 11,48 |
| ABNT 7024 | 0,02 | 0,70 | 0,01 | 164,12 | 16,24 |
| FTP-74 | 0,10 | 1,02 | 0,58 | 221,51 | 11,99 |
| PISTA | 0,12 | 3,51 | 0,20 | 356,11 | 7,46 |

Fonte: Autores (2016).

Avaliação de Emissões de Poluentes de Veículos Amarok Diesel

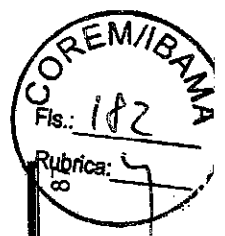


Tabela 10 Resultados dos ensaios do veículo Amarok 3 reprogramado

| Identificação do veículo | | Níveis de grandezas das emissões de gases em relação ao laboratório | | | |
|--------------------------|-----------------|---|------|-----------|--|
| Modelo: | Amarok 3 | NOx | CO2 | Autonomia | |
| Ano: | 2012 | ABNT 6601 | 1,18 | 0,85 | |
| Hodômetro [km]: | 87837 | ABNT 7024 | 1,61 | 0,61 | |
| Fase do Proconve: | L4 Reprogramada | FTP-74 | 1,22 | 0,81 | |

Procedência: Cedido pela Volkswagen

| Data | Ciclo | Unidade | Resultados de laboratório | | | | | km/L | Autonomia | km | Distância |
|------------|-------------|---------|---------------------------|------|------|--------|-------|-------|-----------|----|-----------|
| | | | THC | NOx | CO | CO2 | CO2 | | | | |
| 08/11/2016 | Fase 1 | g/km | 0,13 | 0,72 | 0,96 | 228,66 | 11,56 | 5,83 | | | |
| | Fase 2 | g/km | 0,13 | 0,72 | 0,76 | 228,43 | 11,59 | 6,20 | | | |
| | Fase 3 | g/km | 0,07 | 1,21 | 0,32 | 208,02 | 12,77 | 5,81 | | | |
| | Média pond. | g/km | 0,11 | 0,86 | 0,68 | 221,85 | 11,88 | 17,84 | | | |
| | ABNT 7024 | g/km | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 161,55 | 16,29 | 16,54 | | | |
| FTP-74 | Fase 3 | g/km | 0,04 | 1,05 | 0,10 | 201,73 | 13,19 | 5,81 | | | |
| | Fase 2 | g/km | 0,10 | 0,67 | 0,58 | 219,86 | 12,05 | 6,21 | | | |
| | Média | g/km | 0,07 | 0,86 | 0,35 | 211,10 | 12,58 | 12,03 | | | |
| 09/11/2016 | Fase 1 | g/km | 0,12 | 0,65 | 0,92 | 227,12 | 11,64 | 5,81 | | | |
| | Fase 2 | g/km | 0,13 | 0,68 | 0,76 | 228,19 | 11,60 | 6,25 | | | |
| | Fase 3 | g/km | 0,07 | 1,13 | 0,33 | 207,39 | 12,80 | 5,81 | | | |
| | Média pond. | g/km | 0,11 | 0,80 | 0,67 | 222,26 | 11,92 | 17,87 | | | |
| | ABNT 7024 | g/km | 0,02 | 0,62 | 0,01 | 160,37 | 16,61 | 16,59 | | | |
| FTP-74 | Fase 3 | g/km | 0,04 | 1,04 | 0,09 | 198,21 | 13,43 | 5,80 | | | |
| | Fase 2 | g/km | 0,10 | 0,68 | 0,57 | 216,78 | 12,23 | 6,23 | | | |
| | Média | g/km | 0,07 | 0,85 | 0,34 | 207,82 | 12,78 | 12,03 | | | |
| 10/11/2016 | Ensaio 1 | g/km | 0,07 | 2,25 | 0,39 | 264,39 | 10,01 | 15,89 | | | |
| | Ensaio 2 | g/km | 0,07 | 2,22 | 0,62 | 257,47 | 10,26 | 15,89 | | | |
| | Ensaio 3 | g/km | 0,07 | 2,33 | 0,76 | 262,78 | 10,05 | 15,89 | | | |

| Médias dos ensaios | | | | | |
|--------------------|------|------|------|--------|-----------|
| Parâmetro | THC | NOx | CO | CO2 | Autonomia |
| Unidade | | | | | km/L |
| ABNT 6601 | 0,11 | 0,83 | 0,68 | 221,55 | 11,90 |
| ABNT 7024 | 0,01 | 0,62 | 0,01 | 161,96 | 16,45 |
| FTP-74 | 0,09 | 0,90 | 0,44 | 213,73 | 12,83 |
| PISTA | 0,07 | 2,27 | 0,59 | 261,55 | 10,11 |

| Comparação com o limite legal (g/km) | | | |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|
| | NMHC | NOx | CO |
| ABNT 6601 | Atende | Atende | Atende |
| Limites L4 | 0,20 | 1,00 | 2,70 |
| Limites L6 | 0,06 | 0,35 | 2,00 |

| Diferença de medição PEMS x laboratório | | | | | |
|---|------|-------|-----|-----------|--|
| THC | NOx | CO | CO2 | Autonomia | |
| 40% | -5% | 1295% | -6% | 6% | |
| 57% | -10% | 111% | -7% | 7% | |
| 43% | -7% | 1581% | -5% | 5% | |
| -58% | -4% | -3% | 2% | -2% | |

Fonte: Autores (2016).

Tabela 11 Resultados dos ensaios do veículo Amarok 4

| Data | Ciclo | Parâmetro | Níveis de emissão (g/km) | | | | Autonomia km/L | Distância km |
|------------|-----------|-------------------|--------------------------|-----------|--------|-------|----------------|--------------|
| | | | THC | NOx | CO | CO2 | | |
| 08/11/2016 | ABNT 6601 | Modelo: | Amarok 4 | | | | | |
| | | Ano: | 2010 | ABNT 6601 | 1,99 | 1,59 | 0,62 | |
| | | Hodômetro [km]: | 112400 | ABNT 7024 | 1,93 | 2,19 | 0,45 | |
| | | Fase do Proconve: | L4 | FTP-74 | 2,06 | 1,66 | 0,60 | |
| | | THC | 0,07 | 0,61 | 227,83 | 11,64 | 5,83 | |
| | | Fase 1 | 0,07 | 0,13 | 227,52 | 11,69 | 6,25 | |
| | | Fase 2 | 0,04 | 0,10 | 205,92 | 12,92 | 5,82 | |
| | | Fase 3 | 0,06 | 0,22 | 224,65 | 11,99 | 17,90 | |
| | | Média pond | 0,01 | 0,01 | 160,35 | 16,61 | 16,60 | ABNT 7024 |
| | | Média | 0,03 | 0,05 | 197,88 | 13,46 | 5,83 | |
| 09/11/2016 | ABNT 6601 | Fase 1 | 0,07 | 0,13 | 227,88 | 11,67 | 6,24 | |
| | | Fase 2 | 0,04 | 0,09 | 205,45 | 12,95 | 5,82 | |
| | | Fase 3 | 0,06 | 0,22 | 224,33 | 12,01 | 17,85 | |
| | | Média pond | 0,01 | 0,01 | 161,58 | 16,49 | 16,59 | ABNT 7024 |
| 10/11/2016 | FTP-74 | Fase 1 | 0,03 | 0,04 | 196,40 | 13,56 | 5,81 | |
| | | Fase 2 | 0,06 | 0,10 | 218,41 | 12,18 | 6,21 | |
| | | Fase 3 | 0,06 | 0,20 | 359,39 | 7,38 | 15,89 | |
| | | Média | 0,06 | 0,71 | 350,30 | 7,55 | 15,89 | |
| | PISTA | THC | 0,06 | 1,18 | 348,73 | 7,57 | 15,89 | |
| | | NOx | 1,57 | 0,22 | 224,49 | 12,00 | | |
| | | CO | 1,61 | 0,01 | 160,97 | 16,55 | | |
| | | CO2 | 1,51 | 0,09 | 212,41 | 12,55 | | |
| | | PISTA | 3,11 | 0,70 | 352,81 | 7,50 | | |

| Comparação com os Limites (g/km) | | NMHC | | NOx | | CO | |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| ABNT 6601 | Atende | Atende | Atende | Atende | Atende | Atende | Atende |
| Limites L4 | 0,20 | 0,06 | 1,00 | 2,70 | | | |
| Limites L6 | 0,06 | 0,06 | 0,35 | 2,00 | | | |

| Comparação com os Limites (%) | | NMHC | | NOx | | CO | |
|-------------------------------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| THC | Atende | Atende | Atende | Atende | Atende | Atende | Atende |
| 48% | -5% | Indisp. | -8% | 8% | | | |
| 59% | -11% | 316% | -9% | 10% | | | |
| 43% | -10% | Indisp. | -13% | 14% | | | |
| 64% | -16% | Indisp. | -14% | 16% | | | |

Fonte: Autores (2016).

Avaliação de Emissões de Poluentes de Veículos Amarok Diesel

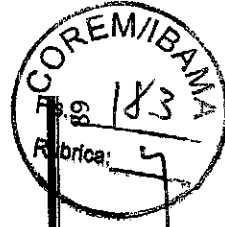


Tabela 12 Resultados dos ensaios do veículo Amarok 4 reprogramado



| Identificação do veículo | | Níveis de grandezas das emissões de pista em relação ao laboratório | | | |
|--------------------------|-----------------|---|------|------|-----------|
| Modelo: | Amarok 4 | THC | NOx | CO | Autonomia |
| Ano: | 2010 | ABNT 6601 | 1,76 | 1,41 | 0,71 |
| Motorização (km): | 112930 | ABNT 7024 | 2,65 | 1,93 | 0,52 |
| Fase do Programa: | 14 Reprogramada | FTP-74 | 1,77 | 1,48 | 0,67 |

Procedência: Selecionado pela Cetesb

| Data | Ciclo | Unidade | Resultados de Laboratório | | | | | km |
|---------------------|-------------|---------|---------------------------|------|------|--------|-----------|-------|
| | | | THC | NOx | CO | CO2 | Autonomia | |
| 23/11/2016 | Fase 1 | g/km | 0,05 | 1,77 | 0,72 | 242,56 | 10,92 | 5,86 |
| | Fase 2 | g/km | 0,06 | 1,65 | 0,13 | 241,11 | 11,04 | 6,26 |
| | Fase 3 | g/km | 0,04 | 1,82 | 0,11 | 219,28 | 12,14 | 5,85 |
| | Média pista | g/km | 0,06 | 1,72 | 0,25 | 235,40 | 11,29 | 17,97 |
| | ABNT 7024 | g/km | 0,01 | 1,10 | 0,01 | 169,63 | 15,71 | 10,56 |
| 24/11/2016 | Fase 3 | g/km | 0,02 | 1,34 | 0,03 | 203,87 | 12,94 | 5,88 |
| | Fase 2 | g/km | 0,06 | 1,48 | 0,11 | 225,78 | 11,79 | 6,26 |
| | Média | g/km | 0,04 | 1,41 | 0,07 | 216,13 | 12,32 | 12,14 |
| | ABNT 6601 | g/km | 0,06 | 1,16 | 0,61 | 237,94 | 11,13 | 5,85 |
| 29/11/2016 | Fase 2 | g/km | 0,04 | 1,51 | 0,10 | 232,23 | 11,46 | 6,25 |
| | Fase 3 | g/km | 0,04 | 1,86 | 0,08 | 215,36 | 12,36 | 5,82 |
| | Média pista | g/km | 0,05 | 1,51 | 0,20 | 226,77 | 11,62 | 17,93 |
| | ABNT 7024 | g/km | 0,01 | 1,04 | 0,01 | 170,79 | 15,60 | 10,59 |
| | Fase 3 | g/km | 0,03 | 1,72 | 0,03 | 205,52 | 12,96 | 5,82 |
| Resultados de Pista | Fase 2 | g/km | 0,06 | 1,54 | 0,10 | 224,63 | 11,85 | 6,27 |
| | Média | g/km | 0,04 | 1,63 | 0,07 | 215,42 | 12,36 | 12,09 |
| | Ensaio 1 | g/km | 0,05 | 2,79 | 0,21 | 328,88 | 8,06 | 15,89 |
| Resultados de Pista | Ensaio 2 | g/km | 0,05 | 2,75 | 0,35 | 319,38 | 8,29 | 15,89 |
| | Ensaio 3 | g/km | 0,05 | 3,98 | 0,39 | 335,28 | 7,50 | 15,89 |

| MÉDIAS DOS ENSAIOS | | | | |
|--------------------|------|------|------|-----------|
| Parâmetro | THC | NOx | CO | Autonomia |
| Unidade | g/km | g/km | g/km | km/L |
| ABNT 6601 | 0,06 | 1,62 | 0,22 | 212,08 |
| ABNT 7024 | 0,01 | 1,07 | 0,01 | 170,21 |
| FTP-74 | 0,05 | 1,61 | 0,09 | 221,38 |
| PISTA | 0,05 | 2,84 | 0,31 | 327,85 |

| Comparação com o limite legal (g/km) | | | | |
|--------------------------------------|--------|-------|------|------|
| | Atende | Viado | NOx | CO |
| Limites LA | 0,20 | 1,00 | 2,70 | 2,00 |
| Limites LB | 0,06 | 0,35 | 2,00 | |

| Diferença de medição PEMS x Laboratório | | | | |
|---|------|------|------|-----------|
| THC | NOx | CO | CO2 | Autonomia |
| 23% | -22% | | -27% | 36% |
| 85% | -13% | 192% | -23% | 15% |
| 48% | -17% | 810% | -18% | 21% |
| 92% | -16% | 572% | -13% | 14% |

Fonte: Autores (2016).

Tabela 13 Resultados dos ensaios do veículo Amarok 5

| Identificação do veículo | | Níveis de referência das emissões de gases emitidos pelo laboratório | | | |
|--------------------------|----------|--|------|-----------|--|
| Modelo: | Amarok 5 | NOX | CO2 | Autonomia | |
| Ano: | 2012 | ABNT 6601 | 1,52 | 0,65 | |
| Hodômetro [km]: | 103833 | ABNT 7024 | 2,12 | 0,47 | |
| Fase da Procnve: | L4 | FTP-74 | 1,58 | 0,63 | |

| Comparação com o limite estabelecido (g/km) | |
|---|--------|
| ABNT 6601 Atende | NMHC |
| Limites L4 | Atende |
| Limites L6 | Atende |
| | CO |
| | Atende |
| | CO |
| | Atende |

| Procedência: Selecionado pela Cetesb | |
|--------------------------------------|--|
|--------------------------------------|--|

| Data | Ciclo | Unidade | Resultados de laboratório | | | | | km |
|------------|------------|---------|---------------------------|------|------|--------|-----------|-------|
| | | | THC | NOX | CO | CO2 | Autonomia | |
| 17/11/2016 | Parâmetro | g/km | | | | | | |
| | Fase 1 | | 0,08 | 0,69 | 0,75 | 225,95 | 11,72 | 5,79 |
| | Fase 2 | | 0,06 | 0,66 | 0,13 | 226,81 | 11,73 | 6,23 |
| | Fase 3 | | 0,04 | 1,16 | 0,13 | 206,36 | 12,89 | 5,79 |
| | Média pond | | 0,06 | 0,80 | 0,26 | 221,02 | 12,03 | 17,81 |
| ABNT 7024 | | | 0,01 | 1,16 | 0,01 | 155,77 | 17,10 | 16,56 |
| FTP-74 | Fase 3 | | 0,03 | 1,22 | 0,05 | 198,83 | 13,39 | 5,80 |
| | Fase 2 | | 0,06 | 0,84 | 0,13 | 216,69 | 12,28 | 6,20 |
| | Média | | 0,05 | 1,02 | 0,09 | 208,06 | 12,79 | 12,01 |
| | Fase 1 | | 0,09 | 0,70 | 0,78 | 226,24 | 11,70 | 5,78 |
| ABNT 6601 | Fase 2 | | 0,07 | 0,63 | 0,15 | 225,56 | 11,79 | 6,18 |
| | Fase 3 | | 0,05 | 1,09 | 0,15 | 205,81 | 12,93 | 5,77 |
| | Média pond | | 0,07 | 0,77 | 0,28 | 220,27 | 12,06 | 17,74 |
| | ABNT 7024 | | 0,01 | 1,00 | 0,01 | 161,28 | 16,52 | 16,55 |
| FTP-74 | Fase 3 | | 0,03 | 0,88 | 0,06 | 201,84 | 13,19 | 5,76 |
| | Fase 2 | | 0,07 | 0,61 | 0,16 | 219,89 | 12,09 | 6,21 |
| | Média | | 0,05 | 0,74 | 0,11 | 211,19 | 12,60 | 12,00 |
| | Ensaio 1 | | 0,08 | 2,41 | 0,24 | 341,42 | 7,76 | 15,91 |
| 23/11/2016 | Ensaio 2 | | 0,08 | 2,33 | 0,32 | 325,98 | 8,12 | 15,92 |
| | Ensaio 3 | | 0,08 | 2,41 | 1,03 | 340,92 | 7,74 | 15,92 |

| Diferença de média de emissão em relação ao laboratório | |
|---|-----------|
| THC | % |
| NOX | CO |
| NOX | CO |
| CO2 | Autonomia |
| 79% | -7% |
| 473% | -9% |
| 10% | |
| 93% | 4% |
| 337% | 0% |
| -1% | |

| Parâmetro | THC | NOX | CO | CO2 | Autonomia |
|-----------|------|------|------|--------|-----------|
| Unidade | | g/km | | | km/L |
| ABNT 6601 | 0,06 | 0,79 | 0,27 | 220,64 | 12,04 |
| ABNT 7024 | 0,01 | 1,08 | 0,01 | 158,52 | 16,81 |
| FTP-74 | 0,05 | 0,88 | 0,12 | 212,88 | 12,51 |
| PISTA | 0,08 | 2,38 | 0,53 | 336,11 | 7,88 |

Fonte: Autores (2016).

Avaliação de Emissões de Poluentes de Veículos Amarok Diesel

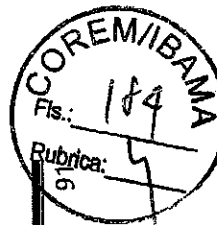


Tabela 14 Resultados dos ensaios do veículo Amarok 5 reprogramado



| Identificação do veículo | | Níveis de granzeiras das emissões de pista em relação ao laboratório | | | |
|--------------------------|-----------------|--|------|------|-----------|
| Modelo: | Amarok 5 | | | | |
| Ano: | 2012 | ABNT 6601 | NOX | CO2 | Autonomia |
| Hodômetro (km): | 103833 | ABNT 7024 | 4,46 | 1,93 | 0,51 |
| Fase do Proconve: | L4 Reprogramada | FTP-74 | 3,04 | 1,43 | 0,69 |

Procedência: Selecionado pela Cetesb

| Data | Ciclo | Unidade | Resultados de laboratório | | | | | km |
|------------|------------|---------|---------------------------|------|------|--------|-----------|-------|
| | | | THC | NOX | CO | CO2 | Autonomia | |
| 30/11/2016 | Fase 1 | g/km | 0,10 | 0,66 | 0,82 | 231,43 | 11,44 | 5,81 |
| | Fase 2 | g/km | 0,08 | 0,63 | 0,28 | 231,13 | 11,50 | 6,25 |
| | Fase 3 | g/km | 0,05 | 0,96 | 0,25 | 209,73 | 12,67 | 5,82 |
| | Média pond | g/km | 0,08 | 0,73 | 0,38 | 225,31 | 11,78 | 17,88 |
| | ABNT 7024 | g/km | 0,01 | 0,55 | 0,01 | 158,48 | 16,81 | 16,58 |
| FTP-74 | Fase 3 | g/km | 0,03 | 0,89 | 0,05 | 199,49 | 13,35 | 5,82 |
| | Fase 2 | g/km | 0,07 | 0,64 | 0,25 | 219,46 | 12,11 | 6,22 |
| | Média | g/km | 0,05 | 0,76 | 0,16 | 209,81 | 12,68 | 12,04 |
| 01/12/2016 | Fase 1 | g/km | 0,10 | 0,69 | 0,80 | 235,35 | 11,25 | 5,80 |
| | Fase 2 | g/km | 0,08 | 0,63 | 0,24 | 233,63 | 11,38 | 6,22 |
| | Fase 3 | g/km | 0,05 | 1,05 | 0,26 | 214,04 | 12,42 | 5,80 |
| | Média pond | g/km | 0,07 | 0,76 | 0,36 | 228,60 | 11,62 | 17,83 |
| | ABNT 7024 | g/km | 0,01 | 0,53 | 0,01 | 162,65 | 16,38 | 16,60 |
| FTP-74 | Fase 3 | g/km | 0,03 | 0,90 | 0,05 | 202,64 | 13,14 | 5,83 |
| | Fase 2 | g/km | 0,07 | 0,62 | 0,21 | 222,63 | 11,94 | 6,23 |
| | Média | g/km | 0,05 | 0,75 | 0,13 | 212,97 | 12,49 | 12,06 |
| 00/01/1900 | Ensaio 1 | g/km | 0,06 | 2,48 | 0,33 | 310,07 | 8,54 | 15,91 |
| | Ensaio 2 | g/km | 0,06 | 2,35 | 0,22 | 313,48 | 8,45 | 15,90 |
| | Ensaio 3 | g/km | 0,06 | 2,35 | 0,17 | 308,42 | 8,59 | 15,90 |

| Médias dos ensaios | | | | | |
|--------------------|------|------|------|--------|-----------|
| Parâmetro | THC | NOX | CO | CO2 | Autonomia |
| Unidade | | g/km | g/km | g/km | km/L |
| ABNT 6601 | 0,07 | 0,74 | 0,37 | 226,96 | 11,70 |
| ABNT 7024 | 0,01 | 0,54 | 0,01 | 160,56 | 16,60 |
| FTP-74 | 0,06 | 0,79 | 0,20 | 216,76 | 12,29 |
| PISTA | 0,06 | 2,39 | 0,24 | 310,66 | 8,53 |

| Comparação com o limite legal (g/km) | | | | |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|--|
| | NMHC | NOX | CO | |
| ABNT 6601 | Atende | Atende | Atende | |
| Limites L4 | 0,20 | 1,00 | 2,70 | |
| Limites L6 | 0,06 | 0,35 | 2,00 | |

| Diferença de medição PEMS * Laboratório | | | | | |
|---|-----|------|-------|------|-----------|
| | THC | NOX | CO | CO2 | Autonomia |
| | | % | % | % | % |
| | 56% | -8% | 281% | -4% | 3% |
| | 75% | -15% | 58% | -5% | 4% |
| | 31% | -18% | 1109% | -15% | 17% |
| | 57% | 1% | 203% | -8% | 9% |

Fonte: Autores (2016).

Avaliação de Emissões de Poluentes de Veículos Amarok Diesel

Tabela 15 Resultados dos ensaios do veículo Amarak 6

Comparação com o Limite Legal (g/km)

| | NMHC | NOx | CO |
|------------|--------|--------|--------|
| Atende | Atende | Atende | Atende |
| Limites L4 | 0,20 | 1,00 | 2,70 |
| Limites L6 | 0,06 | 0,35 | 2,00 |

| Modelo: | Amarok 6 | CO2 | Autonomia |
|-------------------|----------|------|-----------|
| Ano: | 2014 | 1,34 | 0,74 |
| Hodômetro [km]: | 52255 | 1,40 | 0,69 |
| Fase do Proconve: | L6 | 1,42 | 0,70 |

Procedência: Frota Cetesb

| Data | Ciclo | Unidade | g/km | | | km/L | | | Distância | km |
|------------|-----------|------------|------|------|------|--------|-----------|-----------|-----------|----|
| | | | THC | NOx | CO | CO2 | Autonomia | Distância | | |
| 18/08/2016 | ABNT 6601 | Fase 1 | 0,05 | 0,29 | 0,40 | 229,16 | 11,59 | 5,80 | | |
| | | Fase 2 | 0,03 | 0,28 | 0,01 | 219,25 | 12,15 | 6,17 | | |
| | | Fase 3 | 0,02 | 0,30 | 0,02 | 203,85 | 13,08 | 5,78 | | |
| | ABNT 7024 | Média pond | 0,03 | 0,29 | 0,09 | 217,01 | 12,27 | 17,75 | | |
| | | Fase 3 | 0,07 | 0,72 | 0,01 | 226,64 | 11,75 | 10,56 | | |
| | | Média | 0,01 | 0,29 | 0,00 | 191,85 | 13,89 | 5,80 | | |
| 19/08/2016 | ABNT 6601 | Fase 1 | 0,02 | 0,31 | 0,00 | 206,15 | 12,92 | 6,20 | | |
| | | Fase 2 | 0,01 | 0,30 | 0,00 | 199,24 | 13,37 | 12,01 | | |
| | | Fase 3 | 0,04 | 0,25 | 0,38 | 227,91 | 11,66 | 5,79 | | |
| | ABNT 7024 | Média pond | 0,01 | 0,30 | 0,04 | 202,96 | 13,12 | 5,77 | | |
| | | Fase 3 | 0,02 | 0,28 | 0,09 | 215,67 | 12,34 | 17,76 | | |
| | | Média | 0,05 | 0,59 | 0,09 | 196,05 | 13,98 | 16,58 | | |
| 22/08/2016 | ABNT 6601 | Fase 1 | 0,01 | 0,28 | 0,00 | 190,70 | 13,97 | 5,79 | | |
| | | Fase 2 | 0,02 | 0,31 | 0,00 | 206,48 | 12,90 | 6,22 | | |
| | | Fase 3 | 0,01 | 0,30 | 0,00 | 198,87 | 13,40 | 12,00 | | |
| | ABNT 7024 | Média pond | 0,08 | 0,93 | 0,01 | 250,68 | 10,82 | 16,60 | | |
| | | Fase 1 | 0,03 | 0,24 | 0,31 | 231,95 | 11,46 | 5,80 | | |
| | | Fase 2 | 0,02 | 0,30 | 0,01 | 222,51 | 11,97 | 6,16 | | |
| 23/08/2016 | ABNT 6601 | Fase 1 | 0,01 | 0,33 | 0,01 | 207,79 | 12,82 | 5,78 | | |
| | | Fase 2 | 0,01 | 0,30 | 0,07 | 220,42 | 12,98 | 17,74 | | |
| | | Fase 3 | 0,02 | 0,30 | 0,00 | 162,04 | 16,45 | 10,50 | | |
| | ABNT 7024 | Média pond | 0,00 | 0,20 | 0,00 | 295,83 | 8,97 | 15,91 | | |
| | | Fase 1 | 0,01 | 1,85 | 0,11 | 294,25 | 9,01 | 15,91 | | |
| | | Fase 2 | 0,01 | 1,93 | 0,15 | 284,34 | 9,32 | 15,91 | | |
| 13/10/2016 | ABNT 6601 | Fase 1 | 0,01 | 1,97 | 0,25 | 284,34 | 9,32 | 15,91 | | |
| | | Fase 2 | 0,01 | 1,97 | 0,25 | 284,34 | 9,32 | 15,91 | | |
| | | Fase 3 | 0,01 | 1,97 | 0,25 | 284,34 | 9,32 | 15,91 | | |
| | ABNT 7024 | Média pond | 0,03 | 0,29 | 0,09 | 217,70 | 12,23 | 13,10 | | |
| | | Fase 1 | 0,05 | 0,61 | 0,00 | 208,85 | 13,02 | 13,02 | | |
| | | Fase 2 | 0,02 | 0,30 | 0,01 | 204,95 | 13,02 | 9,10 | | |
| 13/10/2016 | ABNT 6601 | Fase 1 | 0,03 | 0,29 | 0,09 | 217,70 | 12,23 | 13,10 | | |
| | | Fase 2 | 0,05 | 0,61 | 0,00 | 208,85 | 13,02 | 13,02 | | |
| | | Fase 3 | 0,02 | 0,30 | 0,01 | 204,95 | 13,02 | 9,10 | | |
| | ABNT 7024 | Média pond | 0,01 | 1,85 | 0,11 | 295,83 | 8,97 | 15,91 | | |
| | | Fase 1 | 0,01 | 1,93 | 0,15 | 294,25 | 9,01 | 15,91 | | |
| | | Fase 2 | 0,01 | 1,97 | 0,25 | 284,34 | 9,32 | 15,91 | | |

| Parâmetro | Unidade | THC | NOx | CO | CO2 | Autonomia |
|-----------|---------|------|------|------|--------|-----------|
| | | | | | | |
| ABNT 6601 | | 0,03 | 0,29 | 0,09 | 217,70 | 12,23 |
| ABNT 7024 | | 0,05 | 0,61 | 0,00 | 208,85 | 13,10 |
| FTP-74 | | 0,02 | 0,30 | 0,01 | 204,95 | 13,02 |
| PISTA | | 0,01 | 1,92 | 0,17 | 291,47 | 9,10 |

Fonte: Autores (2016).

Avaliação de Emissões de Poluentes de Veículos Amarak Diesel

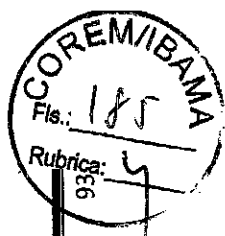


Tabela 16 Resultados dos ensaios do veículo Amarok 7

| Identificação do veículo | | Níveis de grandezas das emissões de pista em relação ao laboratório | | | |
|--------------------------|----------|---|------|-----------|--|
| Modelo: | Amarok 7 | NOX | CO2 | Autonomia | |
| Ano: | 2015 | ABNT 6601 | 1,72 | 0,58 | |
| Hodômetro (km): | 3704 | ABNT 7024 | 1,79 | 0,56 | |
| Fase da Proconve: | L6 | FTP-74 | 1,81 | 0,55 | |

Procedência: Selecionado pela Cetesb

| Comparação com o limite legal (g/km) | | | |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|
| | NMHC | NOX | CO |
| ABNT 6601 | Atende | Atende | Atende |
| Limites L4 | 0,20 | 1,00 | 2,70 |
| Limites L6 | 0,06 | 0,35 | 2,00 |

| Data | Ciclo | Unidade | Resultados de laboratório | | | | km | |
|------------|------------|---------|---------------------------|------|------|--------|-------|-----------|
| | | | THC | NOX | CO | CO2 | | Autonomia |
| 06/12/2016 | Fase 1 | g/km | 0,03 | 0,21 | 0,21 | 239,21 | 11,12 | 5,74 |
| | Fase 2 | g/km | 0,02 | 0,19 | 0,00 | 222,27 | 11,99 | 6,18 |
| | Fase 3 | g/km | 0,01 | 0,25 | 0,00 | 220,30 | 12,10 | 5,75 |
| | Média pond | g/km | 0,02 | 0,21 | 0,05 | 225,24 | 11,83 | 17,67 |
| | ABNT 7024 | g/km | 0,06 | 0,64 | 0,00 | 215,87 | 12,34 | 16,42 |
| FTP-74 | Fase 3 | g/km | 0,00 | 0,26 | 0,00 | 202,98 | 13,13 | 5,76 |
| | Fase 2 | g/km | 0,00 | 0,24 | 0,00 | 208,21 | 12,80 | 6,13 |
| | Média | g/km | 0,00 | 0,25 | 0,00 | 205,67 | 12,96 | 11,89 |
| 07/12/2016 | Fase 1 | g/km | 0,02 | 0,21 | 0,12 | 244,19 | 10,90 | 5,74 |
| | Fase 2 | g/km | 0,01 | 0,20 | 0,00 | 225,99 | 11,79 | 6,18 |
| | Fase 3 | g/km | 0,01 | 0,24 | 0,00 | 218,87 | 12,18 | 5,77 |
| | Média pond | g/km | 0,01 | 0,21 | 0,03 | 227,80 | 11,70 | 17,69 |
| | ABNT 7024 | g/km | 0,06 | 0,67 | 0,00 | 220,94 | 12,05 | 16,51 |
| FTP-74 | Fase 3 | g/km | 0,01 | 0,30 | 0,00 | 214,74 | 12,41 | 5,85 |
| | Fase 2 | g/km | 0,01 | 0,23 | 0,00 | 214,65 | 12,41 | 6,23 |
| | Média | g/km | 0,01 | 0,27 | 0,00 | 214,70 | 12,41 | 12,08 |
| 00/01/1900 | Ensaio 1 | g/km | 0,01 | 3,33 | 0,58 | 388,95 | 6,81 | 15,91 |
| | Ensaio 2 | g/km | 0,01 | 3,43 | 0,90 | 363,94 | 6,89 | 15,90 |
| | Ensaio 3 | g/km | 0,01 | 3,77 | 1,14 | 396,95 | 6,66 | 15,91 |

| Médias dos ensaios | | | | | |
|--------------------|------|------|------|--------|-----------|
| Parâmetro | THC | NOX | CO | CO2 | Autonomia |
| Unidade | g/km | | | | km/L |
| ABNT 6601 | 0,01 | 0,21 | 0,04 | 226,52 | 11,76 |
| ABNT 7024 | 0,06 | 0,65 | 0,00 | 218,41 | 12,19 |
| FTP-74 | 0,01 | 0,24 | 0,00 | 216,02 | 12,35 |
| PISTA | 0,01 | 3,51 | 0,87 | 389,95 | 6,78 |

| Diferença de medição PEMS x Laboratório | | | | | |
|---|------|--------|-----|-----------|--|
| THC | NOX | CO | CO2 | Autonomia | |
| 2% | 5% | 3443% | -1% | 0% | |
| | -14% | 5943% | -5% | 5% | |
| 0% | 4% | 11199% | -2% | 2% | |
| 20% | -14% | 22170% | -4% | 4% | |

Fonte: Autores (2016).

Tabela 17 Resultados dos ensaios do veículo Controle 8

| | | | | | |
|--------------------------|--|-----------|--|-----------|--|
| Modelo: | | ABNT 6601 | | Autonomia | |
| Ano: | | 82140 | | 0,68 | |
| Hodômetro (km): | | L4 | | 0,51 | |
| Fase do Proconve: | | FTP-74 | | 0,65 | |

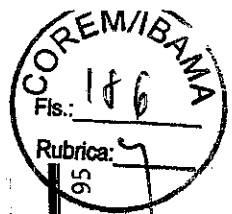
Procedência: Frota Catesb

| Data | Ciclo | Unidade | g/km | | | km/L | | | Distância | km |
|------------|------------|---------|------|------|------|--------|-----------|-----------|-----------|----|
| | | | THC | NOx | CO | CO2 | Autonomia | Distância | | |
| 10/08/2016 | Fase 1 | | 0,13 | 2,54 | 1,91 | 234,45 | 11,20 | 5,81 | | |
| | Fase 2 | | 0,30 | 1,55 | 2,56 | 222,22 | 11,73 | 6,22 | | |
| | Fase 3 | | 0,14 | 1,72 | 1,44 | 206,14 | 12,79 | 5,79 | | |
| | Média pond | | 0,22 | 1,80 | 2,04 | 220,34 | 11,89 | 17,82 | | |
| ABNT 7024 | | | 0,05 | 1,75 | 0,31 | 167,30 | 15,87 | 16,57 | | |
| FTP-74 | Fase 3 | | 0,14 | 1,73 | 1,22 | 201,96 | 13,04 | 5,79 | | |
| | Fase 2 | | 0,27 | 1,58 | 2,19 | 212,42 | 12,30 | 6,23 | | |
| | Média | | 0,20 | 1,66 | 1,70 | 207,19 | 12,65 | 12,02 | | |
| 11/08/2016 | Fase 1 | | 0,14 | 2,56 | 1,78 | 234,95 | 11,19 | 5,79 | | |
| | Fase 2 | | 0,30 | 1,54 | 2,61 | 219,53 | 11,87 | 6,22 | | |
| | Fase 3 | | 0,14 | 1,71 | 1,19 | 205,58 | 12,82 | 5,79 | | |
| | Média pond | | 0,22 | 1,80 | 2,05 | 218,89 | 11,96 | 17,80 | | |
| ABNT 7024 | | | 0,03 | 1,75 | 0,30 | 166,01 | 16,00 | 16,55 | | |
| FTP-74 | Fase 3 | | | | | | | | | |
| | Fase 2 | | | | | | | | | |
| | Média | | | | | | | | | |
| 11/08/2016 | Ensaio 1 | | 0,24 | 2,72 | 2,82 | 312,73 | 8,36 | 15,90 | | |
| | Ensaio 2 | | 0,23 | 3,09 | 2,90 | 322,89 | 8,09 | 15,90 | | |
| | Ensaio 3 | | 0,23 | 2,85 | 3,03 | 332,12 | 7,86 | 15,90 | | |

| Parâmetro | THC | NOx | CO | CO2 | Autonomia |
|-----------|------|------|------|--------|-----------|
| Unidade | | | | | km/L |
| ABNT 6601 | 0,22 | 1,80 | 2,04 | 219,62 | 11,92 |
| ABNT 7024 | 0,04 | 1,75 | 0,30 | 166,66 | 15,93 |
| FTP-74 | 0,22 | 1,64 | 1,82 | 211,31 | 12,42 |
| PISTA | 0,23 | 2,89 | 2,85 | 322,58 | 8,10 |

| Condição de teste: 90 km/h (120 km/h) | | | |
|---------------------------------------|------|------|------|
| | NMHC | NOx | CO |
| Limites L4 | 0,20 | 1,00 | 2,70 |
| Limites L6 | 0,06 | 0,35 | 2,00 |

| Distância de medição: 1000 m | | | | | |
|------------------------------|-----|------|------|------|-----------|
| % | THC | NOx | CO | CO2 | Autonomia |
| | 61% | -13% | -10% | -6% | |
| | 40% | -20% | -95% | -15% | |
| | 60% | -16% | -15% | -8% | |



Fonte: Autores (2016).

Avaliação de Emissões de Poluentes de Veículos Amarak Diesel

Tabela 18 Resultados dos ensaios do veículo Controle 9

| Identificação do veículo | | Níveis de gravidade das emissões de pista em relação ao laboratório | | | |
|--------------------------|------------|---|------|-----------|------|
| Modelo: | Controle 9 | | | | |
| Ano: | 2011 | ABNT 6601 | CO2 | Autonomia | |
| Hodômetro [km]: | 181629 | 2,44 | 1,38 | 0,72 | |
| Fase do Proconve: | L4 | 1,66 | 1,68 | 0,59 | |
| | | FTP-74 | 2,39 | 1,45 | 0,69 |

Procedência: Cedido pela Volkswagen

| Data | Ciclo | Unidade | Resultados de laboratório | | | | | km |
|------------|-------------|---------|---------------------------|------|------|--------|-----------|-------|
| | | | THC | NOx | CO | CO2 | Autonomia | |
| 13/09/2016 | Parâmetro | | | | | | | |
| | Fase 1 | g/km | 0,04 | 0,80 | 0,43 | 283,64 | 9,37 | 5,79 |
| | Fase 2 | | 0,05 | 0,63 | 0,31 | 256,25 | 10,37 | 6,18 |
| | Fase 3 | | 0,03 | 0,79 | 0,24 | 248,96 | 10,68 | 5,79 |
| | Média pond. | | 0,04 | 0,71 | 0,32 | 259,94 | 10,23 | 17,76 |
| 14/09/2016 | ABNT 7024 | | 0,01 | 1,05 | 0,04 | 213,69 | 12,47 | 16,53 |
| | Fase 3 | | 0,02 | 0,78 | 0,23 | 241,51 | 11,02 | 5,79 |
| | Fase 2 | | 0,05 | 0,64 | 0,30 | 247,37 | 10,75 | 6,22 |
| | Média | | 0,04 | 0,71 | 0,26 | 244,55 | 10,87 | 12,01 |
| 09/09/2016 | ABNT 6601 | | 0,05 | 0,74 | 0,43 | 280,87 | 9,46 | 5,79 |
| | Fase 2 | | 0,05 | 0,60 | 0,29 | 250,64 | 10,61 | 6,27 |
| | Fase 3 | | 0,03 | 0,77 | 0,25 | 246,71 | 10,78 | 5,78 |
| | Média pond. | | 0,04 | 0,68 | 0,30 | 255,81 | 10,39 | 17,84 |
| 14/09/2016 | ABNT 7024 | | 0,01 | 0,99 | 0,04 | 212,52 | 12,53 | 16,46 |
| | Fase 3 | | 0,02 | 0,86 | 0,18 | 240,81 | 11,05 | 5,84 |
| | Fase 2 | | 0,05 | 0,62 | 0,30 | 243,20 | 10,93 | 6,23 |
| | Média | | 0,03 | 0,74 | 0,24 | 242,05 | 10,99 | 12,06 |
| 09/09/2016 | Ensaio 1 | | 0,04 | 1,63 | 0,97 | 352,58 | 7,49 | 15,89 |
| | Ensaio 2 | | 0,03 | 1,75 | 1,47 | 354,97 | 7,43 | 15,90 |
| | Ensaio 3 | | 0,03 | 1,70 | 1,35 | 363,90 | 7,25 | 15,90 |

| Médias dos ensaios | | | | | |
|--------------------|------|------|------|--------|-----------|
| Parâmetro | THC | NOx | CO | CO2 | Autonomia |
| Unidade | | g/km | | | km/L |
| ABNT 6601 | 0,04 | 0,69 | 0,31 | 257,87 | 10,31 |
| ABNT 7024 | 0,01 | 1,02 | 0,04 | 213,11 | 12,50 |
| FTP-74 | 0,04 | 0,71 | 0,26 | 246,97 | 10,77 |
| PISTA | 0,03 | 1,69 | 1,26 | 357,15 | 7,39 |

Fonte: Autores (2016).

Avaliação de Emissões de Poluentes de Veículos Amarak Diesel

Tabela 19 Resultados dos ensaios do veículo Controle 10

| Controlado | | Limite | |
|------------|--------|-----------|--------|
| Atende | Atende | Atende | Atende |
| ABNT 6601 | 1,57 | ABNT 6601 | 0,63 |
| ABNT 7024 | 1,86 | ABNT 7024 | 0,53 |
| FTP-74 | 1,66 | FTP-74 | 0,60 |

| Controlado | | Limite | |
|------------|--------|------------|--------|
| Atende | Atende | Atende | Atende |
| ABNT 6601 | 0,20 | ABNT 6601 | 2,70 |
| Limites L4 | 0,06 | Limites L4 | 0,35 |
| Limites L6 | 0,06 | Limites L6 | 2,00 |

| Controlado | | Limite | |
|------------|--------|-----------|--------|
| Atende | Atende | Atende | Atende |
| ABNT 6601 | 5,65 | ABNT 6601 | 0,63 |
| ABNT 7024 | 6,34 | ABNT 7024 | 0,53 |
| FTP-74 | 6,51 | FTP-74 | 0,60 |

| Controlado | | Limite | |
|------------|--------|-----------|--------|
| Atende | Atende | Atende | Atende |
| ABNT 6601 | 1,57 | ABNT 6601 | 0,63 |
| ABNT 7024 | 1,86 | ABNT 7024 | 0,53 |
| FTP-74 | 1,66 | FTP-74 | 0,60 |

| Controlado | | Limite | |
|------------|--------|------------|--------|
| Atende | Atende | Atende | Atende |
| ABNT 6601 | 0,20 | ABNT 6601 | 2,70 |
| Limites L4 | 0,06 | Limites L4 | 0,35 |
| Limites L6 | 0,06 | Limites L6 | 2,00 |

| Controlado | | Limite | |
|------------|--------|-----------|--------|
| Atende | Atende | Atende | Atende |
| ABNT 6601 | 5,65 | ABNT 6601 | 0,63 |
| ABNT 7024 | 6,34 | ABNT 7024 | 0,53 |
| FTP-74 | 6,51 | FTP-74 | 0,60 |

| Controlado | | Limite | |
|------------|--------|------------|--------|
| Atende | Atende | Atende | Atende |
| ABNT 6601 | 0,20 | ABNT 6601 | 2,70 |
| Limites L4 | 0,06 | Limites L4 | 0,35 |
| Limites L6 | 0,06 | Limites L6 | 2,00 |

| Controlado | | Limite | |
|------------|--------|-----------|--------|
| Atende | Atende | Atende | Atende |
| ABNT 6601 | 1,57 | ABNT 6601 | 0,63 |
| ABNT 7024 | 1,86 | ABNT 7024 | 0,53 |
| FTP-74 | 1,66 | FTP-74 | 0,60 |

| Controlado | | Limite | |
|------------|--------|------------|--------|
| Atende | Atende | Atende | Atende |
| ABNT 6601 | 0,20 | ABNT 6601 | 2,70 |
| Limites L4 | 0,06 | Limites L4 | 0,35 |
| Limites L6 | 0,06 | Limites L6 | 2,00 |

| Controlado | | Limite | |
|------------|--------|-----------|--------|
| Atende | Atende | Atende | Atende |
| ABNT 6601 | 5,65 | ABNT 6601 | 0,63 |
| ABNT 7024 | 6,34 | ABNT 7024 | 0,53 |
| FTP-74 | 6,51 | FTP-74 | 0,60 |

Procedência: Cedido pela Volkswagen

| Data | Ciclo | Parâmetro | g/km | | | | km/L | | Distância km |
|------------|-----------|-------------|------|------|------|--------|-----------|-----------|-----------------|
| | | | THC | NOx | CO | CO2 | Autonomia | Autonomia | |
| 25/10/2016 | ABNT 6601 | Fase 1 | 0,03 | 0,73 | 0,10 | 316,33 | 8,42 | 5,84 | |
| | | Fase 2 | 0,02 | 0,31 | 0,00 | 274,28 | 9,71 | 6,27 | |
| | | Fase 3 | 0,01 | 0,41 | 0,00 | 279,79 | 9,52 | 5,83 | |
| | | Média pond. | 0,02 | 0,42 | 0,02 | 284,51 | 9,36 | 17,04 | |
| 26/10/2016 | ABNT 7024 | Fase 1 | 0,01 | 0,38 | 0,01 | 239,92 | 11,15 | 16,45 | |
| | | Fase 2 | 0,01 | 0,43 | 0,00 | 261,88 | 10,18 | 5,82 | |
| | | Média | 0,01 | 0,33 | 0,00 | 254,97 | 10,45 | 6,29 | |
| 28/10/2016 | FTP-74 | Fase 1 | 0,01 | 0,37 | 0,00 | 258,29 | 10,32 | 12,12 | |
| | | Fase 2 | 0,02 | 0,72 | 0,07 | 316,63 | 8,41 | 5,82 | |
| | | Fase 3 | 0,02 | 0,31 | 0,00 | 273,96 | 9,79 | 6,27 | |
| | | Média pond. | 0,01 | 0,41 | 0,00 | 276,19 | 9,65 | 5,78 | |
| | | Fase 1 | 0,01 | 0,38 | 0,01 | 239,31 | 11,14 | 16,54 | |
| | | Média | 0,01 | 0,42 | 0,00 | 251,86 | 10,18 | 5,84 | |
| 28/10/2016 | ABNT 6601 | Fase 1 | 0,01 | 0,33 | 0,00 | 255,25 | 10,44 | 6,28 | |
| | | Fase 2 | 0,01 | 0,37 | 0,00 | 258,43 | 10,31 | 12,13 | |
| | | Média | 0,01 | 0,37 | 0,00 | 258,43 | 10,31 | 12,13 | |
| 28/10/2016 | ABNT 7024 | Ensaio 1 | 0,03 | 2,33 | 0,30 | 450,45 | 5,89 | 15,89 | |
| | | Ensaio 2 | 0,03 | 2,41 | 0,72 | 443,64 | 5,97 | 15,89 | |
| | | Ensaio 3 | 0,02 | 2,43 | 0,55 | 440,13 | 6,02 | 15,89 | |

| Diferença de testes (%) | | Limite | |
|-------------------------|--------|--------|--------|
| Atende | Atende | Atende | Atende |
| THC | 7% | NOx | -15% |
| CO | 991% | CO2 | -22% |
| Autonomia | 28% | | |

| Diferença de testes (%) | | Limite | |
|-------------------------|--------|--------|--------|
| Atende | Atende | Atende | Atende |
| THC | 0% | NOx | -21% |
| CO | 5276% | CO2 | -18% |
| Autonomia | 22% | | |

| Parâmetro | THC | NOx | CO | CO2 | Autonomia |
|-----------|------|------|------|--------|-----------|
| | | | | | |
| ABNT 6601 | 0,02 | 0,42 | 0,02 | 283,95 | 9,38 |
| ABNT 7024 | 0,01 | 0,38 | 0,01 | 239,11 | 11,14 |
| FTP-74 | 0,01 | 0,37 | 0,00 | 267,21 | 9,98 |
| PISTA | 0,03 | 2,39 | 0,52 | 444,74 | 5,96 |

Fonte: Autores (2016).

Avaliação de Emissões de Poluentes de Veículos Amarok Diesel

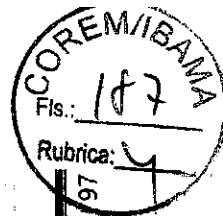


Tabela 20 Resultados dos ensaios do veículo Controle 11



| Identificação do veículo | | Níveis de grandezas das emissões de písta em relação ao laboratório | | | |
|--------------------------|-------------|---|------|-----------|--|
| Modelo: | Controle 11 | NOx | CO2 | Autonomia | |
| Ano: | 2011 | ABNT 6601 | 1,27 | 0,78 | |
| Hodômetro [km]: | 94384 | ABNT 7024 | 1,59 | 0,63 | |
| Fase do Proconve: | L4 | FTP-74 | 1,31 | 0,76 | |

Procedência: Frota Cetesb

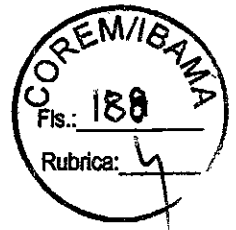
| Data | Ciclo | Unidade | Resultados de laboratório | | | | | | km/L | Autonomia | km |
|------------|---------------------|------------|---------------------------|------|--------|--------|-------|-----------|------|-----------|----|
| | | | THC | NOx | CO | CO2 | CO | Distância | | | |
| 13/09/2016 | ABNT 6601 | Fase 1 | 0,01 | 0,84 | 0,16 | 274,37 | 9,81 | 5,78 | | | |
| | | Fase 2 | 0,01 | 0,57 | 0,01 | 266,61 | 9,99 | 6,22 | | | |
| | | Fase 3 | 0,00 | 0,76 | 0,02 | 252,02 | 10,57 | 5,78 | | | |
| | | Média pond | 0,01 | 0,68 | 0,04 | 263,59 | 10,11 | 17,78 | | | |
| | | ABNT 7024 | 0,00 | 1,24 | 0,01 | 211,09 | 12,39 | 16,52 | | | |
| FTP-74 | Fase 3 | 0,01 | 0,77 | 0,03 | 247,47 | 10,77 | 5,78 | | | | |
| | Fase 2 | 0,01 | 0,63 | 0,00 | 258,96 | 10,29 | 6,24 | | | | |
| | Média | 0,01 | 0,70 | 0,02 | 253,44 | 10,51 | 12,03 | | | | |
| 14/09/2016 | ABNT 6601 | Fase 1 | 0,01 | 0,84 | 0,17 | 274,36 | 9,70 | 5,81 | | | |
| | | Fase 2 | 0,00 | 0,58 | 0,02 | 267,06 | 9,96 | 6,19 | | | |
| | | Fase 3 | 0,00 | 0,84 | 0,01 | 253,18 | 10,53 | 5,76 | | | |
| | | Média pond | 0,00 | 0,70 | 0,05 | 265,07 | 10,05 | 17,76 | | | |
| | | ABNT 7024 | 0,00 | 1,25 | 0,01 | 211,81 | 12,58 | 16,49 | | | |
| FTP-74 | Fase 3 | 0,00 | 0,85 | 0,02 | 249,38 | 10,69 | 5,80 | | | | |
| | Fase 2 | 0,00 | 0,63 | 0,01 | 260,80 | 10,22 | 6,23 | | | | |
| | Média | 0,00 | 0,73 | 0,01 | 255,29 | 10,44 | 12,03 | | | | |
| 15/09/2016 | Resultados de pista | Ensaio 1 | 0,01 | 2,09 | 0,42 | 335,67 | 7,89 | 15,90 | | | |
| | | Ensaio 2 | 0,01 | 2,16 | 0,37 | 327,47 | 8,09 | 15,90 | | | |
| | | Ensaio 3 | 0,01 | 2,23 | 0,39 | 344,59 | 7,69 | 15,90 | | | |

| Médias dos ensaios | | | | | |
|--------------------|------|------|------|--------|-----------|
| Parâmetro | THC | NOx | CO | CO2 | Autonomia |
| Unidade | | g/km | | | km/L |
| ABNT 6601 | 0,01 | 0,69 | 0,04 | 264,33 | 10,03 |
| ABNT 7024 | 0,00 | 1,24 | 0,01 | 211,75 | 12,58 |
| FTP-74 | 0,00 | 0,70 | 0,02 | 257,12 | 10,37 |
| PISTA | 0,01 | 2,16 | 0,39 | 335,91 | 7,89 |

Fonte: Autores (2016).



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS
Diretoria de Qualidade Ambiental
SCEN Trecho 2 Ed. Sede do Ibama - Brasília - DF
CEP: 70818-900 e (61) 3316-1592/1566
www.ibama.gov.br



OF 02001.005477/2016-72 DIQUA/IBAMA

Brasília, 20 de maio de 2016.

Ao Senhor
David Powels
Presidente da Volkswagen do Brasil Industria de Veiculos Automotores Ltda.
ESTRADA MARGINAL DA VIA ANCHIETA
SÃO BERNARDO DO CAMPO - SÃO PAULO
CEP.: 09823901

Assunto: NOTIFICAÇÃO. Execução de ações para investigação do caso de uso de dispositivo indesejado para controle de emissões nos veículos Volkswagen.

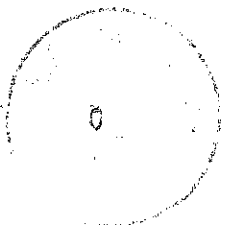
Senhor Presidente,

Ao cumprimentá-lo, faço referência a carta datada de 22 de outubro de 2015, na qual Volkswagen do Brasil Indústria de Veículos Automotores LTDA. reconhece o uso intencional, em 17.057 unidades do veículo AMAROK fase L4 do PROCONVE, de um software que otimiza os resultados de emissão de óxidos de nitrogênio (NOx) durante os testes de homologação em dinamômetro. A Resolução CONAMA nº 230/1997 proíbe o uso de equipamentos que possam reduzir a eficácia do controle de emissão de poluentes e ruído, definindo estes equipamentos, peças, componentes, dispositivos, sistemas, softwares, lubrificantes, aditivos, combustíveis e procedimentos operacionais em desacordo com a homologação do veículo como sendo "itens de ação indesejável";

Considerando que a VW Brasil deverá apresentar seu plano de recall para aprovação e acompanhamento do IBAMA, mediante comprovação da efetividade da solução do problema, e no exercício das competências dadas ao IBAMA pela Lei nº 8.723/1993, artigo 3º e na Resolução CONAMA nº 230/1997, artigos 4º e 5º, o Ibama determina a execução das ações constantes no anexo deste ofício, no prazo máximo até **31/12/2016**.

Atenciosamente,

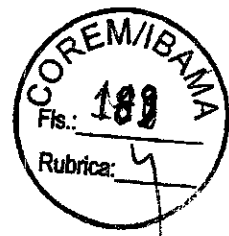

MARCIO ROSA RODRIGUES DE FREITAS
Diretor da DIQUA/IBAMA



EM BRANCO

()

()



Anexo do Ofício 02001.005477/2016-72/DIQUA, de 20.05.2016

A Volkswagen do Brasil Indústria de Veículos Automotores Ltda. deverá apresentar um cronograma para a realização de ensaios acompanhados e supervisionados pelo IBAMA/CETESB, em laboratório por estes designados, com previsão de conclusão em 31/12/2016, a partir de cronograma previamente acordado e aprovado pelo IBAMA.

Para tanto, a VW do Brasil deverá providenciar os seguintes itens:

- 1 (um) equipamento do tipo PEMS adequado para a realização destas avaliações;
- 3 (três) veículos Amarok Diesel fase L4 do PROCONVE, no mínimo;
- 3 (três) veículos Amarok Diesel fase L6, no mínimo;
- 3 (três) veículos Diesel de outros fabricantes de mesma categoria dos veículos Amarok, no mínimo.

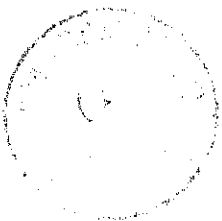
O IBAMA/CETESB poderá definir amostras complementares para esta avaliação, cabendo a VW do Brasil custear a locação dos veículos, quando necessário.

Para cada veículo aprovado para avaliação pelo IBAMA/CETESB, a VW do Brasil deverá providenciar no mínimo três ensaios, em laboratório designado pelo IBAMA, da seguinte forma:

- a) Ensaios padronizados de emissão de poluentes conforme normas ABNT NBR 6601 e 7024;
- b) Ensaios em laboratório seguindo os ciclos dinamométricos que constam das normas ABNT NBR 6601 e 7024, com coleta e análise de equipamentos de bordo PEMS e condução com motorista a ser designado pela CETESB;
- c) Disponibilizar os veículos para a CETESB para realizar ensaios de campo, conforme procedimento adotado pela *United States Environmental Protection Agency - USEPA*;
- d) Na sequência, instalar o software de *recall* nas Amarok fase L4 e repetir os itens a,b e c.

Em todos os ensaios será utilizado o combustível de referência para ensaios, devendo ser comprovada a calibração e rastreabilidade dos equipamentos utilizados.

Por fim, o tratamento dos dados obtidos e a emissão de relatório final conclusivo será de responsabilidade do IBAMA/CETESB.



EM BRANCO