

Sustentabilidade e Política Pública para Contaminantes no Brasil

Sustainability and Public Policy for Contaminants in Brazil

Alex Paubel Junger

Universidade Federal do ABC, Brasil

E-mail: alexpaubel@hotmail.com

Ronaldo Diotto

Instituto de Tecnologia Aeronáutica, Brasil

E-mail: ronaldo.diotto@agcorp.com

Recebido: 02/08/2017 – Aceito: 30/01/2018

Resumo

Esse artigo tem por objetivo, de forma sucinta, explicar o impacto de nova legislação sobre máquinas agrícolas e rodoviárias (MAR-1) sobre o âmbito do consumidor. Para tanto, investigará metodologicamente a nova legislação, em quais produtos ela terá impacto e como afetará o consumidor e a população no Brasil como um todo. Promove também um resumo didático das principais diferenças entre o combustível óleo diesel atualmente utilizado e seu sucessor. Após referenciar esse objeto teoricamente, se apresenta enquanto resultado que, claramente, há uma inexistência do envolvimento social entre a indústria e área acadêmica na busca de esclarecer aos diversos públicos o entendimento da trivial necessidade de abrangência dos controles de emissões no país e, como conclusão, se infere que a legislação será uma grande oportunidade para o Brasil cobrir todas as áreas relacionadas ao tema e o principal beneficiário será a sociedade do país.

Palavras-chave: Regulamentação de Emissão / NOX, CO, HC.

Abstract

The purpose of this article is to briefly explain the impact of new legislation on agricultural and road machinery (MAR-1) on the scope of the consumer. To do so, it will investigate methodologically the new legislation, in which products it will impact and how it will affect the consumer and the population in Brazil as a whole. It also provides a didactic summary of the main differences between currently used diesel fuel and its successor. After referring to this object theoretically, it is presented as a result that, clearly, there is a lack of social involvement between the industry and academic area in the search to clarify to the different public the understanding of the trivial need of coverage of the emissions controls in the

country and, as a conclusion, it is inferred that the legislation will be a great opportunity for Brazil to cover all areas related to the subject and the main beneficiary will be the society of the country.

Keywords: Emission Regulation / NOX, CO, HC.

1. Introdução

A tração animal foi completamente substituída por tratores antes da Segunda Guerra Mundial na América do Norte e logo após na Europa. O primeiro trator a gasolina foi fabricado na Dakota do Sul em 1892 por John Froelich, americano de 43 anos, nascido em Giard, Iowa e filho de imigrantes alemães.

A primeira fábrica de tratores, a Hart-Parr Company, surgiu em Iowa (EUA) em 1905, por meio do esforço de um grupo de pesquisadores da universidade de Wisconsin, e logo depois, a empresa foi incorporada pela Oliver (FONSECA, 1990).

O projeto de Froelich foi adquirido por John Deere em 1918, servindo de base para a fabricação de seus tratores no início do século XX.

Até a Primeira Guerra Mundial, o mercado de tratores movidos a gasolina ou diesel cresceu. A partir de então, se observou um maior crescimento, tendo como principais fatores relevantes para o desenvolvimento deste mercado a elevação de preços dos produtos agrícolas, a escassez de mão de obra e o estímulo do governo norte-americano, encorajando e incentivando a transição para a mecanização, por parte dos fazendeiros.

Já década de 1920, a mecanização da agricultura nos Estados Unidos aumentou devido a programas de incentivo do governo. Após a Segunda Guerra Mundial, com demanda mais elevada, o mercado interno norte-americano para máquinas e implementos aumentou consideravelmente.

Considerando o período entre as duas guerras mundiais, o desenvolvimento tecnológico foi muito significativo e se deu por meio de inovações de produto e avanços consideráveis no processo de produção, principalmente com a adoção da linha de produção e da divisão do trabalho (SLACK, 2002).

Até 1913, o processo de montagem dos tratores era praticamente artesanal. Naquela ocasião, tentou-se implantar o primeiro processo de montagem de tratores em série. Nos anos seguintes, as melhorias nos projetos e peças (novas formas de ignição e motor a querosene) permitiram maior arranque e tração para os tratores. O desenvolvimento de um sistema eficiente de acionamento de força em 1918 aumentou a transmissão de força para diversos implementos agrícolas (FONSECA, 1990).

Por volta de 1920, já existia um projeto básico de trator, que permaneceu inalterado durante as duas décadas seguintes. O modelo de trator da Ford Motor Company, o Fordson (*The Brassworks all rights reserve, 2012*), pode ser considerado como inovação primária. Ele foi o primeiro trator a obter grande sucesso em comparação com os modelos concorrentes, como por exemplo a John Deere com o modelo Waterloo Boy. Devido à expressiva redução de custos auferida com a produção em série na linha de montagem e com a padronização das peças. Em 1918, a Ford representava 25% do mercado de tratores dos Estados Unidos, que era estimado em 135 mil unidades e, em 1925, já possuía 70% dos 158 mil tratores vendidos nos EUA (FONSECA, 1990). Ford aplicou à produção de tratores os mesmos princípios que nortearam a produção de automóveis: simplicidade do projeto, baixo custo e facilidade de manutenção.



Fonte: FERREIRA, 1995

Figura 01 – Evolução dos modelos de Tratores

O Farmall, da International Harvester, foi o primeiro trator adaptado a uma série de operações agrícolas, com melhorias no sistema de tração de implementos. Entre 1920 e 1940, foram lançadas outras novidades. A John Deere introduziu o modelo "D", com custo menor em relação ao Fordson, que serviu como referência para outros tratores de sua linha, até os anos 1960. Por sua vez, H. Hans, em 1921, desenvolveu o Lanz Bulldog, que tinha a vantagem de ser movido tanto a gasolina quanto a óleo vegetal e apresentava número reduzido de componentes.

Outro desenvolvimento que ocorreu no período foi a substituição da roda de ferro pela pneumática de borracha em 1938. Com a introdução dos pneumáticos, o trator ganhou maior equilíbrio e estabilidade, facilitando a sua operação em campo. Outro ponto importante do uso de pneus de borracha nos tratores foi melhorar consideravelmente seu deslocamento ao longo de estradas pavimentadas ao mesmo tempo em que representava aumento de conforto para o tratorista. Entre 1935 e 1940, a comercialização destes tratores passou de 14% para 95% (FONSECA, 1990).

As ondas de desenvolvimentos tecnológicos na indústria de tratores no pós-guerra tiveram muitas sinergias com a indústria automobilística e de autopeças, pois muitas

melhorias técnicas derivaram das efetuadas em automóveis e caminhões. Dentre as inovações incrementais compartilhadas entre essas indústrias destacam-se: motores a diesel, mecanismo de direção hidráulica, sistema de transmissão automática e aperfeiçoamentos nos mecanismos de embreagem. Algumas melhorias foram desenvolvidas pela própria indústria de tratores, destacando-se o aperfeiçoamento do mecanismo de tomada de força contínua, introdução da tração nas quatro rodas; incorporação de rodas duplas e adoção de cabines proteção do operador.

Segundo Sahal (1981 apud Fonseca, 1990), entre 1948 e 1968, a potência média dos tratores passou de 27hp para 70hp. Outra tendência foi o surgimento de tratores de menor porte (minitratores ou motocultivadores), em que as melhorias introduzidas ajudaram a aumentar a estabilidade do veículo. O investimento no desenvolvimento de máquinas com potência maior foi dinamizado pelo crescimento do mercado europeu no pós-guerra e, também, pelo aumento das unidades agrícolas, em que o uso de máquinas de maior porte era mais eficiente.

Evolução dos Tratores ao longo do tempo

| Quando | Quem | Evoluções |
|----------------|------------------------------|--|
| 1892 | Froelich | Primeiro trator movido a gasolina |
| 1913 | Hart-Parr Company | Primeiro trator fabricado em uma Indústria |
| 1917 | Ford Motor Company (Fordson) | Primeiro trator fabricado em série |
| 1921 | Lanz Bulldog | Primeiro trator biocombustível (gasolina ou óleo vegetal) |
| Década de 1920 | Ford Motor Company | Trator com menor custo de produção |
| 1925 | Farmall | Primeiro trator adaptável a várias operações agrícolas e mecanismo que facilitava a elevação dos implementos do nível do solo. |
| 1935 | Heinrich Lanz | Primeiro trator com pneus |
| 1938 | Praticamente todas Marcas | Tratores produzidos com pneus |
| 1939 | Ferguson | Primeiro trator de levante hidráulico de três pontos |
| 1952 | Ferguson | Primeiro trator com direção hidráulica |
| 1948 – 1968 | Praticamente todas | Tratores com potência elevada de 27hp para 79hp |

| | | |
|-------------|------------------------------|--|
| | Marcas | |
| 1970 – 1978 | Praticamente todas Marcas | Tratores com Turbo e Intercooler (motores a diesel) |
| 1979 – 1985 | Praticamente todas Marcas | Tratores com sistema de controle automático |
| 1986 – 2000 | AGCO | Tratores com sistema de telemetria do campo |
| 2000 – 2015 | Praticamente todas Marcas | Tratores com conectividade (monitoramento do plantio, aplicação de insumos e a identificação do tipo do solo entre outros) |

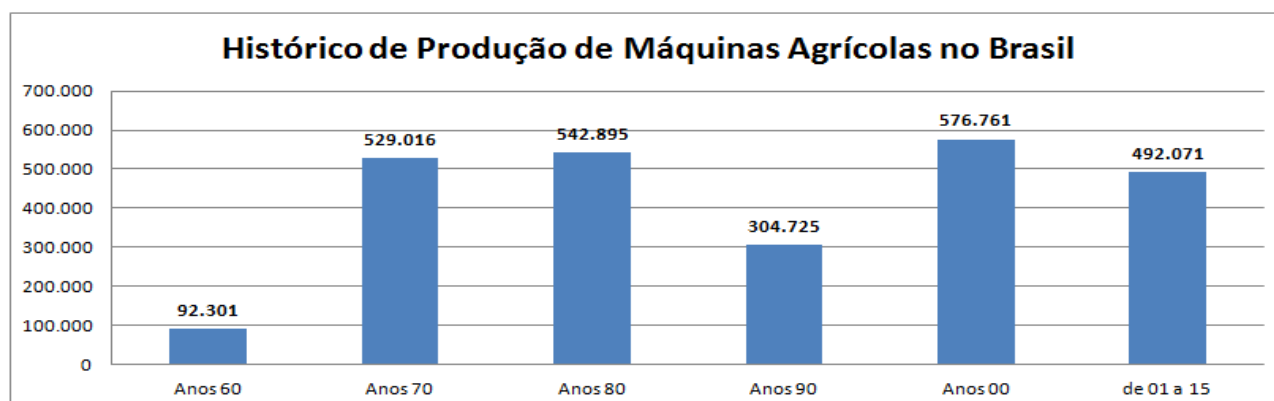
2. O Surgimento da Indústria de Tratores no Brasil

O Brasil é o quarto maior mercado de tratores agrícolas no mundo, ficando atrás apenas da Índia, China e Estados Unidos. Em 2013 (ano recorde de produção), o país apresentou o segundo maior crescimento de vendas. O primeiro grande crescimento ocorreu na década de 60 para 70 quando os produtos nacionais ficaram competitivos oriundos da política econômica do país. Em 2013 o crescimento se deve ao incentivo de financiamento das máquinas por parte do governo.

Até o final dos 50 e início dos anos 60, todos os tratores vendidos no Brasil eram importados. Em 09 de dezembro de 1960, coube a Ford Motor do Brasil S.A. apresentar o primeiro trator produzido em solo brasileiro, o 8-BR Diesel.

Outras duas empresas desbravaram o território brasileiro com produtos nacionais, a Massey-Ferguson com o MF50 e a Valmet com o Valmet 360. Atualmente Massey-Ferguson e Valmet (hoje Valtra) são marcas pertencentes a AGCO.

O Brasil possui um papel importante na agricultura mundial e sua produção de máquinas também tem um papel de destaque na indústria, como demonstrado no Gráfico 01.



Fonte: dados da ANFAVEA, anuário estatístico (2016)

Gráfico 01 - Histórico de produção de máquinas agrícolas no Brasil

Consideram-se Máquinas Agrícolas e Rodoviárias:

- **Máquina Rodoviária: Máquina autopropelida de rodas, esteiras ou pernas, que possui equipamento e/ou acessórios projetados principalmente para realizar operações de abertura de valas, escavação, carregamento, transporte, dispersão ou compactação de terra e materiais similares.**
- **Máquina Agrícola: Máquina autopropelida de rodas ou esteiras, que possui equipamentos e/ou acessórios projetados principalmente para realizar operações no preparo do solo, plantio, tratos culturais, colheita de produtos agrícolas e florestais (CONAMA 433/2011).**

Segundo a ANFAVEA (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores), estima-se que a frota vigente de Máquinas Agrícolas e Rodoviárias no Brasil seja em torno de 361 mil equipamentos.

Cabe ressaltar que as máquinas são ferramentas de trabalho, e operam em jornadas de trabalho de 24 horas por dia e 7 dias por semana. Extrair o máximo de cada equipamento é uma questão de lucratividade do negócio.

3. Motor a Óleo Diesel

O Motor Diesel é uma máquina térmica alternativa dotada do sistema de auto-ignição de combustão interna como o máximo grau de eficiência, com a finalidade de suprir uma determinada aplicação com energia mecânica ou força motriz de acionamento, aspirando somente o ar e submetendo-o alta compressão. A origem se deve ao Engenheiro francês Rudolf Diesel, que desenvolveu o protótipo em Augburg na Alemanha, no período de 1893 a 1898. Os primeiros registros de testes foram realizados em fevereiro de 1897, na Maschinenfabrik Augsburg (Klaus Mollenhauer, Helmut Tschoeke, 2010).

Mais robustos que os motores de ciclo Otto, os motores Diesel são mais utilizados em veículos pesados, de passageiros e de cargas, que necessitam de um alto valor de torque. Também possuem maior rendimento térmico (por trabalharem com maiores temperaturas e pressões), maior durabilidade, consumo reduzido e utilização de combustível de melhor mistura em relação a gasolina, trabalhando com excesso de ar e contribuindo para uma

queima mais completa do combustível. Por outro lado, esse tipo motor é mais pesado, caro e produz níveis de ruído mais altos (HEMUS, 1978).

Os motores de ciclo Diesel são os principais emissores de material particulado e óxidos de nitrogênio no setor de transportes e máquinas agrícolas. Além disso, possuem grande contribuição na poluição sonora, na emissão de óxidos de enxofre e de poluentes com potencial de causar câncer (FAIZ et al., 1996).

3.1 Óleo Diesel

Combustível derivado do petróleo, constituído basicamente por hidrocarbonetos, o óleo diesel é um composto formado principalmente por átomos de carbono, hidrogênio e em baixas concentrações por enxofre, nitrogênio e oxigênio e selecionados de acordo com as características de ignição e de escoamento adequadas ao funcionamento dos motores diesel. É um produto inflamável, medianamente tóxico, volátil, límpido, isento de material em suspensão e com odor forte e característico. É utilizado em motores de combustão interna e ignição por compressão (motores do ciclo diesel) empregados nas mais diversas aplicações, tais como: automóveis, furgões, ônibus, caminhões, pequenas embarcações marítimas, máquinas de grande porte, locomotivas, navios e aplicações estacionárias (geradores elétricos, por exemplo). Possui uma faixa de destilação entre 150 e 400°C.

Os tipos de Óleo Diesel mais comercializados no Brasil, são representados na tabela 02 abaixo:

| TIPO | Característica | Cetano | Veículos a Diesel |
|-------|---|---------|----------------------------|
| S10 | Enxofre 10ppm Cor Incolor ou amarelado | 48 a 51 | Todos veículos |
| S50 | Enxofre 50ppm Cor vermelha | 46 | Todos veículos |
| S500 | Enxofre 500ppm Cor vermelha | 42 | Produzidos anterior a 2012 |
| S1800 | Enxofre 1800ppm Cor amarelo ao laranja | 42 | Produzidos anterior a 2012 |

Tabela 02 – Tipos de Diesel Comercializados no Brasil

4. Emissões de poluentes das Máquinas

Nos últimos anos observamos um aumento significativo na produção de máquinas agrícolas. Com isso, a busca por maior produtividade com menor custo tem sido um dos pilares do desenvolvimento de novas soluções tecnológicas. Toda essa tecnologia iniciada há

muitos anos atrás, não se preocupava com as questões ambientais. Os volumes não eram acentuados e resíduos e emissões eram despejados na natureza sem produzirem impactos.

Os motores das máquinas movidas a óleo diesel produzem como produtos de combustão um aumento na poluição ao meio ambiente, envolvendo compostos como: Monóxido de Carbono (CO), Hidrocarbonetos (HC), Óxido de Nitrogênio (NOx) e Material Particulado (MP).

CO é um gás perigoso, incolor, inodoro, sem sabor e não irritante. Ele pode deixar uma pessoa inconsciente ou mesmo matar em poucos minutos (WHO, 1979; NIOSH, 1981; IPCS, 1999; Penney, 2000). Segundo Lauwerys (1990), o CO tem afinidade com a hemoglobina contida nos glóbulos vermelhos do sangue, que transportam oxigênio (O₂) para os tecidos de todos os órgãos do corpo. A toxicidade do CO no ser humano se explica quando o CO entra em competição com o O₂ pela hemoglobina. A ação tóxica principal do CO resulta em anoxia provocada pela conversão da oxihemoglobina em carboxihemoglobina (COHb). A afinidade da hemoglobina pelo CO é 240 vezes maior que pelo O₂ (IPCS, 1999; Laliberté, 2001). A existência de uma intoxicação crônica ao CO resultante de uma exposição prolongada a baixas concentrações pode ocasionar efeitos tóxicos cumulativos como insônia, cefaléia, fadiga, diminuição da capacidade física, tonturas, vertigens, náuseas, vômitos, distúrbios visuais, alterações auditivas, doenças respiratórias, anorexia, síndrome de Parkinson, isquemia cardíaca, cardiopatias e arterosclerose (IPCS, 1999; Penney, 2000; Martins et al., 2002; Bakonyi et al., 2004; Freitas et al., 2004).

NOx são formados na câmara de combustão do motor onde, além do combustível, há o carburante, que é o ar que contém grandes quantidades de nitrogênio e oxigênio, e devido à altíssima temperatura existente (na câmara) se combinam gerando vários óxidos de nitrogênio, por isso a grafia NOx. O dióxido de nitrogênio (NO₂) é um deles. Apresenta-se como um gás invisível, de odor característico e muito irritante, provocando ardência nos olhos, no nariz e nas mucosas em geral. A inalação do gás, de maneira contínua e em doses nocivas, provoca doenças respiratórias desde inflamações até enfisema pulmonar e broncopneumonias químicas ou infecciosas. Uma vez lançado na atmosfera, o NO₂ ainda tem a propriedade de se transformar em outro composto secundário. Por ação da luz de oxidações químicas formam ozônio. O ozônio (O₃) forma-se, de forma simplificada: NO₂ + Luz Solar ---> NO + OO + O₂ + Luz Solar ---> O₃(ozônio), e é considerado o oxidante fotoquímico mais importante. Sua ação tóxica deve-se, principalmente, à capacidade de oxidar proteínas, lipídios e outras substâncias químicas integrantes das células, lesando ou matando as mesmas, dependendo da concentração e do tempo de exposição. Assim, os oxidantes fotoquímicos

agravam a ação irritante dos outros poluentes e intensificam as inflamações e infecções do sistema respiratório.

O dióxido de enxofre (SO_2) é um gás amarelado, com o odor característico do enxofre e irritante. As quantidades de SO_2 expelidas no ar pelas máquinas, provocam irritações discretas, mas importantes a longo prazo. O gás SO_2 é muito solúvel e ao chegar a mucosa respiratória, transforma-se em ácido sulfúrico que, mesmo em quantidades muito pequenas, ao longo do tempo lesam células de defesa do trato respiratório predispondo o indivíduo a infecções respiratórias.

Os Hidrocarbonetos (HC) constituem uma grande família de substâncias orgânicas compostas de hidrogênio e carbono. O óleo diesel possui HC, entre eles estão os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA), que possuem núcleo benzênico (benzeno) com propriedade carcinogênica, capacidade de induzir a formação de câncer. Cerca de 80% desse material Particulado (MP) é fuligem, a fumaça negra que se vê saindo pelos canos de escapamento. Essa fuligem é composta de partículas muito pequenas com diâmetro medido em micrometros, ou seja, a milésima parte de 1 milímetro. As partículas com dimensões menores que $10 \mu\text{m}$ (MP10) são chamadas inaláveis, pois possuem a capacidade de serem depositadas nas superfícies de trocas gasosas do pulmão – os alvéolos. O material particulado é o poluente atmosférico mais consistentemente associado a efeitos adversos à saúde humana. Tem por composição básica um núcleo de carbono elementar onde estão agregados gases, compostos orgânicos, sulfatos, nitratos e metais. Assim, ao seu núcleo de carbono estão adsorvidos inúmeros poluentes presentes no ar, cuja ação irritante, tóxica ou cancerígena é facilitada pelo transporte destes compostos para a intimidade do organismo pela inalação do material particulado. As partículas inaláveis se mantêm por longo tempo junto às células do tecido pulmonar, permitindo que pequenas quantidades de tóxicos causem danos graças à sua prolongada permanência. Quanto menor é a partícula, maior é a sua absorção nas trocas gasosas efetuadas pelo pulmão, carregando consigo compostos nocivos que podem se manifestar causando lesões não só locais, no sistema respiratório, mas também de ordem sistêmica, manifestada em qualquer outro órgão ou sistema de organismo.

Todavia, com o passar dos anos, principalmente as projeções de futuro, as emissões oriundas dessas máquinas passaram a interferir diretamente na qualidade do ar respirável.

Por muitos anos, apenas automóveis de passageiros foram equipados tecnologia para redução de emissão de poluentes, outrora foram os caminhões. Agora chega o momento de uma normativa para adaptação da tecnologia das Máquinas Agrícolas e Rodoviárias.

5. MAR I (Máquinas Agrícolas e Rodoviárias)

Uma importante mudança nos produtos brasileiros, passará a vigorar a partir de 01 de janeiro de 2017. Trata-se da MAR-I (Máquinas Agrícolas e Rodoviárias, fase 1), que estabelece limites de emissões de motores de máquinas agrícolas e de construção (rodoviárias) novas. Esta Legislação foi aprovada e publicada em 2011 através da RESOLUÇÃO Nº 433 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA).

Com essa nova Norma, o Brasil torna-se o primeiro país na América Latina a ter controle de emissão de poluentes para o tipo de equipamento descrito acima. Seguirá padrões de controle já adotados nos Estados Unidos e Europa. Apesar do “atraso” dessa nova regulamentação, a introdução desse tipo de controle de emissões de poluentes é um grande avanço para o país.

Para ser atendida, a fase exige máquinas com novas tecnologias e diesel com teor reduzido de enxofre. Nesse contexto, o foco principal para atendimento da Norma serão os Motores a Diesel, onde os fabricantes terão que adequar seus produtos.

A fase MAR-I entra em vigor de forma escalonada, onde máquinas agrícolas produzidas com motores de potência acima de 75kW, devem atender a Legislação em 01/01/2017, conforme cronograma abaixo:

| Ano | Máquinas de construção |
|------------|--|
| 2015 | Novos modelos introduzidos/lançados no mercado |
| 2017 | Todos os modelos com potência superior a 19 kW (25 cv) |

Tabela 03 – Fases da MAR I Construção

| Ano | Máquinas agrícolas |
|------------|---|
| 2017 | Todos os modelos com potência superior a 75 kW (100 cv) |
| 2019 | Todos os modelos com potência superior a 19 kW (25 cv) |

Tabela 04 – Fases da MAR I Agrícola

A nova legislação define limites de emissões dos poluentes: monóxidos de carbono (CO), hidrocarbonetos (HC), óxidos de nitrogênio (NOx) e Material Particulado (MP).

Se comparada com motores de tecnologia Tier1 ou StageI, a redução de material particulado da fase MAR-1 é de 50% e a de NOx, de 60%.

A Legislação não prevê data limite nem quantidade máxima para comercialização das máquinas não certificadas / homologadas com a MAR-1, produzidas até 31 de Dezembro de 2016. De acordo com a resolução os motores dos equipamentos rodoviários com potência superior a 37 kW deverão, a partir de 1º de janeiro de 2015, atender as emissões de poluentes conforme a tabela 1 mostrada abaixo.

**Limites máximos de emissão para
motores**

| (Potência P em kW)* | CO (g/kWh) | HC + NOx (g/kWh) | MP (g/kWh) |
|-----------------------|---------------|---------------------|---------------|
| $130 \leq P \leq 560$ | 3,5 | 4,0 | 0,2 |
| $75 \leq P < 130$ | 5,0 | 4,0 | 0,3 |
| $37 \leq P < 75$ | 5,0 | 4,7 | 0,4 |
| $19 \leq P < 37$ | 5,5 | 7,5 | 0,6 |

*Potência máxima de acordo com a Norma ISO 14396:2002, que a critério do IBAMA poderá adotar norma ABNT equivalente.

Tabela 05 – Limite de Emissão

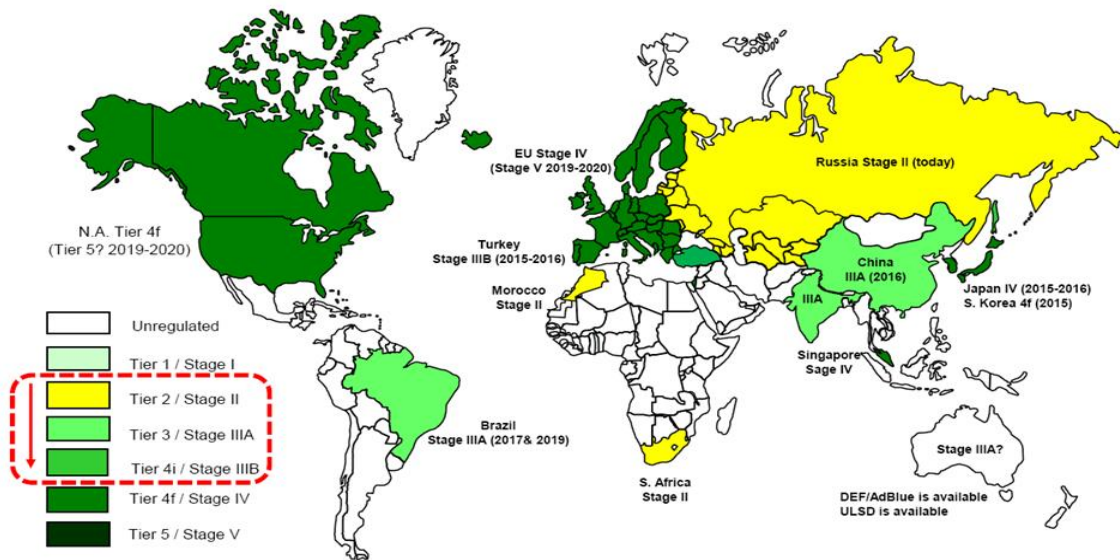
Para máquinas com motores acima de 75 kW, a primeira fase se iniciará em 2017 e, naquelas com motor de menor potência, a partir de 2019.

6. Brasil em Relação ao Mundo

Muitos dos fabricantes presentes no Brasil já possuem tecnologia para diminuir a emissão de poluentes. Alguns equipamentos já são importados com tecnologia TIER4 ou até mesmo produzidos no Brasil com tecnologia TIER3.

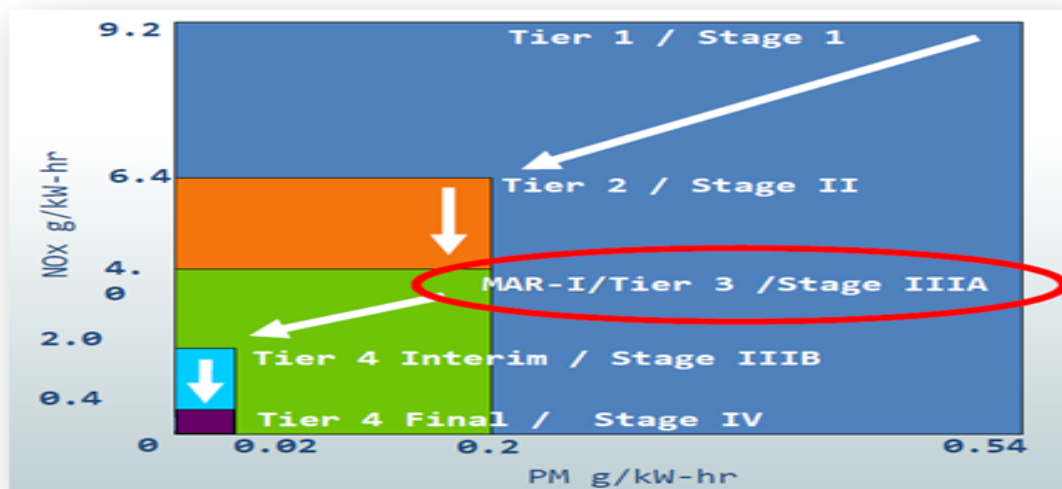
O tipo de combustível está diretamente ligado a questão de emissões de poluentes. No cenário global atual existem normas ao redor do mundo que estabelecem a quantidade máxima de emissões que um motor pode emitir, onde na América do Norte denominasse TIER, na Europa o *STAGE* e no Brasil MAR.

Regulamentação de controle de poluentes



Fonte: Dados Internos da AGCO

Figura 02 – Níveis de emissões ao redor do mundo



Fonte: Dados Internos da AGCO

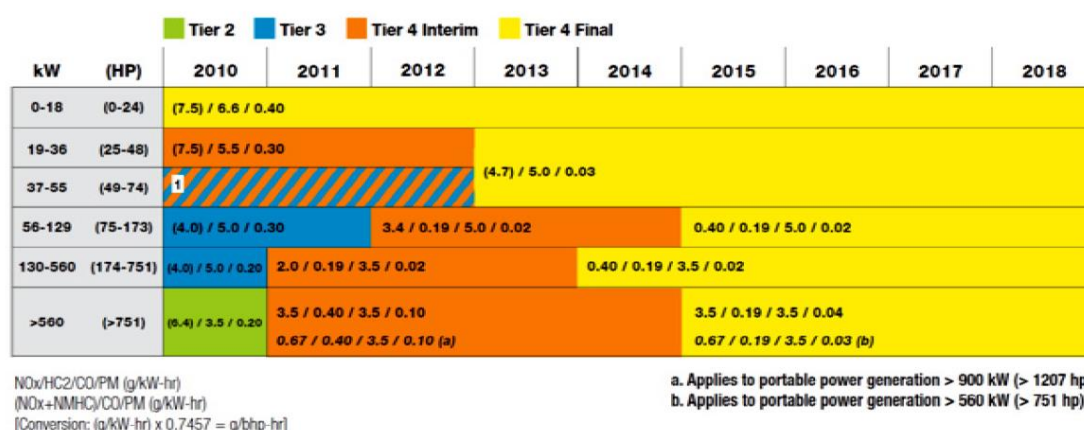
Figura 03 – Níveis de emissões por Norma Regulamentatória

O nível de regulamentação de emissão por país se deve fundamentalmente ao tipo de combustível disponível / comercializado.

O Brasil fornecia ao mercado o diesel S1800 com 1.800 mg/kg de enxofre. Esta especificação do diesel não permitia aos motores atingir as emissões desejadas pelas normas.

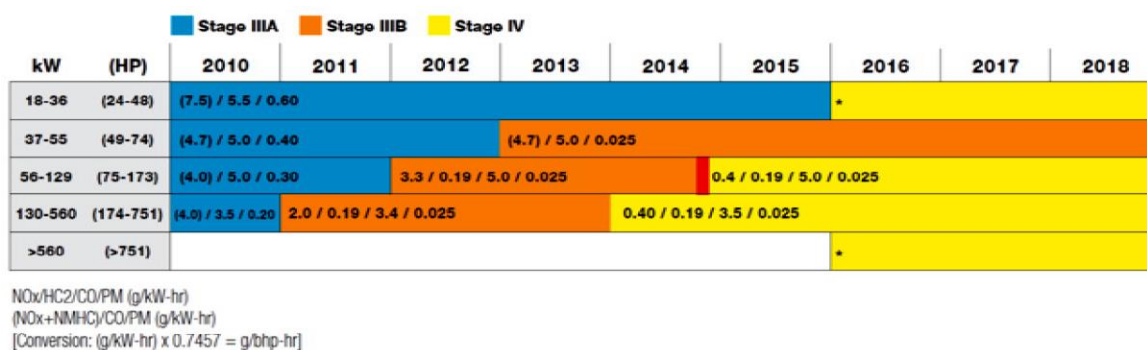
Hoje se oferece para os segmentos rodoviário e agrícola o diesel S500 e o S10. Com estas especificações é possível atender normas mais rigorosas.

A programação das regulamentações TIER para os Estados Unidos e Stage para Europa é demonstrado nas figuras 04 e 05. Cobrindo os níveis de emissão de óxidos de nitrogênio (NOx), hidrocarbonetos (HC), monóxido de carbono (CO) e material particulado (MP), com base nas potências dos motores e o ano do início da regulamentação.



Fonte: Dados Internos da AGCO

Figura 04 – Fases para regulamentação Tier



Fonte: Dados Internos da AGCO

Figura 05 – Fases para regulamentação Stage

Os níveis de emissões são mais restritos à medida que a potência do motor aumenta. Busca-se cada vez mais reduzir os patamares de emissões. Assim, existe uma preocupação mundial com os níveis de emissões por veículos automotores, sendo o avanço tecnológicos dos motores o pilar para sanar essa necessidade da sociedade.

A nível de comparação, o Brasil atingirá o pleno nível de Tier3 somente em 2019. Não há data definida para intensificação da MAR-I chegando os mesmos níveis de Europa e Estados Unidos.

7. Tecnologias aplicadas para atingimento das regulamentações

Tecnologias para redução de emissões em motores a diesel, tem sido aplicadas desde 1940 em motores de ignição comandada (KHAIR & JÄÄSKELÄINEN, 2012).

A tabela 06 destaca os tipos de tecnologias aplicadas atualmente.

| | |
|-----|---|
| DOC | Diesel Oxidation Catalyst (Oxidação Catalítica do Diesel) |
| SCR | Selective Catalyst Reduction (Redução Catalítica Selectiva) |
| DEF | Diesel Exhaust Fluid (DEF=AdBlue =Arla32) |
| EGR | Exhaust Gas Recirculation (Recirculação de Gás de Exaustão) |
| DPF | Diesel Particulate Filter (Filtro para Particulado do Diesel) |

Tabela 06. Tipos de Tecnologias para redução de emissões

DOC: Os catalisadores de oxidação de diesel promovem a oxidação química de CO e HC, bem como a porção de SOF (fração orgânica de partículas de diesel). Eles também oxidam o SO₂ (dióxido de enxofre) que está presente no escape dos motores diesel a partir da queima de combustíveis contendo enxofre. A oxidação do SO₂ conduz à geração de partículas de sulfato e podem aumentar de forma significativa as emissões totais de partículas apesar da redução da fração de SOF. Catalisadores de oxidação diesel modernos são projetados para ser seletivo, ou seja, para obter um compromisso entre suficientemente elevado HC e atividade SOF e atividade aceitavelmente baixo SO₂.

SCR: É um meio de conversão de óxidos nitrosos, também referidos como NOX, com a ajuda de um catalisador em nitrogênio (N₂), e água (H₂O). Um redutor de gases, tipicamente, amônia anidra, amônia aquosa ou uréia, é adicionado a um fluxo de combustão ou nos gases de escape e é adsorvido pelo catalisador. O dióxido de carbono (CO₂) é um produto da reação, quando a ureia é utilizada como agente de redução. Catalisadores SCR são fabricados a partir de diversos materiais cerâmicos, tal como o óxido de titânio, e os componentes cataliticamente ativos estão geralmente óxidos de metais básicos como vanádio, molibdênio e tungstênio, ou vários metais preciosos.

DEF: É o reagente para funcionalidade do sistema SCR. Ele é uma solução aquosa de Ureia especificamente misturado com Ureia pura a porção de 32,5% e 67,% de água desionizada.

EGR: Funciona pela recirculação de uma porção de gás de escape de um motor de volta para os cilindros do motor. É uma estratégia eficaz para controlar as emissões de NOx

provenientes dos motores diesel. O EGR reduz NOx através da redução da concentração de oxigênio na câmara de combustão, bem como por meio de absorção de calor. Várias configurações têm sido propostas, incluindo iEGR, cooled EGR, bem como sistemas híbridos. As emissões de NOx podem ser ainda mais reduzida por EGR arrefecido, no qual o gás de escape recirculado é arrefecido num radiador de EGR.

- EGR refrigerado: O radiador do sistema EGR reduz a temperatura dos gases de escape. O mesmo é capaz de reduzir a temperatura em até 50%
- iEGR (Sistema de recirculação de gases de escape interno) O gás é recirculado da câmara de combustão para o cabeçote através da abertura da válvula de admissão no momento do ciclo de exaustão dos gases e é readmitido no ciclo de admissão.

DPF: O filtro de material particulado captura de partículas de emissões através de uma combinação de mecanismos de filtragem, tais como deposição por difusão, a deposição por inércia, ou linha de fluxo de interceptação. Partículas recolhidas são removidas do filtro, de forma contínua ou periodicamente, por meio de regeneração térmica. Filtros de diesel são altamente eficazes no controle de emissões de partículas sólidas, incluindo número de partículas sólidas, mas pode ser ineficaz no controle das emissões de frações líquidas MP.

Na Figura 06, apresenta-se os tipos de tecnologias para atingimento das regulamentações de emissões. Onde os sistemas EGR e SCR são/ serão aplicados as Máquinas Agrícolas e Rodoviárias.

Sistemas de Pós Tratamento – Tecnologias adotadas

| kw | Tier2/Stage2 | Tier3/Stage3A | Tier4i/Stage3B | Tier4f/Stage4 |
|-----------|---|---|---|---|
| 19 - 37 | Injeção indireta Mecânica | Injeção indireta Mecânica | Injeção direta Mecânica | Injeção direta eletrônica |
| 37 - 56 | Injeção direta Mecânica NA (aspirado) ou turbo | Injeção direta Mecânica NA (aspirado) ou turbo | Injeção direta Mecânica ou eletrônica turbo-intercooler | Injeção direta eletrônica turbo com DPF ou DOC |
| 56 - 75 | Injeção direta Mecânica NA (aspirado) ou turbo | Injeção direta Mecânica ou eletrônica turbo-intercooler | Injeção direta eletrônica com turbo-intercooler com cEGR | Injeção direta eletrônica com turbo-intercooler com cEGR+DPF/DOC |
| 75 - 130 | Injeção direta Mecânica ou eletrônica com turbo-intercooler | Injeção direta Mecânica ou eletrônica turbo-intercooler com EGR | Injeção eletrônica CR turbo-intercooler com cEGR+DPF/DOC ou SCR | Injeção eletrônica CR turbo VGT ou eletrônico com cEGR+DPF/DOC ou SCR+DOC |
| 130 - 560 | Injeção direta eletrônica com turbo-intercooler | Injeção eletrônica CR turbo-intercooler com EGR ou SCR | Injeção eletrônica CR turbo-intercooler com cEGR+DPF/DOC ou SCR+DOC | Injeção eletrônica CR turbo VGT ou Duplo estágio com: SCR+cEGR+DPF/DOC |



Figura 06. Aplicações de tecnologia para atingimento da regulamentação.

8. Conclusão

O Brasil caminha para níveis de regulamentação no controle de emissões seguindo padrões globais. Tal tratativa proporcionará mudanças em toda cadeia envolvida no segmento de Máquinas Agrícolas e Rodoviárias e impactará de maneira positiva a sociedade do país.

Nota-se claramente a inexistência do envolvimento social entre a indústria e área acadêmica na busca de esclarecer aos diversos públicos o entendimento da trivial necessidade de abrangência dos controles de emissões no país.

Buscará com esse tema um enfoque maior no esclarecimento e divulgação para sociedade dos aspectos positivos da nova regulamentação MAR-I. Não somente no âmbito de emissões, mas em toda cadeia produtiva e governamental envolvida.

O Brasil está em busca de um alinhamento global no nível de emissões, onde a partir de 2017 será uma etapa importante nesse. O alinhamento de emissões ao redor do Mundo é cada vez mais discutido pelas políticas ambientais e mesmo tendo a evidência que o país está atrás dos europeus e americanos como destacados nas comparações desse artigo, deslumbra-se em algum momento o nivelamento.

Não somente o nivelamento em níveis de regulamentação, mas também será extremamente importante o nivelamento de tecnologias para sustentabilidade do processo industrial e social a serem abordadas em estudos futuros.

Estudos sobre adaptações para atendimento a regulamentações deverão ser intensificados buscando cobrir as lacunas que o Brasil deve preencher na contínua busca alinhamento global. Assim, a Legislação será uma grande oportunidade para o Brasil cobrir todas as áreas relacionadas ao tema e o principal beneficiário será a sociedade do país.

Deve-se abranger todas as áreas relacionadas ao tema de emissões, não somente a legislação, mas o enfoque às tecnologias de manufatura, aos aspectos para o agricultor, novas oportunidades de combustíveis e todos os âmbitos que envolvem o tema de emissões de poluentes antes, durante e depois da emissão de poluentes por si só.

Referências

ANFAVEA - Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. Consultado em 21 de maio de 2016

ANP. RESOLUÇÃO ANP Nº 42, de 16 de dezembro de 2009. Consultado em 21 de maio de 2016

BAKONYI, S. M. C.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. MARTINS, L.C. Poluição atmosférica e doenças respiratórias em crianças na cidade de Curitiba, PR. Rev. Saúde Pública, v. 38, n. 5, p. 695-700, 2004.

FAIZ, A.; WEAVER, C. S.; WALSH, M. P. Air pollution from motor vehicles. The World Bank, Washington, D.C., November, 1996.

FERREIRA, M. J. B. A indústria brasileira de tratores agrícolas e colheitadeiras: as estratégias de suas empresas em desenvolvimento de vantagens competitivas. 1995. 120 (Mestrado em Economia). Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

FREITAS, C.; BREMNER, S. A.; GOUVEIA, N. Internações e óbitos e sua relação com a poluição atmosférica em São Paulo, 1993 a 1997. Rev. Saúde Pública, v. 38, n. 6, p. 751-757, 2004.

FONSECA, M. D. G. D. *Concorrência e progresso técnico na indústria de máquinas para agricultura: um estudo sobre trajetórias tecnológicas.* 1990. 268 (Doutorado). Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, São Paulo.

HEMUS. Motores Diesel. Quarta Edição. Paris: Hemus livraria editora limitada, 1978.

IPCS. International program on chemical safety. Environmental health criteria 213. Carbon monoxide, Inter-organization programme for the sound-management of chemicals. 2. ed. Geneva: WHO, 1999.

Klaus Mollenhauer, Helmut Tschoeke (eds), "Handbook of Diesel Engines", Springer, 2010.

KHAIR, M. K., JÄÄSKELÄINEN, H. Exhaust Gas Recirculation. DieselNet Technology Guide. Disponível em: https://www.dieselnets.com/tech/engine_egr_sys.php. Acesso em 03 de junho de 2016.

LALIBERTÉ, M. Exposition environnementale et intoxication au monoxyde de carbone. Bulletin d'information toxicologique. Publication de la direction de la toxicologie humaine. Institut national de santé publique du Québec, v. 17, n. 3, p. 1- 12, 2001.

LAUWERYS, R. R. Toxicologie industrielle et intoxications professionnelles. 3.ed. Paris: Masson, 1990. cap, XV, p. 382-422.

MARTINS, L. C.; LATORRE, M. R. O.; CARDOSO, M. R.A.; GONÇALVES, F. L. T.; SALDIVA. P. H. N.; BRAGA, A. L. F. Poluição atmosférica e atendimentos por pneumonia e gripe em São Paulo, Brasil. Revista de Saúde Pública, v. 36, n. 1, p. 88-94, 2002.

NIOSH. National institute for occupational safety and health. 2004. Pocket guide to chemical hazards (NPG). Publication nº 97-140. Disponível em URL:

<<http://www.cdc.gov/niosh/npg/npg.html>>. Acesso em 03 de junho de 2016.

PENNEY, D. G.; HOWLEY, J. W. Is there a connection between carbon monoxide exposure and hypertension? Environ Health Perspectives, v. 95, p. 191-198, 1991.

SLACK, Nigel et al. Administração da Produção. São Paulo. Atlas. 1999

The Brassworks all rights reserve, 2012. Disponível em URL

<<http://www.thebrassworks.net/history-of-the-ford-tractor.html>>. Acessado em 03 de junho de 2016.