



El programa de control ambiental de maquinaria agrícola y vial en Brasil

Dr. Rui de Abrantes



Secretaria de
Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística



SÃO PAULO
GOVERNO DO ESTADO

Mayo / 2025

Maquinaria agrícola y de carreteras

OBJETIVO

- Presentar los beneficios ambientales con Proconve MAR-1;
- Presentar los beneficios ambientales con la entrada de una posible fase Proconve MAR-2 equivalente a Tier 4 (EE.UU.).



Maquinaria agrícola y de carreteras

INTRODUCCIÓN

- Proconve MAR-1 se publicó en 2011, comenzó a implementarse en 2015 y alcanzó su máximo potencial en 2019;
- Proconve MAR-1 es equivalente al Tier 3 y fue pionero en América Latina;
- El método de prueba de emisiones sigue la norma ISO 8178, ciclo de 8 puntos;
- Al mismo tiempo se introdujo el control del ruido, idéntico al Stage 1 europeo. El método de prueba de ruido sigue la norma ISO 6395.



Maquinaria agrícola y de carreteras

INFRAESTRUCTURA DE SUMINISTRO

- Hay Diesel S10 y Arla 32 en todo el territorio nacional;
- Existe una tendencia a que los Diesel S500 y S1800 desaparezcan del mercado nacional;
- Hay laboratorios nacionales y pistas de pruebas

Sin embargo:

- Hay problemas con la calidad de Arla 32;
- Existe la posibilidad de aumentar el porcentaje de biodiésel, que podría llegar hasta el 25%.



Maquinaria agrícola y de carreteras

Control del NRMM en el mundo

- Estados Unidos inició el programa en 1996 y actualmente se encuentra en la fase de Nivel 4;
- Canadá, Japón y Corea del Sur siguen las mismas regulaciones;
- Europa inició su programa en 1997 y actualmente se encuentra en la Etapa V;
- Le siguen China y la India, las dos flotas marítimas más grandes del mundo;
- Chile adoptó ambos programas;
- Colombia ha iniciado el programa Tier 4 o Etapa IIIB.

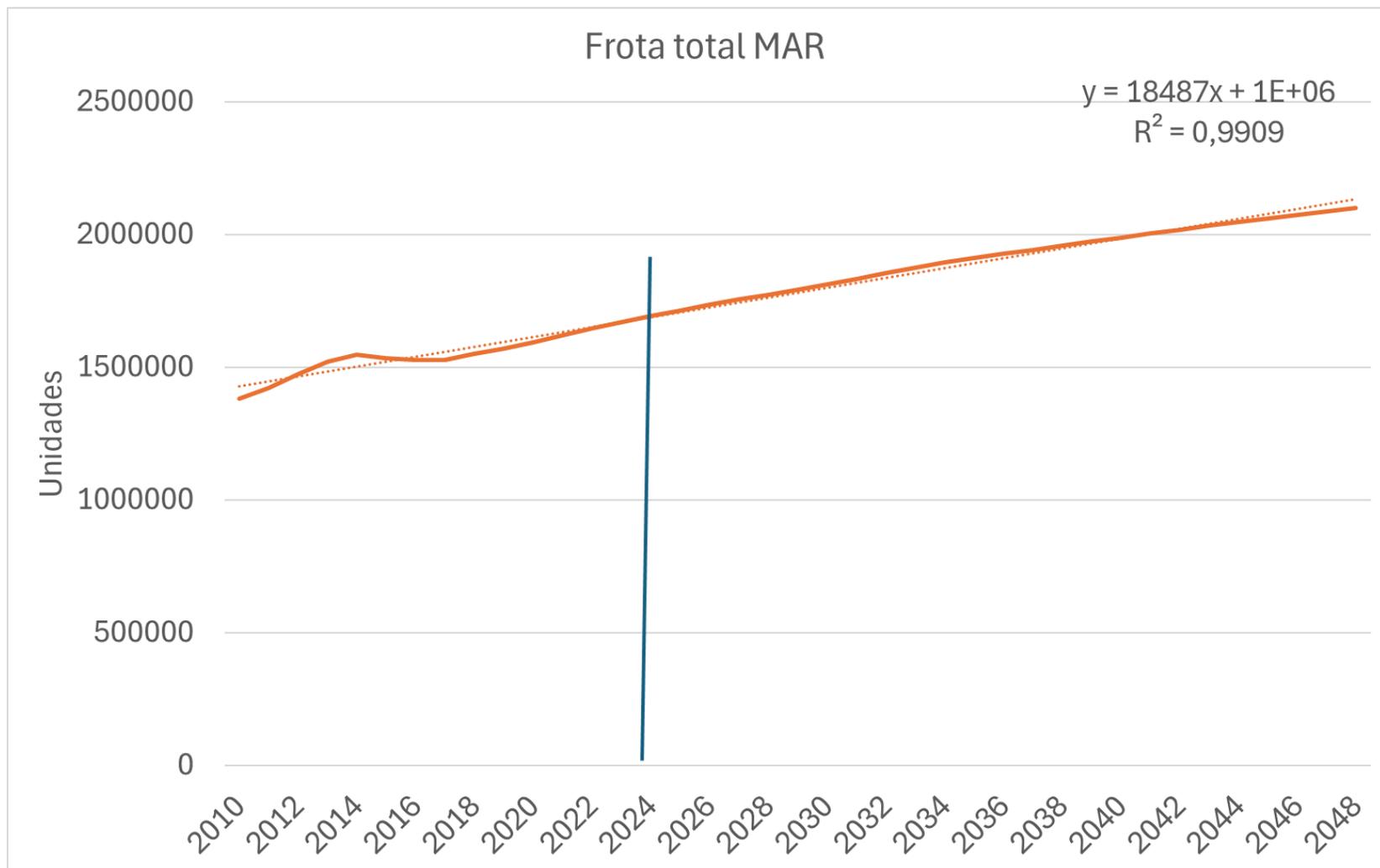
		UNITED STATES																								
Engine Rating kW	Engine rating hp	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
P < 8	P < 11					8.0 / (10.5) / 1.0				8.0 / (7.5) / 0.8									8.0 / (7.5) / 0.4 ^a							
8 ≤ P < 19	11 ≤ P < 25					6.6 / (9.5) / 0.8				6.6 / (7.5) / 0.8									6.6 / (7.5) / 0.4							
19 ≤ P < 37	25 ≤ P < 50					5.5 / (9.5) / 0.8				5.5 / (7.5) / 0.6				5.5 / (7.5) / 0.3					5.5 / (4.7) / 0.03							
37 ≤ P < 56	50 ≤ P < 75					- / - / 9.2 / -				5.0 / (7.5) / 0.4				5.0 / (4.7) / 0.3 ^b					5.0 / (4.7) / 0.03							
56 ≤ P < 75	75 ≤ P < 100					- / - / 9.2 / -				5.0 / (6.6) / 0.3				5.0 / (4.7) / 0.4				5.0 / 0.19 / 2.3 ^c / 0.02						5.0 / 0.19 / 0.40 / 0.02		
75 ≤ P < 130	100 ≤ P < 175					11.4 / 1.3 / 9.2 / 0.54				3.5 / (6.6) / 0.2				5.0 / (4.0) / 0.3				5.0 / 0.19 / 2.3 ^c / 0.02						5.0 / 0.19 / 0.40 / 0.02		
130 ≤ P < 225	175 ≤ P < 300					11.4 / 1.3 / 9.2 / 0.54				3.5 / 6.4 / 0.2				3.5 / (4.0) / 0.2				3.5 / 0.19 / 2.0 ^d / 0.02						3.5 / 0.19 / 0.40 / 0.02		
225 ≤ P < 450	300 ≤ P < 600					11.4 / 1.3 / 9.2 / 0.54				3.5 / (6.4) / 0.2				3.5 / (4.0) / 0.2				3.5 / 0.19 / 2.0 ^d / 0.02						3.5 / 0.19 / 0.40 / 0.02		
450 ≤ P < 560	600 ≤ P < 750					11.4 / 1.3 / 9.2 / 0.54				3.5 / (6.4) / 0.2				3.5 / (4.0) / 0.2				3.5 / 0.4 / 3.5 / 0.10 ^e						3.5 / 0.19 / 3.5 / 0.04 ^e		
P ≥ 560	P ≥ 750					11.4 / 1.3 / 9.2 / 0.54				3.5 / (6.4) / 0.2				3.5 / (4.0) / 0.2				3.5 / 0.4 / 3.5 / 0.10 ^e						3.5 / 0.19 / 3.5 / 0.04 ^e		

		EUROPEAN UNION Tier 3 / Stage IIIA																								
Engine Rating kW	Engine rating hp	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
P < 8	P < 11																									8.0 / (7.5) / 0.4
8 ≤ P < 19	11 ≤ P < 25																									6.6 / (7.5) / 0.4
19 ≤ P < 37	25 ≤ P < 50									5.5 / 1.5 / 8.0 / 0.8									5.5 / (7.5) / 0.6						5.0 / (4.7) / 0.015 ^f	
37 ≤ P < 56	50 ≤ P < 75									6.5 / 1.3 / 9.2 / 0.85			5.0 / 1.3 / 7.0 / 0.4						5.0 / (4.7) / 0.4						5.0 / (4.7) / 0.015 ^f	
56 ≤ P < 75	75 ≤ P < 100									5.0 / 1.3 / 9.2 / 0.70			5.0 / 1.0 / 6.0 / 0.3						5.0 / (4.7) / 0.4						5.0 / (4.7) / 0.015 ^f	
75 ≤ P < 130	100 ≤ P < 175									5.0 / 1.3 / 9.2 / 0.70			5.0 / 1.0 / 6.0 / 0.3						5.0 / 0.19 / 3.3 / 0.025					5.0 / 0.19 / 0.4 / 0.025	5.0 / 0.19 / 0.4 / 0.015 ^f	
130 ≤ P < 225	175 ≤ P < 300									5.0 / 1.3 / 9.2 / 0.54			3.5 / 1.0 / 6.0 / 0.2						5.0 / (4.0) / 0.3					5.0 / 0.19 / 3.3 / 0.025	5.0 / 0.19 / 0.4 / 0.015 ^f	
225 ≤ P < 450	300 ≤ P < 600									5.0 / 1.3 / 9.2 / 0.54			3.5 / 1.0 / 6.0 / 0.2						3.5 / (4.0) / 0.2					3.5 / 0.19 / 2.0 / 0.025	3.5 / 0.19 / 0.4 / 0.025	3.5 / 0.19 / 0.4 / 0.015 ^f
450 ≤ P < 560	600 ≤ P < 750									5.0 / 1.3 / 9.2 / 0.54			3.5 / 1.0 / 6.0 / 0.2						3.5 / (4.0) / 0.2					3.5 / 0.19 / 2.0 / 0.025	3.5 / 0.19 / 0.4 / 0.025	3.5 / 0.19 / 0.4 / 0.015 ^f
P ≥ 560	P ≥ 750									5.0 / 1.3 / 9.2 / 0.54			3.5 / 1.0 / 6.0 / 0.2						3.5 / (4.0) / 0.2					3.5 / 0.19 / 2.0 / 0.025	3.5 / 0.19 / 0.4 / 0.025	3.5 / 0.19 / 0.4 / 0.015 ^f

Pollutant key (g/kWh) Unregulated Tier 1 / Stage I Tier 2 / Stage II Tier 3 / Stage IIIA Tier 4i / Stage IIIB Tier 4f / Stage IV Stage V

Fonte: ICCT. COSTS OF EMISSION REDUCTION TECHNOLOGIES FOR DIESEL ENGINES USED IN NON-ROAD VEHICLES AND EQUIPMENT, 2018.

Maquinaria agrícola y de carreteras



Maquinaria agrícola y de carreteras

Ganhos ambientais do MAR-1

Valores medios de emisiones de homologación
[g/kWh]

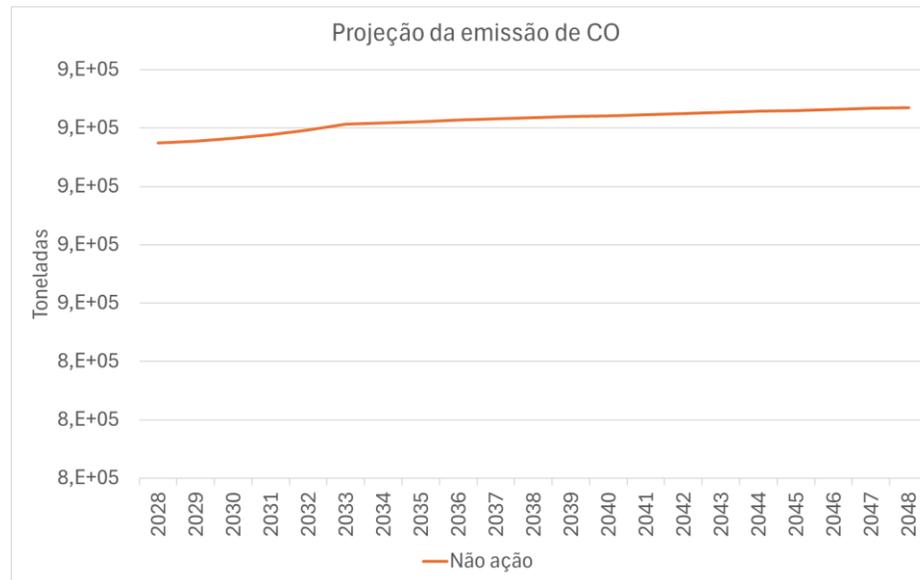
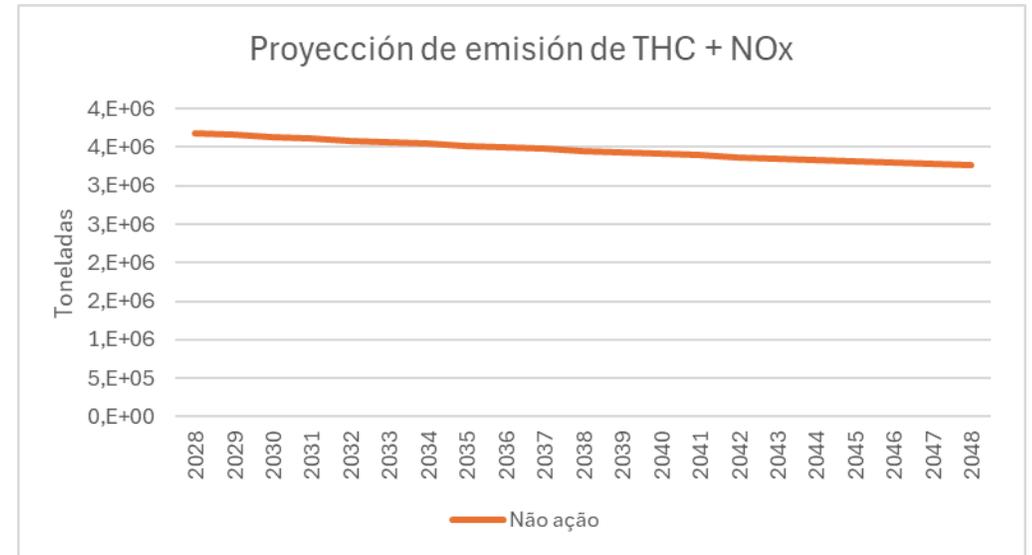
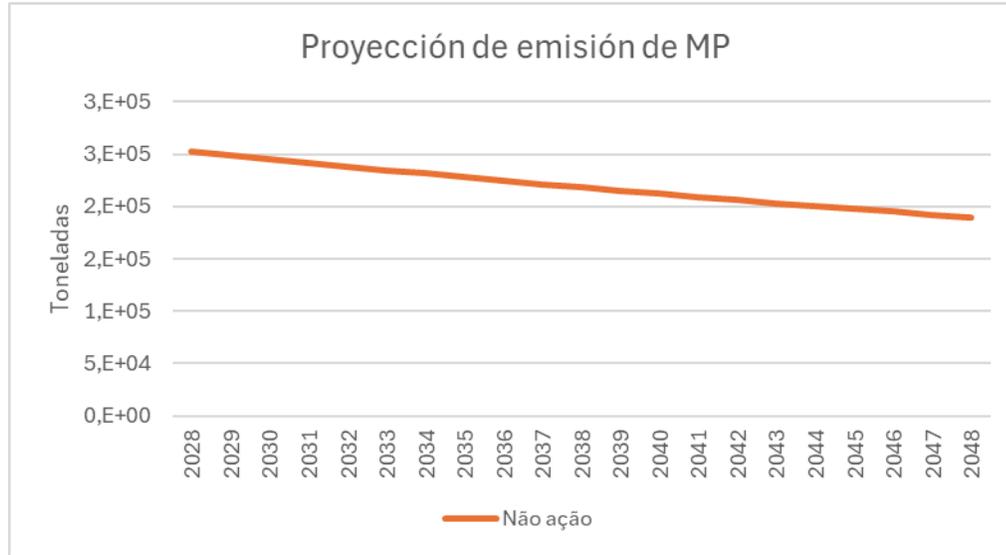
Emissão média MAR 1	CO	MP	THC + Nox	Nox	HC
19<=P<37	2.35	0.28	5.29	4.85	0.44
37<=P<56	1.33	0.2	3.82	3.63	0.2
56<=P<75	1.09	0.19	3.81	3.62	0.2
75<=P<130	1.09	0.14	3.51	3.36	0.15
30<=P<=56	2.55	0.1	5.89	5.75	0.13

Estimación de emisiones contaminantes evitadas de 2015 a 2024

Poluente	Emissão evitada [t]
CO	568,534
THC + NOx	3,938,364
MP	381,205



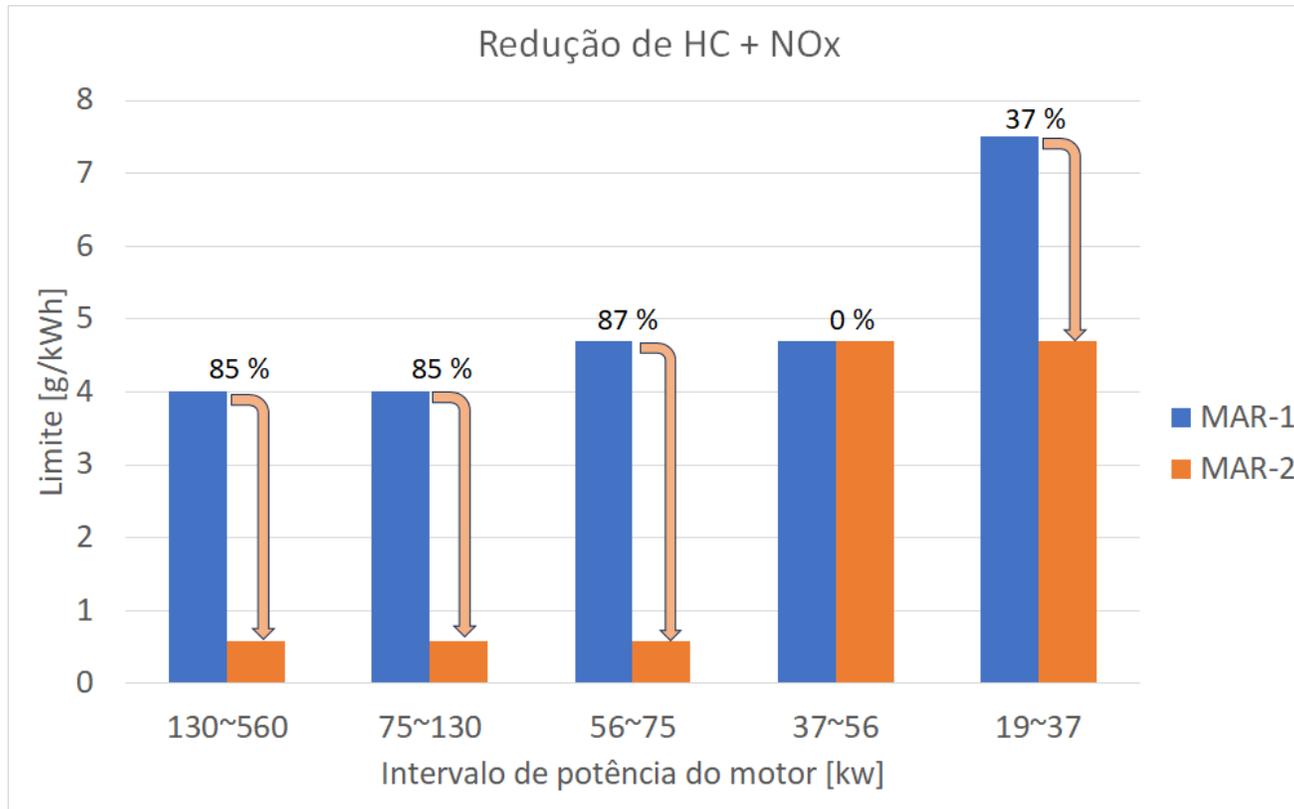
Maquinaria agrícola y de carreteras



Si no se toman medidas, entre 2025 y 2048 se liberarán a la atmósfera aproximadamente 18,4 millones de toneladas de CO.

Maquinaria agrícola y de carreteras

Reducción porcentual de HC + NOx entre MAR-1 y un posible MAR-2 (TIER 4)



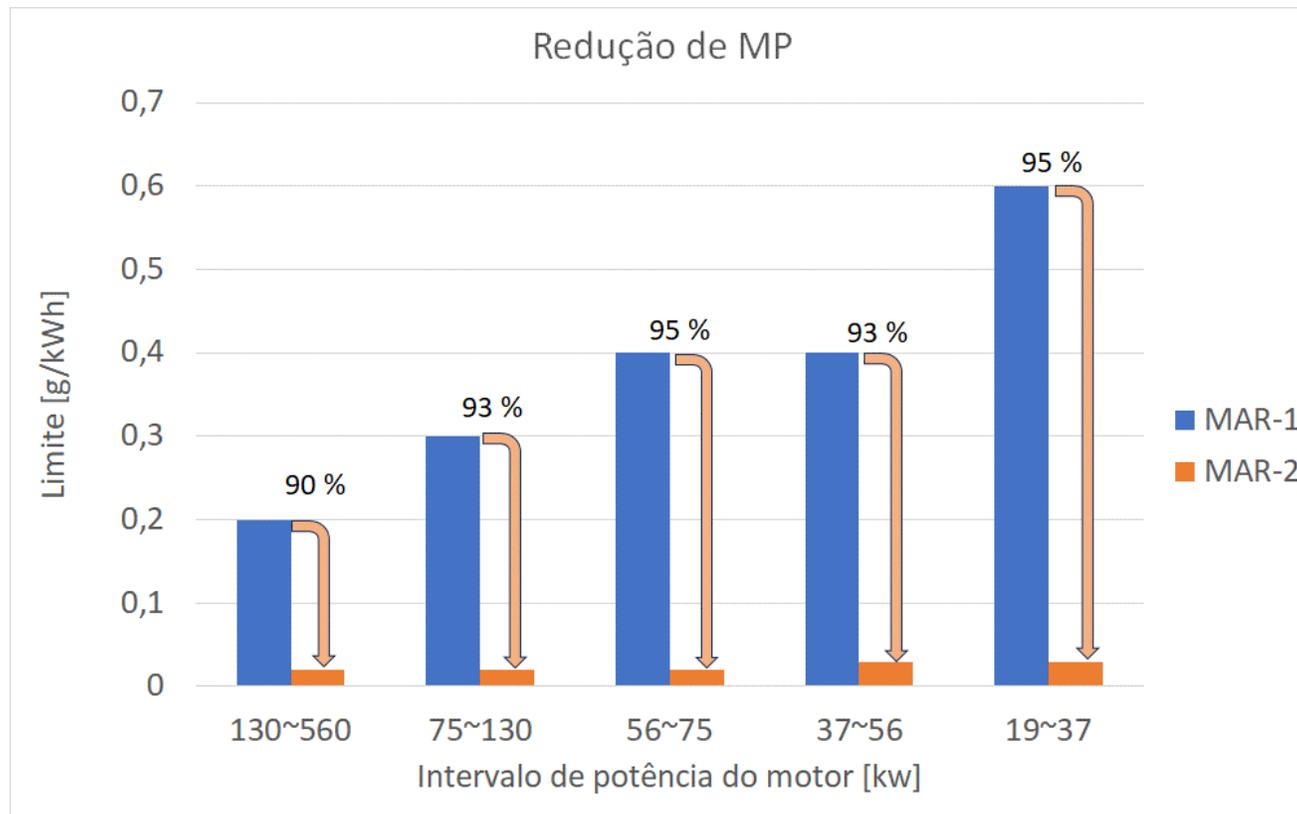
La fase requiere 3 ciclos de prueba dinamométricos:

- El ciclo constante fuera de carretera (NRSC)
- El ciclo transitorio fuera de carretera (NRTC)
- El ciclo "Not exceed" (WNTE);

Reducción significativa de las emisiones de máquinas de alta potencia

Maquinaria agrícola y de carreteras

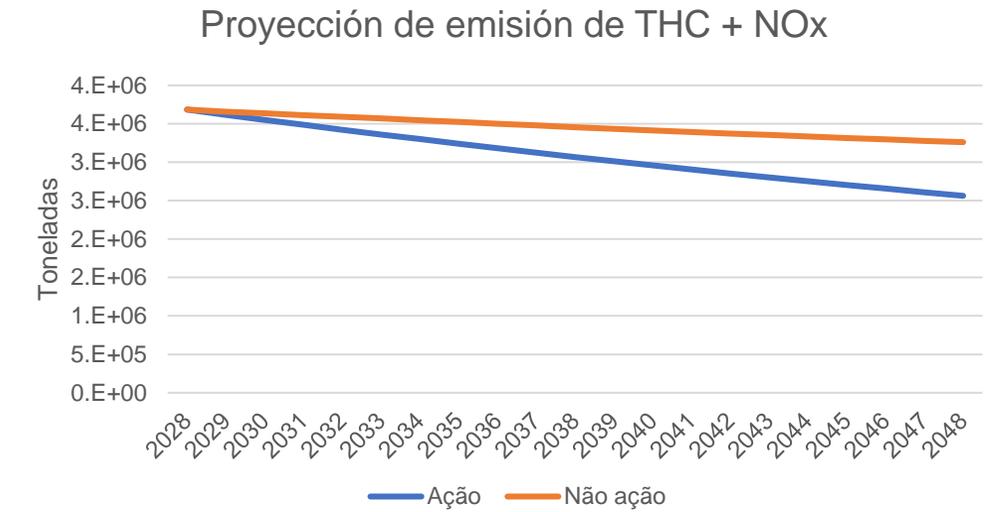
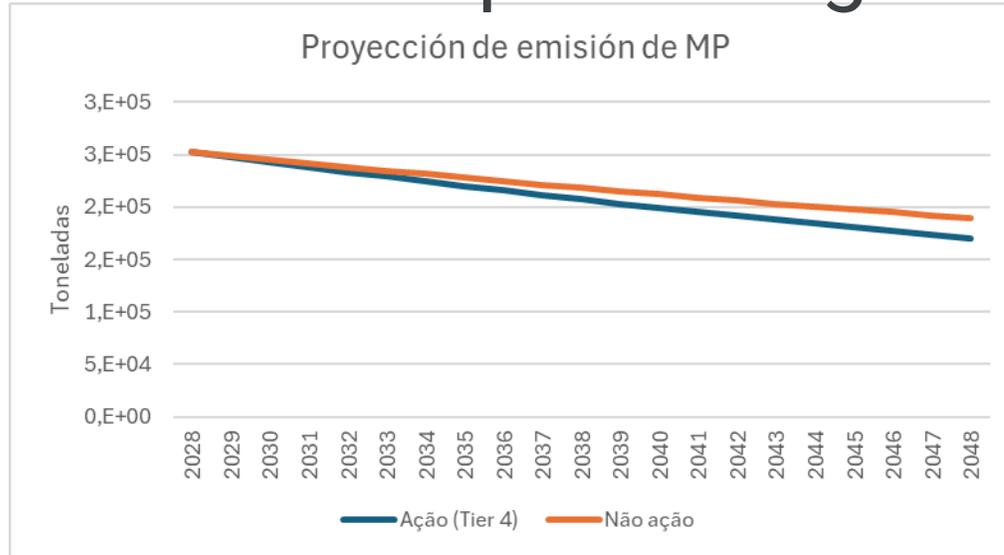
Reducción porcentual de MP entre MAR-1 y un posible MAR-2 (TIER 4)



Reducción significativa de partículas en todos los rangos de potencia;

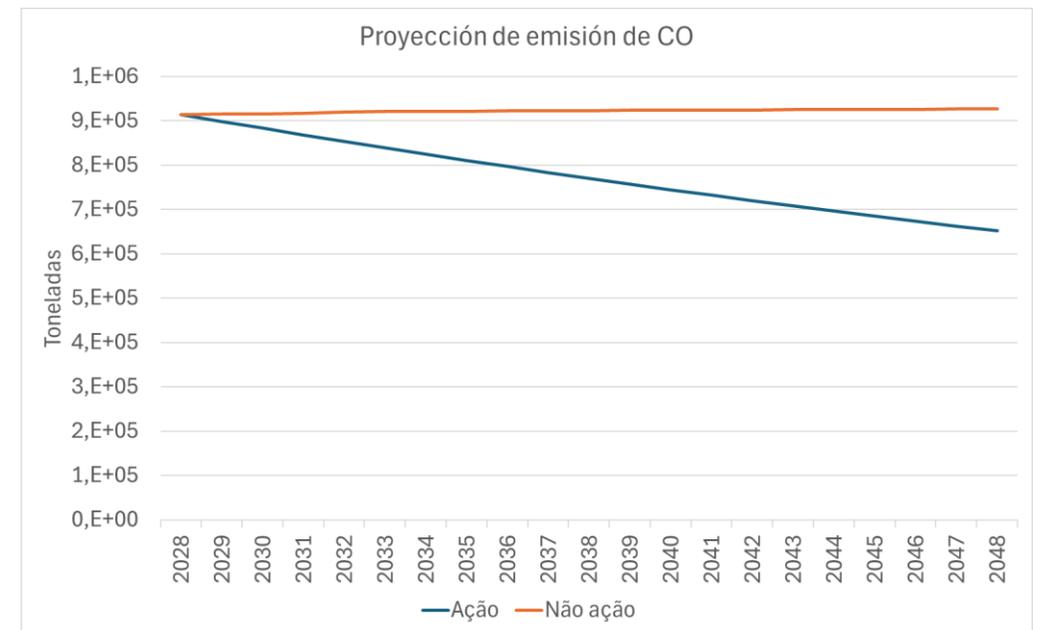
Sin embargo, no se espera ninguna reducción de CO.

Maquinaria agrícola y de carreteras



Emisiones estimadas de nivel 4 en g/kWh

	CO	MP	THC + Nox	Nox	HC
19<=P<37	2.35	0.01	4.23		
37<=P<56	1.34	0.02	3.83		
56<=P<75	1.09	0.01	0.53		
75<=P<=130	0.04	0.01	0.24	0.23	0.01
130<=P<560	0.06	0.01	0.2	0.19	0.01



Maquinaria agrícola y de carreteras

Ganancias ambientales con un MAR-2 equivalente al Nivel 4

Emisiones contaminantes evitables en el periodo 2029 a 2048

Poluente	Emissão evitada [t]
CO	3,089,162
THC + NOx	7,852,605
MP	219,170

Maquinaria agrícola y de carreteras

- Propuesta MAR-2 remitida al Ministerio del Medio Ambiente:
- Tras la publicación de la Resolución de CONAMA:
 - 4 años -> todos los motores con potencia ≥ 130 kW y hasta 560 kW;
 - 6 años -> todos los motores de potencia ≥ 75 kW y hasta 130 kW;
 - 8 años -> todos los motores de potencia ≥ 19 kW y hasta 75 kW;
 - Introducción de una durabilidad mínima de 8000 h o 10 años, lo que ocurra primero.

Maquinaria agrícola y de carreteras

Conclusiones

- Considerando la tendencia hacia el aumento de la infraestructura y la agroindustria en el país;
- y la tendencia de crecimiento de la flota MAR en los próximos años;
- Se observa que el control de las emisiones de MAR en Brasil está desactualizado en relación a varios países del mundo;
- La implementación del MAR-2 es necesaria y traerá importantes ganancias ambientales al reducir los contaminantes atmosféricos.



GRACIAS

rabrantes@sp.gov.br



Secretaria de
Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística



SÃO PAULO
GOVERNO DO ESTADO



Secretaria de
Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística



SÃO PAULO
GOVERNO DO ESTADO