





Eficiência Energética Veículos Pesados CT – VECTO

Novembro 2025

Prof Francisco Emilio Baccaro Nigro – CT AEA

Paulo Jorge Santo Antonio - Diretoria AEA (Emissão e Consumo de Veículos Pesados)

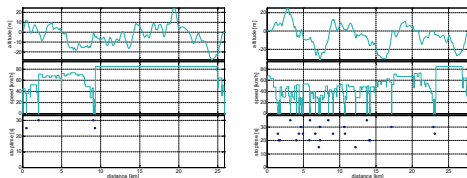
Prof. Calyton Barcelos Zabeu – GT4 AEA

Introdução – Conceito Geral VECTO

Condições de contorno do mercado – padrão para todos fabricantes

Rotas (ciclos) e carregamento

Long-haul		• mainly highway operation and a small share of regional roads.
Regional delivery		• inner city, suburban, regional roads
Urban delivery		• inner city and partly suburban roads
Municipal utility		• many stops, partly low vehicle speed
Construction		• inner city, regional roads; minor share off-road driving



Reboque / implemento padrão

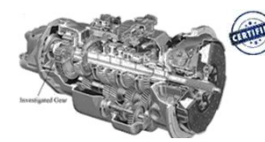


Especificações/resultados dos componentes – dados específicos por fabricante

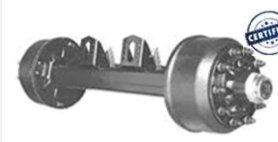
Mapa do motor



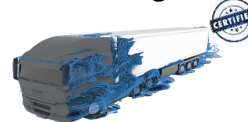
Perdas da transmissão



Perdas do eixo



Air drag



Carregamento



Pneus



VECTO (padrão para todos fabricantes)



Resultado de CO2 e consumo do veículo





MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS
Secretaria de Desenvolvimento Industrial, Inovação, Comércio e Serviços
Departamento de Desenvolvimento da Indústria de Alta-Média Complexidade Tecnológica

OFÍCIO SEI Nº 3219/2024/MDIC

Brasília, 14 de maio de 2024.

Ao Senhor
MARCUS VINICIUS AGUIAR
Presidente da Associação Brasileira de Engenharia Automotiva
Rua Salvador Correa, 80, Aclimação
04109-070 - São Paulo/SP
relacionamento@aea.org.br

Assunto: Solicitação de apoio técnico para discussões acerca do programa Mover .

Referência: Ao responder este Ofício, favor indicar expressamente o Processo nº 19687.003177/2024-08.

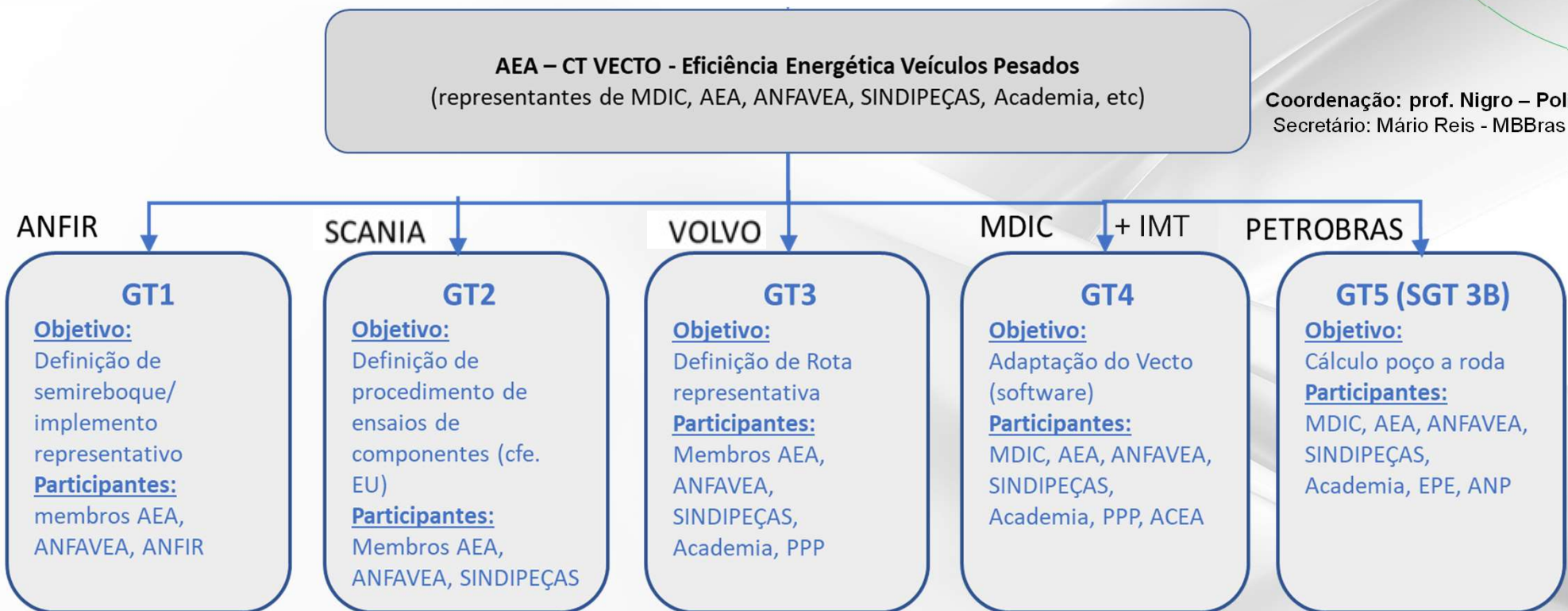
Senhor Presidente,

Considerando a necessidade deste Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços em iniciar os estudos e debates sobre metodologias, procedimentos e parâmetros previstos para o Programa Mover e para a próxima fase da política, bem como a expertise dessa prestigiada Associação Brasileira de Engenharia Automotiva, gostaríamos de contar com vossa parceria e apoio técnico no tratamento das seguintes questões:

a) Estabelecimento de procedimentos de medição de emissões de CO2 para veículos pesados, utilizando a metodologia VECTO (*Vehicle Energy Consumption calculation Tool*), e divulgação de resultados, utilizando neste momento a avaliação “do poço à roda”, em busca de avanço rumo ao ciclo completo (do berço ao túmulo) no futuro, conforme diretrizes do Projeto de Lei nº 528, de 2020, que dispõe sobre a promoção da mobilidade sustentável de baixo carbono.

a) Estabelecimento de procedimentos de medição de emissões de CO2 para veículos pesados, utilizando a metodologia VECTO (*Vehicle Energy Consumption calculation Tool*), e divulgação de resultados, utilizando neste momento a avaliação “do poço à roda”, em busca de avanço rumo ao ciclo completo (do berço ao túmulo) no futuro, conforme diretrizes do Projeto de Lei nº 528, de 2020, que dispõe sobre a promoção da mobilidade sustentável de baixo carbono.

Estrutura / organização AEA para VECTO



Introdução – Conceito Geral VECTO

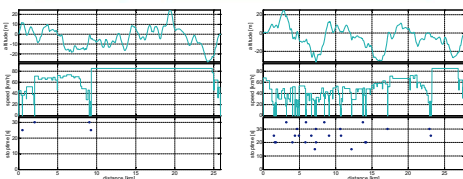
Condições de contorno do mercado – padrão para todos fabricantes

GT 1

GT 3

Rotas (ciclos) e carregamento

Long-haul	• mainly highway operation and a small share of regional roads.
Regional delivery	• inner city, suburban, regional roads
Urban delivery	• inner city and partly suburban roads
Municipal utility	• many stops, partly low vehicle speed
Construction	• inner city, regional roads; minor share off-road driving



Reboque / implemento padrão



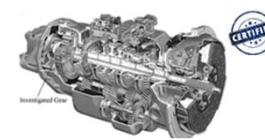
Especificações/resultados dos componentes – dados específicos por fabricante

GT 2

Mapa do motor



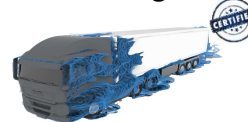
Perdas da transmissão



Perdas do eixo



Air drag



Carregamento



Pneus



VECTO (padrão para todos fabricantes)

GT 4



European Commission

JRC

IVT

TU Graz

Resultado de CO2 e consumo do veículo



GT 5 (SGT3B)



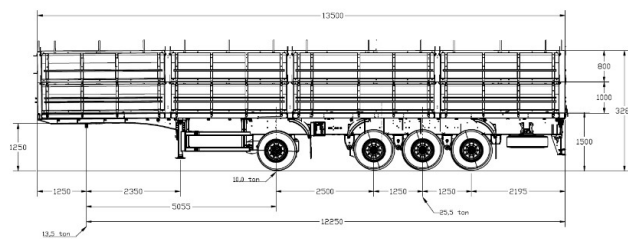
Poço à roda

Avaliação da representatividade Brasil:

- dados de mercado como o tipo de produto, aplicação e configuração dos produtos (PBTC)

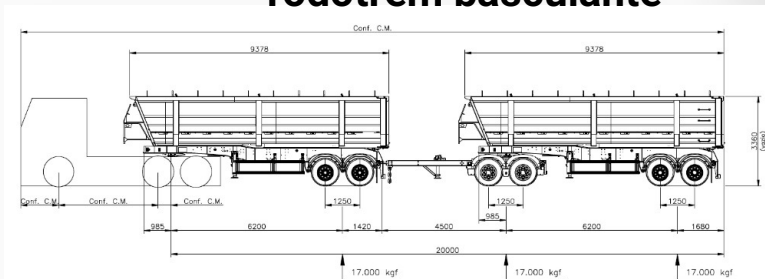
Caminhão Trator 6X2

semirreboque graneleiro 1+3



Caminhão Trator 6X4

rodotrem basculante



Status – GT1 reaberto

Discussões do **GT2** originaram a necessidade de revisão da carreta padrão por conta de **segurança nos ensaios e repetibilidade nos resultados**:

- **6X2**: carreta 4 eixos vazia é instável
- **6X4**: rodotrem vazio é instável (testes com 90km/h – legislação máx. 80km/h)

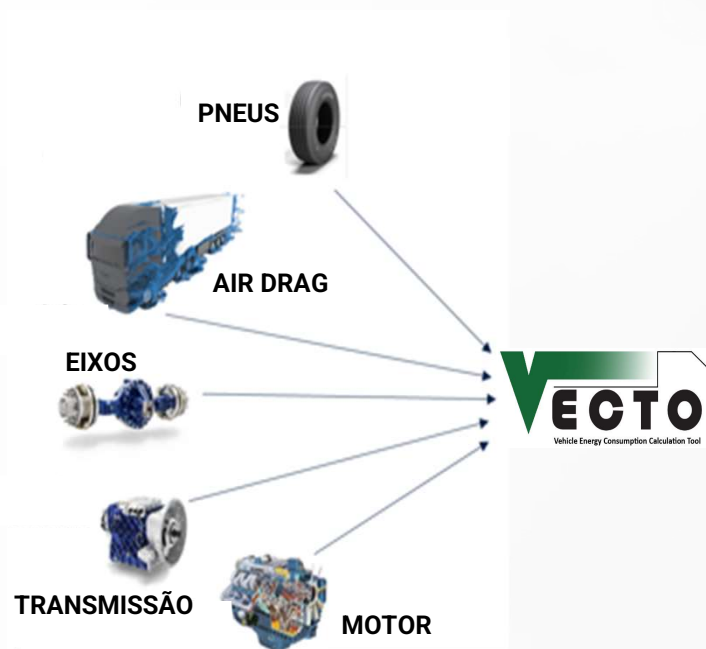
Proposta em discussão (direcionamento):

- **Testar 6x2 com carreta 3 eixos**, a definir se graneleiro ou **baú**
- **6X4 utilizar CFD** para adotar fator oriundo do teste 6X2 (fator único para todos fabricantes)



(2º mais representativo)

Status GT2 – procedimento de testes



ITEM	STATUS	PREVISÃO TÉRMINO
REVISÃO TÉCNICA REGULAMENTOS E INPUTS	✓	-
PREMISSAS / CONCEITOS PARA REGULAMENTAÇÃO	✓	Nov/2025
PONTOS CRÍTICOS ADAPTAÇÃO (EX.PNEUS, AIR DRAG)	⚠ ⚠	Nov/2025
RELATÓRIO TÉCNICO GT2	START	31/12/2025
PROPOSTA DE REGULAMENTAÇÃO	START	31/12/2025

PREMISSAS (CONCEITOS) – CONSTRUÇÃO DOS PROCEDIMENTOS

- ✓ **Harmonização com Normas Europeias**

Adoção dos procedimentos técnicos da Regulamentação Europeia EU 2400/2017

- ✓ **Adaptação à Realidade Brasileira**

Inclusão de **alternativas técnicas** para superar limitações locais de infraestrutura/recursos e viabilizar a obtenção dos dados com segurança e rastreabilidade.

- ✓ **Uso de Valores Padronizados em Componentes de Baixo Impacto (2028)**

Permitir uso de valores padrão em componentes de menor influência no consumo para compor o baseline

- ✓ **Autodeclaração Técnica com Rastreabilidade (2028)**

Medida necessária para cumprir com os prazos da regulamentação, deve possuir documentação rastreável.

Permite prazo de estruturação de mecanismos de certificação e capacitação, além de dar flexibilidade no planejamento da “primeira onda” de testes.

- ✓ **Previsão para desenvolvimento de base de Certificação Oficial (2033) – DIRECIONAMENTO / A PLANEJAR (pós GT2)**

Construir sistema oficial de certificação dos resultados para atendimento da meta. Prazo de até 3 anos antes.

AIR DRAG

- **Semi-reboque representativo:** necessária possível redefinição de implemento - impacto no GT1
- **Vento lateral:** estudo quanto ao impacto do vento lateral – possível impacto no GT4
- **Testes com 6x4:** complexidade nos testes + rodotrem, com estimativa de piora na taxa de sucesso de testes válidos e impacto na segurança dos testes em campos de prova levantou a necessidade do uso de CFD (Dinâmica de Fluidos Computacional) como medida complementar ao teste físico do 6X2.

PNEUS

- **Uso não automático dos dados disponíveis:** posição ANIP de que não é necessariamente automático usar dados do PBE como input para o VECTO (conceito de famílias, flutuação entre os ranges de cada nota)
- **Regulamentação adicional:** ANIP julga que há tempo de construir um arcabouço complementar de certificação de PNEUS para o VECTO, baseado no que já é feito para o PBE/INMETRO. A justificativa é que já existe uma metodologia de certificação que adota o mesmo procedimento de teste e o foco inicial envolve menor número de modelos de pneus.

MOTOR

- **Autorizar “apenas” complementação de ensaios:** Uso de testes previamente feitos perante o PROCONVE complementados por ensaios de FCMC e Motoring sem a necessidade de lote único (2028);



TRANSMISSÃO

- **Método alternativo:** uso, em alternativa, da ISO/TR 14719 para atender a opção 1 (Medição das perdas independentes de torque, cálculo das perdas dependentes de torque).
- **Estrutura local:** não há estrutura local para o testes EU – uso do valor tabelado em discussão.

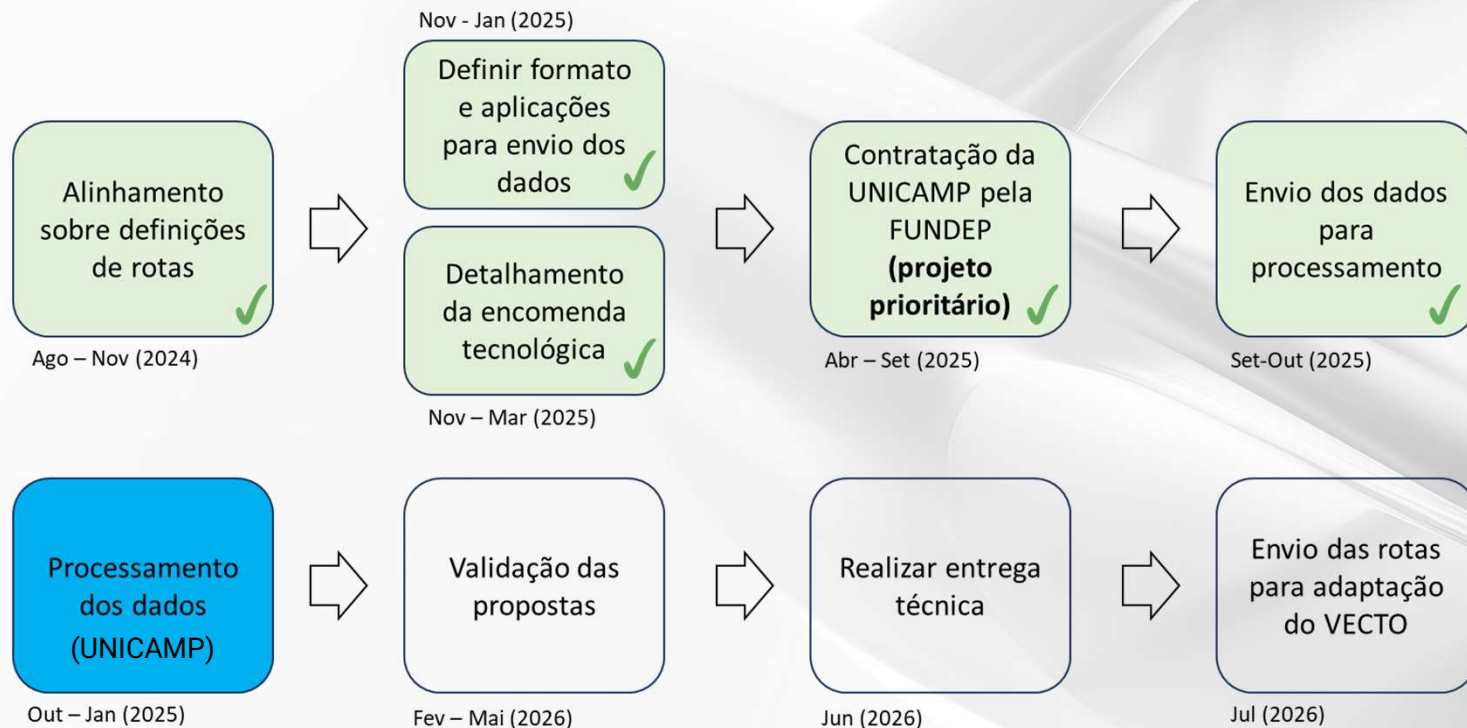
EIXO

- **Estrutura local:** não há estrutura local para o testes EU – uso do valor tabelado em discussão.

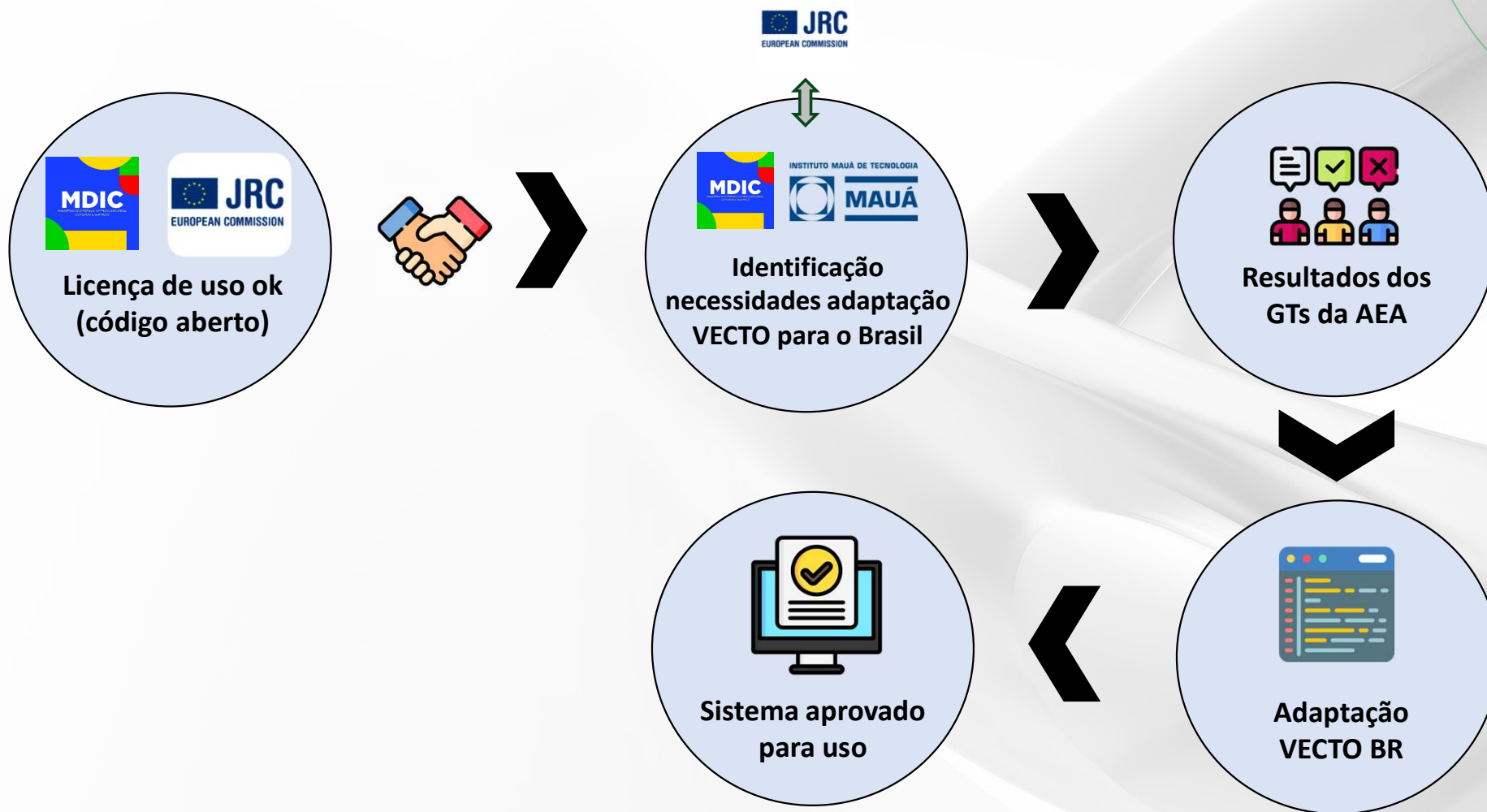
aeA Status GT3 – Definição de rota representativa

OBJETIVO

Estabelecer os perfis de rotas brasileiras a serem utilizadas para simulações no VECTO, priorizando rotas relevantes, com critérios de aquisição dos dados, tratamento das informações e definição das rotas representativas com a realidade brasileira.



Status GT4 – Adaptação do VECTO



Status GT4 – adaptação do VECTO

Item	Situação	Próximos passos / observações
Possibilidade de utilização do base-software	Sim, possível. Software aberto , e a versão BR deverá ser aberta também	Continuar na identificação dos tópicos a alterar
Tópicos a alterar/verificar	• Massas – parcialmente ok – tanto Engineering & Declaration mode. Necessário alterar no código e recompilar. • Rotas – parcialmente ok. Necessário adicionar rotas e recompilar. • Air drag – ainda em avaliação. • Engine module - ainda em avaliação. • Criptografia - ainda em avaliação. •	
Definição de entidade executora das alterações, manutenção, hospedagem de resultados, etc.	A ser definido	Termos da contratação Definição da governança
Execução das alterações, testes, validações para entrega	A ser definido	

Relatório em fase de revisão (após Resolução CNPE 14/2025):

- ✓ Definida IC “Poço à roda”: **Poço ao tanque + tanque à roda**
 - ✓ Considerou dados **base de 2024**
 - ✓ Apresenta resultados para **outros combustíveis**
 - ✓ HVO
 - ✓ HBIO



MJ/t.km

x



gCO_{2eq}/MJ

=

gCO_{2eq}/t.km

Alinhar:

por que a resolução do CNPE trouxe as ICs de 2022, 2024 e 2027?
Qual será utilizada efetivamente para o Mover e o Vecto?

Direcionamento: emitir relatório base 2024 para pesados

CNPE

RESOLUÇÃO Nº 14, DE 1º DE OUTUBRO DE 2025

Fixa os valores das intensidades de carbono das fontes de energia - ICE e participação de combustíveis líquidos, gasosos ou energia elétrica.

	2022	2024	2027
Etanol Anidro	22,26	22,39	22,04
Etanol Hidratado	22,65	22,73	22,30
Gasolina A	87,40	87,40	87,40
Gasolina C (E27/E30)	73,61	73,78	72,45
Gasolina C (E22)	76,76	76,78	76,73
Biometano	9,32	8,35	8,35
GNV	76,85	76,85	76,85
Biodiesel	28,40	28,40	28,11
Diesel A	86,50	86,50	86,50
Diesel B (BX)	81,04	79,06	78,24
Diesel B (B7)	82,69	82,69	82,67
Elettricidade	21,78	20,85	19,89

Exemplo: draft relatório AEA – GT5

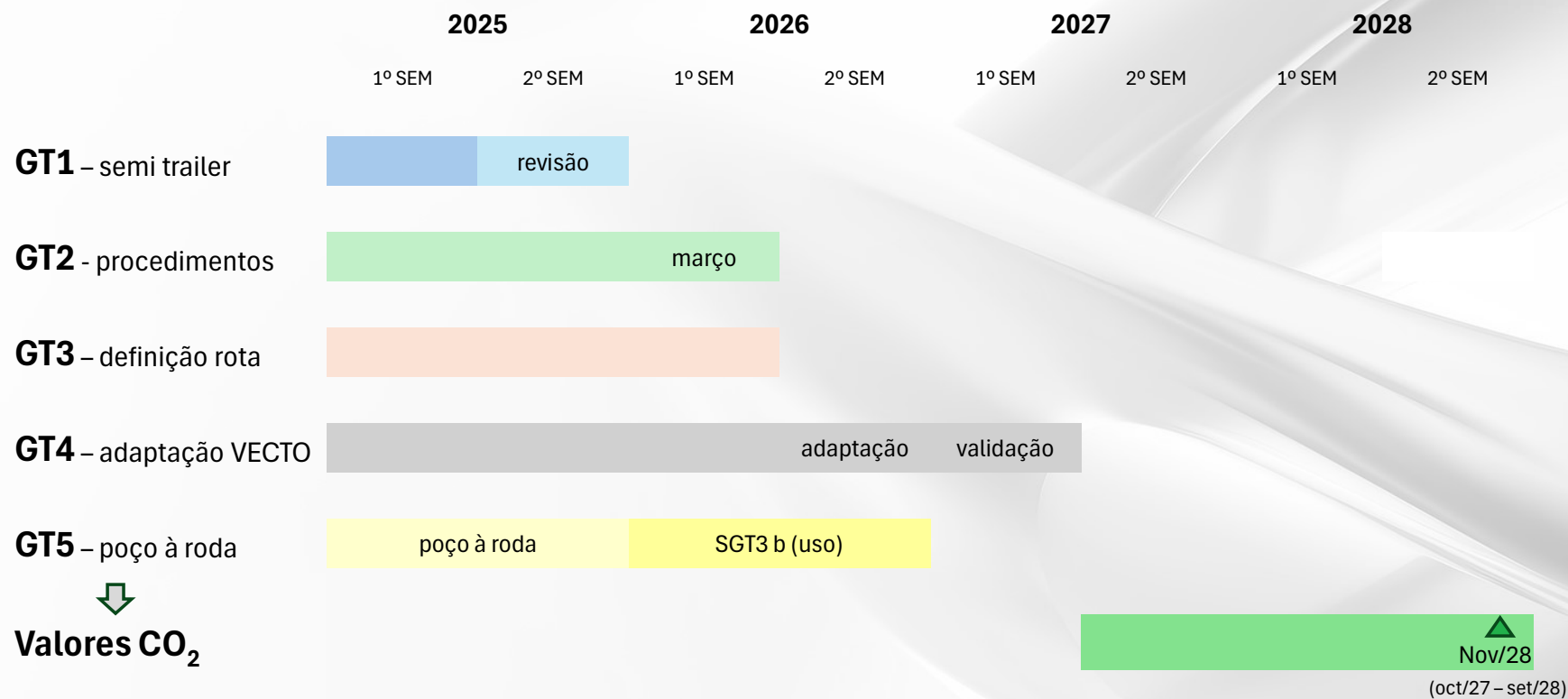
Tabela 6 – Intensidade de carbono do biodiesel

Energético	IC poço-ao-tanque (gCO _{2eq} /MJ)	IC tanque-à-roda (gCO _{2eq} /MJ)	IC poço-à-roda (gCO _{2eq} /MJ)
Biodiesel	27,96	0,44	28,40

Fonte: elaborado a partir da Nota Técnica EPE/DPG/SDB/2025/03

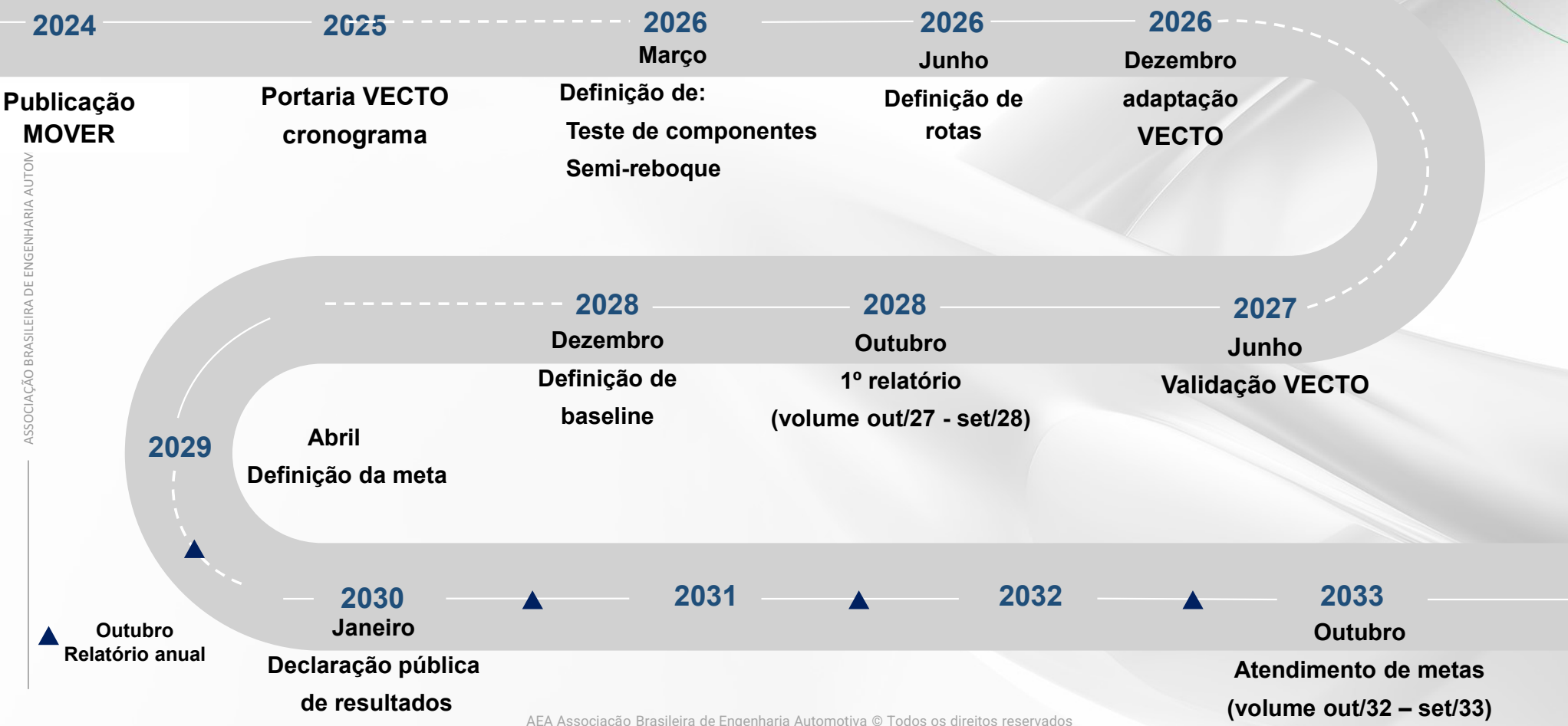
Cronograma GTs AEA

Caminhões tratores 6x2 e 6x4



aeA Cronograma VECTO – Portaria GM/MDIC nº 176/2025

Caminhões tratores 6X2 e 6X4



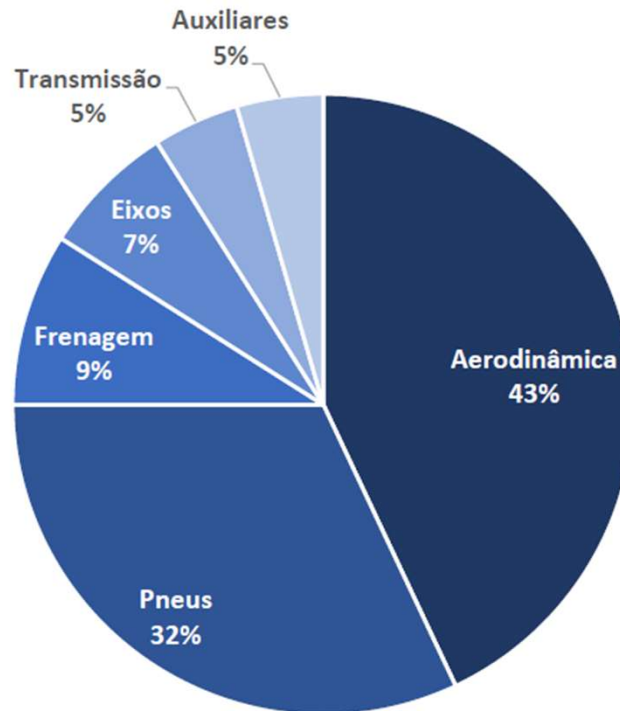
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA AUTOMOTIVA

Backup

GT2

Definição de procedimento de ensaios de componentes
(cfe. EU)

Para um veículo típico europeu (5-LH), a energia mecânica gerada pelo motor é distribuída entre consumidores na seguinte proporção:



Status GT4 – Interação com GT-Clima / JRC sugestão de criação do “fork BR” do VECTO

ADAPTAÇÕES PARA O BRASIL

Suggested approach

1. Define region specific elements
 - Based on stakeholder input
 - Ideally limited to generic values
2. Software development
 - Fork of VECTO
 - Development version shared with stakeholder
3. Validation test campaign
 - Overall accuracy of results
 - Ranking of technologies captured
4. Official software
 - Regularly pull changes from EU VECTO
 - Compatible with EU VECTO input data

