

Híbridos

Difundir a utilização de veículos comerciais movidos a etanol através de tecnologia híbrida



Agenda

01 Contextualização

02 5 porquês

03 Definição do Problema

04 Propósito

05 Golden Circle

06 Oportunidade de Negócio

07 Normas

08 Requisitos e Especificações

09 Stakeholders

10 Benchmarking

11 Matriz de decisão

12 Storyboard

13 Boundary Diagram

14 Engenharia Reversa

15 FAST

16 P-Diagram

17 Diagrama blocos e FMEA

18 Target

19 Vantagens e Desvantagens

20 Fluxograma

21 Desenho 3D

22 Animação 3D

23 Animação Modos Funcionamento

24 Simulação AVL Boost

25 Simulação AVL Cruise

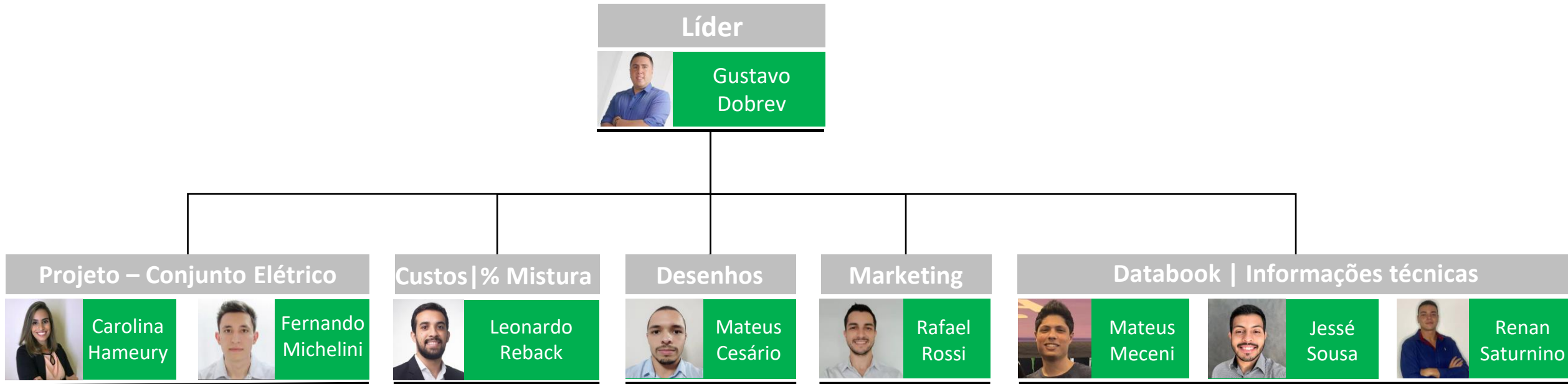
26 Resultados da Melhoria

27 Estimativa de Custos

28 BMC – Canvas Negócios

29 Site do Projeto

Organograma do projeto



Orientador: Prof. MSc. Cleber William Gomes
Coordenador: Prof. MSc. Marco Antonio Barreto

O transporte de cargas no país representa uma importante parcela do PIB

Modais de transporte no Brasil



Rodoviário



Marítimo



Aéreo



Ferroviano



Cabotagem



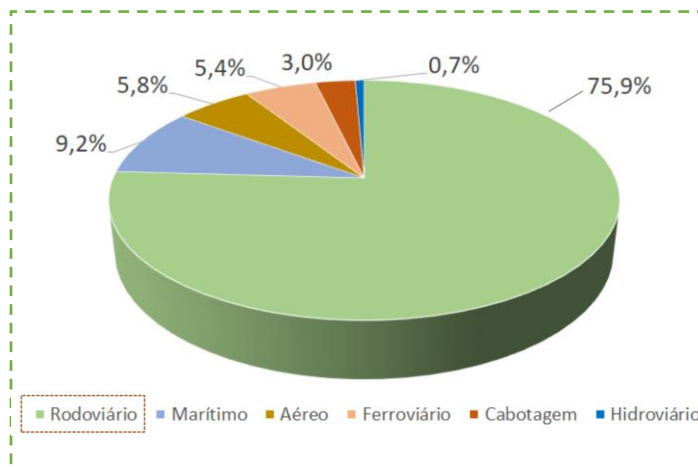
Hidroviário



Representaram **4,3%¹** do PIB do Brasil em **2018**

Modal rodoviário maior relevância

- O modo rodoviário responde majoritariamente pelos serviços de transporte de carga, **cerca de 76%²**



Números do modal rodoviário³



- ~**1.563.000** quilômetros de malha rodoviária
- 13,7%** estradas pavimentadas



Setor de transporte rodoviário tem **159 mil¹** empresas atuantes



Cerca de **1,7 milhões¹** de empregos com carteira assinada

¹CNT (Confederação Nacional do Transporte) – Boletim Economia em Foco e Transporte em Números

²FDC (Fundação Dom Cabral) - Pesquisa Custos Logísticos 2017 – Núcleo de Logística, Supply Chain e Infraestrutura

³Ministério da Infraestrutura – Grandes Números

Os veículos comerciais são responsáveis pela movimentação das cargas

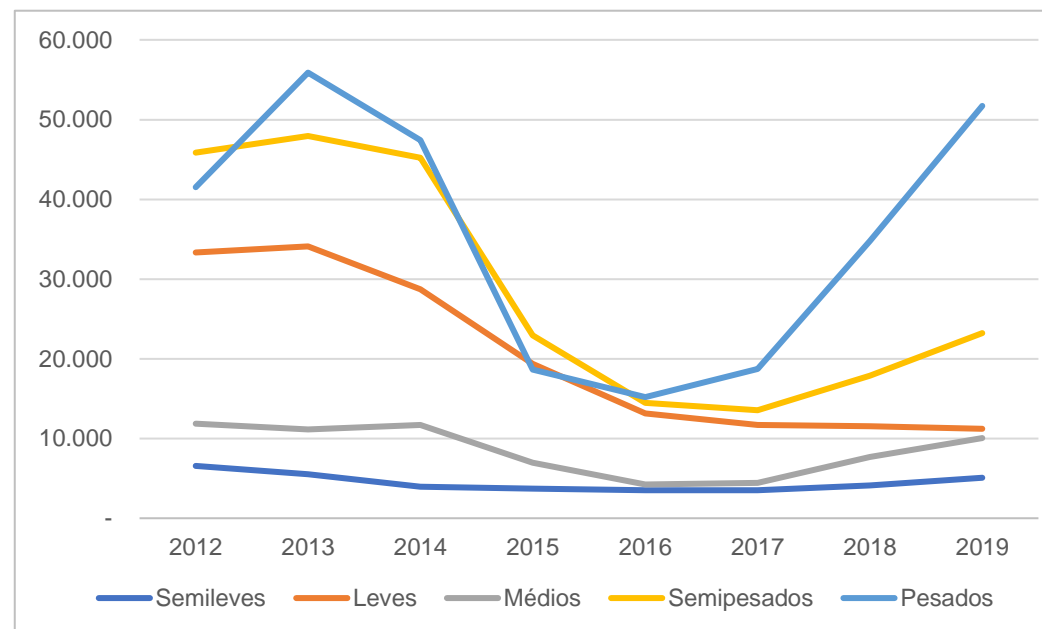
Números de caminhões no país em 2019



2 milhões¹ de caminhões em atividade no país

101.335² caminhões vendidos no Brasil em 2019

Quantidade de caminhões vendidos por categoria²

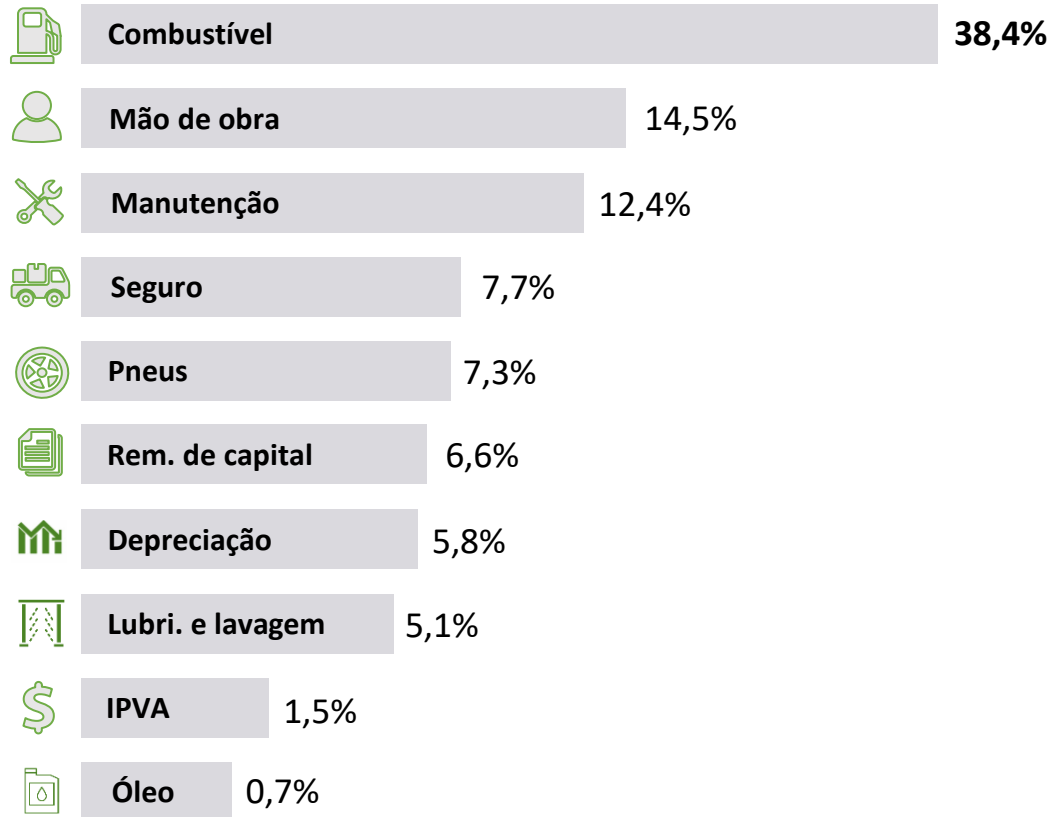


A retomada das vendas mostra a expansão do setor

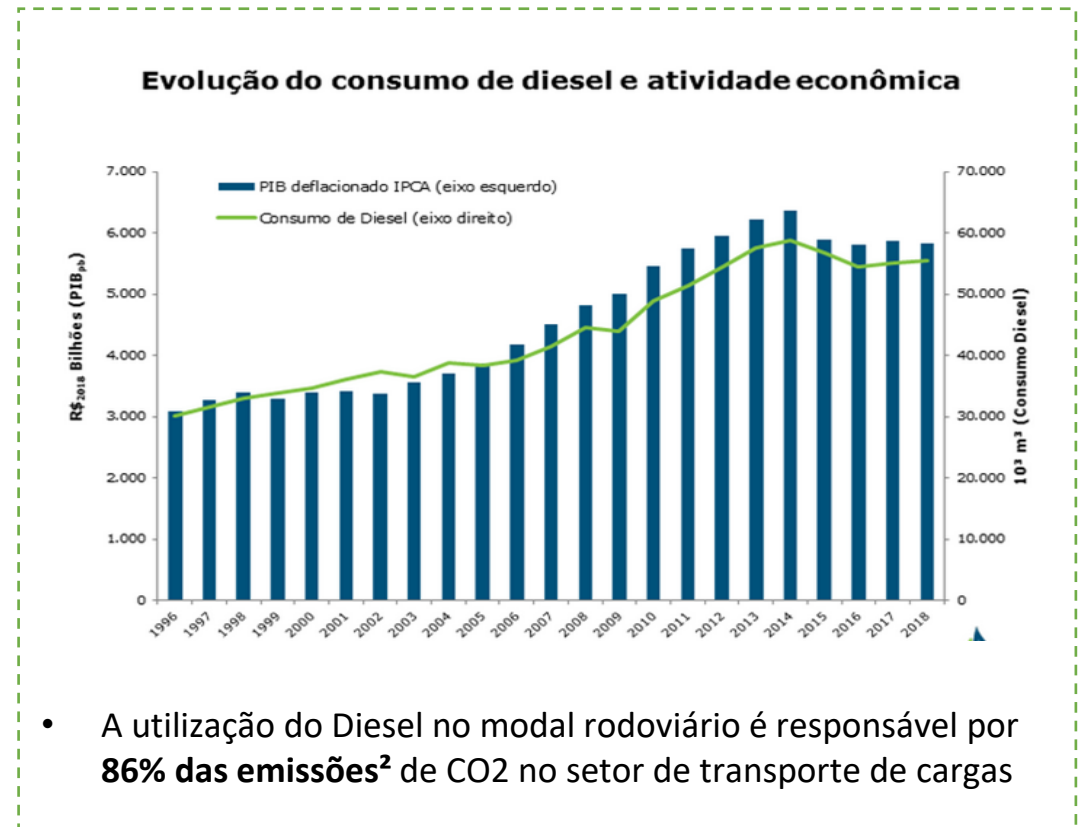
Categoria escolhida para estudo: **Semipesados**

A parcela do custo do combustível representa por volta de 38,4% no custo total do transporte

Cenário Rodoviário¹

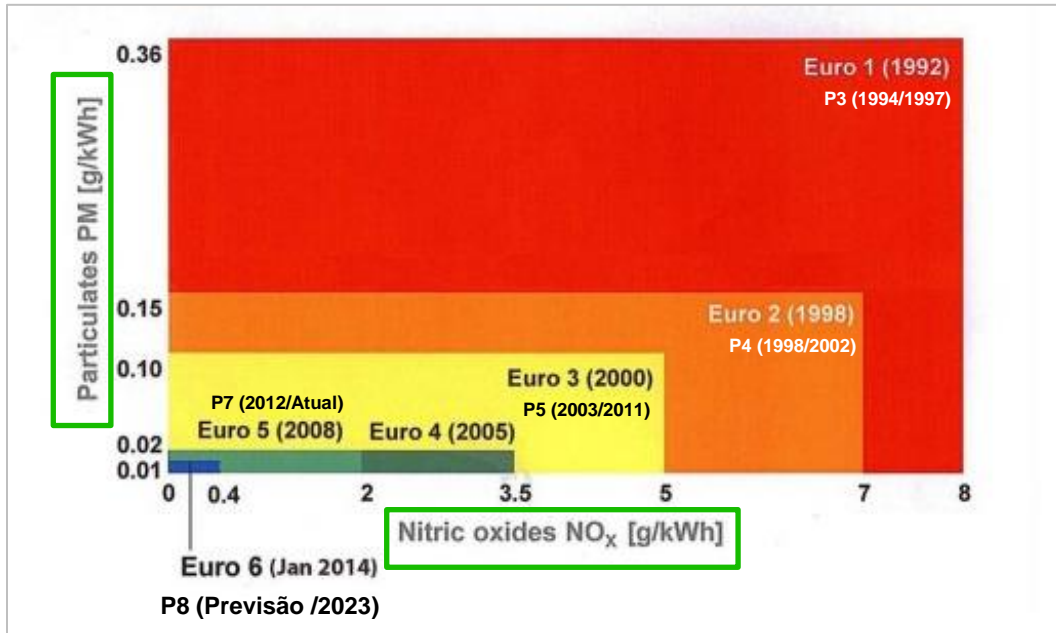


Problema de dependência do Diesel



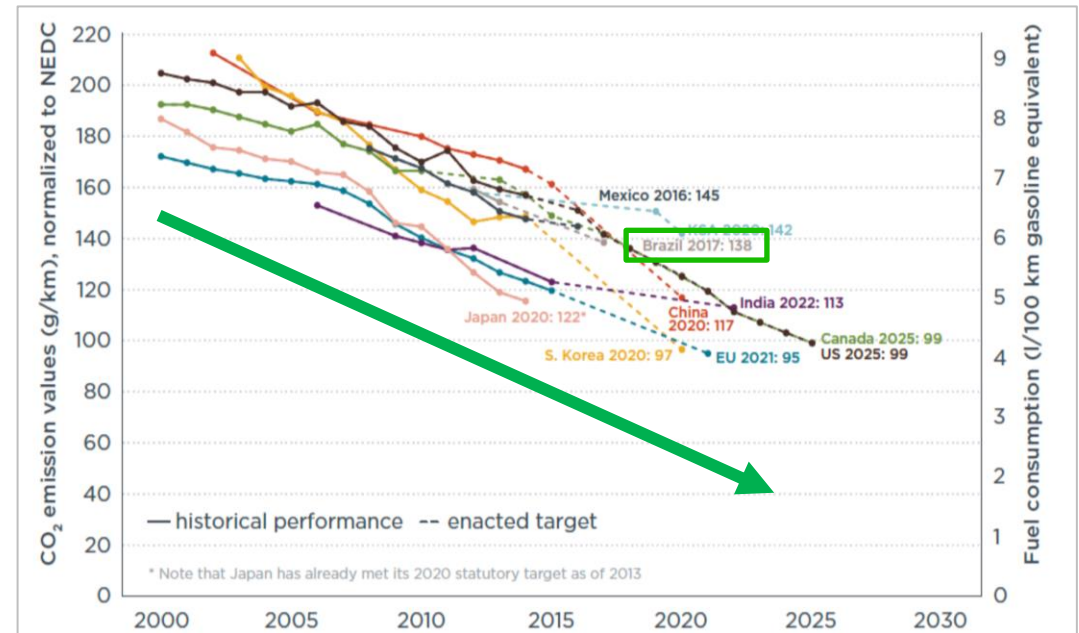
PROCONVE* P8 estabelece os novos limites de emissão de poluentes de veículos pesados

Comparativo dos limites de emissões normalizados¹



- É estimado um acréscimo de custo dos veículos PROCONVE P7 de **10% a 12% acima**² dos equivalentes PROCONVE P8, devido ao avanço tecnológico nos motores

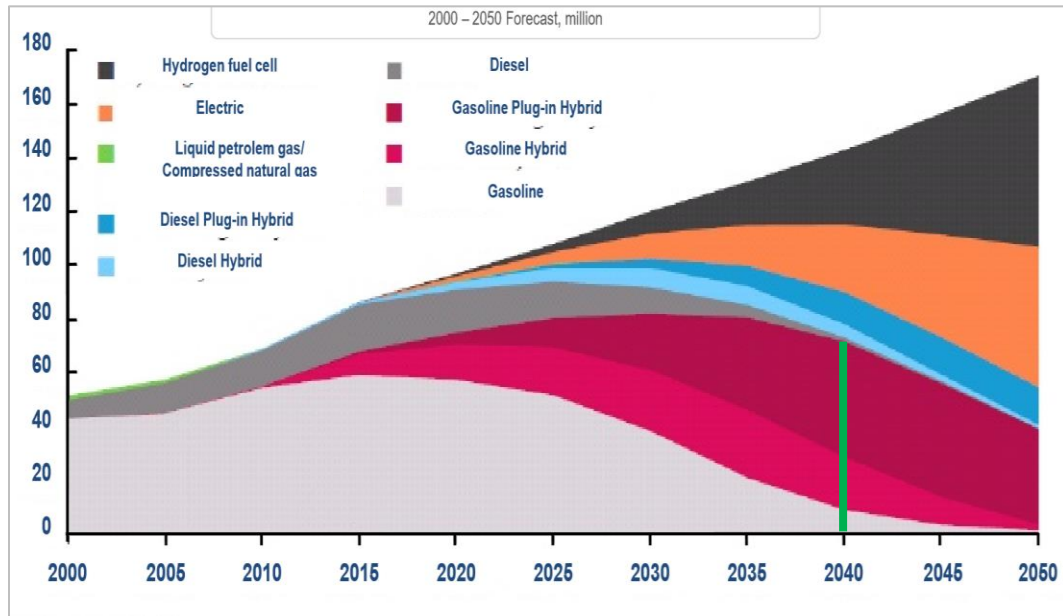
Protocolo GHG (*GreenHouse Gases*)³



- Registro e publicação de Inventários de Emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE).
- Posicionamento transparente de responsabilidade climática

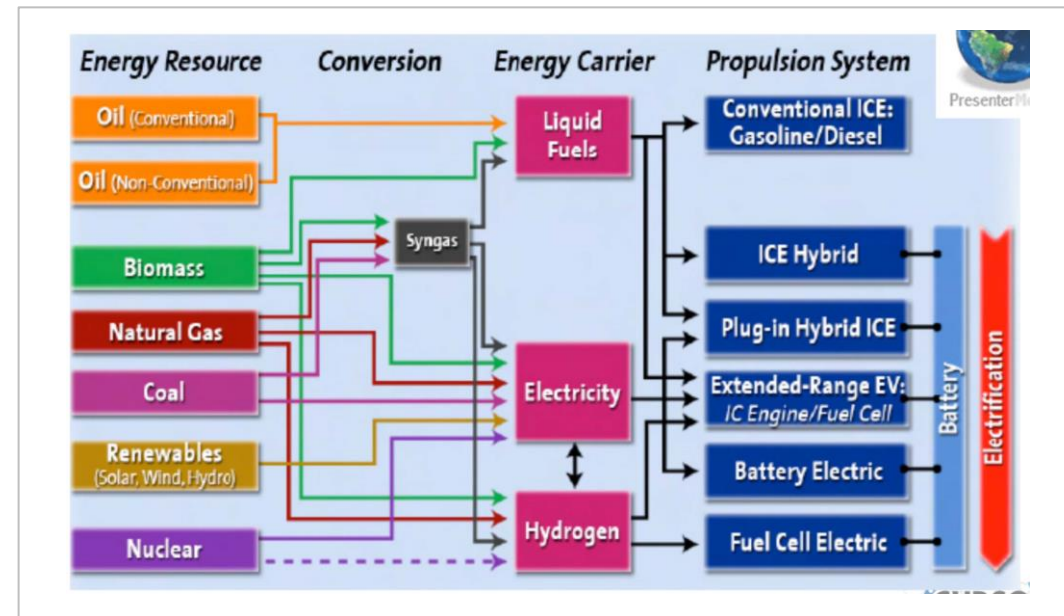
É estimado que o Diesel deixe de ser utilizado como fonte de propulsão para veículos por volta de 2040

Previsão de utilização de fontes de energia alternativas¹



- Forte tendência na extinção de combustíveis de origem fóssil como o Diesel e a Gasolina

Novas energias utilizadas no sistema de propulsão²



- Diversas novas fontes de energias começam a ganhar protagonismo no cenário mundial. A maioria direcionada á eletrificação

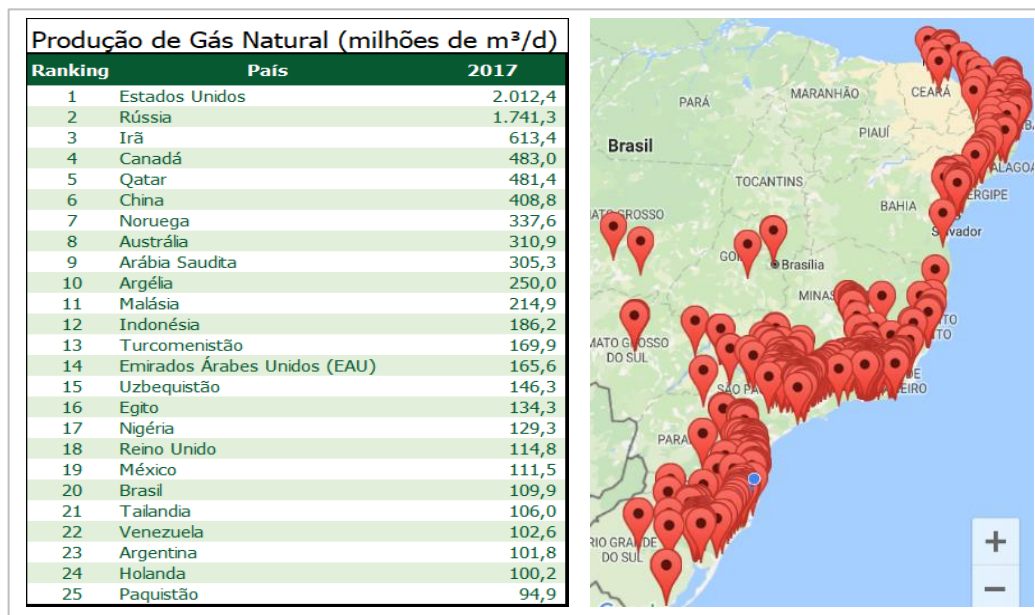
O Brasil é o 2º maior¹ produtor de etanol do mundo, atrás apenas dos EUA e o 20º na produção de gás natural

Mapa de usinas no Brasil²



- As 171 usinas instalada em SP correspondem a **42% do total brasileiro** e foram responsáveis por **56% da cana moída nacionalmente** na Safra 2016/2017

GNV no Brasil³



- Em 2018, a produção do Brasil ficou em 109,9 milhões de metros cúbicos por dia (m³/d).
- A rede de abastecimento vem crescendo nos últimos anos

Dificuldades do uso do Etanol e outras fontes renováveis

Etanol ¹	Bateria ²	Biometano ³	Célula de Hidrogênio ⁴
<ul style="list-style-type: none"> ➤ 60% da densidade energética* do Diesel. <p><small>*calor liberada/volume de combustível queimado</small></p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Baixa autonomia devido a capacidade de densidade de energia armazenada (Wh/Kg). 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Baixo rendimento e vida útil do motor (corrosão) devido à presença do gás sulfídrico (H₂S). 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tanques com grandes pressões ou resfriamento a 253°C negativos para se obter o hidrogênio líquido.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Baixo poder calorífico (comparado ao Diesel); ➤ Necessário alta taxa de compressão do motor. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Armazenagem de energia proporcional ao pacote de baterias transportado; ➤ Redução da vida útil (ciclos de carga) devido a recargas rápidas e drenagem. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Presença H₂O e CO₂ que prejudicam o processo de queima; ➤ Velocidade lenta de combustão pertinente ao metano. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Alto peso dessa tecnologia; ➤ Tem uma relação de dependência de hidrocarbonetos, petróleos e seus derivados na sua produção.



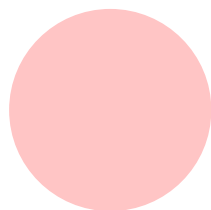
¹PAUFERRO, M.T.O. Uso do etanol como combustível para motores diesel: uma discussão de viabilidade.2012. Monografia MBA – Gestão Ambiental e Práticas de Sustentabilidade, Centro Universitário do Instituto Mauá de tecnologia, 2012

²Vida útil da bateria de carros elétricos: saiba qual é a sua duração - Equipe CarroElétrico.com.br

³Uso de Biogás em motores de combustão interna, Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias, Guarapuava-PR, v.4, n.1, p.221–237, 2011.

⁴O futuro começa com H, Revista Super Interessante - Rafael Kenski

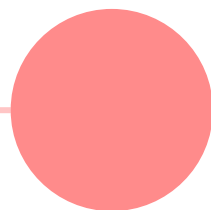
“Utilização de Etanol como combustível para caminhões”



01

Porquê

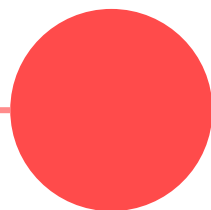
É necessário reduzir o uso do Diesel como principal fonte energética nos caminhões.



02

Porquê

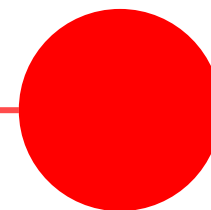
No Brasil, mais de 90% da frota de caminhões são movidos a Diesel.



03

Porquê

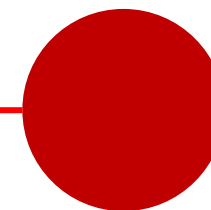
Grande parte dos esforços empregados em desenvolvimento de tecnologias, foram para caminhões movidos a Diesel.



04

Porquê

O Etanol possui poder calorífico inferior, proporcionando 60% da densidade energética do Diesel.



05

Porquê

Com o Etanol, assim como outras fontes renováveis, não é possível obter a mesma razão km/l como o Diesel.

Descrição do problema identificado

**Veículo Comercial
Diesel**

PROBLEMA

**Veículo movido a
Etanol**

**A autonomia dos caminhões
movidos a Etanol é inferior
aos movidos a Diesel**

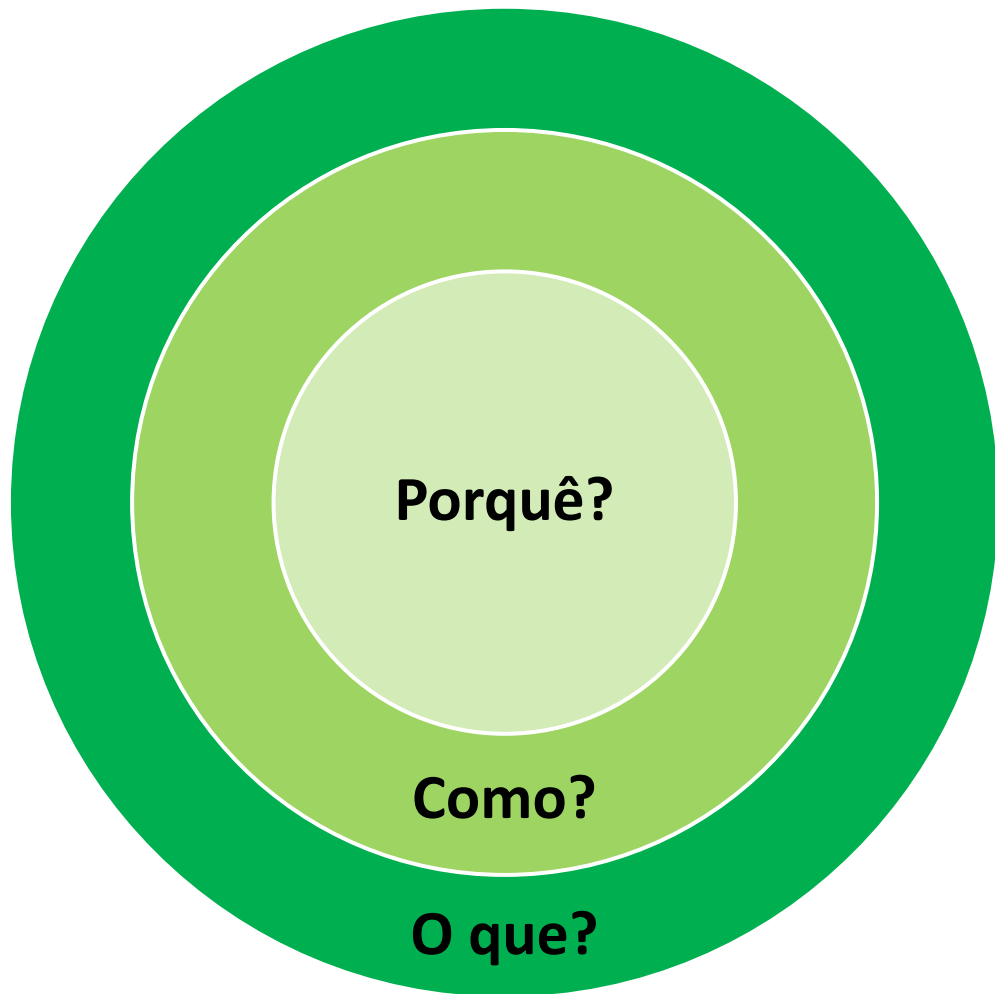




Desenvolver uma
solução para uma
melhor autonomia dos
caminhões movidos a
Etanol

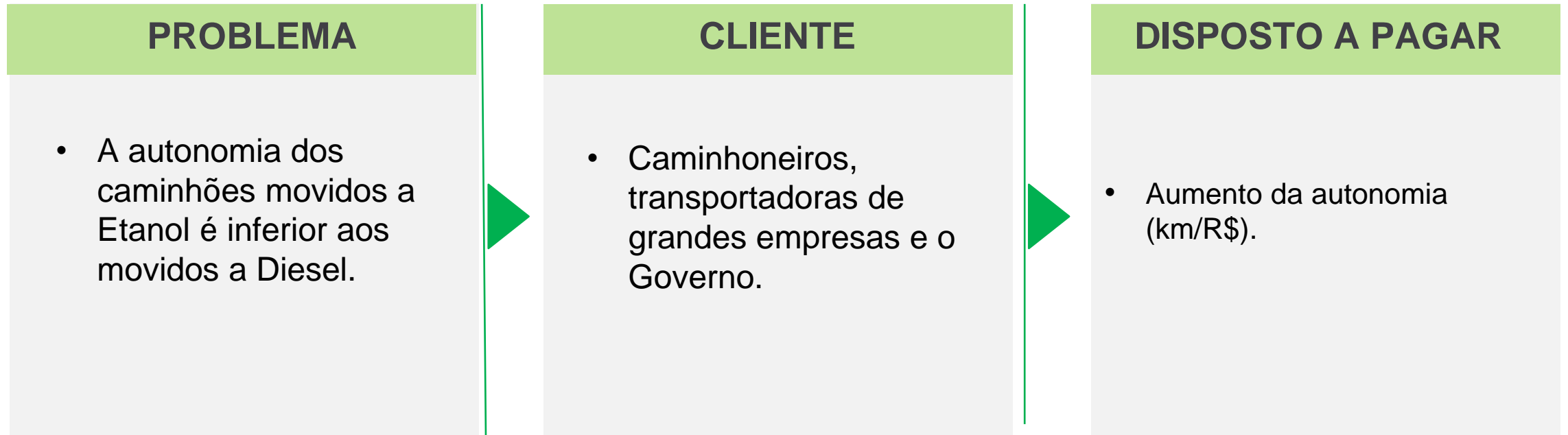


Golden Circle – Propósito

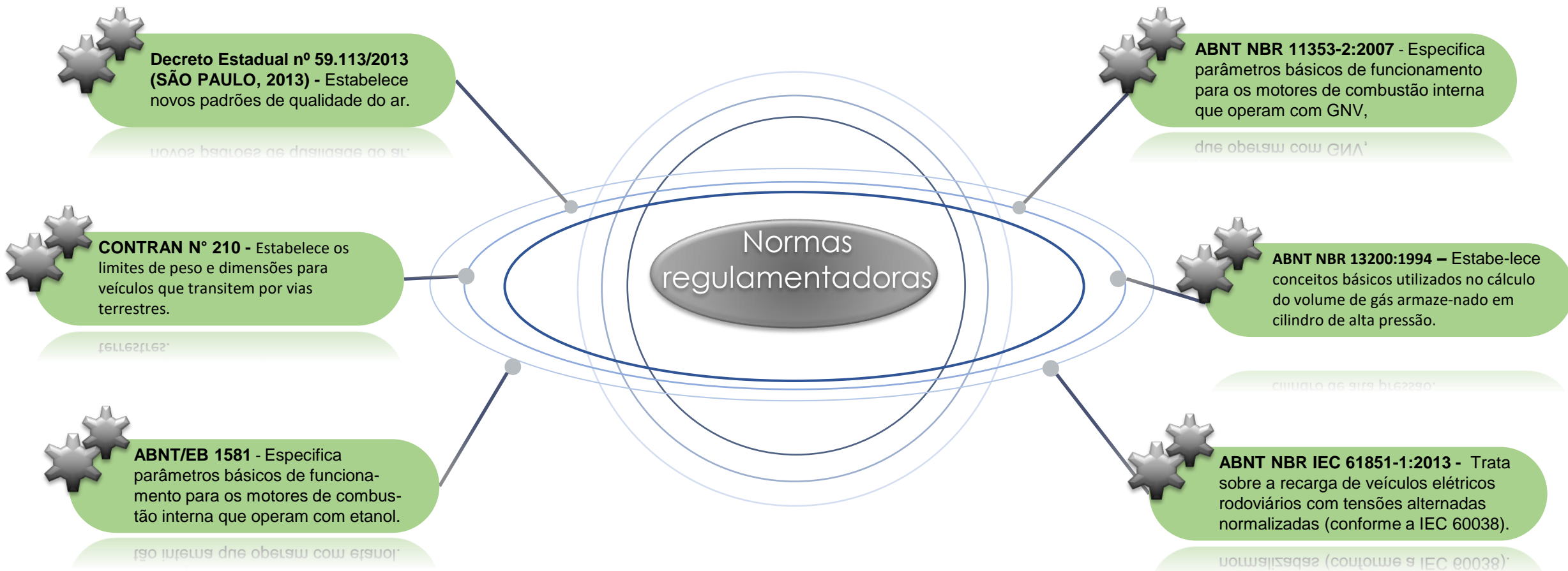


- ▶ **P** Acreditamos que a utilização de combustíveis renováveis é essencial para um futuro sustentável
- ▶ **C** Desenvolvendo uma tecnologia que proporcione uma autonomia equivalente ou superior ao diesel
- ▶ **O** Conjunto propulsor movido a combustíveis renováveis

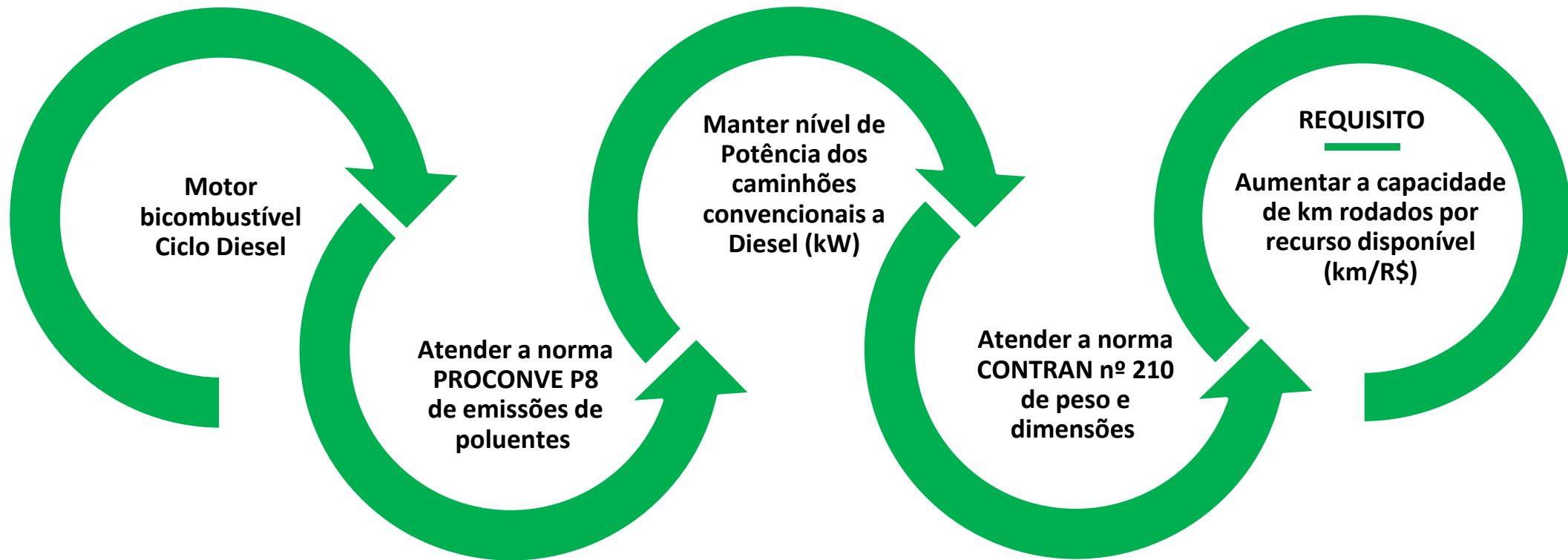
Avaliação rápida de viabilidade

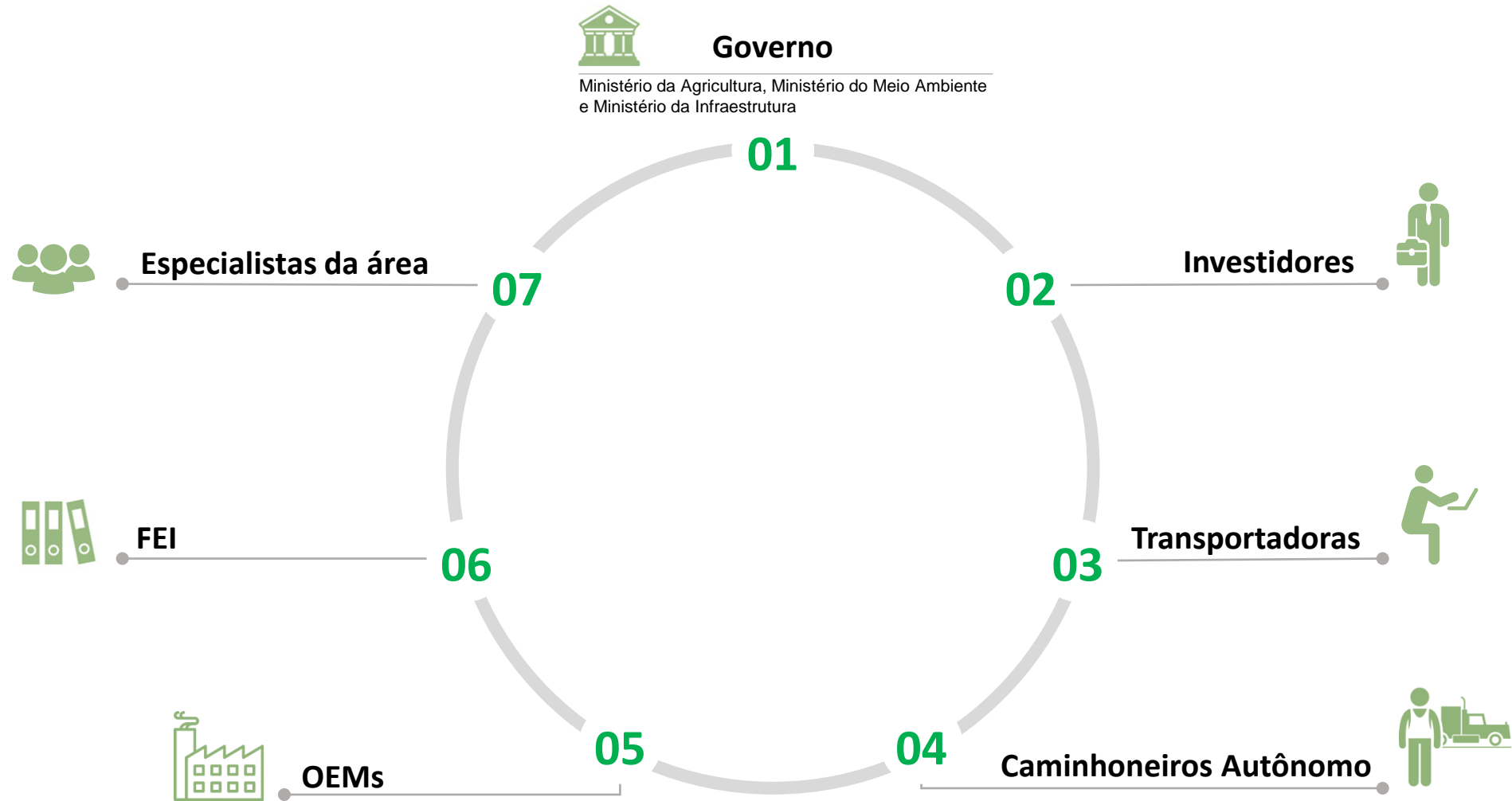


Principais atos normativos relacionados à utilização de Etanol, Energia Elétrica e Gás veicular no transporte de cargas rodoviárias



Princípios almejados e limitações



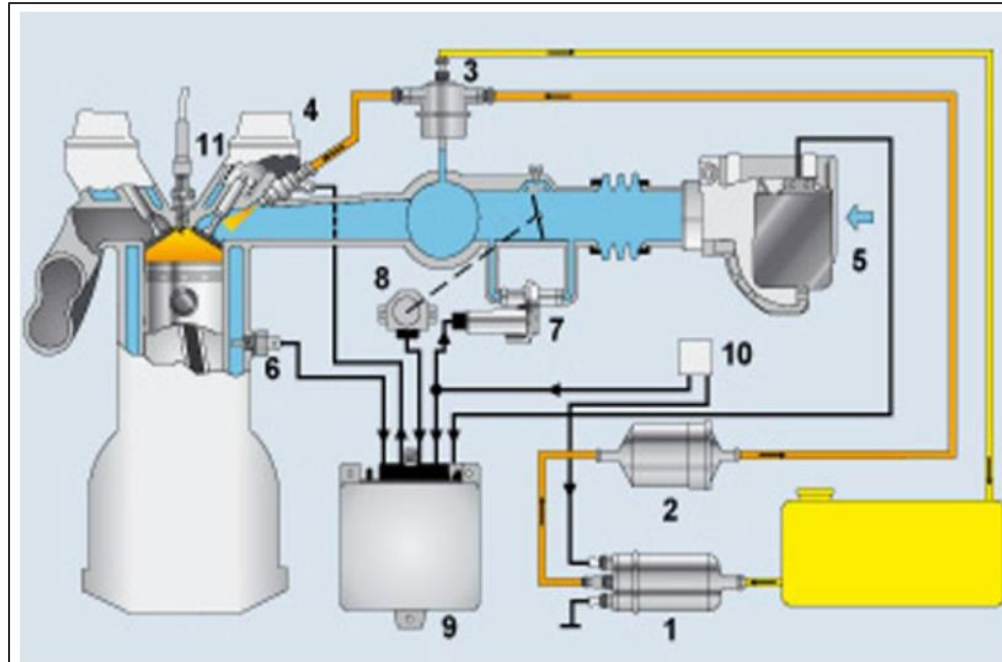


Solução Etanol para veículos comerciais

Descrição da Solução²

- **Taxa de compressão²:** 28: 1
- **Uso de aditivo²:** Devido a alta liberação de CO₂ durante a combustão é necessário o uso de aditivos (aditivos adicionados junto ao combustível)

Representação esquemática do sistema¹



Descrição da Solução

- **Módulo de controle eletrônico:** Controla os parâmetros principais de combustão.
- **Ignição por faísca:** O combustível é injetado no coletor de admissão ou na câmara de combustão, onde é combinado com o ar, e a mistura ar / combustível é inflamada pela faísca de uma vela de ignição.

Vantagens

- Baixa Poluição
- Solúvel em água
- Matéria prima absorve CO₂

Princípio:
Motor a combustão interna movido a Etanol

Potência Ciclo Otto: 270 cv

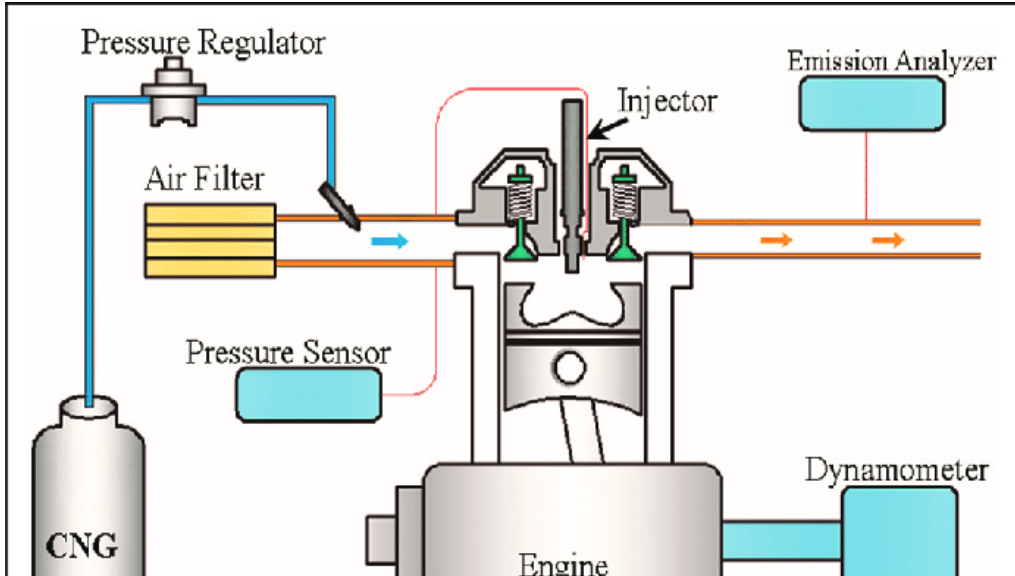
Cap. do tanque: 250 L

PBTC: 45 toneladas

Desvantagens

- Menor eficiência que combustíveis fósseis
- Baixa eficiência no frio
- Preço variável

Solução Biometano para veículos comerciais

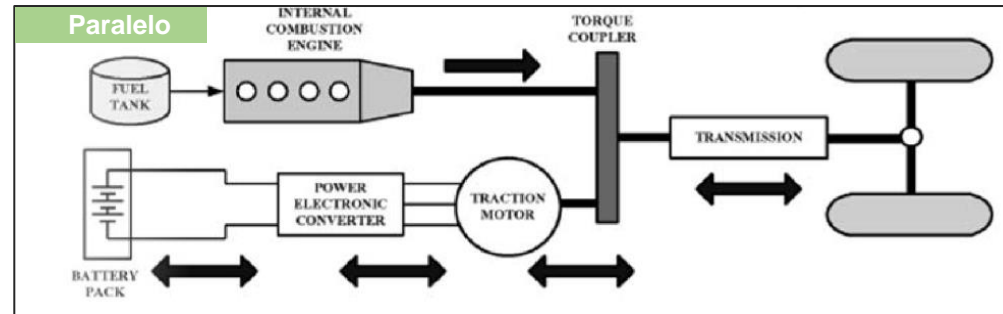
Descrição da Solução ²	Representação esquemática do sistema ¹	Descrição da Solução			
<ul style="list-style-type: none"> • Regulador de alta pressão: Reduz e regula a pressão de gás. • Tanque de combustível: Armazenamento de biometano. 		<ul style="list-style-type: none"> • Módulo de controle eletrônico: Controla os parâmetros principais de combustão. • Motor de combustão interna: Transforma energia química em energia mecânica e cinética. 			
Vantagens	<p>Princípio: Motor a combustão interna movido a gás natural.</p> <table border="1" data-bbox="1235 1021 1727 1220"> <tr> <td>Potência Ciclo Otto: 410 cv</td> </tr> <tr> <td>Cap. 8 cilindros: 944 L</td> </tr> <tr> <td>PBTC: 41,5 toneladas</td> </tr> </table>	Potência Ciclo Otto: 410 cv	Cap. 8 cilindros: 944 L	PBTC: 41,5 toneladas	Desvantagens
Potência Ciclo Otto: 410 cv					
Cap. 8 cilindros: 944 L					
PBTC: 41,5 toneladas					
<ul style="list-style-type: none"> • Maior economia por km rodado • Combustível já em forma gasosa 	<ul style="list-style-type: none"> • Complexidade do sistema • Sistema pesado • Capacidade de armazenamento limitado 				

Solução híbrida HEV¹ (paralelo e série) para veículos de passeio

Descrição Paralelo

- O MCI e o motor elétrico podem suprir diretamente ao eixo o torque demandado, através de um acoplamento mecânico

Representação esquemática dos sistemas



Descrição Série

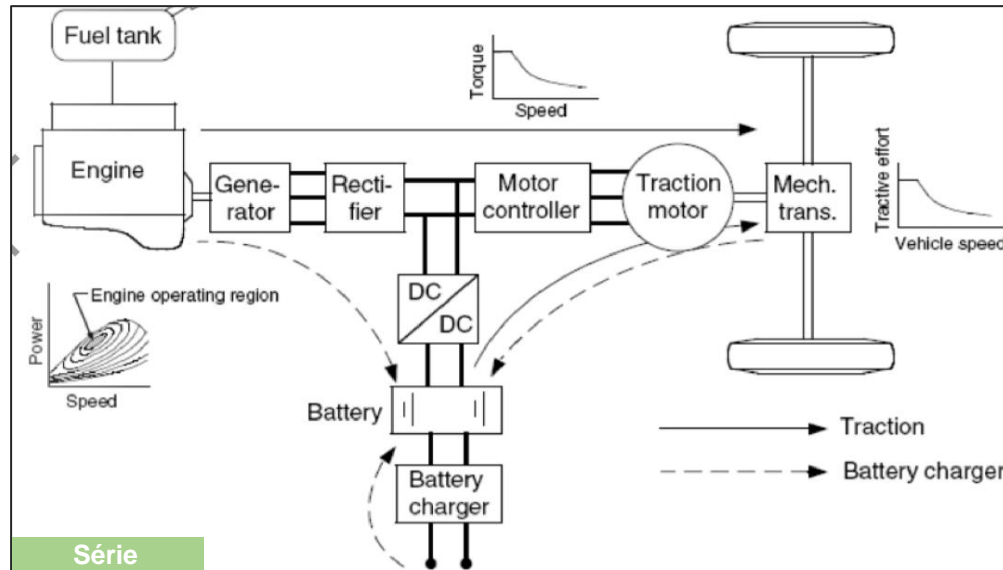
- Os motores atuam ligados em sequência, ou em série, sendo que a saída de um alimenta a entrada do outro.

Vantagem Paralelo

- Mais compacto e leve
- Menor perda de energia

Desvantagem Paralelo

- Acoplamento do MCI ao eixo, o que não permite sua operação no ponto ótimo



Vantagem Série

- Desacoplamento do MCI dos eixos, permitindo que trabalhe num ponto de operação ótimo

Desvantagem Série

- Dupla conversão eletromecânica de energia, o que provoca mais perdas de energia

Solução célula de hidrogênio para veículos de passeio

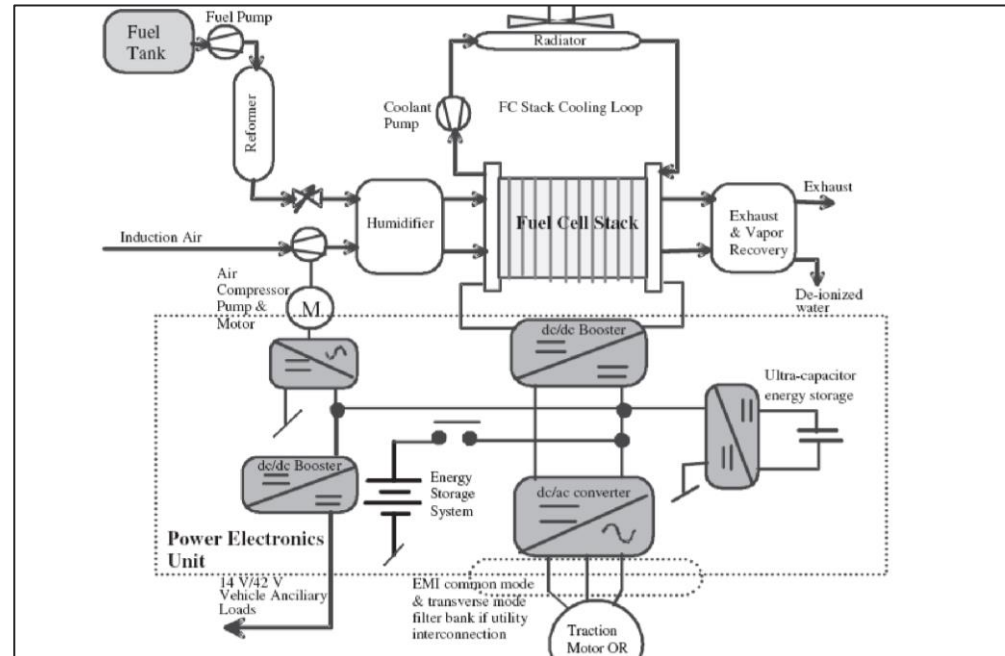
Descrição da Solução¹

- **Captação:** O veículo capta o oxigênio da atmosfera por meio de sua entrada de ar frontal e o leva até esta estação, para onde o hidrogênio contido nos dois tanques também é direcionado
- **Divisão hidrogênio:** Dentro dela, a célula combustível divide o hidrogênio em duas moléculas, gerando uma carga elétrica.

Vantagens

- Não emite ruído ou poluentes
- Maior eficiência

Representação esquemática do sistema



Princípio:
Motor elétrico. Energia elétrica gerada através de hidrogênio

Tanque P_{máx.} de 70MPa

Unidade de controle

-

Descrição da Solução

- **Formação água:** Ao mesmo tempo, o oxigênio se une às células de hidrogênio, formando água
- **Alimentação Motor:** A energia elétrica é direcionada ao conversor, que alimenta o motor do Mirai, e a água é expelida pela válvula de escape.

Desvantagens

- Alto custo
- Pouco difundido

Solução Tetra Fuel veículos de passeio

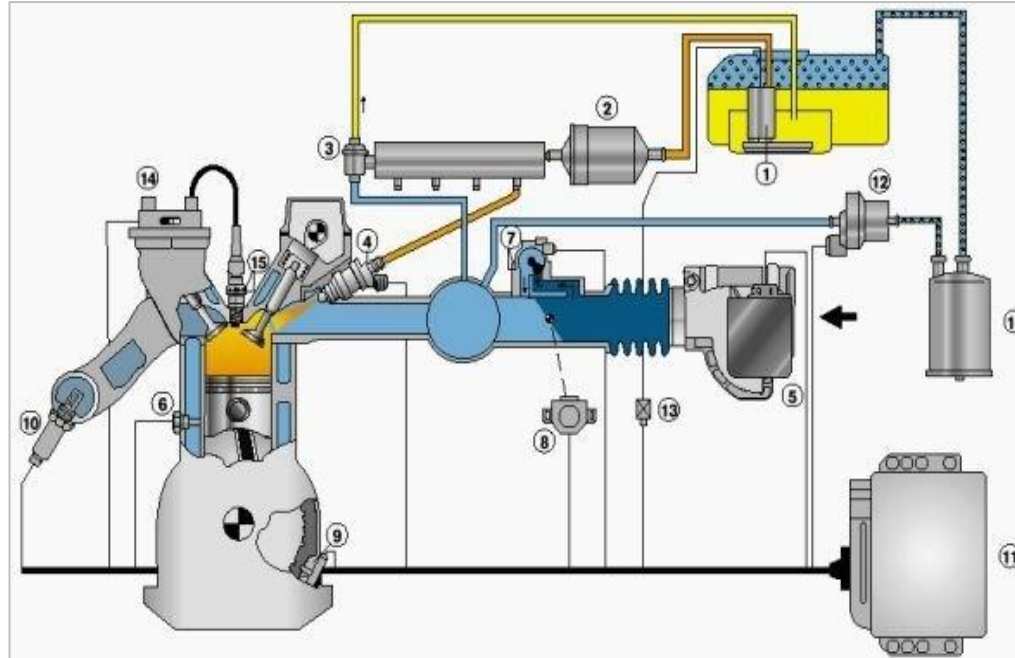
Descrição da Solução²

- **Tetrafuel:** Movido a quatro tipos diferentes de combustível.
- **Motorização:** O motor utilizado é um ciclo otto convencional com sistema de alimentação para combustível líquido e gasoso.

Vantagens

- Flexibilização de combustível
- Maior economia por km rodado

Representação Esquemática do Sistema



Descrição da Solução²

- **Motorização:** Ciclo otto convencional com sistema de alimentação para combustível líquido e gasoso.
- **Aplicação Híbrido:** O uso da tecnologia de injeção é de suma importância para o projeto Híbrido, aliado ao motor elétrico regenerativo e gás, haverá uma eficácia ainda maior

Desvantagens

- Complexidade do sistema
- Maior custo de fabricação
- Sistema mais pesado

Baseline:
Principal característica de estudo para o projeto

Motor Flex Ciclo Otto: 88 cv

Capacidade dos tanques: 48 L

Peso total: 1,6 toneladas

Avaliação das fontes energéticas renováveis

Critérios	Peso do critério	100% Etanol	Etanol + Gás	Etanol + HEV	Etanol + PHEV	Etanol + Célula de Hidrogênio	Etanol + Gás + PHEV
Autonomia ¹	0,190	3	4	1	2	2	5
Emissão de poluentes ²	0,179	3	2	5	5	5	5
Tempo de abastecimento ³	0,119	3	4	1	2	4	4
Impacto ambiental na fabricação de combustível	0,190	3	3	2	2	5	3
Disponibilidade do combustível	0,131	3	5	1	1	2	4
Nível de modificação	0,095	3	3	2	2	1	2
Viabilidade Econômica	0,095	3	4	2	2	1	1
Total	1	Referência	3,49	2,10	2,40	3,15	3,70

1 – Muito pior 3 – Referência 5 – Muito bom
 2 – Pior 4 – Bom



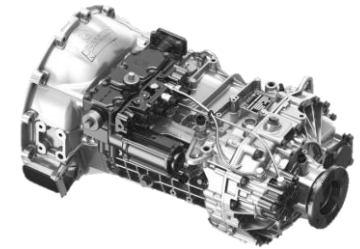
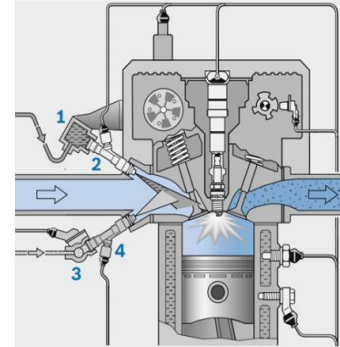
¹Massa do combustível e acumulador

²Gases poluentes e resíduos sólidos

³Do tanque de combustível e carga das baterias

Fonte: Autor

Ciclo a Combustão



Transferência de sinal ou energia elétrica



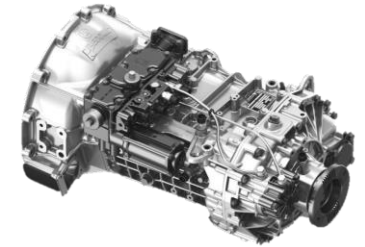
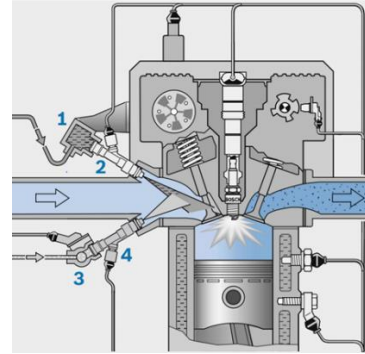
Transferência de fluido



Transferência de energia cinética



Ciclo Híbrido



Transferência de sinal ou energia elétrica



Transferência de fluido



Transferência de energia cinética

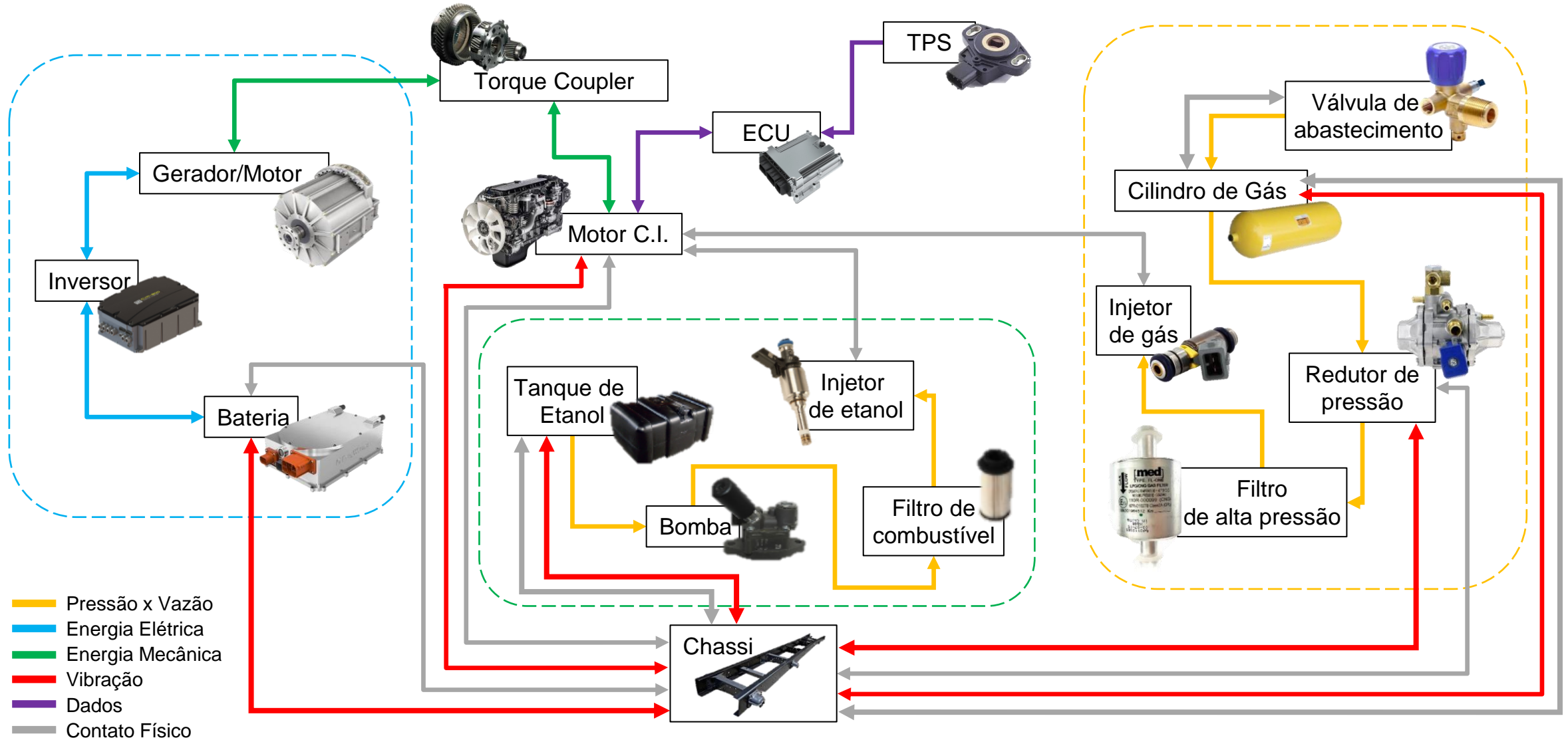


Ciclo Regenerativo

Pedal do freio



Transferência de sinal ou energia elétrica



Etanol

Componentes									
	Tanque de combustível	Pré-filtro sedimentador	Bomba de baixa pressão	Filtro de combustível	Bomba de alta	Eletroválvula Injetora	Sensor Regulador de Pressão de Combustível	Sensor de Temperatura do motor	TPS Sensor de posição do acelerador
Dimensões [mm]	750x1000x500	190x120x120	200x90x85	Ø140 x 260	350x200x250	140x65x75	45x45x70	40x40x59	30x20x15
Material	Polímero	Aço	Ferro fundido, aço	Polímero	Aço, ferro fundido, cobre	Polímero, aço inox	Aço inox, polímero	Cobre, polímero, material cerâmico	ABS
Fornecedores	BEPO	Parker, Tecfil, Fram, Hengst	Bosch	Parker, Tecfil, Fram, Mahle	Bosch, Delphi, Nakata	Bosch, Magneti Marelli	DS, Bosch, Magneti Marelli	MTE-Thomson, Magneti-Marelli	DPK, DS Tecnologia
Massa [kg]	81,00	1,00	3,30	0,60	5,10	0,25	0,35	0,94	0,31
Processo de Fabricação	Injeção	Estampagem, usinagem, montagem	Fundição, usinagem, montagem	Injeção, montagem	Fundição, usinagem, montagem	Injeção, usinagem, montagem	Injeção, usinagem, montagem	Injeção, usinagem, montagem	Injeção, usinagem, montagem

Massa total = 92,85 kg

Gás

Componentes								
	Cilindro de gás	ECU	Válvula de cabeça de Cilindro	Redutor de Pressão	Tubo de Alta Pressão	Manômetro	Filtro de Gás	Bicos Injetores
Dimensões [mm]	403x935	150x150	Desprezível	115x190x110	Bobinas de 6m	100	Desprezível	Depende da potência do sistema
Material	Aço Cromo Molibênio	Alumínio, polímero	Aço	Alumínio	Aço	Interior: Aço Mostrador: Plástico	Alumínio	Depende da potência do sistema
Fornecedores	Cilbrás/Mat	Landirengo/Lovato	Tomasetto/Ita	Tomasetto	NEI	Amazônia Hidráulica	Landi renzo	Landirengo
Massa [kg]	100	0,3	0,3	2	-	0,3	0,2	0,5
Processo de Fabricação	Hot Spinning	Material Comprado	Material Comprado	Fundição	Hot Spinning	Material Comprado	Material Comprado	Material Comprado

Massa total = 403,6 kg

Elétrico

Componentes									
	Bateria	Gerador/Motor	Inversor	ECU Gerenciamento de Energia	ECU da Bateria (BMS)	Sensor de corrente da bateria	Sensor temperatura da bateria	Torque Coupler	Cabeamento
Dimensões [mm]	Modular (células)	323x270x250	560x440x132	150x150	117x114x36	95x37x88	Ø10x170	Ø300x150	-
Material	Lítio, alumínio, cobre	Cobalto, cobre, alumínio, aço	Cobre, polipropileno,	Cobre, polipropileno,	Cobre, polipropileno,	Cobre, polímero	Cobre, polímero	Aço	Níquel, cobre, polímero
Fornecedores	LG, Samsung, Moura	Brusa, Bosch	WEG, Bosch	DENSO, KEIHIN	AA Portable Power	TE Connectivity	Wells Vehicle Eletronics	Schaeffler	TE Connectivity
Massa [kg]	429,00 (288 células)	55,90	65,00	1,00	0,23	0,02	Desprezível	16,00	-
Processo de Fabricação	Extrusão, laminação, metalização, estampagem	Usinagem, montagem	Injeção, montagem de placa de circuito	Injeção, montagem de placa de circuito	Injeção, montagem de placa de circuito	Injeção, montagem	Injeção, extrusão, montagem	Usinagem, montagem	Extrusão

Massa total = 567,15 kg

	Componente	Funcionalidade	Funcionalidade	Classificação			Componente	Funcionalidade	Funcionalidade	Classificação		
				B/S	-/0/+	U/A				B/S	-/0/+	U/A
1	Cilindro de gás	Armazenar gás Fornecer gás Prover energia	Armazenar gás Fornecer gás Prover energia	B	+	U	11	Filtro de combustível	Filtrar impurezas	B	0	U
2	Válvula de corte de alta pressão	Permitir abastecimento Interromper fluxo	Permitir abastecimento Interromper fluxo	B	+	U	12	Bomba injetora principal	Injetar o combustível Bombear combustível Fornecer energia	B	+	U
3	Sensor de alta pressão	Fornecer informações Coletar informação	Fornecer informações Coletar informação	S	+	U	13	Pedal de freio	Acionar sistema Acionar freio Acionar cilindro mestre Pressurizar linha	B	+	U
4	Regulador mecânico de pressão	Ajustar pressão	Ajustar pressão	B	-	U	14	TPS - Sensor de posição do acelerador	Requisitar potência Fornecer informações Acionar máquina elétrica Coletar informação	B	+	U
5	Torque Coupler	Transmitir torque Distribuir torque Conectar motores	Transmitir torque Distribuir torque Conectar motores	B	-	U	15	ECU - Unidade de controle	Proporcionar autonomia Reduzir consumo Aumentar potência Gerenciar veículo Controlar atuadores Acionar máquina elétrica	S	+	U
6	Motor a combustão	Transformar energia Gerar potência Gerar torque Prover autonomia Propelir o veículo Gerar calor	Transformar energia Gerar potência Gerar torque Prover autonomia Propelir o veículo Gerar calor	B	+	U	16	Sistema de freio	Reduzir velocidade Regenerar energia	S	+	U
7	Válvula injetora	Controlar injeção Atomizar combustíveis Prover autonomia Injetar gás Injetar etanol	Controlar injeção Atomizar combustíveis Prover autonomia Injetar gás Injetar etanol	B	+	U	17	Baterias	Armazenar energia Alimentar sistema Fornecer energia	B	+	U
8	Tanque de etanol	Armazenar etanol Fornecer etanol Prover energia	Armazenar etanol Fornecer etanol Prover energia	B	+	U	18	Inversor de frequência	Gerenciar energia Converter corrente	B	+	U
9	Pré-filtro sedimentador	Decantar água Separar partículas	Decantar água Separar partículas	S	+	U	19	Máquina elétrica	Transformar energia Aumentar autonomia Gerar potência Gerar energia	B	+	U
10	Bomba baixa	Transferir o combustível Pressurizar combustível	Transferir o combustível Pressurizar combustível	B	+	U				B	+	U

B	Função Básica ou Principal	+	Relevante	-	Não desejável ou não querido pelo cliente	U	Uso
S	Função Secundária	0	Irrelevantes			A	Estética

FONTE: Autores

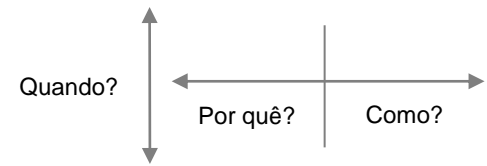
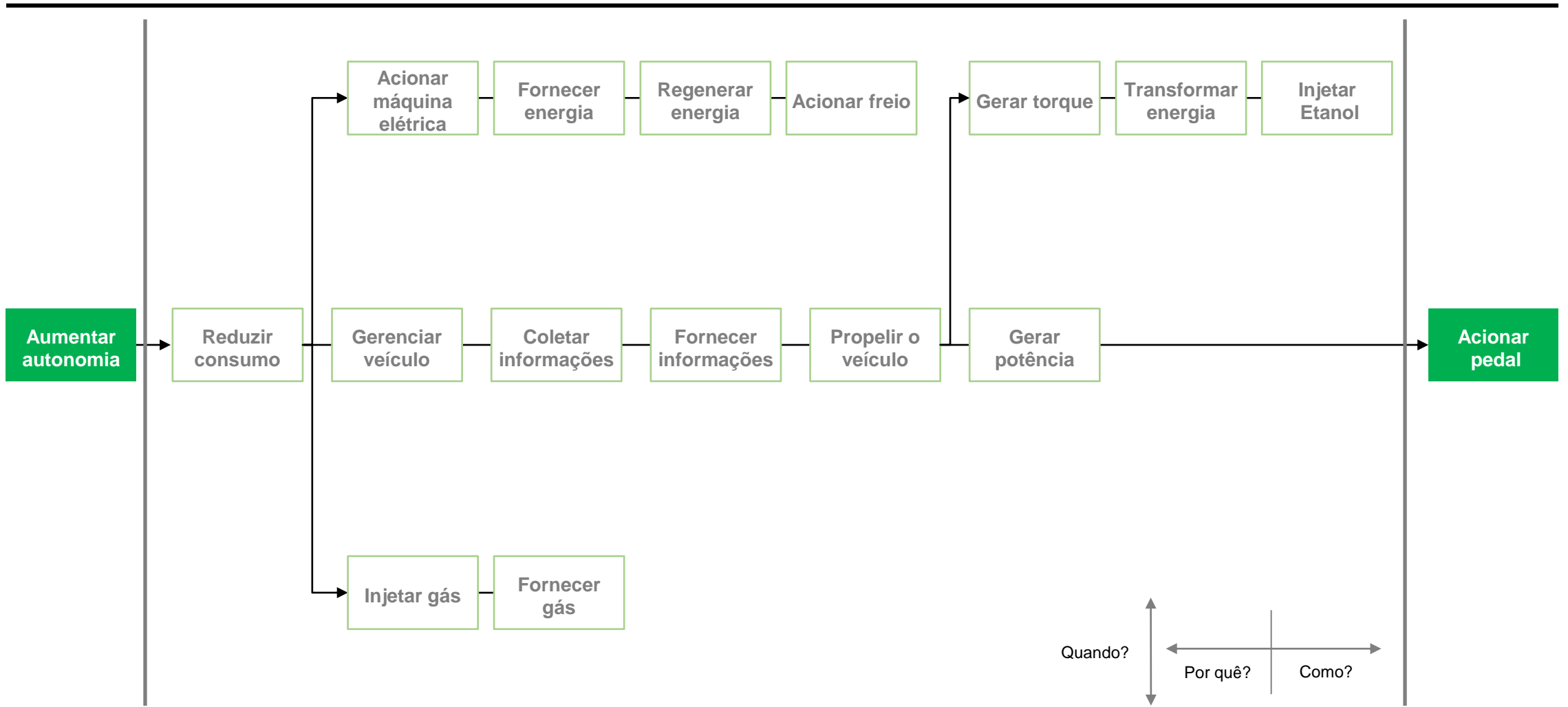
	Componente		Funcionalidade			Classificação		
	B/S	-/0/+	U/A					
1	Cilindro de gás	Armazenar gás Fornecer gás Prover energia	B	+	U			
2	Válvula de corte de alta pressão	Permitir abastecimento Interromper fluxo	B	+	U			
3	Sensor de alta pressão	Fornecer informações Coletar informação	B	-	U			
4	Regulador mecânico de pressão	Ajustar pressão	B	+	U			
5	Torque Coupler	Transmitir torque Distribuir torque	B	+	U			
6	Motor a combustão	Transformar energia Gerar potência Gerar torque Prover autonomia Propelir o veículo Gerar calor	B B B S B S	+ + + + + -	U U U U U U			
7	Válvula injetora	Prover autonomia Injetar gás Injetar etanol	S S B	+ + +	U U U			
8	Tanque de etanol	Armazenar etanol Fornecer etanol Prover energia	B B S	+ + +	U U U			
9	Pré-filtro sedimentador	Decantar água Separar partículas	B B	0 0	U U			
10	Bomba baixa	Transferir o combustível Pressurizar combustível	S B	+ +	U U			
11	Filtro de combustível	Filtrar impurezas	B	0	U			
12	Bomba injetora principal	Injetar o combustível Bombear combustível Fornecer energia	B B S	+ + +	U U U			
13	Pedal de freio	Acionar sistema Acionar freio Acionar cilindro mestre Pressurizar linha	B B S S	+ + 0 0	U U U U			
14	TPS - Sensor de posição do acelerador	Requisitar potência Fornecer informações Acionar máquina elétrica Coletar informação	S B S B	+ + + +	U U U U			
15	ECU - Unidade de controle	Proporcionar autonomia Reduzir consumo Aumentar potência Gerenciar veículo Controlar atuadores Acionar máquina elétrica	S S S B B B	+ + + + + +	U U U U U U			
16	Sistema de freio	Reduzir velocidade Regenerar energia	B S	+ +	U U			
17	Baterias	Armazenar energia Alimentar sistema Fornecer energia	B B B	+ + +	U U U			
18	Inversor de frequência	Gerenciar energia Converter corrente	B B	+ +	U U			
19	Máquina elétrica	Transformar energia Aumentar autonomia Gerar potência Gerar energia	B S B B	+ + + +	U U U U			

B	Função Básica ou Principal	+	Relevante	-	Não desejável ou não querido pelo cliente	U	Uso
S	Função Secundária	0	Irrelevantes			A	Estética

FONTE: Autores



Fluxograma



FONTE: Autores



Noise Factors

Varição entre as peças

- Fixação do sistema
- Estanteidade
- Composição dos materiais
- Dilatação

Ambiente externo

- Tipo de pavimento
- Descontinuidade na pista
- Condição climática
- Pedra e poeira

Interação entre sistema

- Vibração da transmissão

Uso do cliente

- Aceleração
- Manutenção
- Sobrecarga do sistema

Mudança no tempo/distância

- Desgaste
- Corrosão
- Fadiga

Input

- Etanol
- Gás
- Energia Elétrica



Híbridus

Output

- Torque
- Autonomia

Control factors

- Tempo de injeção de combustível
- Tempo de ignição
- Air-Fuel ratio (AFR)
- Pressão do sistema de combustível
- Temperatura de combustível
- Temperatura de admissão
- Temperatura da bateria
- Corrente
- Tensão da bateria
- Controle de torque
- Package

Error states

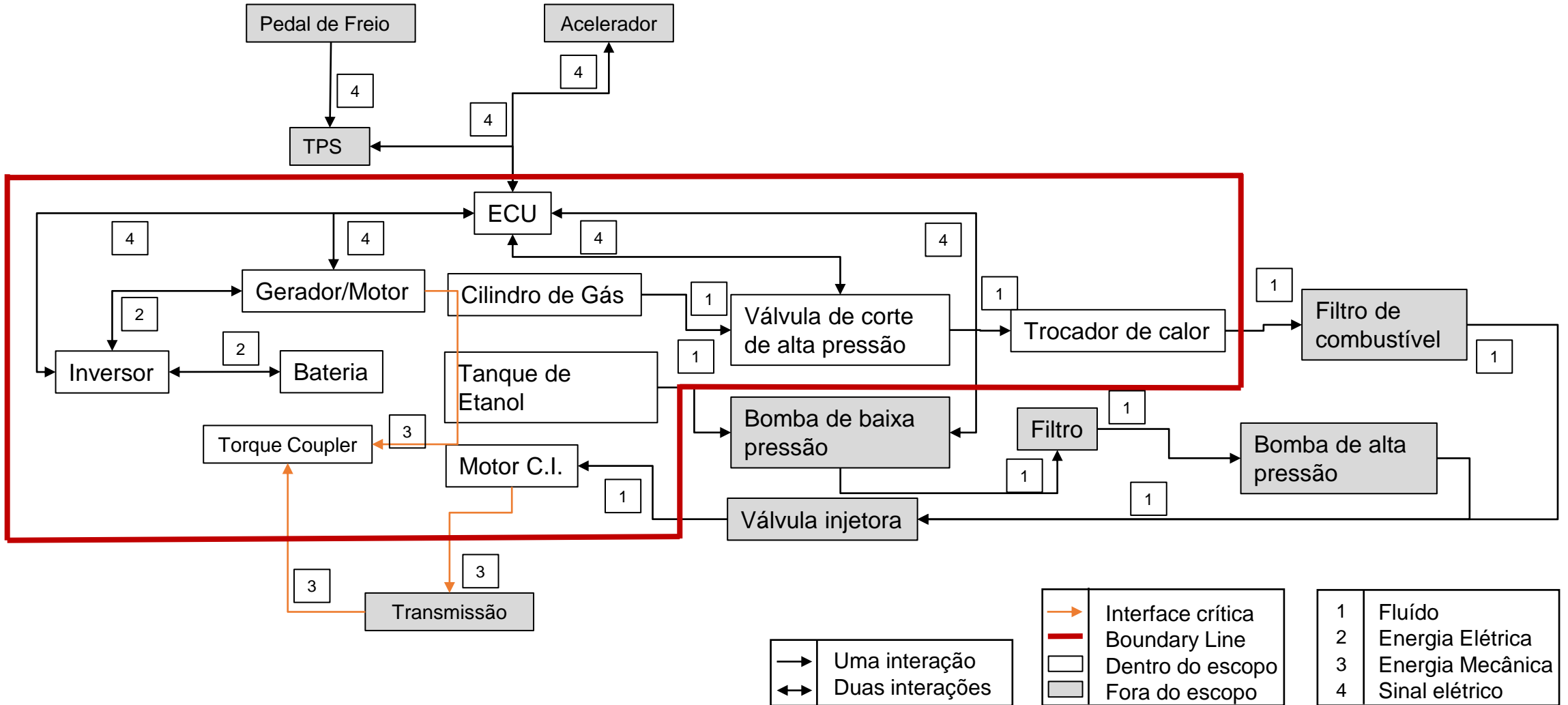
Funcional

- Perda de potência
- Perda de autonomia
- Desgaste prematuro do motor combustão
- Desgaste prematuro do motor máquina elétrica
- Falha de comunicação do sistema eletrônico

Não Funcional

- Emissão de gases fora do especificado
- Explosão tanque de gás
- Superaquecimento da bateria
- Superaquecimento do sistema eletrônico
- Superaquecimento do MCI
- Vazamento de combustível

Diagrama de Bloco



FONTE: Autores

Itens com maiores NPRs no FMEA

ITEM	FUNÇÃO	MODO DE FALHA POTENCIAL	EFEITO(S) POTENCIAL(IS) DA FALHA	SEVERIDADE	CLASSIFICAÇÃO	CAUSA(S) E MECANISMO(S) POTENCIAL(IS) DA FALHA	OCORRÊNCIA	CONTROLES ATUAIS DO PROJ. / PROC.	DETECÇÃO	NPR	AÇÕES RECOMENDADAS	RESPONSÁVEL E PRAZO	RESULTADO DAS AÇÕES			
													AÇÕES TOMADAS	SEVERIDADE	OCORRÊNCIA	DETECÇÃO
MCI	Gerar potência e torque		Baixa quantidade de ar alimentando o motor	5		Perda de potência	4			120	15/06/2020 Leonardo Reback	15/06/2020 Rafael Rossi	5	2	6	60
			Superaquecimento do motor	8		- Juntas do cabeçote queimada - Cilindro entortados - Danos por superaquecimento	4			192	15/06/2020 Rafael Rossi	15/06/2020 Rafael Rossi	8	2	8	96



Aumentar em **82%** a autonomia do caminhão movido a Etanol

Racional: Comparativo entre os modelos P310-Diesel e P270-Etanol (Semipesados);

Dados:

- **P310** Autonomia por tanque: 930 Km;
- **P270** Autonomia por tanque: 510 Km;
- **Tanque de combustível:** 300L

Premissa: A proporção de consumo são comparáveis apesar da diferença de potência, dado que não há um modelo a diesel de 270cv da Scania.

Racional da melhoria

Dados Base

P310 – Diesel (Semipesado)

Tanque de combustível: 300L
Autonomia(teste empírico): 3,1 Km/L
Autonomia p/ tanque: 930 Km

P270 – Etanol (Semipesado)

Tanque de combustível: 300L
Autonomia(teste empírico): 1,7 Km/L
Autonomia p/ tanque: 510 Km

Racional

Diferença de autonomia por tanque

$$\Delta_{\text{autonomia (Diesel-Etanol)}} = 930 - 510$$

$$\Delta_{\text{autonomia (Diesel-Etanol)}} = 420\text{Km}$$

Calculo de acréscimo

$$\% \text{acréscimo} = \frac{(510+420)-510}{510} * 100$$

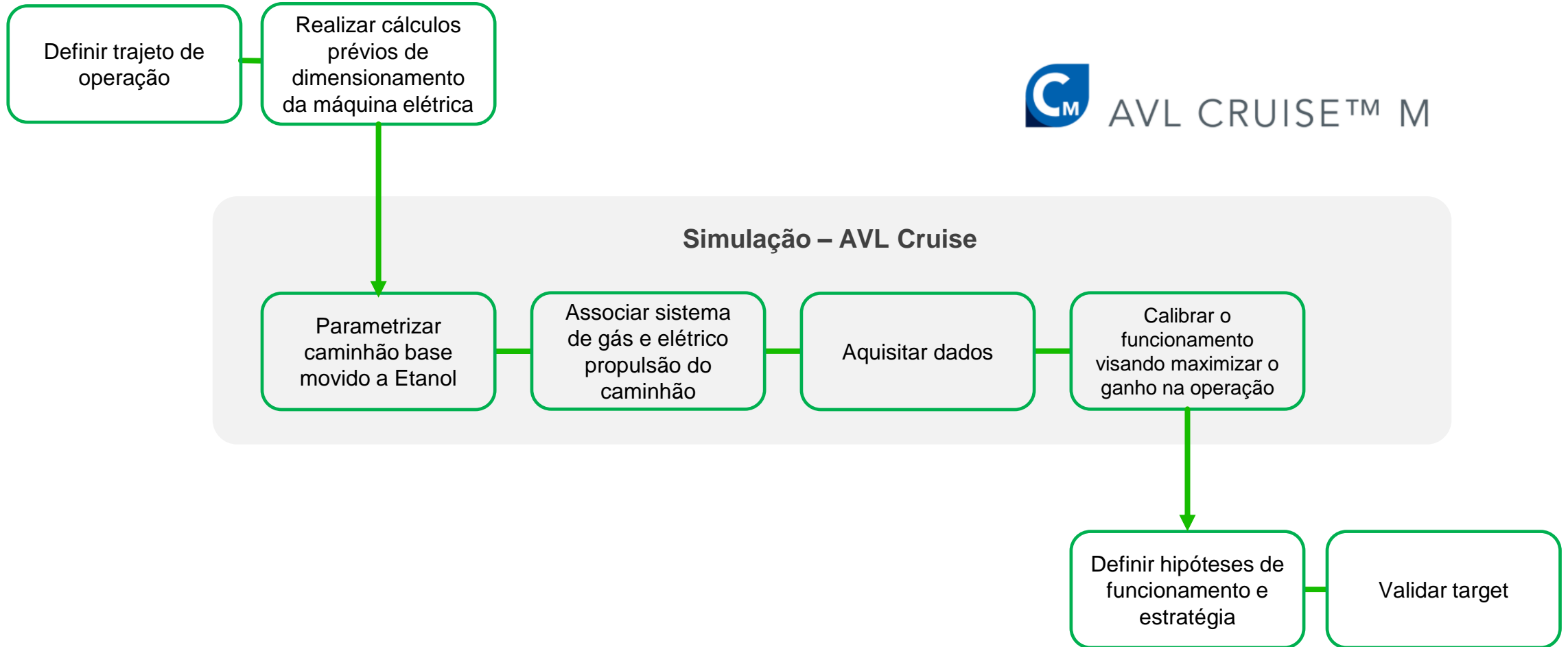
$$\% \text{acréscimo} = 82\%$$

Target: Acréscimo de 420Km (82%) de autonomia ao caminhão

Premissas

- 1º Atingir a autonomia do caminhão a Diesel com a nossa tecnologia.
- 2º O nosso caminhão base é movido a Etanol.
- 3º Conforme dissertação da Pós-graduação ESTUDO EXPERIMENTAL DA TECNOLOGIA DUAL-FUEL EM MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA UTILIZANDO BIOGÁS, GNV E ETANOL, temos acréscimo na energia de combustão quando misturado Etanol+Gás(Razao 25%).

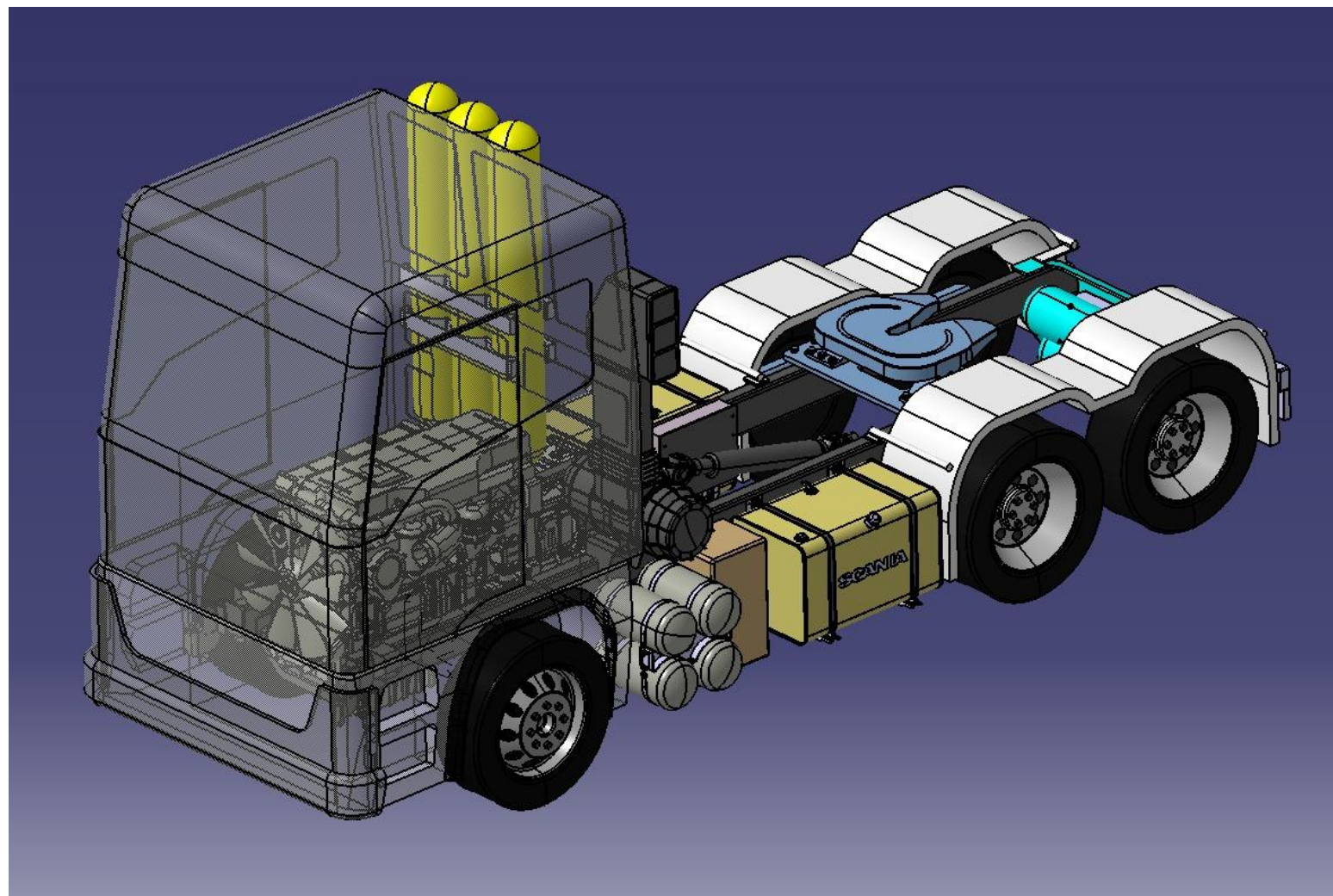
Cálculo de melhoria



01

Vista
Isométrica

Desenho
representativo da
montagem dos
equipamentos no
caminhão



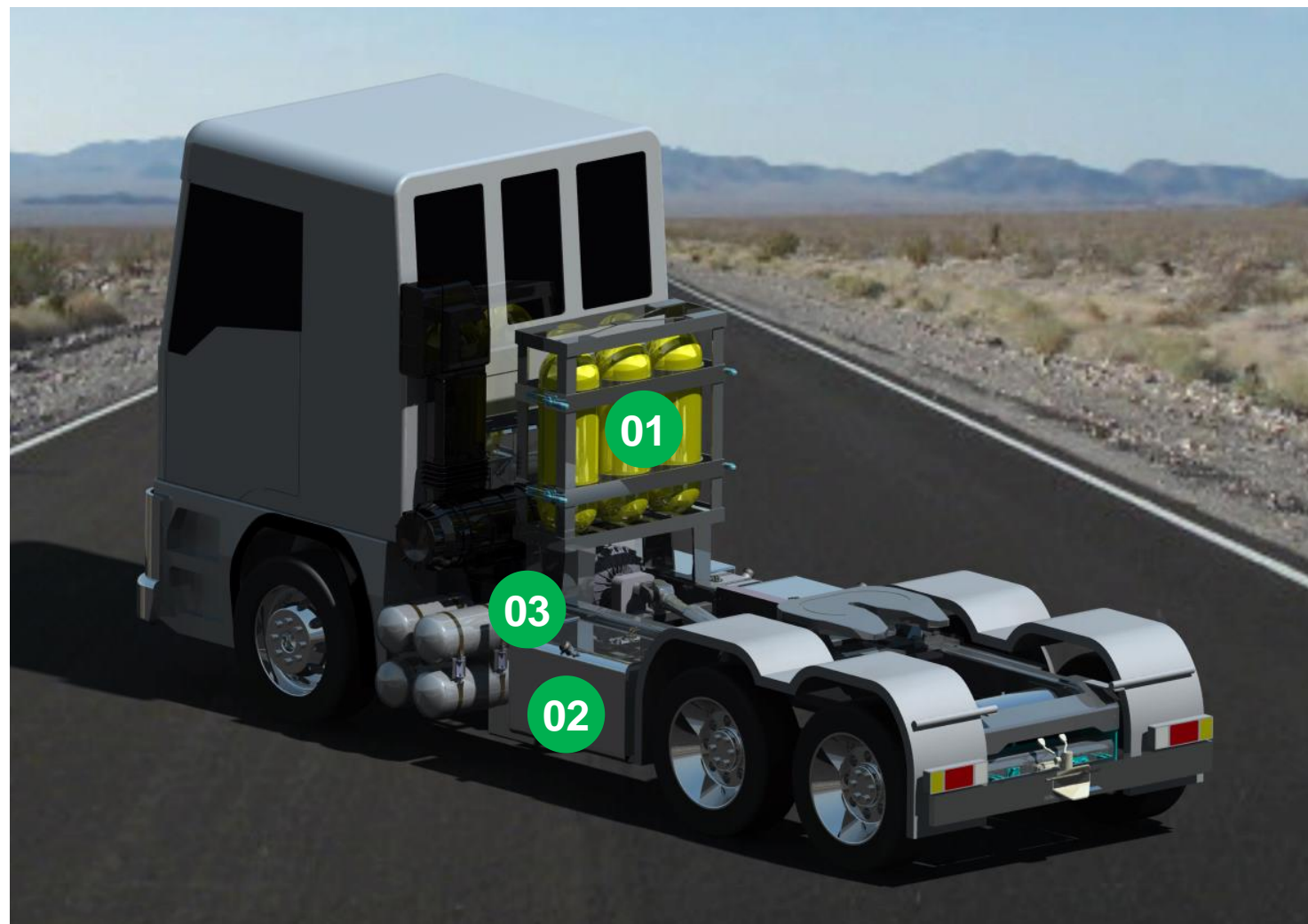
02

Vista Isométrica

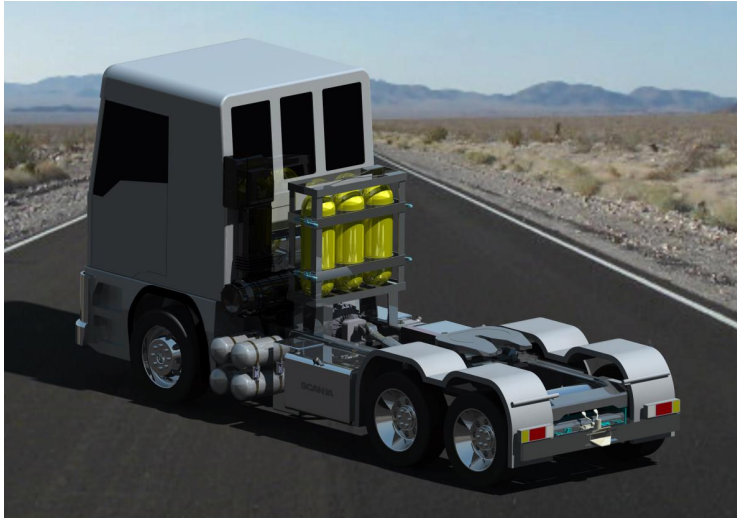
01 Cilindros de gás

02 Tanques de Etanol

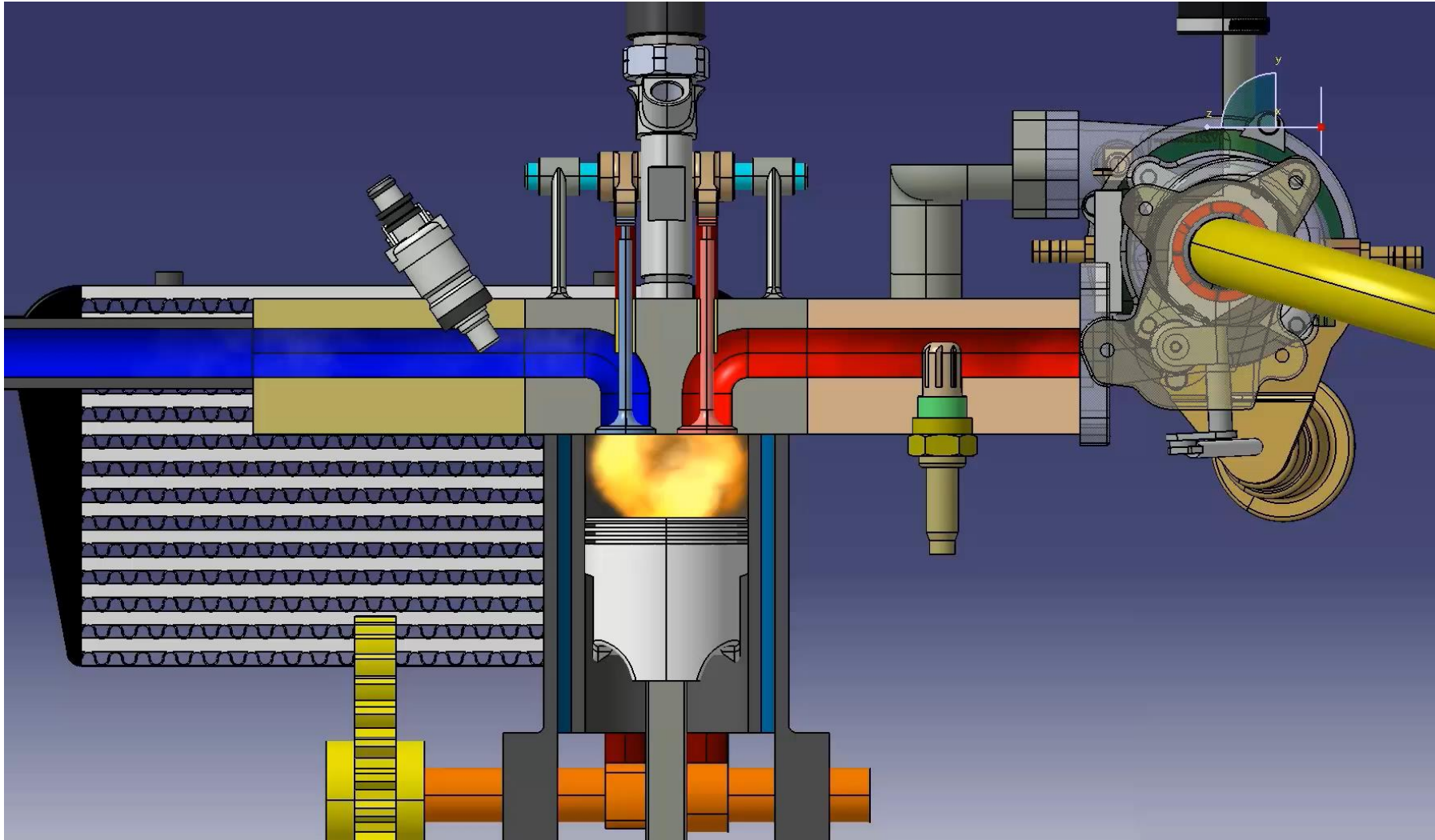
03 Bateria do motor elétrico

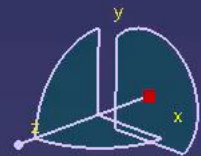
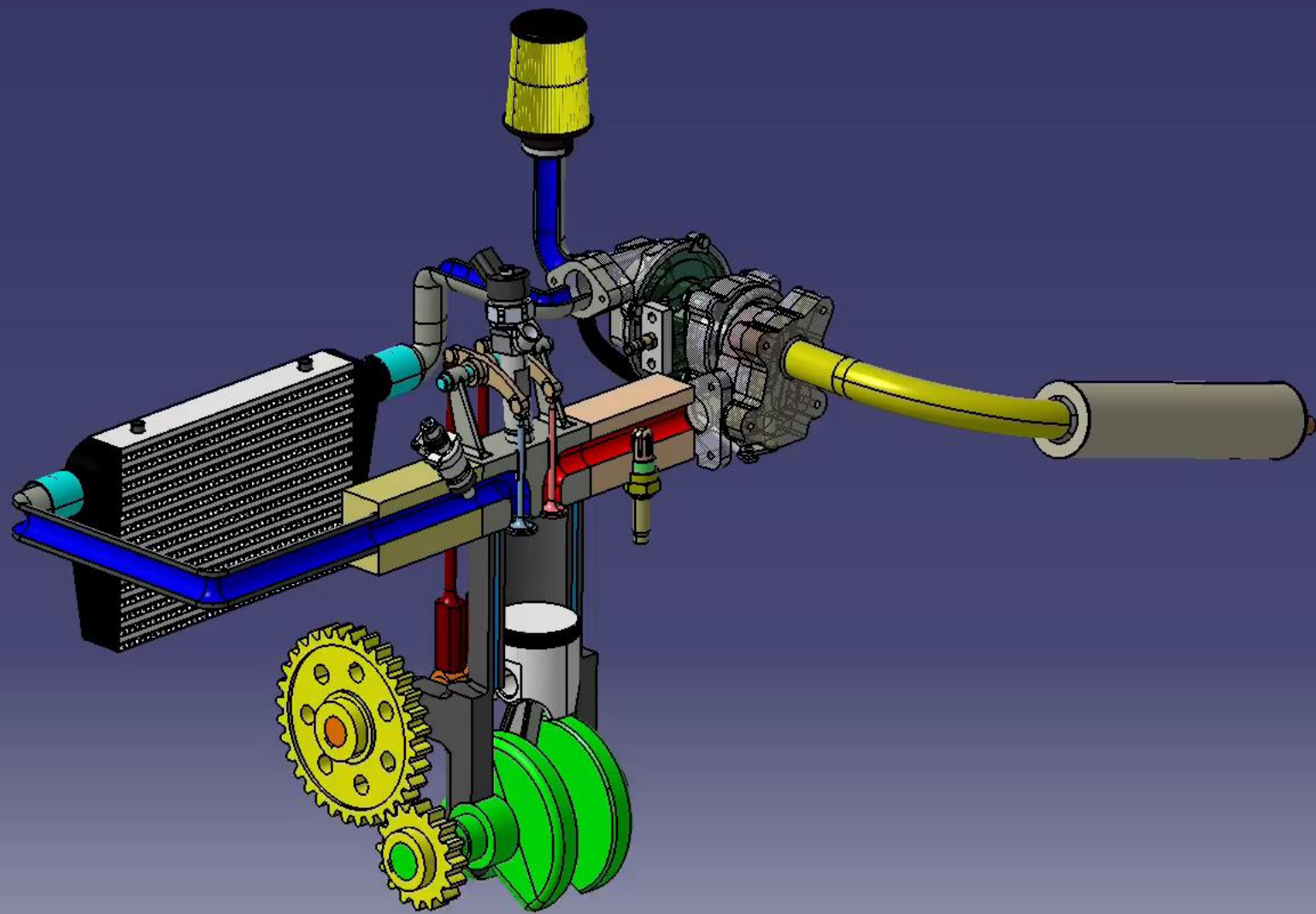


Renderização

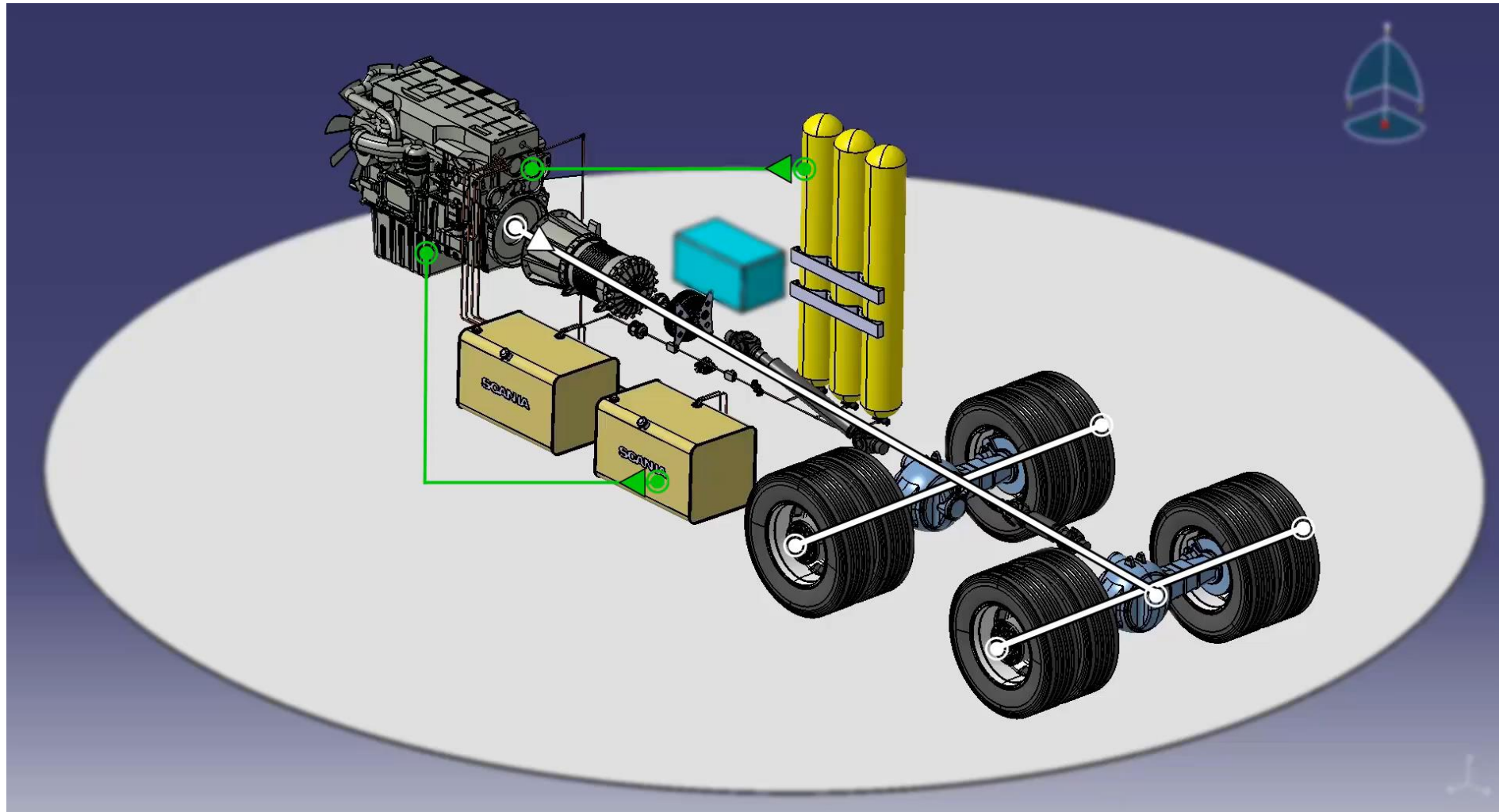


Representação Admissão, Compressão, Explosão e Exaustão

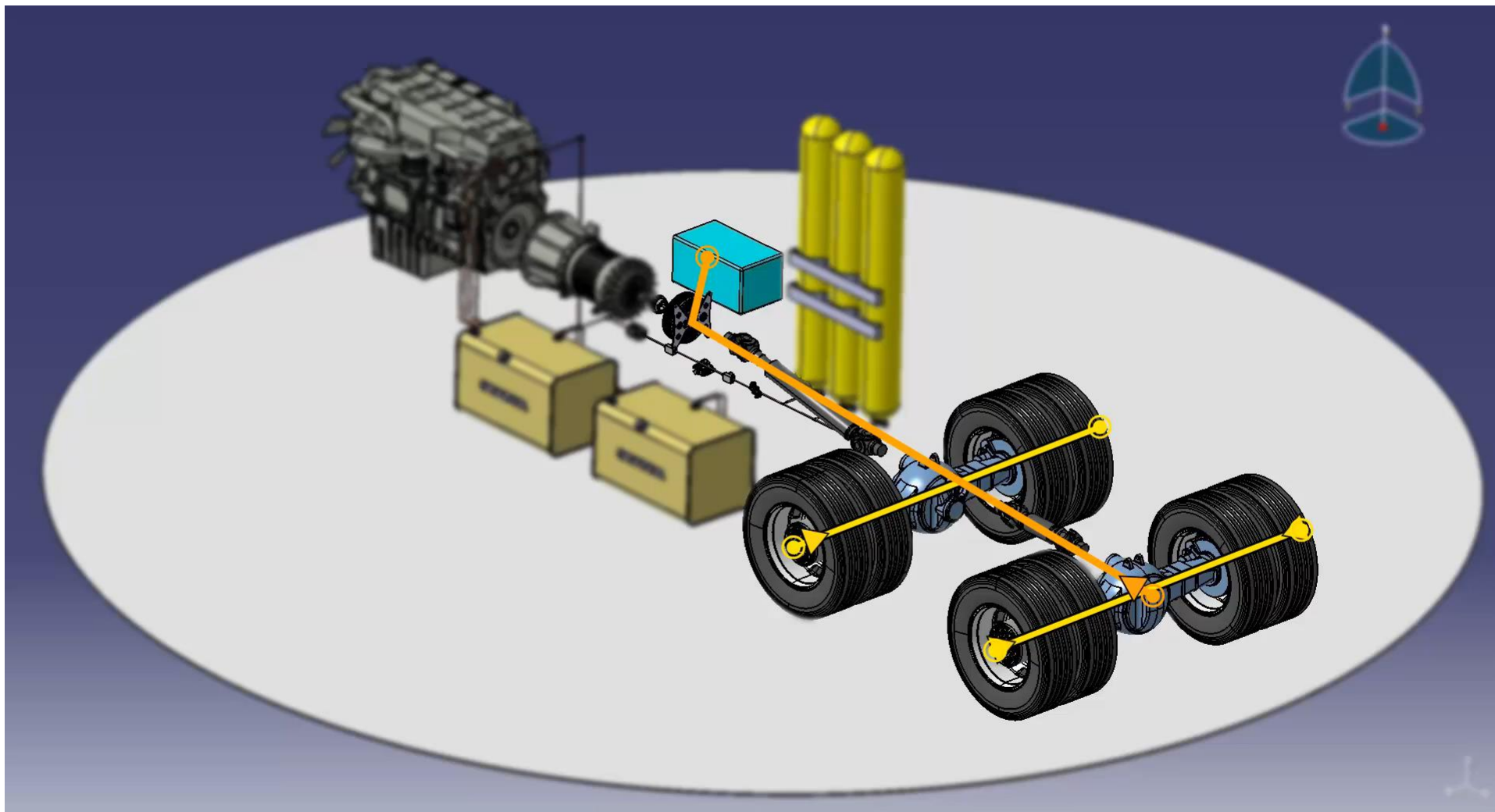




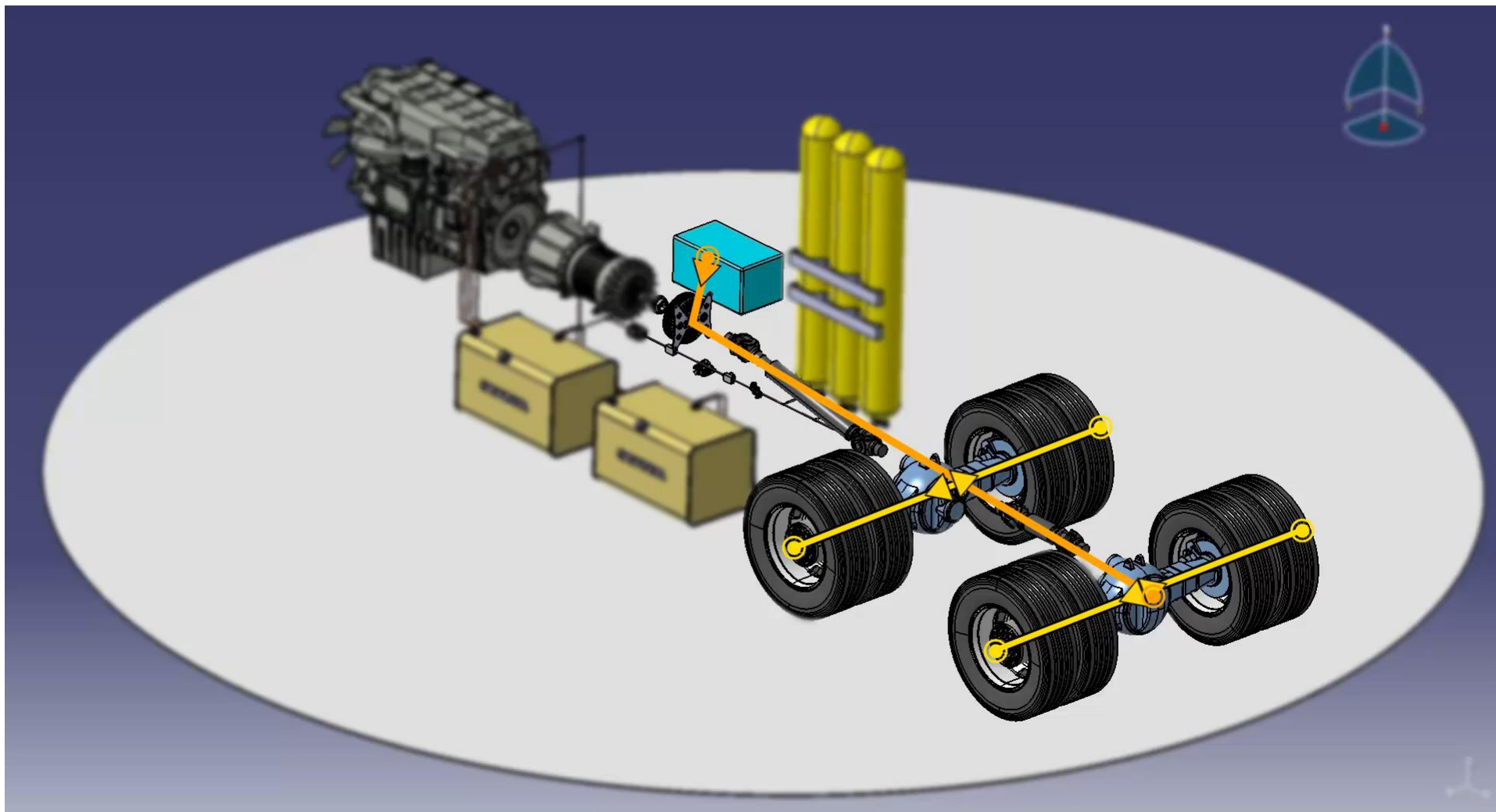
Ciclo Gás + Etanol



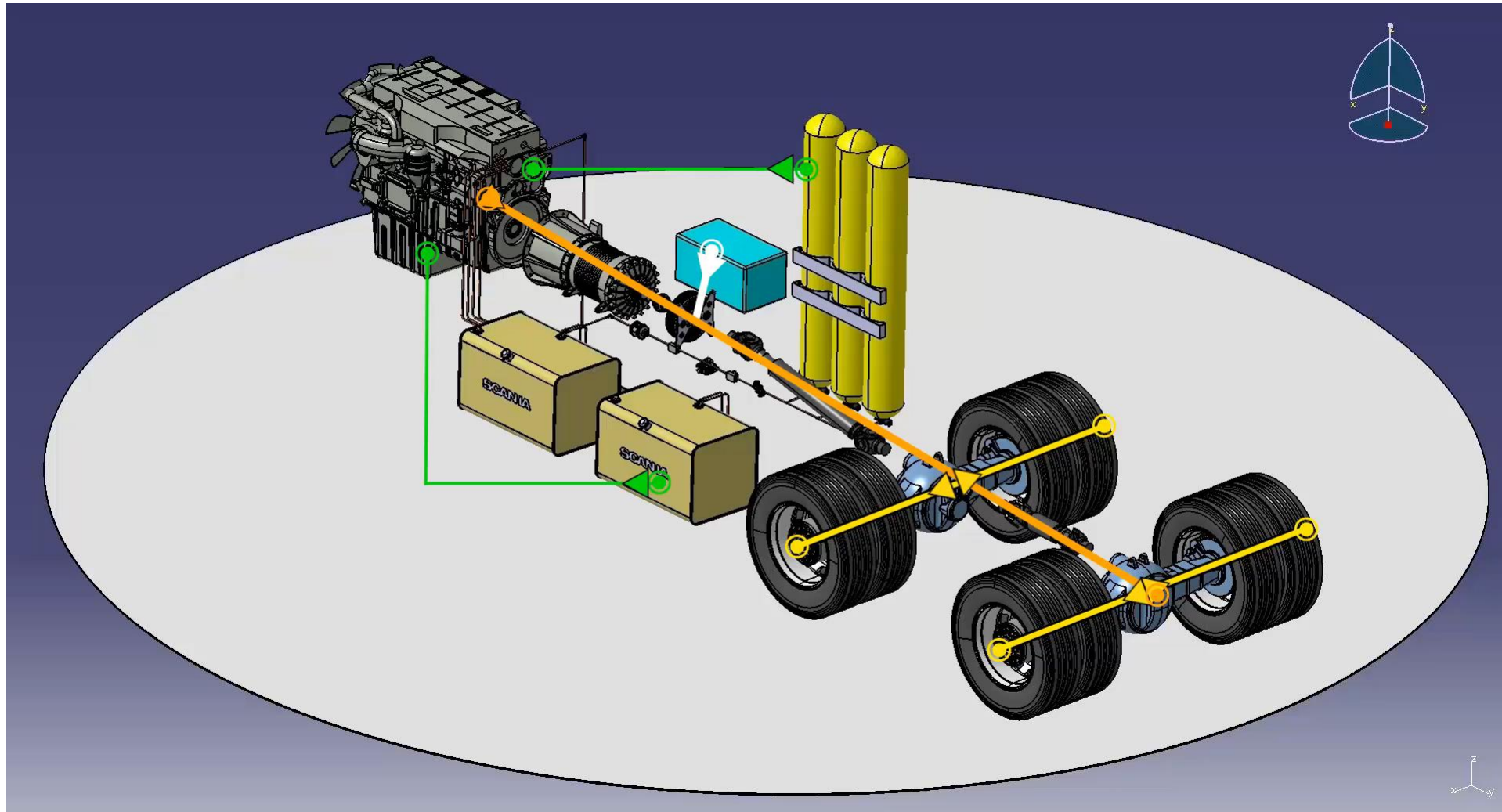
Ciclo Regenerativo



Ciclo Elétrico

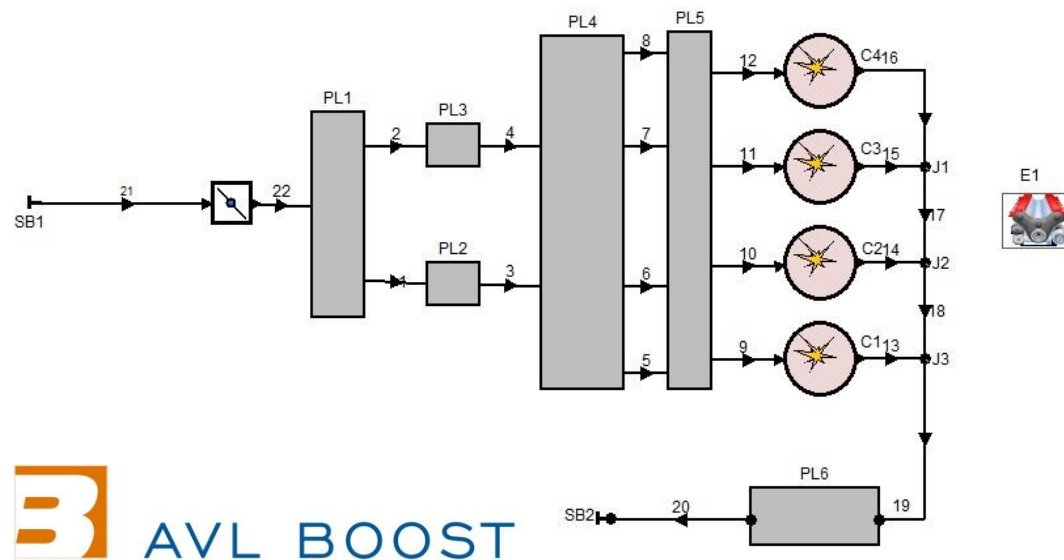


Ciclo Gás + Etanol + Elétrico



Através do software AVL Boost, foi possível simular a injeção de ambos combustíveis

Representação Esquemática Motor

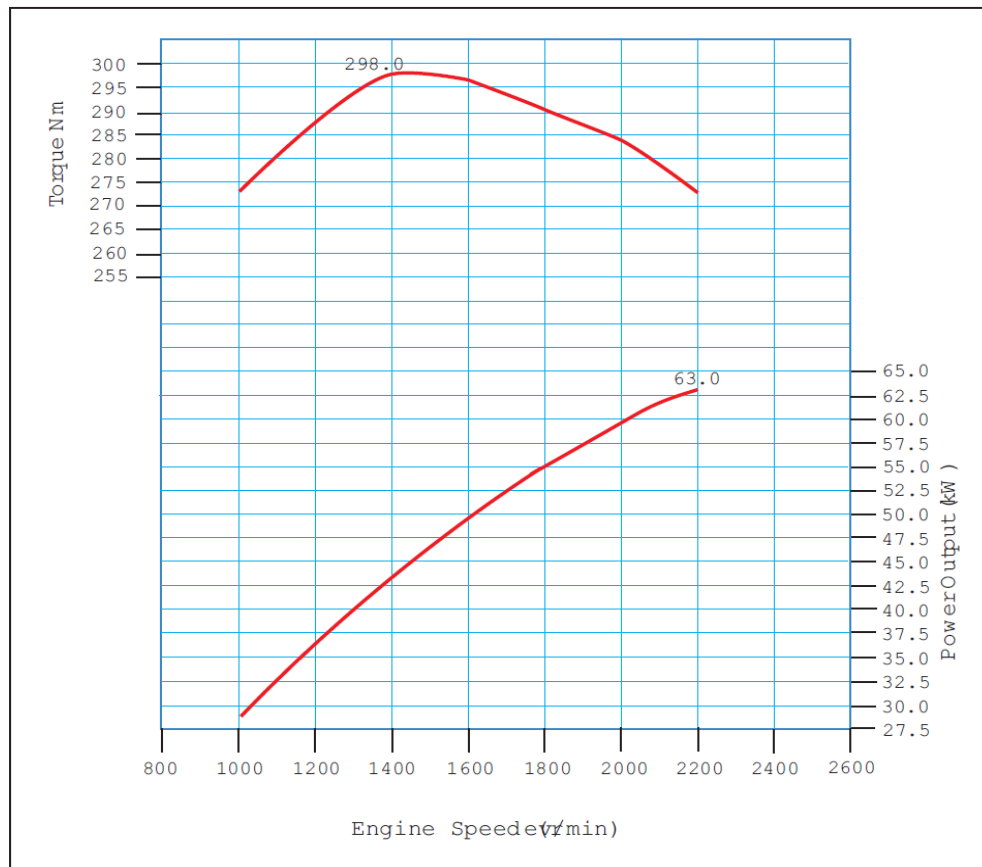


Premissas

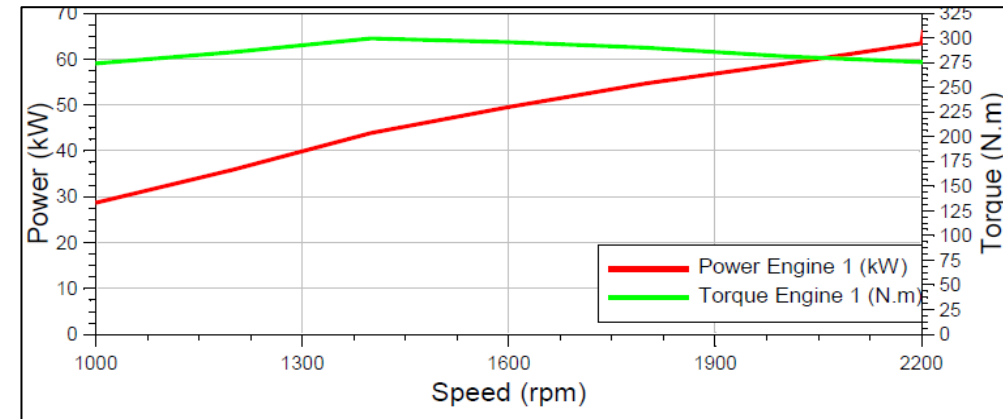
- Modelo do motor simulado: Perkins 1100 Series 1104^a - A4
- Injeção de ambos combustíveis pela mesma válvula injetora.

Validação dos Resultados

Especificação Motor



Resultado Simulação

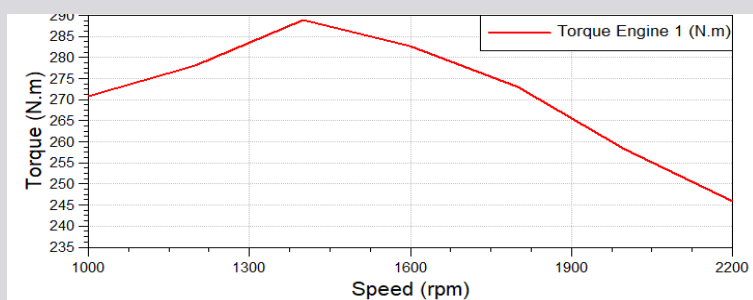


- Dados especificados pelo fabricante:
Torque máx 298Nm@1400rpm
Potência máx 63kW@2200rpm
- Dados retirados do AVL Boost (modelado):
Torque máx 300Nm@1350rpm
Potência máx 64kW@2200rpm

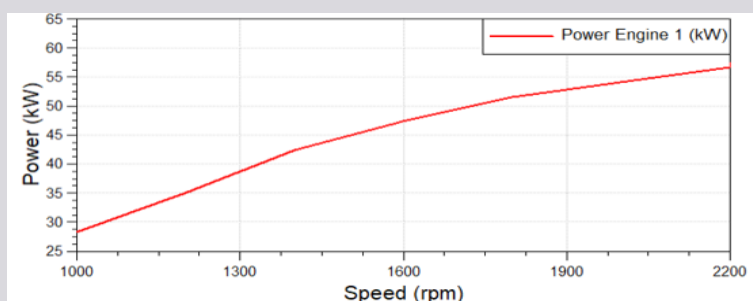
Resultados de torque, potência e consumo para cada percentual da mistura

Cenário	%Etanol	%GNV
1	100	100
2	90	10
3	80	20
4	70	30
5	60	40
6	50	50
7	40	60
8	30	70
9	20	80
10	10	90

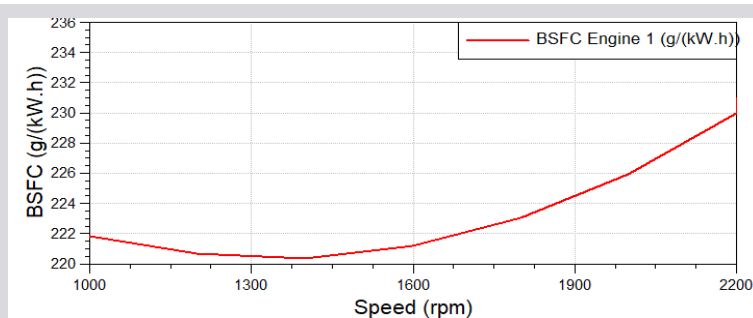
Torque x RPM



Potência x RPM



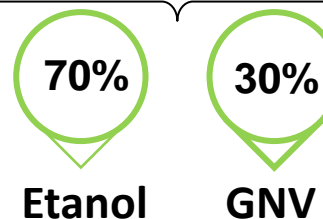
BSFC x RPM



Escolha da Proporção Adequada

PROPORÇÃO	INFORMAÇÕES							
	Volume do tanque (m ³)	Massa específica (g/m ³)	Massa do Tanque (kg)	Custo do Tanque (R\$)	Consumo Específico (g/Kwh)	Potência (Kw)	Torque (Nm)	Rotação (rpm)
GNV	95	766	73	266	192	55	325	1600
Etanol	0,3	789000	237	966	357	30	178	1600
Mistura	95 – GNV 0,3 - Etanol	-	309	1134	278	37,5	225	1600

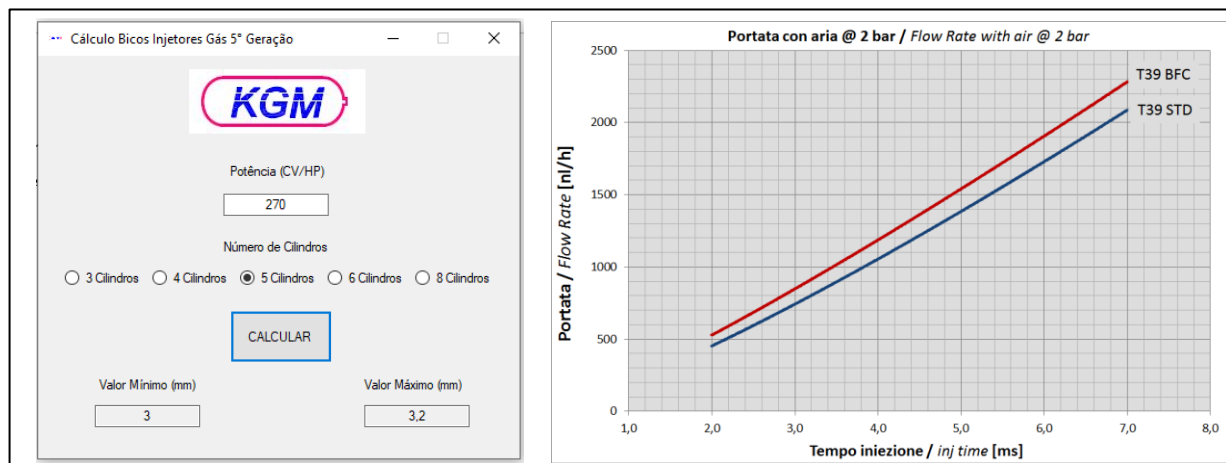
Resultados da simulação para proporção



Dimensionamento e componentes GNV

Válvulas Injetoras

- Dimensionamento a partir do Software KGM
 - Válvulas injetora necessária: 3mm à 3,2mm
- Selecionada: Válvula injetora Valtek Type 39



Demais Itens

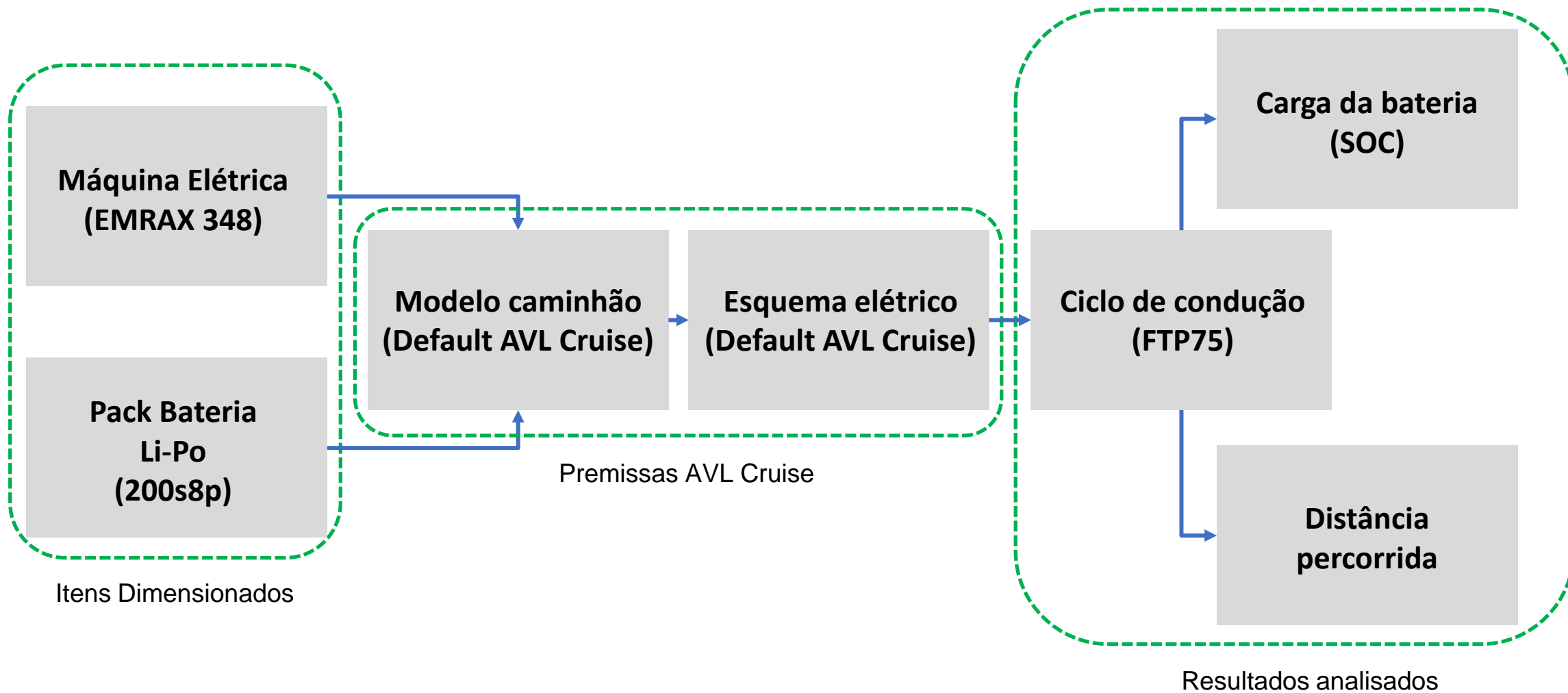
- Itens:
 - Filtro de Gás;
 - Redutor de pressão;
 - Válvula de Abastecimento;
 - Válvula do Cilindro;
 - Cilindro 32m³ (3x)

Dimensionamento a partir da máxima pressão de abastecimento (220 bar)

- Itens:
 - Sensor de Metano de alta pressão;
 - Sensor PTS;
 - Central do GNV

Genéricos

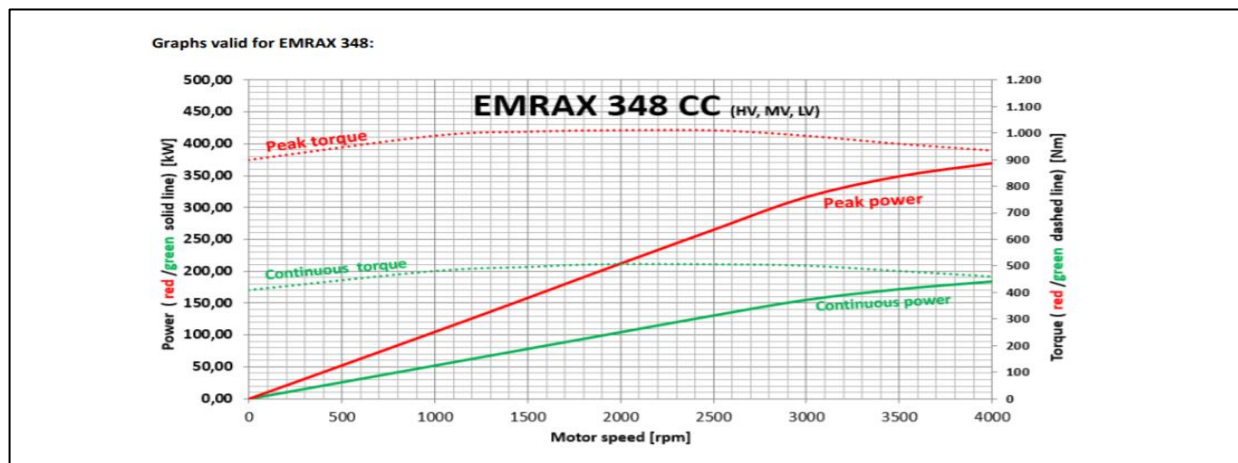
Verificar o desempenho do conjunto elétrico



Dimensionamento Elétrico

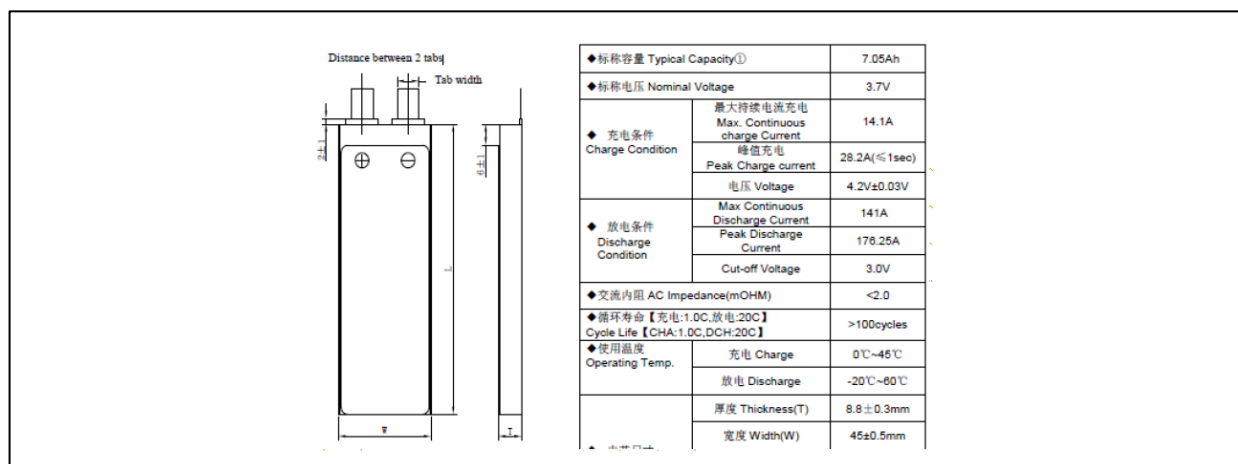
Máquina Elétrica

- Requisito:
 - Atender a demanda de torque e potência equivalente ao motor a combustão.
- Modelo dimensionado:
 - EMRAX 348 (Torque max. 1000 Nm / Potência 380 kW)

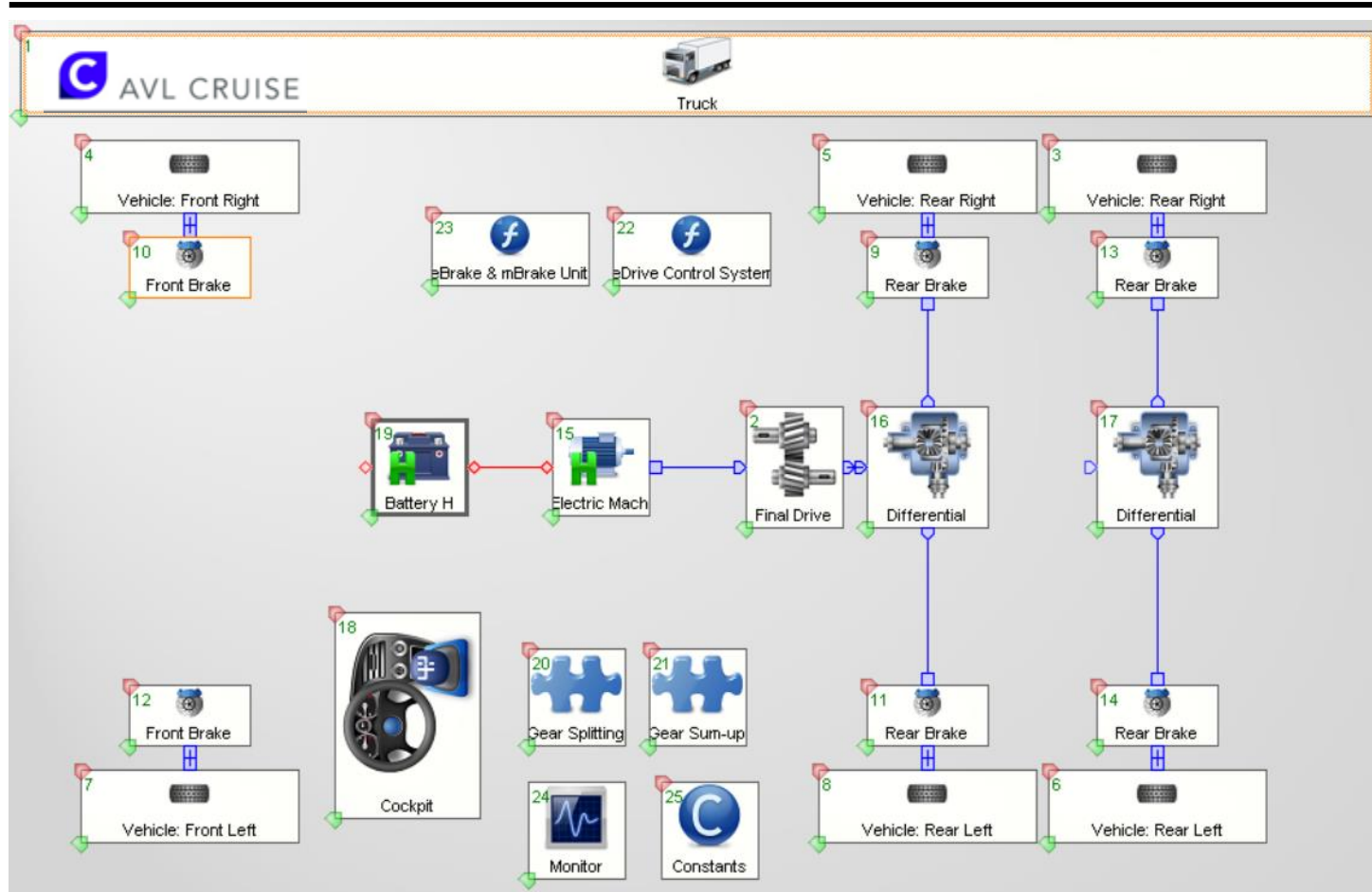


Pack de bateria

- Requisito:
 - Atender a demanda de energia da máquina elétrica.
- Dimensionamento:
 - 200s – Tensão máxima: 840V
 - 8p – Carga máxima: 112,8 Ah
- Base de cálculo: Célula MELASTA LI-PO 3.7V 7050mAh – 20C



AVL Cruise



Premissas:

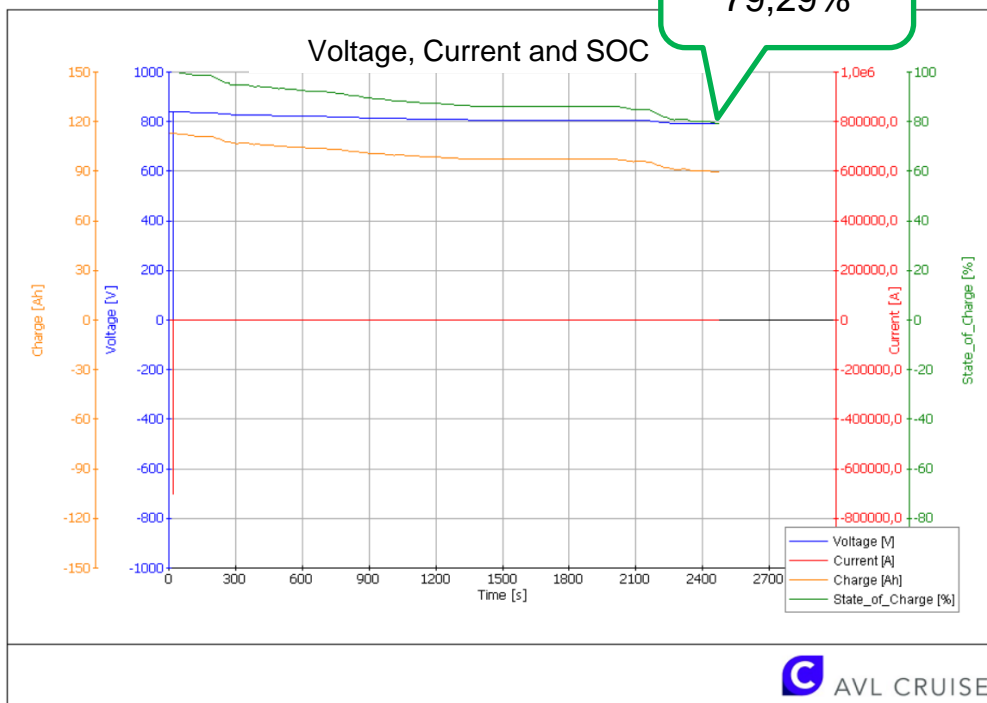
Modelo do caminhão AVL Cruise aproximado ao P270 Scania.

Funções e constantes do sistema elétrico padrão AVL, por não ser o foco do estudo.

Resultados e Análises

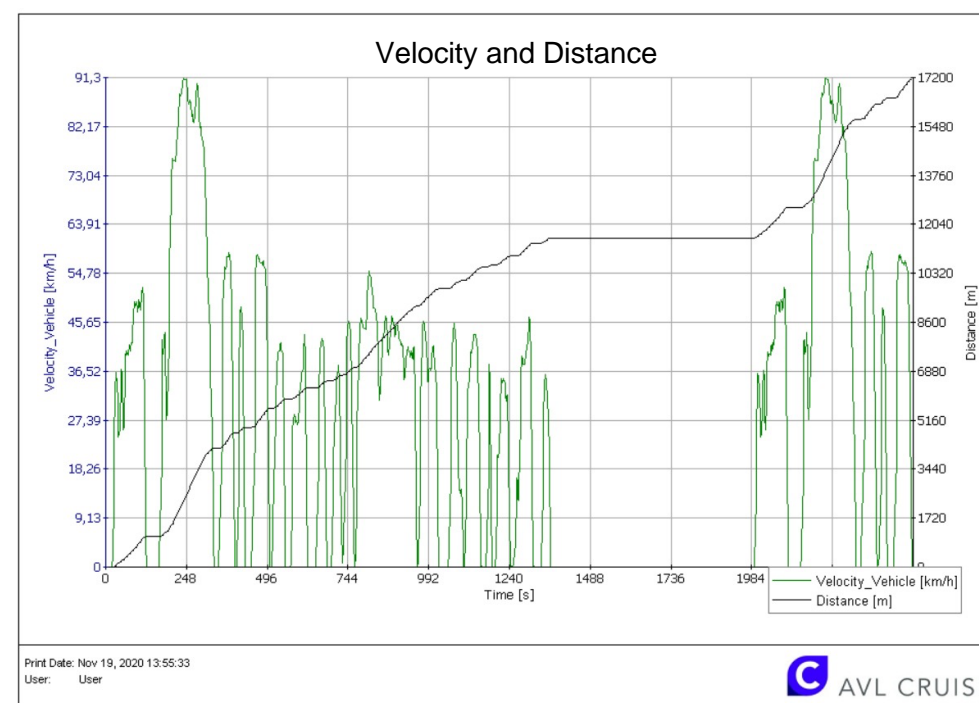
Ciclo de condução: FTP75

SOC
79,29%



Uso de 20,71% da capacidade de energia disponível pelo Pack de bateria para completar o ciclo

Ciclo completo



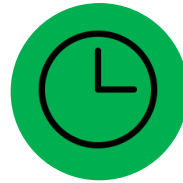
Resultados e Análises

Tempo de Recarga – Teórico



82 km

**Autonomia
pack bateria**



04h18min

(22 kW)

**Modo 3 - Plugin
Wallbox AC
22 kW**

80% recarga - 03:26 hrs



40min

(150 kW)

**Modo 4 – Plugin
DC Fast Charger
50 - 250 kW**

50kW - 80% recarga
01:32 hrs

150kW – 80% recarga
32min

250 kW - 80% recarga
00:25min



05h

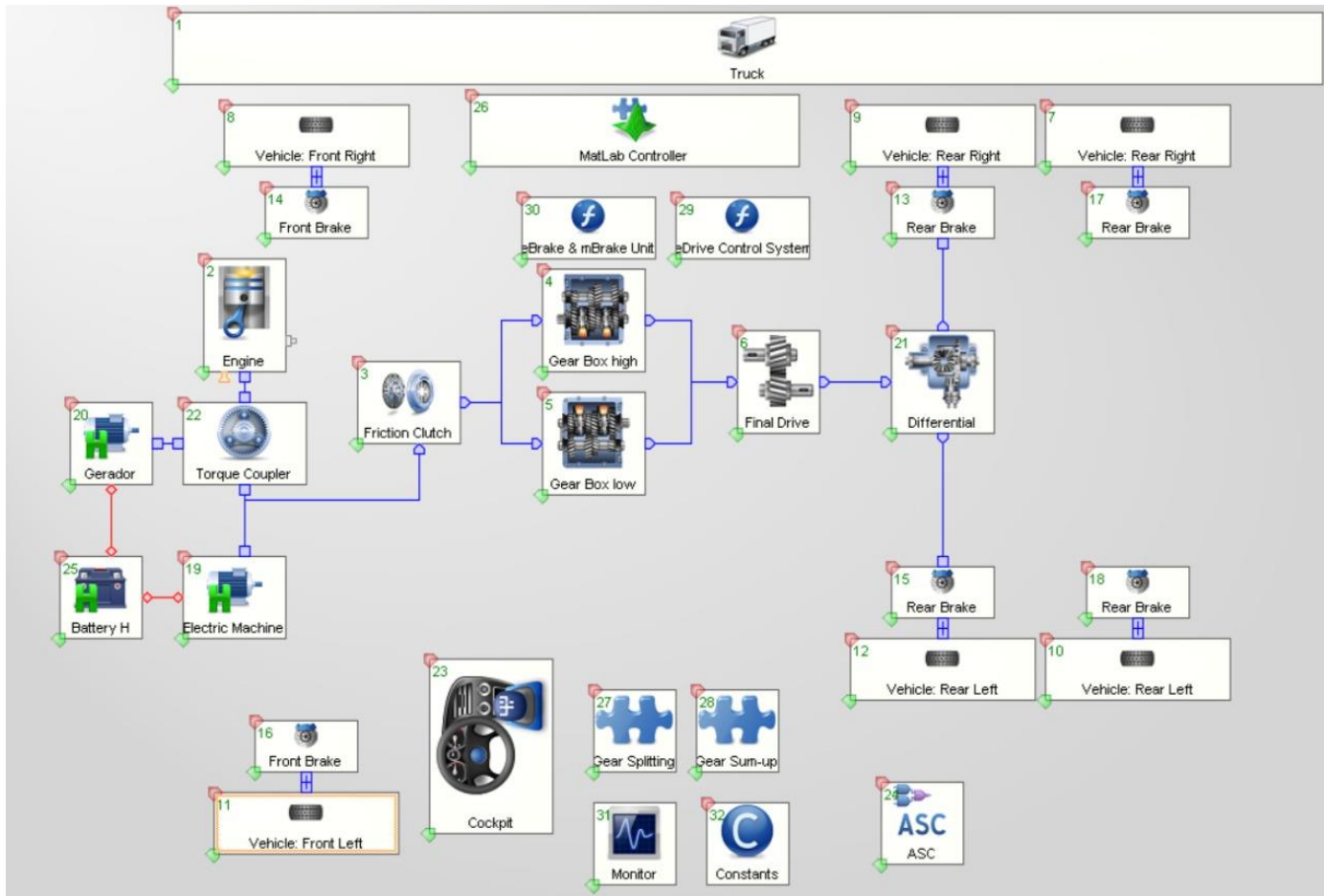
**Máquina elétrica
(Ciclo regenerativo)****



Ponto de atenção

Refrigeração do
pack de bateria

AVL Cruise – Arquitetura



Próximos passos:

Simulação do conjunto em paralelo

Componentes – Parte elétrica

Inversor

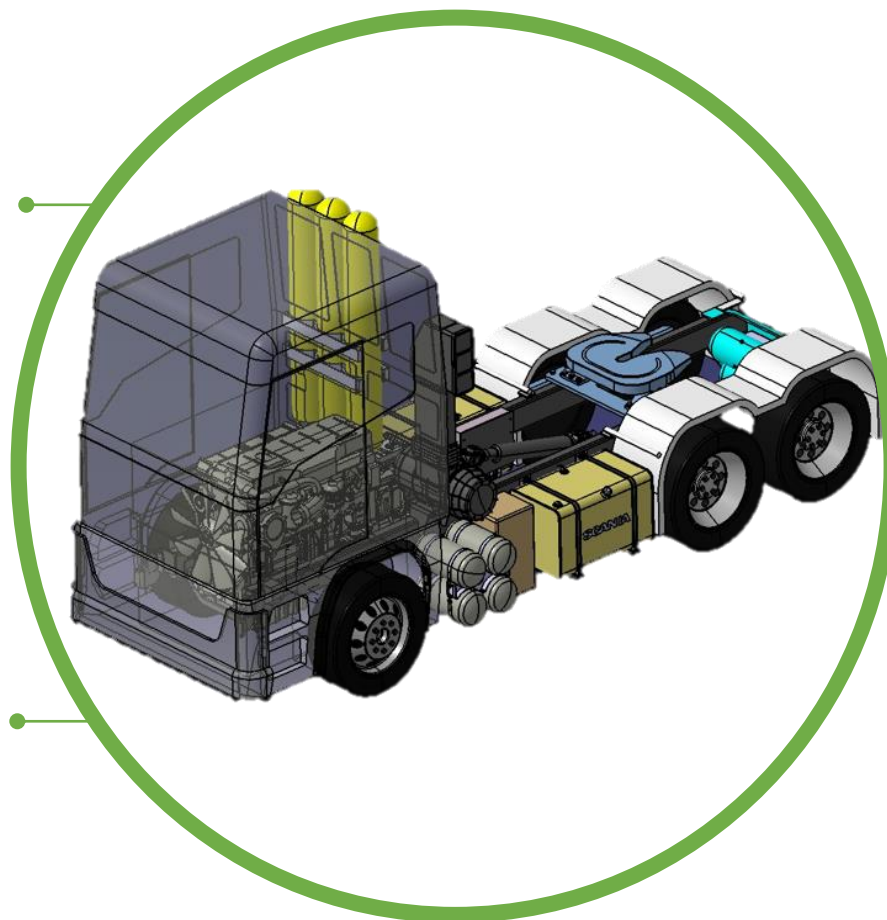


Rinehart PM250DZ

IMD



EMUS® Cell Module



BMS



EMUS® G1

O custo total considerou três frentes do projeto

Custo Projeto¹

- **Gerenciamento do projeto**
Custo: R\$ 516.504,85 (14%)
- **Pesquisa de produto**
Custo: R\$ 184.466,02 (5%)
- **Planejamento do produto**
Custo: R\$ 110.679,61 (3%)
- **Engenharia de projeto**
Custo: R\$ 1.992.233,01 (52%)
- **Documentação do Projeto**
Custo: R\$ 295.145,63 (8%)
- **Software**
Custo: R\$ 258.252,43 (7%)
- **Prototipagem**
Custo: R\$ 110.679,61 (3%)
- **Validação**
Custo: R\$ 258,252,43 (7%)
- **Outros**
Custo: R\$ 73.786,41 (2%)



Custo Total Projeto
R\$ 3.800.000,00

Custo Adaptação Gás²

- **KIT Gás:**
1x Válvula reguladora de pressão
1x Manometro (Linha de baixa)
1x Manometro (Linha de alta)
5x Injetores
1x Chicote Elétrico
1x Sensor de temperatura do líquido de arrefecimento (Redutor)
1x Sensor de pressão e temperatura do gás com MAP integrado
1x Filtro GNV (Linha de baixa)
1x Filtro GNV (Linha de alta)
1x Magueiras de gás
1x Mangueiras de água
1x Abraçadeiras
Custo: R\$ 3.000,00
- 1x Suporte Fixação dos cilindros
1x 5 Metros de tubulação
2x Válvula de abastecimento
3x Válvulas de cilindro
3x Cilindro de Gás
Custo: R\$ 7.760,00



Custo Total Gás
R\$ 10.760,00

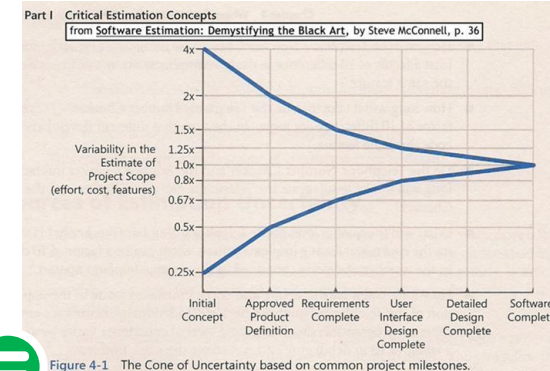
Custo Adaptação Elétrico

- **Motor elétrico EMRAX**
Custo: R\$ 42.000,00
- **1600x Célula de bateria**
Custo: R\$ 192.000,00
- **Cabeamento e conectores**
Custo: R\$ 11.700,00
- **Inversor Rinehart PM250DZ**
Custo: R\$ 613.000,00
- **BMS - Battery Management System**
Custo: R\$ 2.100,00



Custo Total Elétrico
R\$ 860.800,00

Cone da Incerteza



- **Custo Total Projeto (0,25X)**
Custo: R\$ 1.167.890,00
- **Custo Total Projeto (4x)**
Custo: R\$ 18.686.240,00

Custo Total
R\$ 4.671.560,00

Os resultados de melhoria obtidos superaram o target estabelecido inicialmente de 82% no aumento de autonomia

PROPORÇÃO	INFORMAÇÕES				
	Preço Combustível ¹ (R\$/kg)	Consumo Tanque (km/kg)	Custo do Tanque (R\$)	Autonomia Estimada (km)	Custo (R\$/km)
GNV	3,33	2,75	242	200	1,21
Etanol	3,42	2,15	810	510	1,59
Mistura	3,39	2,77	1.050	856	1,23
Diesel	3,66	3,63	936	930	1,01
Mistura + Elétrico	3,39	2,77	1.050	941	1,12

Etanol	VS	Mistura	Delta
Autonomia 510 km		Autonomia 856 km	68% ↑
R\$/km 1,59		R\$/km 1,23	23% ↓

Etanol	VS	Mistura + Elétrico	Delta
Autonomia 510 km		Autonomia 941 km	84% ↑
R\$/km 1,59		R\$/km 1,12	30% ↑

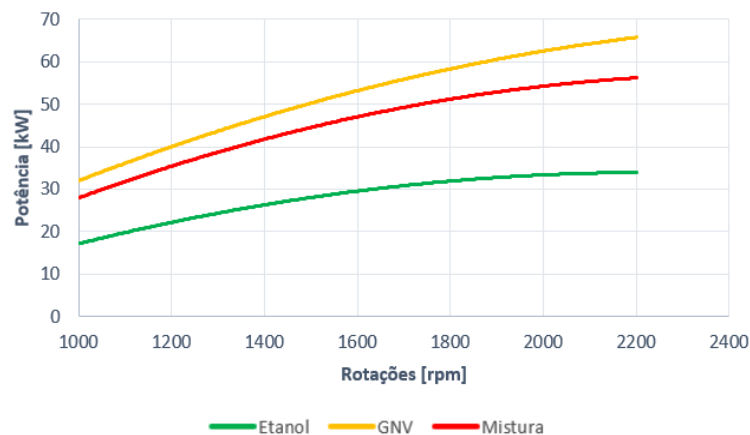


Fonte: Autores
Nota¹: Preço sem aditivo

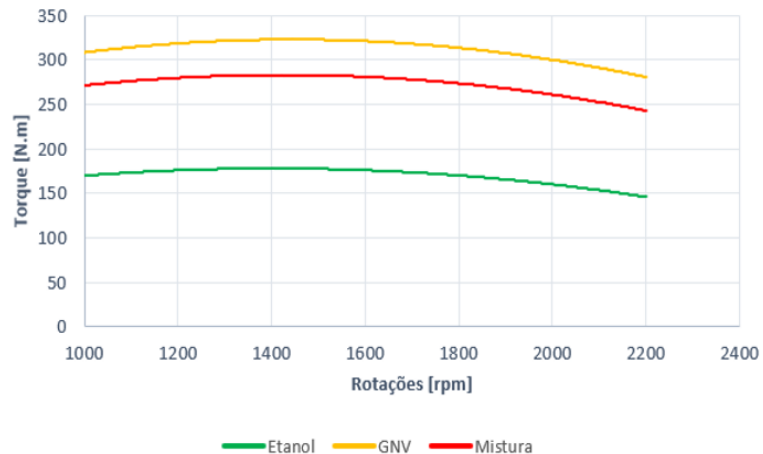


Resultados de potência, torque e consumo da mistura

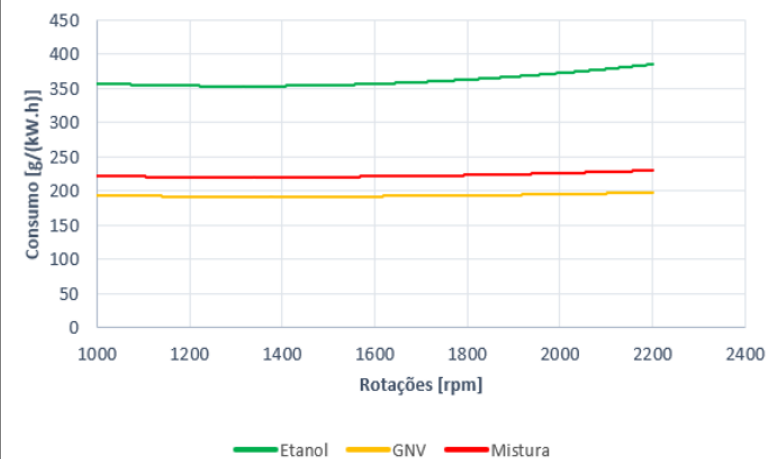
Potência



Torque



Consumo



Veículos Comerciais disponíveis no mercado com tecnologia sustentável

Híbrido Scania – G320



Potência: 320 cv

Capacidade Bateria: 7,4kWh

Torque: 1600 Nm

Autonomia: Sem info.

Tempo Estimado Abs: 13 min

Ruídos: 72 dB

Cap. carga: Sem info.

Peso: Sem info.

GNV e Biometano – R410



Potência: 401 cv

Capacidade 8 cilindros: 944 L

Torque: 2000,6 Nm

Autonomia: 550 km

Tempo Estimado Abs: 40 min

Ruídos: 64 – 80 dB

Cap. carga: 40 ton.

Peso: 16,5 ton.

Etanol – P270



Potência: 270 cv

Capacidade do Tanque: 300 L

Torque: 1400 Nm

Autonomia: 600 – 700 km

Tempo Estimado Abs: 12 min

Ruídos: Sem informação

Cap. carga: 45 ton.

Peso: 8,8 ton.

Célula de Hidr. – Nikola One



Potência: 1014 cv

Capacidade da Bateria: 320kWh

Torque: 2720 Nm

Autonomia: 800 – 1200 km

Tempo Estimado Abs: 13 min

Ruídos: Muito baixo

Cap. carga: 36 ton.

Peso: 9,5 ton.

HIBRIDUS



Potência Combustão: 230 cv

Capacidade Combinada: 95,3 m³

Torque Combinado: 1400 Nm

Autonomia: 941 km

Tempo Estimado Abs: 17 min

Ruídos: 64 – 80 dB

Cap. carga: 44 ton

Peso: 10 ton.

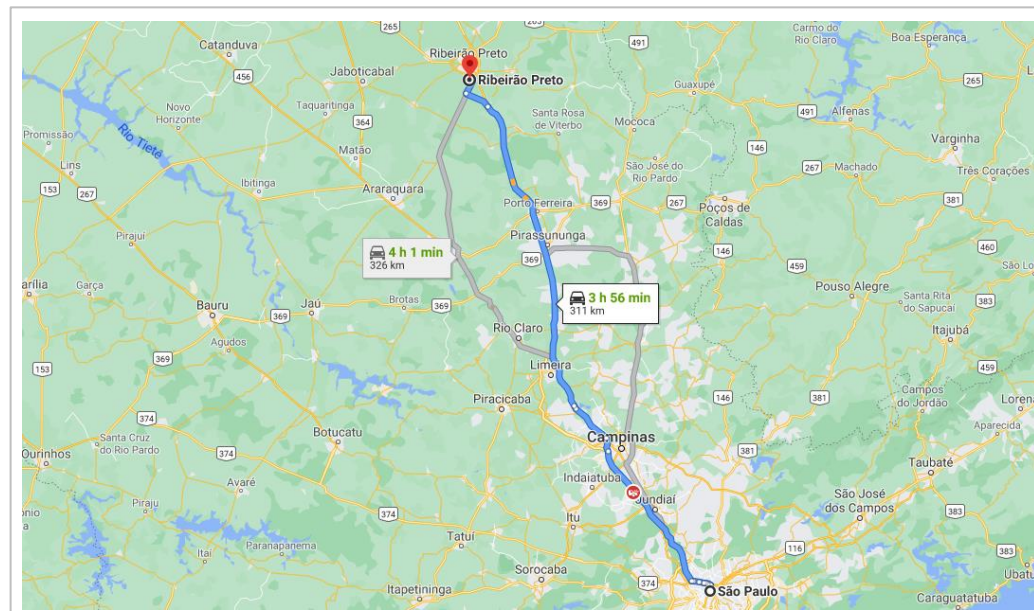
O projeto tem autonomia para realizar um ciclo completo entre São Paulo e Ribeirão preto, com previsão de abastecimento de uma vez por ciclo

Parâmetros para a logística

Parâmetro	Valor	Unidade
Tempo de operação total por dia	19	h
Tempo de perda com indisponibilidade do veículo e motorista	1,28	h
Tempo de operação útil por dia	17,72	h
Disponibilidade mecânica	0,92	%
Tempo disponível de operação por veículo no dia	16,30	h
Tempo total do ciclo	14,26	h
Ciclos por veículos no dia	1,1	ciclos
Distância percorrida em um ciclo	800	km
Autonomia estimada para o veículo	941	km

- No case analisado, foi considerado todos os parâmetros inerentes a uma operação de transporte real (Tempo útil de operação por dia, disponibilidade mecânica e etc).

Rota e Abastecimento



- A rota escolhida passa por duas das principais rodovias do país (SP-348 Bandeirantes e SP-330 Anhanguera)
- O abastecimento será realizado ao final do ciclo em SP

O projeto Híbrido tem capacidade de carga útil menor e tempo de abastecimento maior, porém com uma velocidade média maior

Diesel

Parâmetro	Valor	Unidade	
PBTC	45,00	t	
Peso do caminhão	15,98	t	↑
Carga útil	29,02	t	↑
Tempo de carregamento	75,00	min	
Tempo de descarregamento	75,00	min	
Tempo de abastecimento	12,00	min	↑
Tempo de viagem	12,31	h	↓
Velocidade média	65,00	km/ h	
Tempo total de ciclo	14,81	h	↓

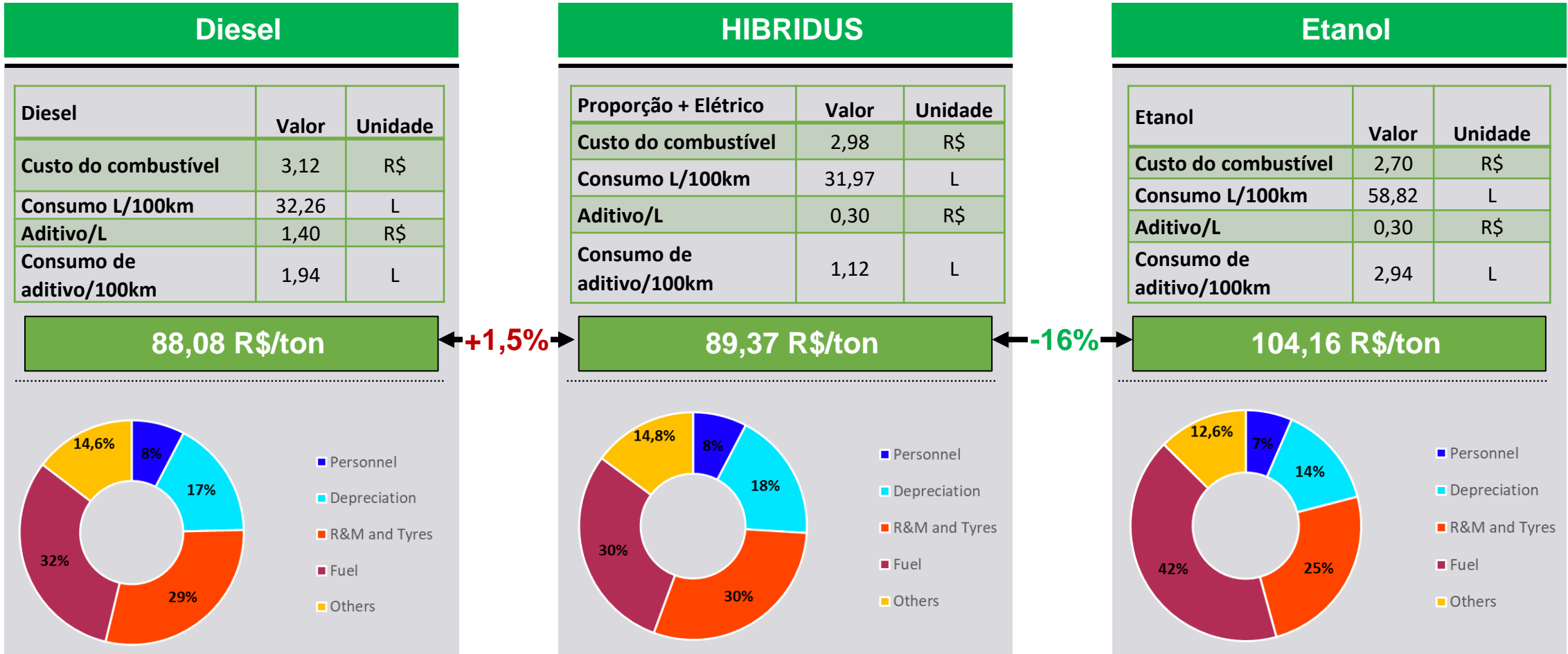
Etanol

Parâmetro	Valor	Unidade	
PBTC	45,00	t	
Peso do caminhão	15,98	t	↑
Carga útil	29,02	t	↑
Tempo de carregamento	75,00	min	
Tempo de descarregamento	75,00	min	
Tempo de abastecimento	12,00	min	↑
Tempo de viagem	12,31	h	↓
Velocidade média	65,00	km/ h	
Tempo total de ciclo	14,81	h	↓

Híbrido

Parâmetro	Valor	Unidade	
PBTC	45,00	t	
Peso do caminhão	16,95	t	↓
Carga útil	28,05	t	↓
Tempo de carregamento	75,00	min	
Tempo de descarregamento	75,00	min	
Tempo de abastecimento	17,00	min	↓
Tempo de viagem	11,76	h	↑
Velocidade média	68,00	km/ h	
Tempo total de ciclo	14,26	h	↑

Com os resultados de autonomia obtidos, o projeto se posiciona como uma das melhores soluções frente aos concorrentes



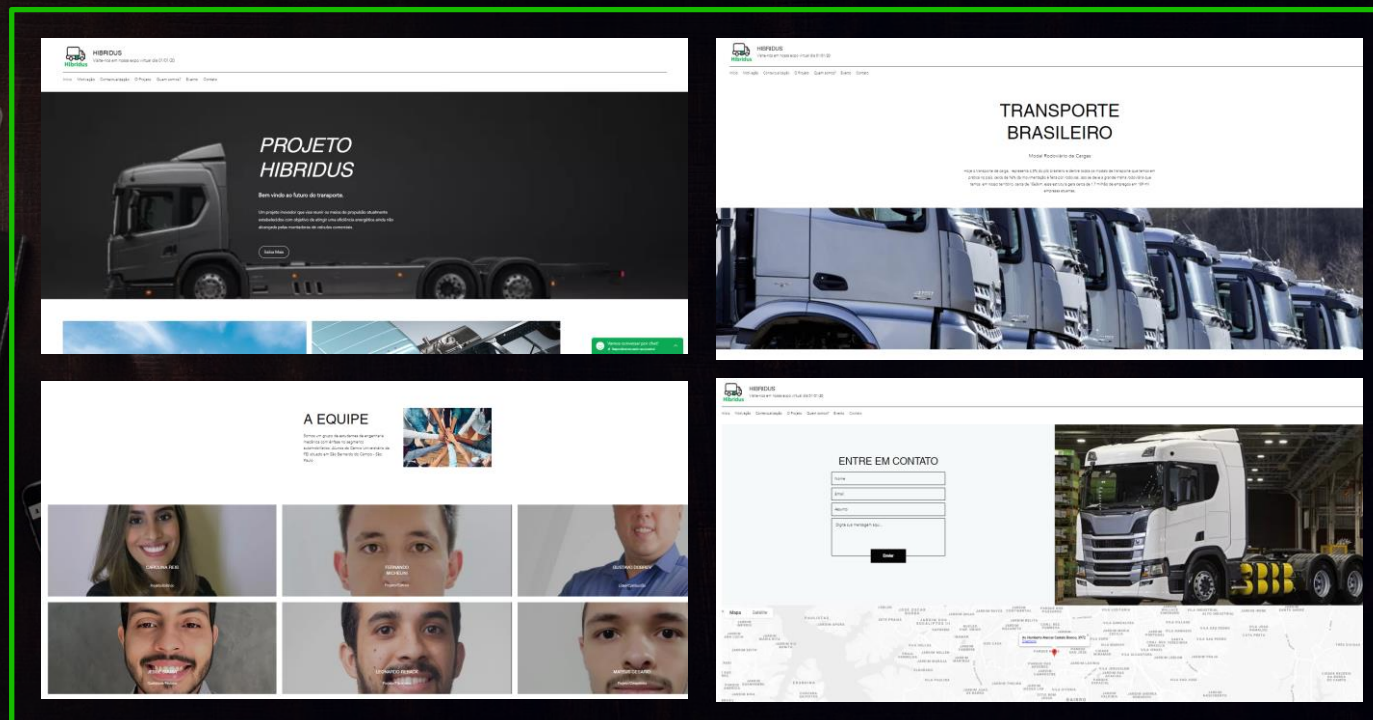
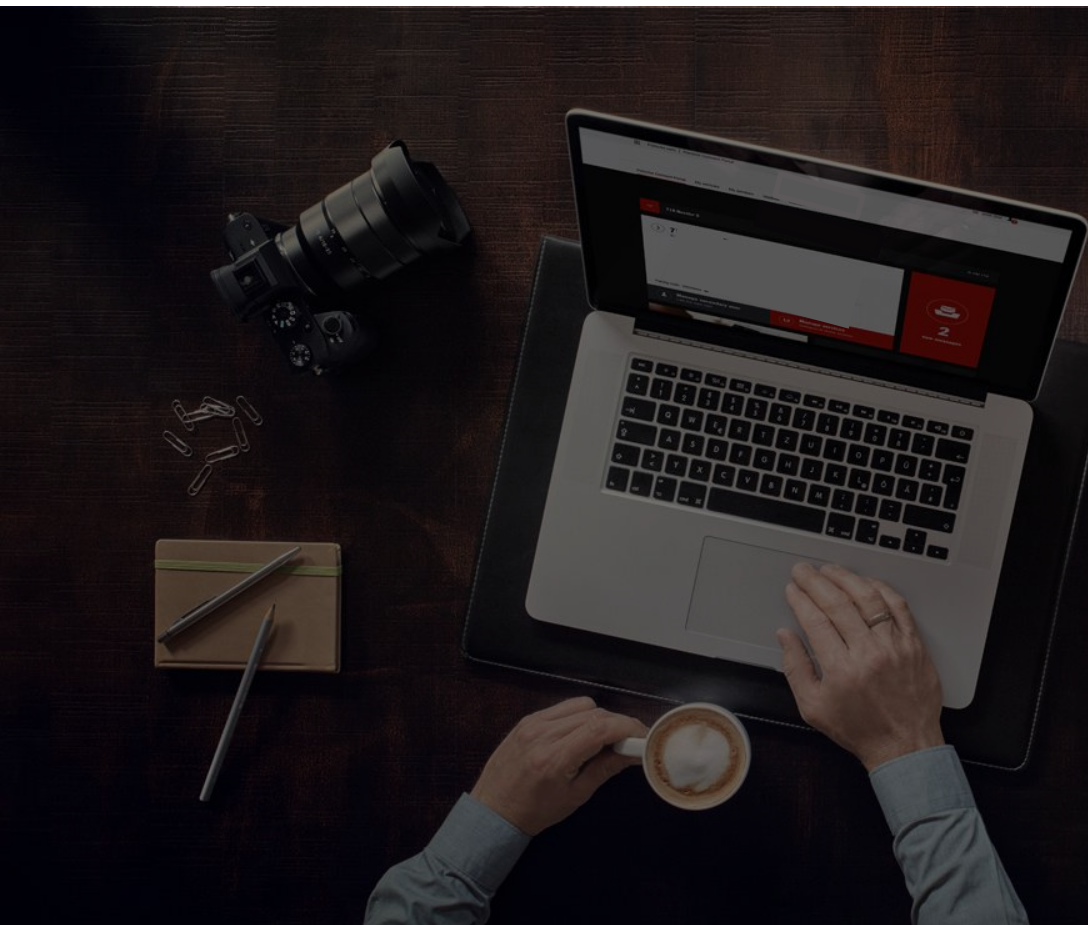
Fonte: Autores



Canvas (BMC-Business Model Canvas)

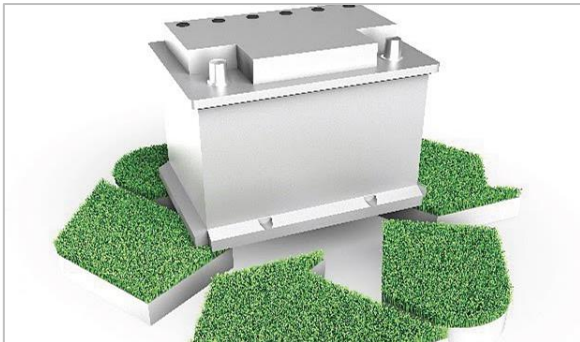


O site tem como objetivo fazer a exposição do projeto e atingir o público alvo



Link do site: <https://hibridustcc.wixsite.com/hibridus>





Obrigado!



ANEXOS

Canvas

JUSTIFICATIVAS

-Caminhões dependem exclusivamente do diesel para rodar.
-Poluição excessiva não permitem caminhões de acordo com novas diretrizes.

OBJ. SMART

- Aumentar a autonomia dos caminhões híbridos e multicompostíveis.

BENEFÍCIOS

-Desvincular o uso exclusivo do diesel nos veículos de carga pesada.
-Diminuição na emissão de gás carbônico à atmosfera.

PRODUTO

- Caminhão híbrido com propulsão à GNV/Biometano, Etanol e elétrica regenerativa

REQUISITOS

Gerar mesmo nível de potência.
-Aumentar autonomia ou manter próxima ao do caminhão diesel
-Manter durabilidade do motor
-Acréscimo máximo de peso de 1,5%.

STAKEHOLDERS

-Governo
-Investidores
-Empresários do ramo
-Caminhoneiro autônomo
-Fabricantes

EQUIPE

-Engenheiros automobilísticos

RESTRIÇÕES

- Deve-se usar o mesmo chassi e carroceria.
- Peso deve ser o máximo 1,5%.
- Durabilidade do motor deve ser mantida.

PREMISSAS

-Novos componentes devem caber no packaging atual.
-Estrutura atual deve suportar peso extra sem grandes modificações.

GRUPOS DE ENTREGAS

A-Formação de equipe.
B-Viabilização econômica.
C-Entrega do projeto.
D-Elaboração de protótipo.
E-Testes do veículo.
F-Produção.

RISCOS

-Falta de espaço no chassi devido novos componentes
-Falta de estrutura no chassi

LINHA DO TEMPO

-A - 1sem.2021
-B - 2sem.2021
-C - 2022 à 2023
-D - 1sem.2023
-E - 2sem.2023
-F - 2024

CUSTOS

-Equipe R\$4 milhões
-Projeto R\$7 milhões
-Protótipo R\$300 mil
-Testes R\$ 1 milhão
-Manufatura R\$4 milhões
-Total R\$ 16,3 milhões

Referências Bibliográficas

- CNT. **Transporte em números**. Disponível em: <<https://cdn.cnt.org.br/diretorioVirtualPrd/9dc5215e-7ffd-4966-90fc-eb2b18d1fd43.pdf>>. Acesso em: 31 mar. 2020.
- CNT. **Transporte em números**. Disponível em: <<https://cdn.cnt.org.br/diretorioVirtualPrd/df0b8ce5-4436-45ba-8d38-8037c101a247.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2020.
- ANFAVEA. **Estatísticas**. Disponível em: <<http://anfavea.com.br/estatisticas>>. Acesso em: 20 mar. 2020.
- MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA. **Grandes Números**. Disponível em: <http://infraestrutura.gov.br/grandes-numeros/88-dados-de-transportes/5341-sintese_rodoviario.html>. Acesso em: 31 mar. 2020.
- FDC. **Pesquisa Custos Logísticos 2017 – Núcleo de Logística, Supply Chain e Infraestrutura**. Disponível em: <<https://www.fdc.org.br/conhecimento-site/nucleos-de-pesquisa-site/Materiais/pesquisa-custos-logisticos2017.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2020.
- ANTT. **Transportadores - Frota de Veículos**. Disponível em: <http://portal.antt.gov.br/index.php/content/view/20270/Transportadores___Frota_de_Veiculos.html>. Acesso em: 20 abr. 2020.
- IEMA, EQUIPE. **Análise preliminar sobre a implantação do padrão Euro VI no Brasil**. 2015. Disponível em: <https://iema-site-staging.s3.amazonaws.com/Avalia%C3%A7%C3%A3o_EURO_VI_3.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2020.
- U.S. DEPARTMENT OF ENERGY. **How Do Natural Gas Class 8 Trucks Work?** Disponível em: <<https://afdc.energy.gov/vehicles/how-do-natural-gas-class-8-trucks-work>>. Acesso em: 20 mar. 2020.
- U.S. DEPARTMENT OF ENERGY. **Energy Efficiency & Renewable Energy**. Disponível em: <https://afdc.energy.gov/files/u/publication/alternative_fuel_price_report_jan_2020.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2020.
- ESALQ-LOG. **Logística do Agronegócio Oportunidades e Desafios**. Disponível em: <<https://esalqlog.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/2017/Serie%20Log%C3%ADstica%20do%20Agroneg%C3%B3cio/IMPACTOS%20%C3%93LEO%20DIESEL%20NA%20LOG%C3%8DSTICA%20AGRO.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2020.

Referências Bibliográficas

- PAUFERRO, M.T.O. **Uso do etanol como combustível para motores diesel: uma discussão de viabilidade**. 2012. Monografia MBA – Gestão Ambiental e Práticas de Sustentabilidade, Centro Universitário do Instituto Mauá de tecnologia, 2012. Disponível em: <<https://maua.br/files/monografias/completo-uso-etanol-como-combustivel-para-motores-diesel-uma-discussao-sobre-viabilidade.pdf-280825.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2020.
- AEA. **E-delivery, o primeiro caminhão elétrico Volkswagen. Do Brasil para o mundo**. Disponível em: <<http://www.aea.org.br/premio/downloads/2018/trabalhos/TB00070.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2020.
- STA ELETRÔNICA. **Segurança das baterias de lítio-ion**. Disponível em: <http://www.sta-eletronica.com.br/artigos/baterias-recarregaveis/baterias-de-litio/seguranca-das-baterias-de-litio-ion>>. Acesso em: 19 abr. 2020.
- Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias, Guarapuava-PR, v.4, n.1, p.221–237, 2011. **Uso de Biogás em motores de combustão interna**. Disponível em: <<https://revistas.unicentro.br/index.php/repaa/article/viewFile/1405/1487>>. Acesso em: 18 abr. 2020.
- RODRIGUES, Ryldon Alvarenga. **Célula de Hidrogênio: Construção, Aplicações e Benefícios**. Disponível em: <<https://periodicos.cesg.edu.br/index.php/gestaoeengenharia/article/viewFile/25/19>>. Acesso em: 18 abr. 2020.
- KENSKI, RAFAEL. **O futuro começa com H**. Disponível em: <<https://super.abril.com.br/ciencia/o-futuro-comeca-com-h/>>. Acesso em: 18 de abr. 2020.
- EQUIPE CARROELETRICO.COM.BR. **Vida útil da bateria de carros elétricos: saiba qual é sua duração**. Disponível em: <<https://carroeletrico.com.br/blog/vida-util-bateria-carros-eletricos/>>. Acesso em: 18 abr. 2020.
- ALFONSO FUSEAU AYALA, Daniel; GONZÁLEZ MONTERO, José Luis e PROAÑO JIMÉNEZ, Diego Fernando. **Construcción de un banco de pruebas y limpieza de inyectores a gasolina**. Disponível em: <<https://docplayer.es/64626252-Universidad-san-francisco-de-quito-usfq.html>>. Acesso em: 03 abr. 2020.
- ROBERT VEIGA, Michel. **Desenvolvimento de um Gerenciador Eletrônico para Motores Tricombustível**. São Paulo 2010. Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Acesso em: 12 abr. 2020.

Referências Bibliográficas

- ALESP. **Decreto Estadual nº 59.113/2013 (SÃO PAULO, 2013)**. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2013/decreto-59113-23.04.2013.html>> Acesso em: 24 mar. 2020.
- CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Resolução CONTRAN nº 318**. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=111213>>. Acesso em: 24 mar. 2020.
- ABNT. **Motores de combustão interna alternativos veiculares a etanol**. Disponível em: <<https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=004171>>. Acesso em: 24 mar. 2020.
- ABNT. **Sistema de recarga condutiva para veículos elétricos**. Disponível em: <<https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=255680>>. Acesso em: 24 mar. 2020.
- ABNT. **Veículos rodoviários e veículos automotores - Sistema de gás natural veicular**. Disponível em: <<https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=003225>>. Acesso em: 24 mar. 2020.
- ABEGÁS. **Soluções Scania Ganhos Econômicos e Ambientais**. Disponível em: <<https://www.abegas.org.br/wp-content/uploads/2018/10/04-Semin%C3%A1rio-Internacional-Tec.-OEM-Celso-Mendonca-Scania.pdf>>. Acesso em: 29 mar. 2020.
- MÁRIO CURCIO, AB. **Scania vende primeiros caminhões a etanol**. Disponível em: <<http://www.automotivebusiness.com.br/noticia/23941/scania-vende-primeiros-caminhoes-a-etanol>>. Acesso em: 30 mar. 2020.
- VELLEDA, Luciano. **Brasil é dependente do transporte rodoviário de cargas**. Disponível em: <<https://spbancarios.com.br/05/2018/brasil-e-dependente-do-transporte-rodoviario-de-cargas>>. Acesso em: 20 mar. 2020.
- SCANIA. **Produtos e Serviços**. Disponível em: <<https://www.scania.com/br/pt/home/products-and-services.html>>. Acesso em: 04 abr. 2020.
- PORSCHE. **Panamera E-Hybrid Models**. Disponível em: <<https://www.porsche.com/brazil/pt/models/panamera/panamera-e-hybrid-models>>. Acesso em: 20 abr. 2020.
- TOYOTA. **Toyota mirai é eleito o carro verde global do ano**. Disponível em: <<https://www.toyota.com.br/mundo-toyota/noticias/toyota-mirai-e-eleito-o-carro-verde-global-do-ano/>>. Acesso em: 20 abr. 2020.

Referências Bibliográficas

- CHANG, Kenneth. **Carros movidos a hidrogênio chegam ao mercado.** Disponível em: <<https://www.gazetadopovo.com.br/mundo/carros-movidos-a-hidrogenio-chegam-ao-mercado-ej0k8f7ekybt8zlv1vfiuo26/>>. Acesso em: 20 abr. 2020.
- REDAÇÃO AB. **Scania vende seu primeiro caminhão a gás na Fenatran.** Disponível em: <<http://www.automotivebusiness.com.br/noticia/30058/scania-vende-seu-primeiro-caminhao-a-gas-na-fenatran>>. Acesso em: 23 mar. 2020.
- RAMOS, Andrea. **Exclusivo: testamos o novo Scania R410 com motor a gás.** Disponível em: <<https://mobilidade.estadao.com.br/mobilidade-para-que/exclusivo-testamos-o-novo-scania-r410-com-motor-a-gas/>>. Acesso em: 23 mar. 2020.
- NOTÍCIAS AUTOMOTIVAS. **Gran Siena e Siena Tetrafuel: motor, consumo, sistema GNV, segurança.** Disponível em: <https://www.noticiasautomotivas.com.br/gran-siena-e-siena-tetrafuel-motor-consumo-sistema-gnv-seguranca/#Como_funcionava_o_sistema_Tetrafuel>. Acesso em: 21 abr. 2020.
- AUTOPAPO. **Pronto para GNV: Fiat vai relançar Grand Siena Tetrafuel 1.4.** Disponível em: <<https://autopapo.com.br/noticia/fiat-grand-siena-tetrafuel-breve/>>. Acesso em: 21 abr. 2020.

Referências Bibliográficas - Combustíveis

U.S. Department of Energy's Office of Energy Efficiency and Renewable Energy's. **Biodiesel handling and use guide** . Disponível em: <https://afdc.energy.gov/files/u/publication/biodiesel_handling_use_guide.pdf>. Acesso em: 03 mai. 2020.

Biodiesel.org. **The Biodiesel Standard (ASTM D 6751)**. Disponível em: <<https://www.biodiesel.org/using-biodiesel/oem-information>>. Acesso em: 03 mai. 2020.

U.S. Department of Energy's Office of Energy Efficiency and Renewable Energy's. **Alternative fuel price report 2019**. Disponível em: <https://afdc.energy.gov/files/u/publication/alternative_fuel_price_report_oct_2019.pdf>. Acesso em: 03 mai. 2020.

PAULILLO, Luiz Fernando; VIAN, Carlos Eduardo de Freitas; SHIKIDA, Pery Francisco Assis. **Biodiesel: o ônus e o bônus de produzir combustível**. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782008000300044>. Acesso em: 03 mai. 2020.

ANP. **Oportunidades na Produção e no Abastecimento de Combustíveis no Brasil**. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/images/publicacoes/Livreto_Oportunidades_na_Producao_e_no_Abastecimento_v3.pdf>. Acesso em: 05 mai. 2020.

Referências Bibliográficas - Elétrico

U.S. Department of Energy's Office of Energy Efficiency and Renewable Energy's. Disponível em: <<https://afdc.energy.gov/vehicles/how-do-hybrid-electric-cars-work>>. Acesso em: 02 mai. 2020.

Volkswagen. **Regenerative braking & EV car recuperation**. Disponível em: <<https://www.volkswagen.co.uk/electric/technology/regenerative-braking>>. Acesso:02 mai. 2020

Stanford University. **Regenerative Braking**. Disponível em: <<http://large.stanford.edu/courses/2017/ph240/leis-pretto1/>>. Acesso em:02 mai. 2020.

PEREZ PAREDES, Marina Gabriela Sadith. **Frenagem Regenerativa em Veículo Elétrico Acionado por Motor de Indução: Estudo, Simulação e Verificação Experimental**. Mestrado Unicamp 2013. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/259304/1/PerezParedes_MarinaGabrielaSadith_M.pdf>. Acesso em: 02 mai. 2020.

VICENTE NUNES, Junior. **Estudo das principais vantagens do uso da frenagem regenerativa em veículos híbridos**. Pós-Graduação, Centro universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, 2014. Disponível em: <<https://maua.br/files/monografias/completo-estudo-das-principais-vantagens-uso-frenagem-regenerativa-veiculos-hibridos-280732.pdf>>. Acesso em: 02 mai. 2020.

DENTON, Tom. **Electric and hybrid vehicles**. Institute of the motor industry, 2016.

Ehsani, Gao. **Emady – Modern Eletric, Hybrid Eletric and fuel cell vehicles**. CRC PRESS, 2005

BARAN, Renato. **A introdução de veículos elétricos no brasil: Avaliação do impacto no consumo de gasolina e eletricidade**. Disponível em: <<http://antigo.ppe.ufrj.br/ppp/production/tesis/baran.pdf>>. Acesso em: 03 mai. 2020.

Referências Bibliográficas - Elétrico

MCLAREN, Joyce; MILLER, John; O'SHAUGHNESSY, Eric; et al. **Emissions Associated with Electric Vehicle Charging: Impact of Electricity Generation Mix, Charging Infrastructure Availability, and Vehicle Type.** Disponível em: <https://afdc.energy.gov/files/u/publication/ev_emissions_impact.pdf>. Acesso em: 04 mai. 2020.

Referências Bibliográficas - Etanol

MARTINS, Jorge. Motores de Combustão Interna, 4^o edição.

BRUNETTI, Franco. Motores de Combustão Interna, Volume 1.

BRUNETTI, Franco. Motores de Combustão Interna, Volume 2.

HEINZ, Heilser. Advanced Engine Technolohu.

BUARQUE DE HOLLANDA, Jayme. **Etanol Pode Substituir Diesel?** Disponível em: <http://www.inee.org.br/down_loads/etanol/EtanolXDiesel.pdf>. Acesso em: 03 mai. 2020.

Análise técnica do uso de etanol em um motor de combustão interna para diferentes razões de compressão. Universidade Federal de Ouro Preto, 2019. Disponível em: <https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/1756/6/MONOGRRAFIA_An%C3%A1liseT%C3%A9cnicaUso.pdf>. Acesso em: 04 mai. 2020.

BOSSLE, Renata. **Célula de combustível a etanol dificilmente será um sucesso.** Disponível em: <<https://www.novacana.com/n/combate/carro-eletrico/celula-combustivel-etanol-dificilmente-sucesso-200617>>. Acesso em: 02 mai. 2020.

FERREIRA DA SILVA, Paulo Regis; STELLA DE FREITAS, Thais Fernanda. **Álcool combustível e biodiesel no Brasil: *quo vadis?*** Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032007000300001>. Acesso em: 03 mai. 2020.

Referências Bibliográficas – Gás

TELLES, Pedro. Vasos de Pressão 2º Edição.

Firjan. **GNV em veículos pesados**. Disponível em:

<<https://www.firjan.com.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=2C908A8A67606F0201677A60CF954745>>. Acesso em: 02 mai. 2020.

CHEHROUDI, Bruce. **Use of natural gas in internal combustion engines**. IC Engine Laboratory Department of Mechanical Engineering, 1993. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/266374105_USE_OF_NATURAL_GAS_IN_INTERNAL_COMBUSTION_ENGINES>. Acesso em: 04 mai. 2020.

ZLOTY, Piotr. **The evolution of the autogas system**. University of Southern Queensland, 2005. Disponível em:

<<https://gazeo.com/automotive/technology/Autogas-system-generations,article,6486.html>>. Acesso em: 04 mai. 2020

WONG, Wei Loon. **Compressed natural gas as an alternative fuel in diesel engines**. University of Southern Queensland, 2005. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/11034861.pdf>>. Acesso em: 04 mai. 2020

ANP. **Estudo sobre o Aproveitamento do Gás Natural do Pré-Sal**. Disponível em:

<<http://www.anp.gov.br/arquivos/estudos/aproveitamento-gn-pre-sal.pdf>>. Acesso em: 05 mai. 2020.

VITORINO DA SILVA, Cristiano. **Simulação numérica da combustão turbulenta de gás natural em câmara cilíndrica**.

Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/4748/000459504.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 05 mai. 2020.

Referências Bibliográficas – Gás

ANP. **Carta de Búzios 2018**. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/images/publicacoes/livros_e_revistas/carta-de-buzios2018.pdf>. Acesso em: 05 mai. 2020.

BOSCH. **CNG systems for passengers cars and light commercial vehicles**. Disponível em: <<https://www.bosch-mobility-solutions.com/en/products-and-services/passenger-cars-and-light-commercial-vehicles/powertrain-systems/compressed-natural-gas/>>. Acesso em: 04 mai. 2020.

Argonne National Laboratory. **Well-to-Wheels Energy Use and Greenhouse Gas Emissions Analysis of Plug-in Hybrid Electric Vehicles**. Disponível em: <<https://publications.anl.gov/anlpubs/2009/03/63740.pdf>>. Acesso em: 05 mai. 2020.

U.S. Department of Energy's Office of Energy Efficiency and Renewable Energy's. **What Fleets Need to Know About Alternative Fuel Vehicle Conversions, Retrofits, and Repowers**. Disponível em: <https://afdc.energy.gov/files/u/publication/afv_conversions_retrofits_repowers.pdf>. Acesso em: 03 mai. 2020.

Argonne National Laboratory. **Waste-to-wheel analysis of anaerobic-deigestion-based renewable natural gas pathways with the greet model**. Disponível em: <<https://publications.anl.gov/anlpubs/2011/12/71742.pdf>>. Acesso em: 03 mai. 2020.