



# CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS DE BAIXO CARBONO APLICÁVEIS AOS SETORES-CHAVE DO BRASIL

## TRANSPORTES

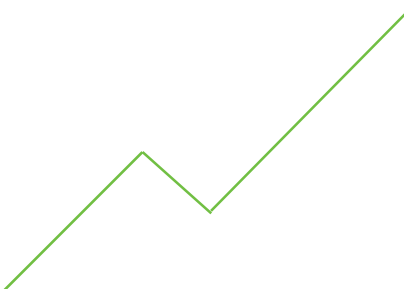
Bruno Soares Moreira Cesar Borba

Maio de 2015



*Esse material objetiva a capacitação acerca das metodologias empregadas no projeto “Opções de mitigação de emissões de GEE em setores-chaves do Brasil”. Portanto, seu conteúdo não expressa resultados do projeto.*

# Índice

- Técnicas de construção de cenários para o setor transportes
    - Metodologias *top-down* e *bottom-up*
  - Cenários de consumo de energia e emissões de GEE para o setor transportes
    - Tipos de cenários
    - Variáveis-chave e premissas
  - Exemplos de cenários de longo prazo
  - Fontes de informação
- 

# Técnicas de Construção de Cenários

- Modelos de demanda
  - Projetam a demanda de energia com base em *drivers*
    - crescimento econômico
    - crescimento demográfico
    - desenvolvimento tecnológico, etc.
  - Ex.: econométricos, equilíbrio geral, técnico-paramétricos, mistos
- Modelos de oferta
  - Projetam a oferta de energia para atender a uma determinada demanda
  - Ex.: otimização setorial ou integrada, simulação

# Técnicas de Construção de Cenários

- Top-Down / Econométrico
  - Abordagem mais global, muitas vezes com o consumo de energia dividido apenas em setores e combustíveis
  - Avalia custo/benefício do planejamento através da produção, da renda, do PIB, etc
  - Utiliza dados agregados (logo necessita de menos dados)
  - Projeção usando tendências históricas ou relações econométricas agregadas (PIB, os preços dos combustíveis, etc)

# Técnicas de Construção de Cenários

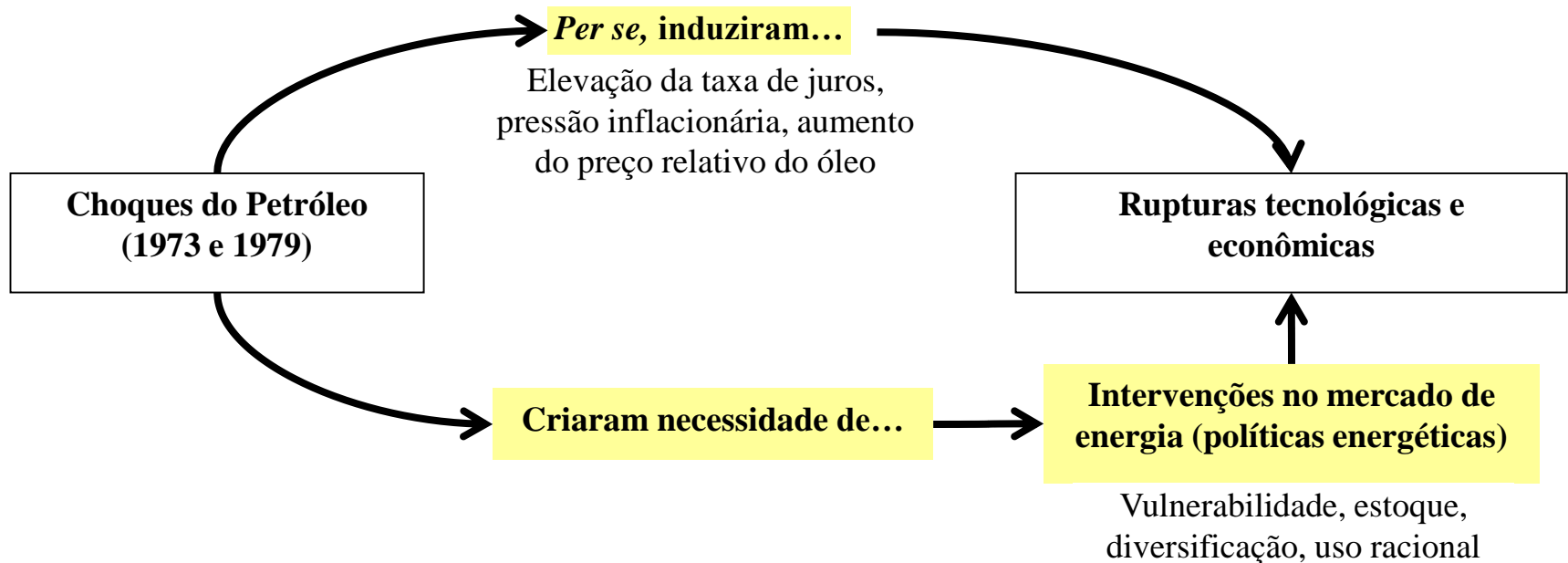
- Top-Down / Econométrico
  - Prós:
    - Pode capturar os impactos de curto prazo de políticas fiscais (por exemplo, imposto sobre carbono)
    - Permite a avaliação dos efeitos intersetoriais
  - Contra:
    - Não avalia o impacto de políticas tecnológicas

# Técnicas de Construção de Cenários

- Top-Down / Econométrico
  - Bons para previsão no curto prazo, devido à inércia do sistema energético
  - Projeção de longo prazo em cenários com baixa probabilidade de ruptura em padrões tecnológicos ou econômicos consolidados
  - Comparações internacionais – estilos de desenvolvimento
  - Em abordagens mistas, em conjunção com modelos técnico-econômicos ou paramétricos
  - Muito adotados até a década de 1970
    - As crises do petróleo mostraram a reduzida eficácia das análises macro-econômicas para previsão de rupturas tecnológicas e avaliação de políticas setoriais de uso racional de energia

# Técnicas de Construção de Cenários

- Top-Down / Econométrico





# Técnicas de Construção de Cenários

- Top-Down / Econométrico

- Elasticidades de curto-prazo (séries temporais ou pool)
  - Considera estrutura constante (população, posse equipamentos, etc)

$$\ln(E_t) = \alpha + \beta_1 \ln(E_{t-1}) + \beta_2 \ln(Y_t) + \beta_3 \ln(P_t) + \beta_4 X_t + \varepsilon_t$$

- Onde E = consumo de energia; Y = PIB; P = Preço; X = vetor de variáveis de controle
- Elasticidades de Longo-prazo (dados seccionais ou painel)
  - Possibilidade de alterações na estrutura de consumo

$$\ln(E_i) = \alpha + \beta_2 \ln(Y_i) + \beta_3 \ln(P_i) + \varepsilon_i$$

# Técnicas de Construção de Cenários

- Top-Down / Econométrico

Referência	Elasticidade Preço da Demanda		Elasticidade Renda da Demanda	
	Curto Prazo	Longo Prazo	Curto Prazo	Longo Prazo
Países Desenvolvidos (EUA e Europa)	-0,08	-0,36	0,77	0,72
Países em Desenvolvimento (Brasil, China e Índia)	-0,30	-0,62	1,01	0,92

Fonte: Schaeffer *et al.*, 2008



# Técnicas de Construção de Cenários

- **Bottom-Up / Uso Final**
  - Descrição quantitativa da estrutura tecnológica da conversão e do uso da energia
  - Avalia custo/benefício do planejamento a partir de tecnologia ou políticas individuais
  - Utiliza dados detalhados de tecnologias

# Técnicas de Construção de Cenários

- Bottom-Up / Uso Final
  - Pró:
    - A melhor abordagem para captar os impactos das mudanças estruturais e de base tecnológica, tais como políticas de eficiência energética
  - Contras:
    - Não permite avaliação de efeitos intersetoriais
    - Necessidade de muitos dados
    - Difícil captar os impactos das políticas fiscal (imposto sobre o carbono, etc)

# Técnicas de Construção de Cenários

- Bottom-Up / Uso Final
  - Modelos de Otimização
    - Modelos que identificam soluções de mínimo custo para sistemas energéticos sujeito a várias restrições
    - Seleciona tecnologias baseado nos custos
  - Modelos de Simulação
    - Simula o comportamento dos consumidores e produtores a partir da variação de preços, renda, progresso tecnológico
    - Normalmente determinam o equilíbrio do mercado a partir de uma abordagem iterativa
  - Modelos Paramétricos
    - Dirige a projeção baseado nas especificações determinadas pelo usuário
    - A principal função destes modelos é gerencial dados e resultados
  - Modelos Híbridos (combinam elementos de cada abordagem)

# Técnicas de Construção de Cenários

- Modal Rodoviário
  - Consumo energético

$$C_{i,j} = F_{i,j} \cdot D_{i,j} \cdot CS_{i,j}$$

- Atividade do modal

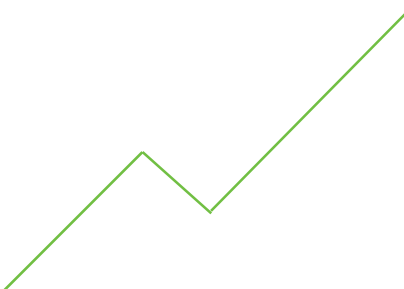
$$A_{i,j} = F_{i,j} \cdot D_{i,j} \cdot O_{i,j}$$

- C – Consumo total da frota de veículos por tipo de combustível j no ano i
- F – Frota de veículos por tipo de combustível j no ano i
- D – Distância média percorrida pelos veículos por tipo de combustível j no ano i
- CS – Consumo específico médio da frota em litros/km no ano i
- A – Efeito atividade no ano i (passageiro-quilômetro ou tonelada-quilômetro)
- O – Fator de ocupação (passageiro por veículo ou tonelada por veículo)
- j – Tipos de combustíveis

# Técnicas de Construção de Cenários

- Modal Rodoviário
  - Frota veicular

$$F_t = \sum_{x=1957}^t Z(x) \cdot [1 - Y(x)]$$

- F – Frota de veículos por tipo de combustível j no ano i
  - Z(x) – Venda acumulada dos veículos, desde o ano de 1957 (primeiro ano de registro de venda de veículos no Brasil) até o ano t
  - Y(x) – Percentual de veículos vendidos no ano x que foram sucateados no ano t
- 

# Técnicas de Construção de Cenários

- Modal Rodoviário
  - Vendas de veículos

$$\ln(vendas) = \alpha + \beta \ln(PIB) + erro_t$$

- $\alpha$  – Intercepto da regra de regressão
- $\beta$  – Coeficiente linear. Representa a elasticidade das vendas em relação ao PIB (elasticidade renda da demanda)



# Técnicas de Construção de Cenários

- Outros Modais
  - Transporte de passageiros
  - Consumo energético

$$C_t = PKm_t \cdot I_t$$

- $C_t$  – Consumo de energia no modal analisado de passageiros em t
- $I_t$  – Intensidade energética (litros/PKm)
- $PKm_t$  – Número de passageiros-quilômetro transportado no tempo t

# Técnicas de Construção de Cenários

- Outros Modais
  - Transporte de carga
  - Consumo energético

$$C_t = TKU_t \cdot I_t$$

- $C_t$  – Consumo de energia no modal analisado de carga em t
- $I_t$  – Intensidade energética (litros/TKU)
- $TKU_t$  – Número de tonelada-quilômetro transportado no tempo t

# Técnicas de Construção de Cenários

- Outros Modais
  - Transporte de carga
  - Consumo energético

$$C_{i,j} = IE_{i,j} \cdot TKU_{i,j}$$

$$TKU_{i,j} = TKUTotal_i \cdot \%TKU_{j,i}$$

$$TKUTotal_i = TKUTotal_0 \cdot X^i$$

$$C_{i,j} = (C_{0,j} \cdot X^i \cdot \%TKU_{j,i}) / \%TKU_{0,j}$$

- C – Consumo energético total de cada modal no ano i medido em tep
- IE – Intensidade energética de cada modal no ano i
- TKU – Produção total de cada modal no ano i
- TKUTotal – Produção total do setor de transportes no ano i
- %TKU – Participação do modal j na produção total do setor no ano i
- X – Crescimento médio anual do PIB
- 0 – Ano base de simulação
- j – Tipos de modais

# Técnicas de Construção de Cenários

- Emissões de CO<sub>2</sub>

$$ER_i^{CO_2} = \left[ \left( CA_i \cdot FC_i \cdot 41,87 \cdot 10^{-3} \cdot FE_i \right) - QCF_i \right] \cdot 0,99 \cdot 44 / 12$$

- “ER<sub>i</sub><sup>CO<sub>2</sub></sup>” é a quantidade de emissões reais de dióxido de carbono do combustível i em GgCO<sub>2</sub>
- “CA” é o consumo aparente do combustível i em ktEP
- “FC” é o fator de conversão do combustível i de ktEP para TJ
- “41,87 x 10<sup>-3</sup> TJ” representa 1 tEP brasileiro
- “FE” é o fator de emissão de carbono do combustível i em tC/TJ
- “QCF<sub>i</sub>” é a quantidade de carbono fixado do combustível i em GgC
- “0,99” representa a parcela de carbono oxidada
- “44/12” é o conteúdo de carbono: em cada 44t de CO<sub>2</sub> há 12t de carbono

# Técnicas de Construção de Cenários

- Emissões de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O

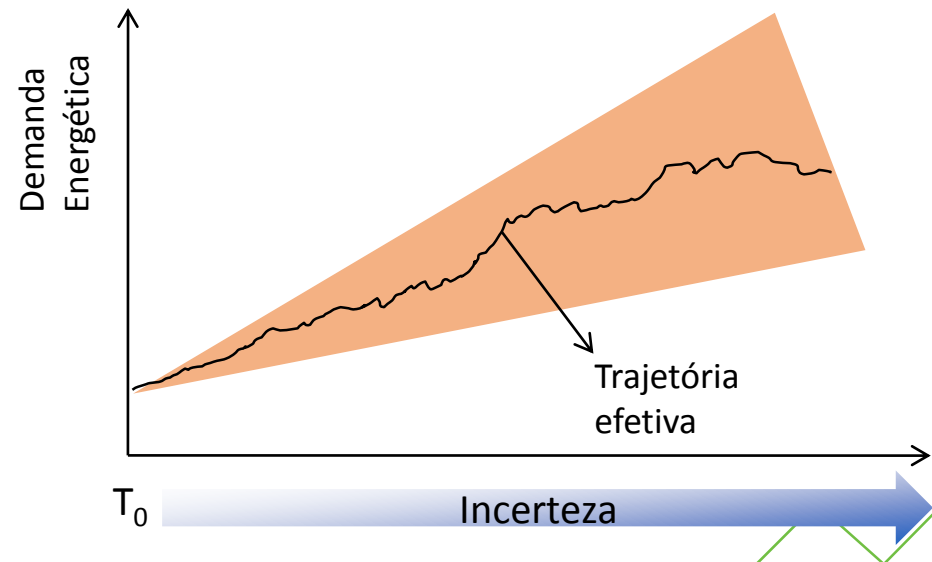
$$E_i^{GEE} = CC_{ij} \cdot FE_{ij}$$

- “ $E_i^{GEE}$ ” é a emissão (em kg) de CH<sub>4</sub> ou N<sub>2</sub>O pelo tipo de veículo i
- “ $CC_{ij}$ ” é o consumo de combustível j (em TJ) pelo tipo de veículo i
- “ $FE_{ij}$ ” é o fator de emissão do tipo de veículo i ao utilizar o combustível j (em kg/TJ)

# Cenários para o Setor Transportes

- Técnicas de Cenários

- Diferente de projeções / previsões
- Descrições de diferentes caminhos futuros
- Reduz incertezas ao cobrir leque de possibilidades
- Análise de cenários de longo prazo: “*what if?*”
- Ajuste do ano-base



# Cenários para o Setor Transportes

- Tipos de Cenários
  - Cenários tendenciais
    - Manutenção das forças motrizes e tendências históricas
  - Cenários exploratórios (ou alternativos)
    - Caminhos diferentes assumindo quebras de tendência
  - Cenários normativos
    - Configuração de futuros desejáveis, buscando uma trajetória para alcançá-los
- Elementos de cenários energéticos
  - Evolução socioeconômica
  - Evolução tecnológica
  - Questões ambientais

# Cenários para o Setor Transportes

- Tipos de Cenários
  - Cenário Referência
    - Características de base de mercado
    - Sem maiores mudanças qualitativas no setor
    - Mantém o ritmo natural de incorporação de tecnologia e evolução de cotas de mercado dos combustíveis
    - Manutenção de tendências setoriais já em curso, não havendo maiores alterações estruturais no horizonte de análise
  - Cenário Linha de Base
    - Representa, de forma razoável, as emissões e consumo do setor na ausência das atividades dos projetos em análise



# Cenários para o Setor Transportes

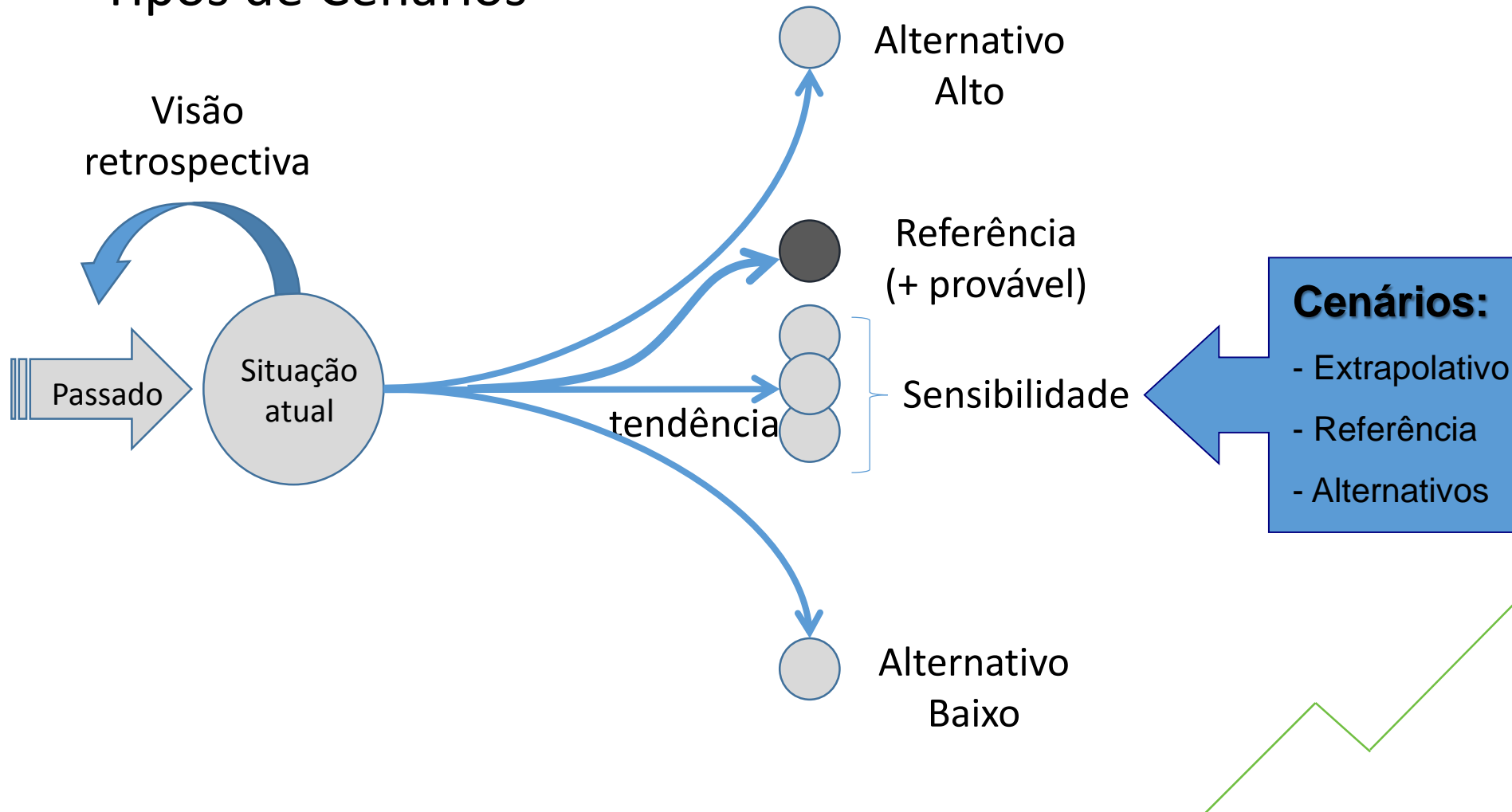
- Tipos de Cenários
  - Cenário de Baixo Carbono
    - Incorporação de programas, políticas públicas, ações e estratégias que podem ser desenvolvidas com o objetivo de reduzir as emissões e o consumo no setor
    - Mudanças estruturais que aceleram o ritmo de incorporação de tecnologias ambientalmente menos danosas
    - Foco em 3 pontos principais:
      - Eficientização dos veículos
      - Substituição modal
      - Combustíveis alternativos

# Cenários para o Setor Transportes

- Tipos de Cenários
  - Cenário de Baixo Carbono com Inovação
    - Incorporação de programas, políticas públicas, ações e estratégias que podem ser desenvolvidas com o objetivo de reduzir as emissões e o consumo no setor
    - Mudanças estruturais que aceleram o ritmo de incorporação de tecnologias ambientalmente menos danosas
    - Foco em 3 pontos principais:
      - Eficientização dos veículos
      - Substituição modal
      - Combustíveis alternativos
    - Considera medidas tecnicamente disponíveis (ou em desenvolvimento) com barreira econômica para implementação

# Cenários para o Setor Transportes

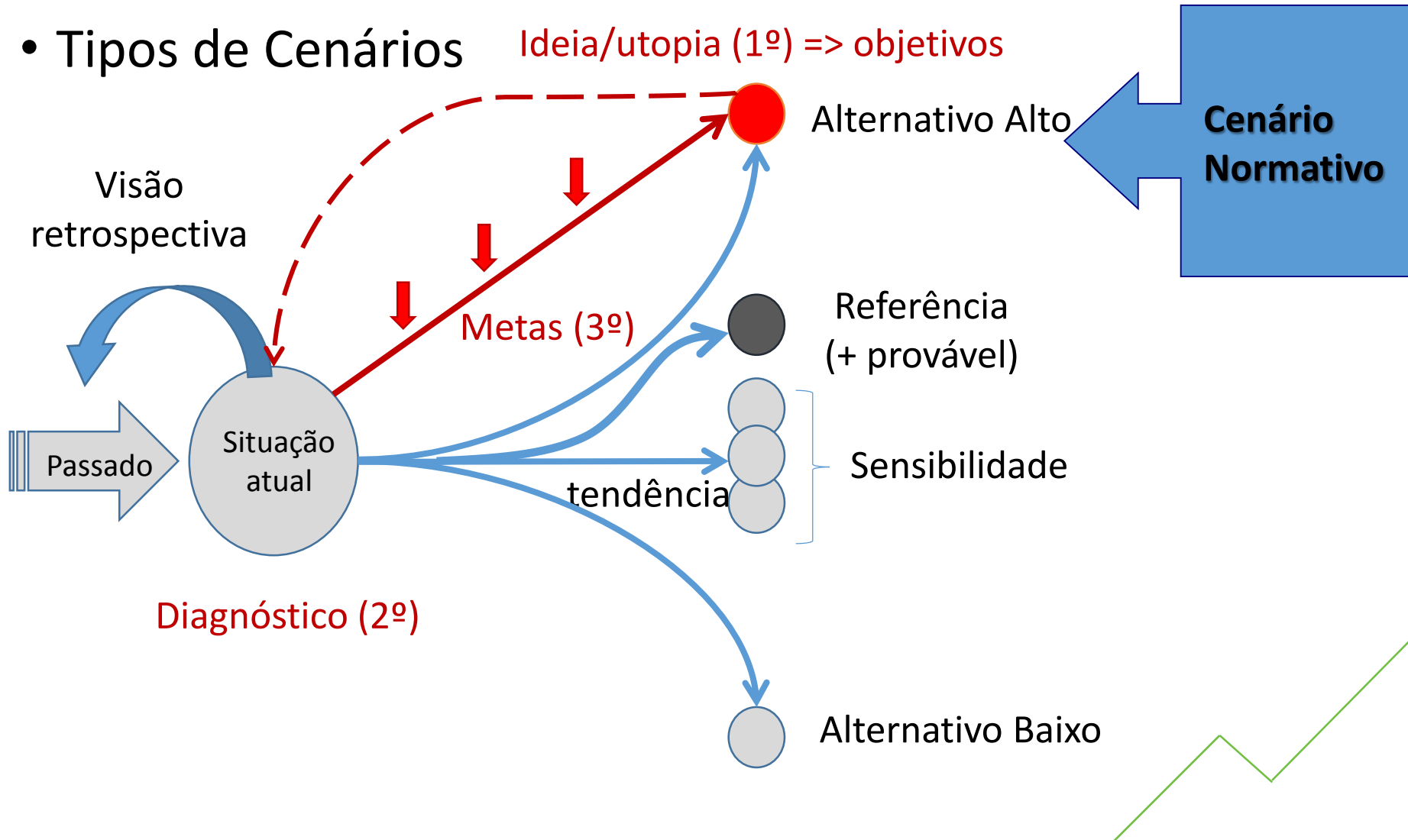
- Tipos de Cenários



# Cenários para o Setor Transportes

- Tipos de Cenários

Ideia/utopia (1º) => objetivos



# Cenários para o Setor Transportes

- Variáveis-Chave
  - Transporte de passageiros
    - Modal Rodoviário
      - Venda de veículos por tipo de combustível (leves e ônibus)
      - Curva de sucateamento dos veículos (leves e ônibus)
      - Uso dos etanol e gasolina pelos veículos leves flexíveis
      - Percentual de mistura de etanol na gasolina
      - Rendimento médio dos veículos por tipo de combustível
      - Distância média percorrida pelos veículos
      - Passageiro Quilômetro (PKM) transportado por ônibus
      - Quilometragem percorrida pela frota de ônibus
      - Fator de ocupação médio dos ônibus e veículos leves

# Cenários para o Setor Transportes

- Variáveis-Chave
  - Transporte de passageiros
    - Modal Rodoviário – Frota de veículos

x 10<sup>3</sup> veículos

<i>Automóveis Cars</i>	<i>Comerciais leves Light commercials</i>	<i>Caminhões Trucks</i>	<i>Ônibus Buses</i>	<i>Total Total</i>
32.715	6.287	2.100	640	41.743

Fonte: ANFAVEA, 2015

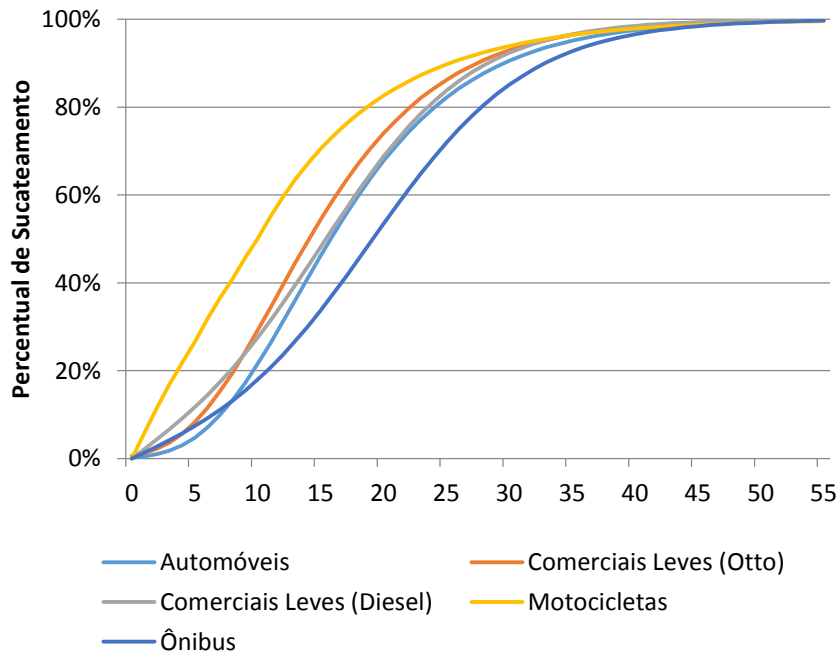
TOTAL	AUTOMÓVEL	CAMINHÃO	CAMINHONETE	CAMIONETA	MICROÔNIBUS	ÔNIBUS	UTILITÁRIO
61.013.844	47.946.665	2.588.984	6.245.837	2.732.871	361.501	574.125	563.861

Fonte: DENATRAN, 2015

- Diferença: 19.270.844 veículos
  - Anfavea 32% inferior
  - Denatran 46% superior
- Frota Denatran não é dividida por tipo de combustível
- Frota Anfavea não é regionalizada (de fato a Anfavea regionaliza a frota usando a mesma distribuição do Denatran que inclui todos os veículos)

# Cenários para o Setor Transportes

- Variáveis-Chave
  - Transporte de passageiros
    - Modal Rodoviário – Curva de sucateamento

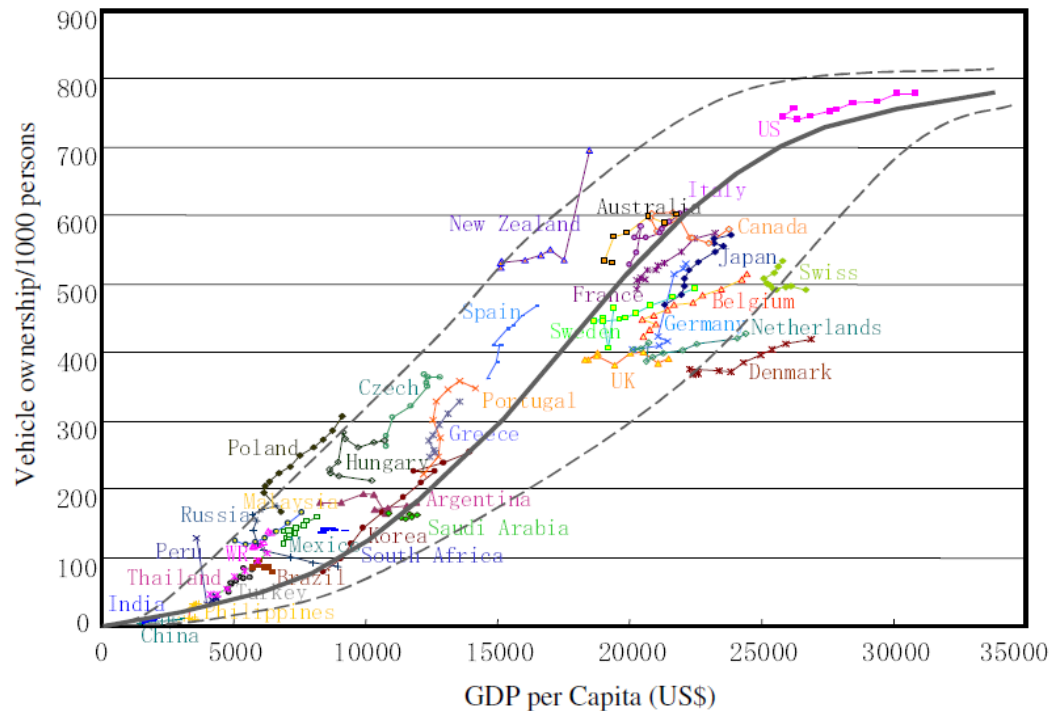


Categoria	Função de Sucateamento $S(t)$ - fração de veículos remanescentes na idade $t$	Parâmetros
Automóvel	$S(t) = 1 - \exp(-\exp(a + b \cdot t))$	$a = 1,798$
Comerciais Leves (Otto)		$b = -0,137$
Ônibus	$S(t) = \frac{1}{1 + \exp(a(t - t_0))} + \frac{1}{1 + \exp(a(t + t_0))}$	$a = 1,618$
Comerciais Leves (Diesel)		$b = -0,141$
		$t_0 = 19,1$
		$t_0 = 15,3$

Fonte: MMA, 2014

# Cenários para o Setor Transportes

- Variáveis-Chave
  - Transporte de passageiros
    - Modal Rodoviário – Frota de veículos



Fonte: IPCC, 2007

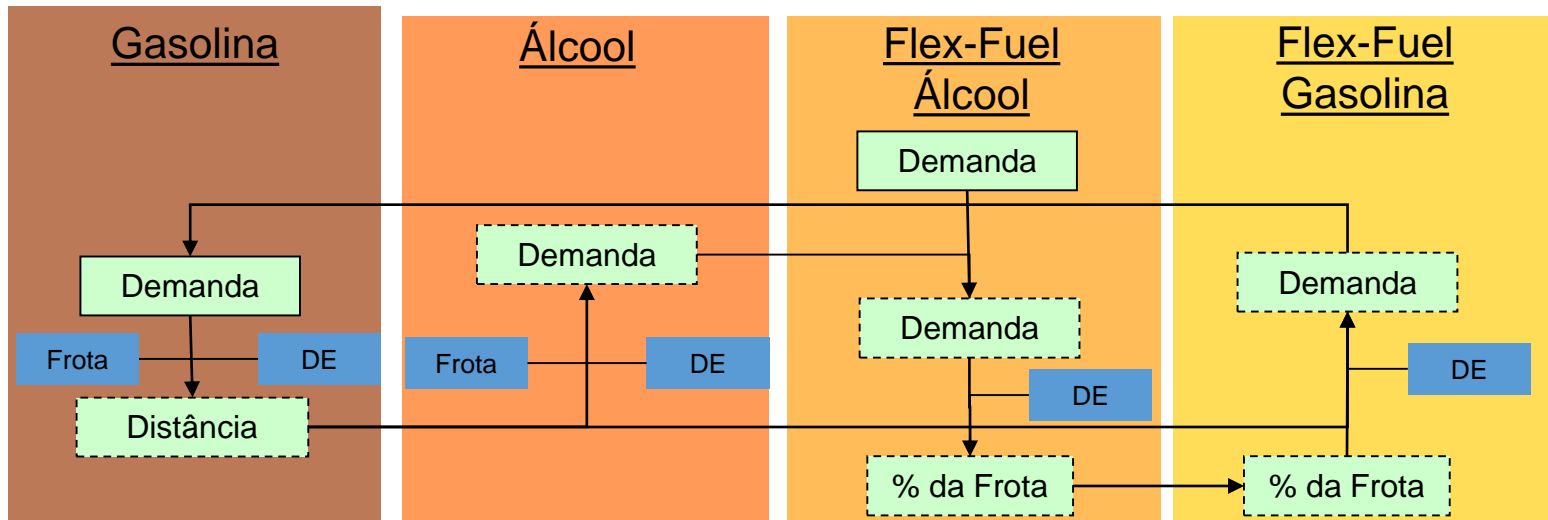


# Cenários para o Setor Transportes

- Variáveis-Chave

- Transporte de passageiros

- Modal Rodoviário – Uso de etanol nos veículos flexíveis



DE – Desempenho energético (km/l) médio anual da frota

Distância – Quilometragem média anual percorrida pela frota

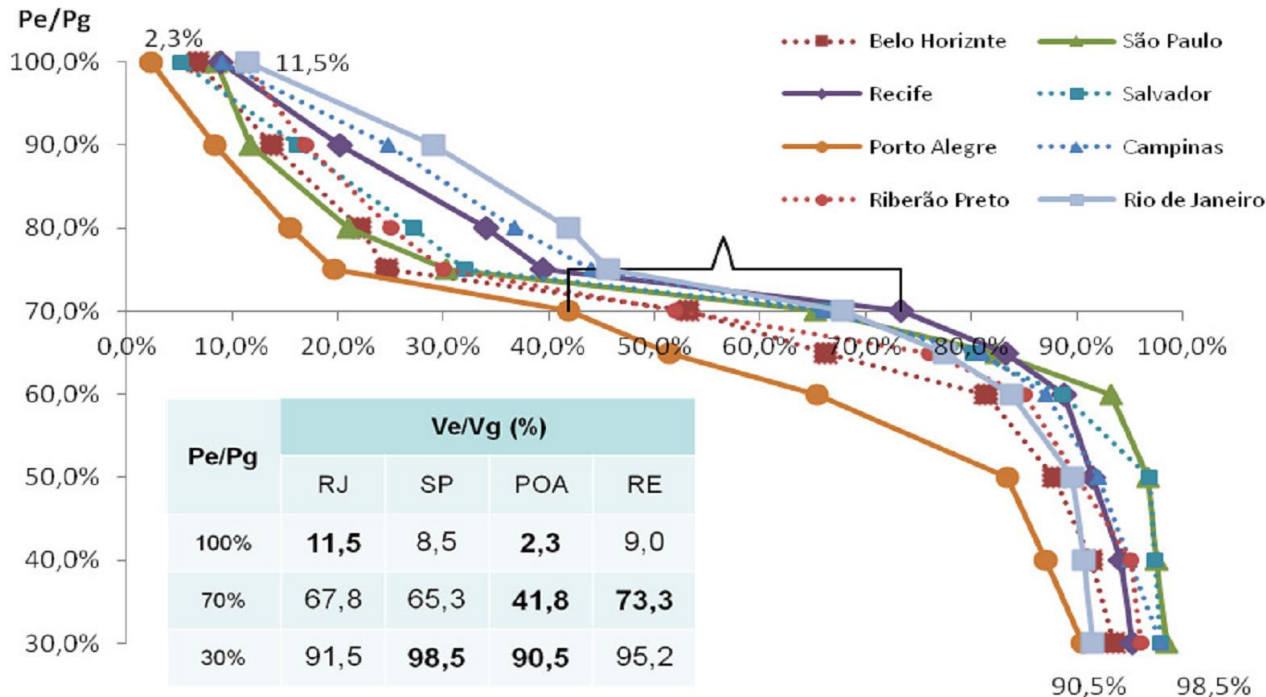
% Frota – Distribuição da frota de veículos Flex-Fuel utilizando álcool e gasolina

# Cenários para o Setor Transportes

- Variáveis-Chave

- Transporte de passageiros

- Modal Rodoviário – Uso de etanol nos veículos flexíveis



Pe – Preço etanol  
Pg – Preço gasolina  
Ve – Volume etanol consumido  
Vg – Volume gasolina consumido

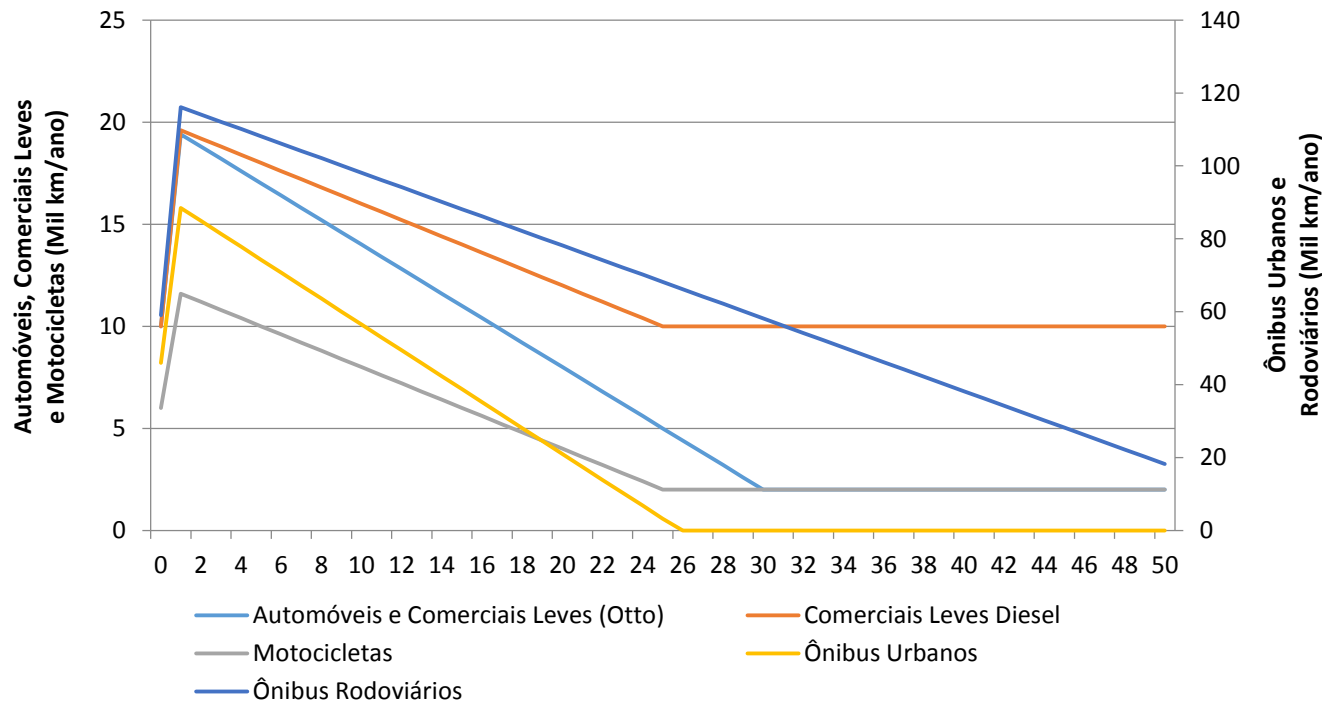
Fonte: EPE, 2013

# Cenários para o Setor Transportes

- Variáveis-Chave

- Transporte de passageiros

- Modal Rodoviário – Distância média percorrida



Fonte: MMA, 2014

# Cenários para o Setor Transportes

- Variáveis-Chave
  - Transporte de passageiros
    - Modal Ferroviário
      - Passageiro Quilômetro (PKM) transportado por trem e metrô
      - Consumo específico por modal (tep/pkm)
    - Modal Aéreo
      - Passageiro Quilômetro (PKM) transportado
      - taxa de ocupação das aeronaves
      - Ganhos de eficiência operacional e tecnológica
    - Modal Aquaviário
      - Passageiro Quilômetro (PKM) transportado
      - Consumo específico (tep/pkm)

# Cenários para o Setor Transportes

- Variáveis-Chave
  - Transporte de carga
    - Modal Rodoviário
      - Venda de caminhões
      - Curva de sucateamento dos caminhões
      - Rendimento médio dos caminhões
      - Distância média percorrida pelos caminhões
      - Fator de ocupação médio dos caminhões
      - Tonelada Útil (TU) de carga transportada
      - Tonelada Quilômetro Útil (TKU) transportada
      - Consumo específico de energia (tep/tku)

# Cenários para o Setor Transportes

- Variáveis-Chave

- Transporte de carga

- Modal Ferroviário

- Tonelada Quilômetro Útil (TKU) transportada
      - Consumo específico de energia (tep/tku)

- Modal Aéreo

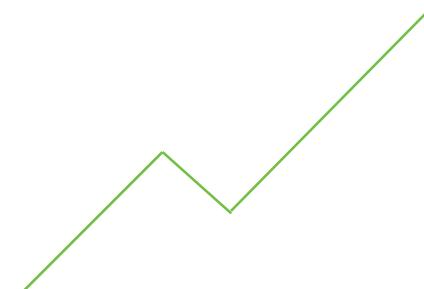
- Tonelada Quilômetro Útil (TKU) transportada
      - Consumo específico de energia (tep/tku)

- Modal Aquaviário

- Tonelada Útil (TU) de carga transportada Tonelada Quilômetro Útil (TKU) transportada por cabotagem e navegação de interior
      - Consumo específico de energia (tep/tku)

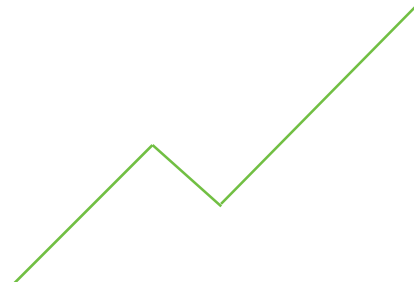
# Exemplos de Cenários

- Cenário tendencial
  - Veículos Leves
    - Frota
      - Contraposição do crescimento das vendas de veículos novos e de sucateamento de veículos existentes. As vendas foram atreladas ao crescimento econômico do país
    - Distância média anual percorrida pela frota
      - Mantida constante
    - Desempenho energético
      - Mantido constante



# Exemplos de Cenários

- Cenário tendencial
  - Motocicletas
    - Frota
      - Assumiu-se que a relação moto por habitante crescerá 1% ao ano em cada região
    - Distância média anual percorrida pela frota
      - Mantida constante
    - Desempenho energético
      - Mantido constante





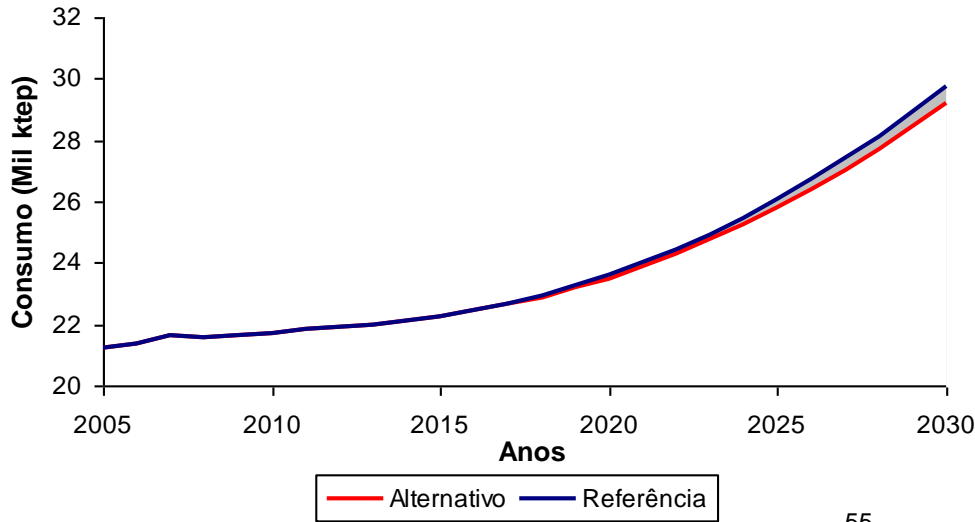
# Exemplos de Cenários

- A redução do consumo energético do setor pode decorrer de:
  - Segurança energética
  - Mudanças climáticas globais
- Opções disponíveis:
  - Eficiência energética
  - Combustíveis alternativos
  - Substituição modal
- Eficiência energética: mais barato (em termos de tCO<sub>2</sub> evitada)
- Possivelmente o setor elétrico terá um papel importante nesta mudança
  - Melhor uso do motor de combustão interna (veículo híbrido em série, por exemplo)
  - Maiores oportunidades para a mudança de combustível (a partir da eletricidade)

# Exemplos de Cenários

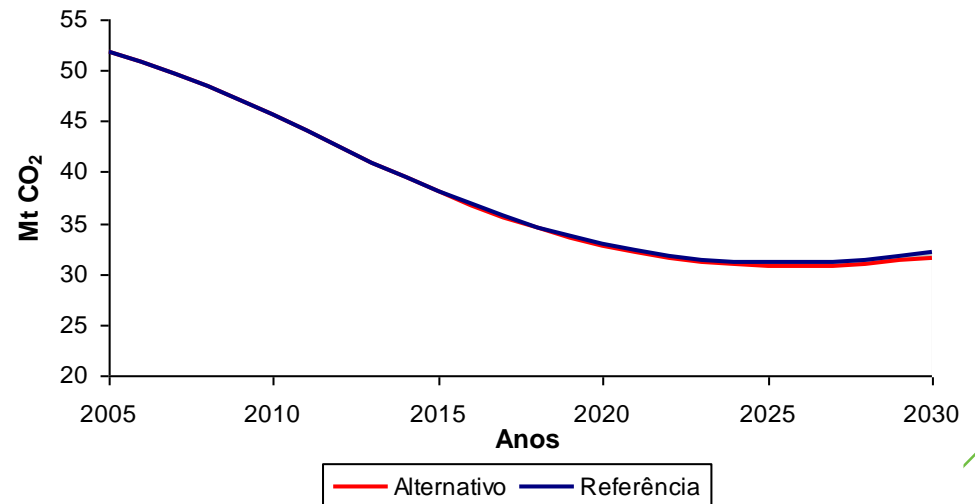
- Cenário A – Entrada de Veículos Híbridos
  - Veículos Leves
    - Frota
      - Contraposição do crescimento das vendas de veículos novos e de sucateamento de veículos existentes. As vendas foram atreladas ao crescimento econômico do país
    - Distância média anual percorrida pela frota
      - Mantida constante
    - Desempenho energético
      - X% das vendas de veículos novos serão híbridos a partir de 2015 (desempenho: 20 km/l)

# Cenário A (x = 5%)

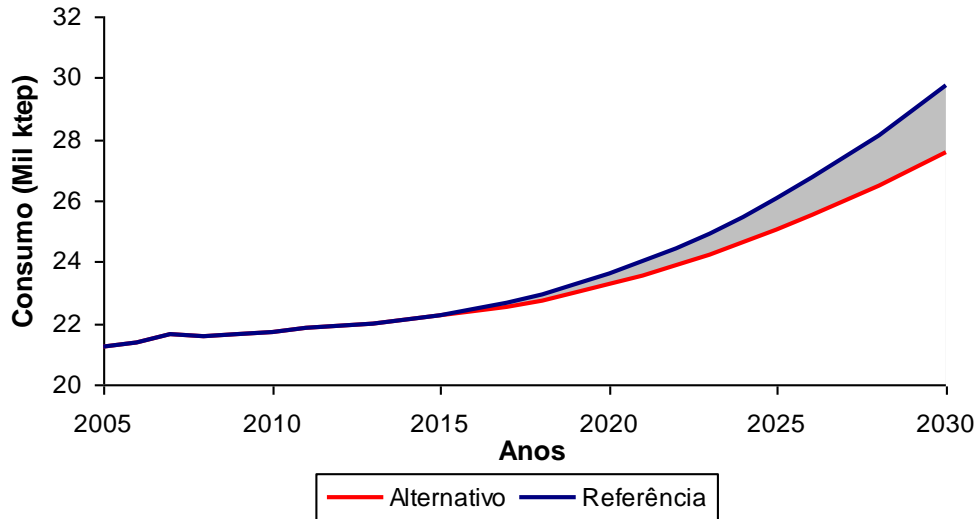


- Consumo final energético tendencial do segmento de veículos leves em 2030: 29,8 mil ktep
- Redução do consumo estimada do cenário: 2,0% (580 ktep)

- Estimativa das emissões de CO<sub>2</sub> do segmento em 2030: 32 MtCO<sub>2</sub>
- Redução das emissões no cenário: 1,8% (0,5 MtCO<sub>2</sub>)

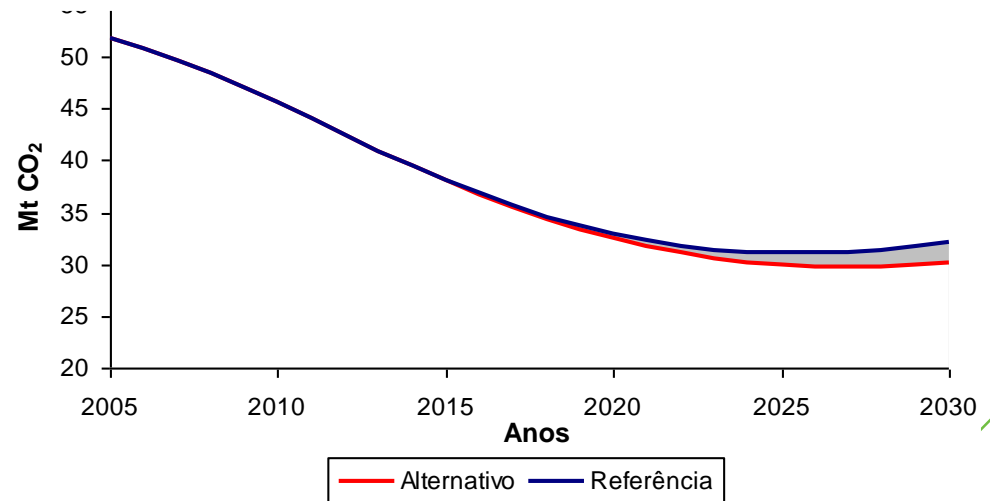


# Cenário A (x = 20%)

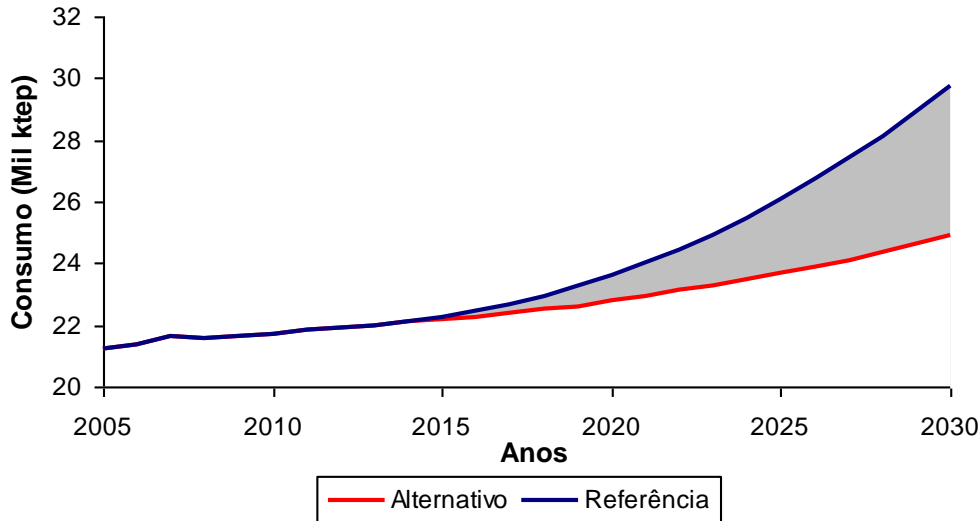


- Consumo final energético tendencial do segmento de veículos leves em 2030: 29,8 mil ktep
- Redução do consumo estimada do cenário: 7,3% (2,2 mil ktep)

- Estimativa das emissões de CO<sub>2</sub> do segmento em 2030: 32 MtCO<sub>2</sub>
- Redução das emissões no cenário: 6,5% (2 MtCO<sub>2</sub>)

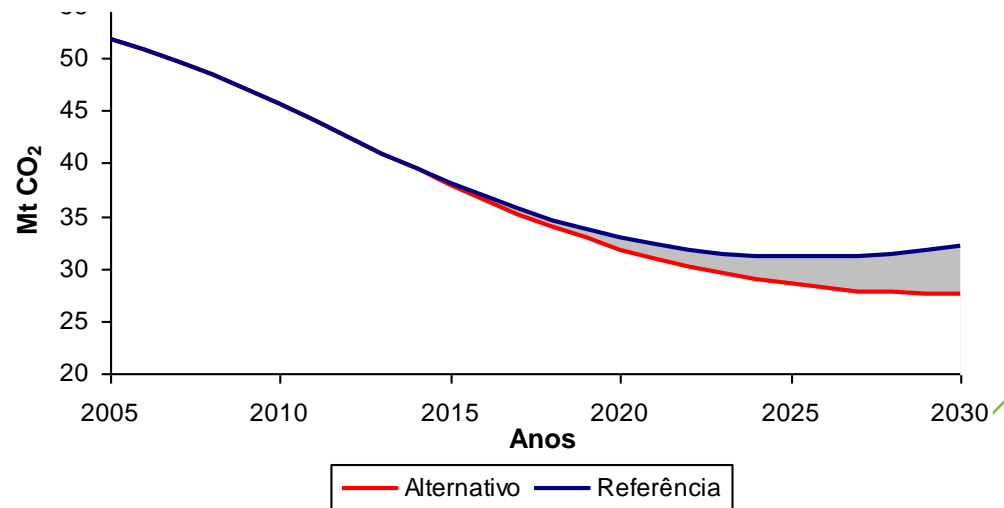


# Cenário A (x = 50%)

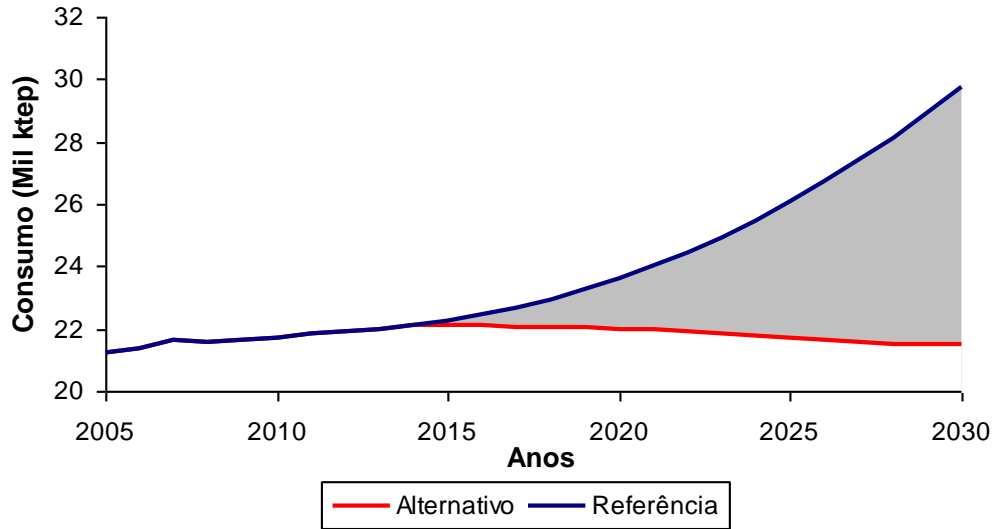


- Consumo final energético tendencial do segmento de veículos leves em 2030: 29,8 mil ktep
- Redução do consumo estimada do cenário: 16,4% (4,9 mil ktep)

- Estimativa das emissões de CO<sub>2</sub> do segmento em 2030: 32 MtCO<sub>2</sub>
- Redução das emissões no cenário: 14,4% (4,6 MtCO<sub>2</sub>)

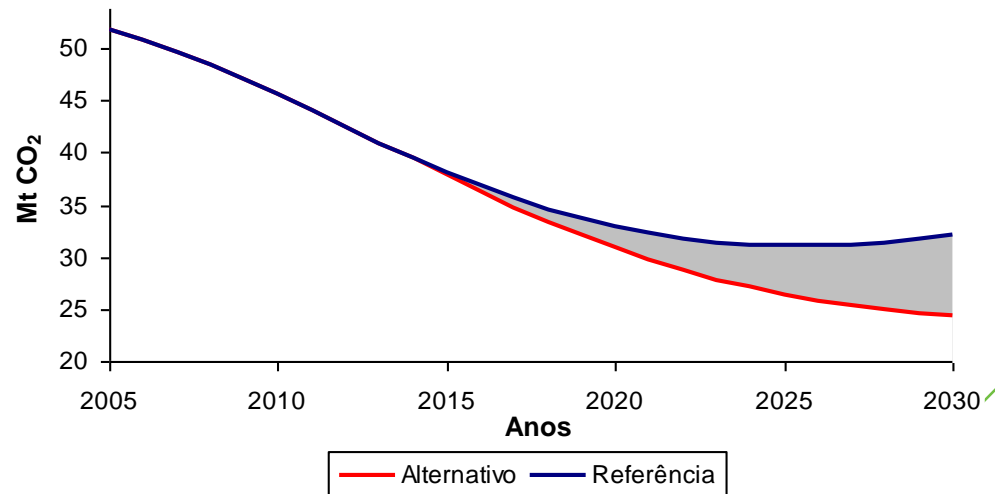


# Cenário A (x = 100%)



- Consumo final energético tendencial do segmento de veículos leves em 2030: 29,8 mil ktep
- Redução do consumo estimada do cenário: 27,8% (8,3 mil ktep)

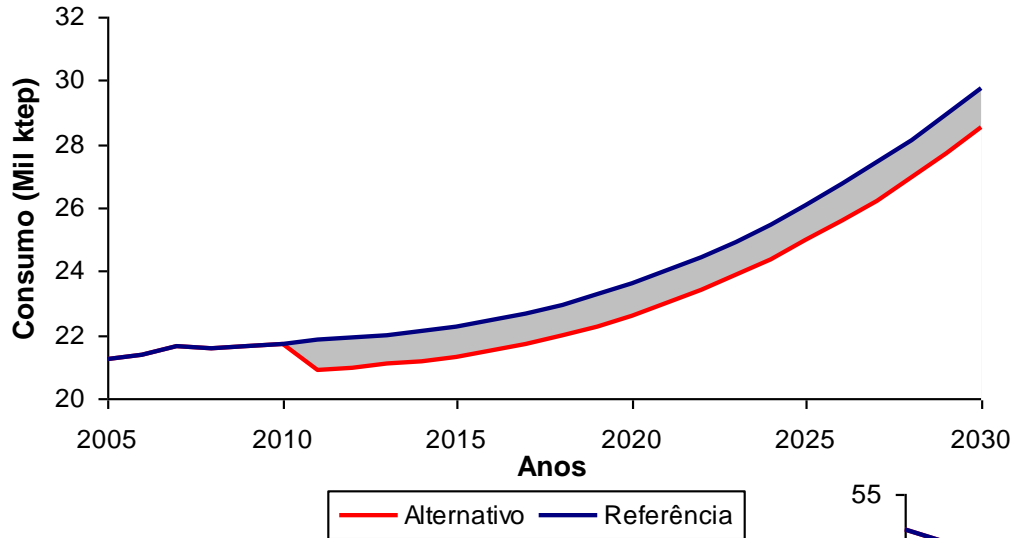
- Estimativa das emissões de CO<sub>2</sub> do segmento em 2030: 32 MtCO<sub>2</sub>
- Redução das emissões no cenário: 24,5% (7,9 MtCO<sub>2</sub>)



# Exemplos de Cenários

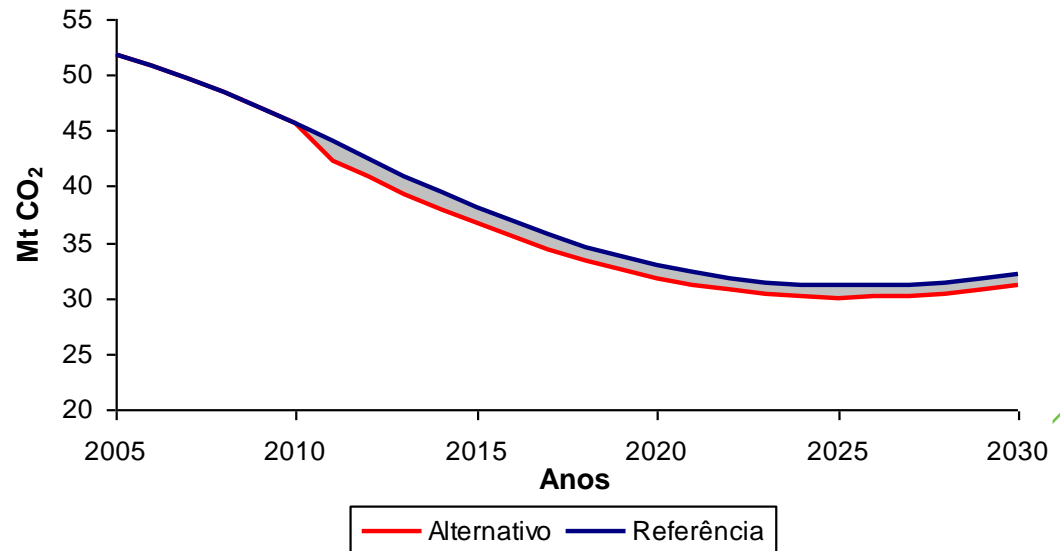
- Cenário B – Transporte Público
  - Veículos Leves
    - Frota
      - Contraposição do crescimento das vendas de veículos novos e de sucateamento de veículos existentes. As vendas foram atreladas ao crescimento econômico do país
    - Distância média anual percorrida pela frota
      - **Redução de Y% da distância em decorrência do incentivo ao transporte público a partir de 2015**
      - Mantida constante
  - Desempenho energético
    - Mantida constante

# Cenário B ( $\gamma = 5\%$ )



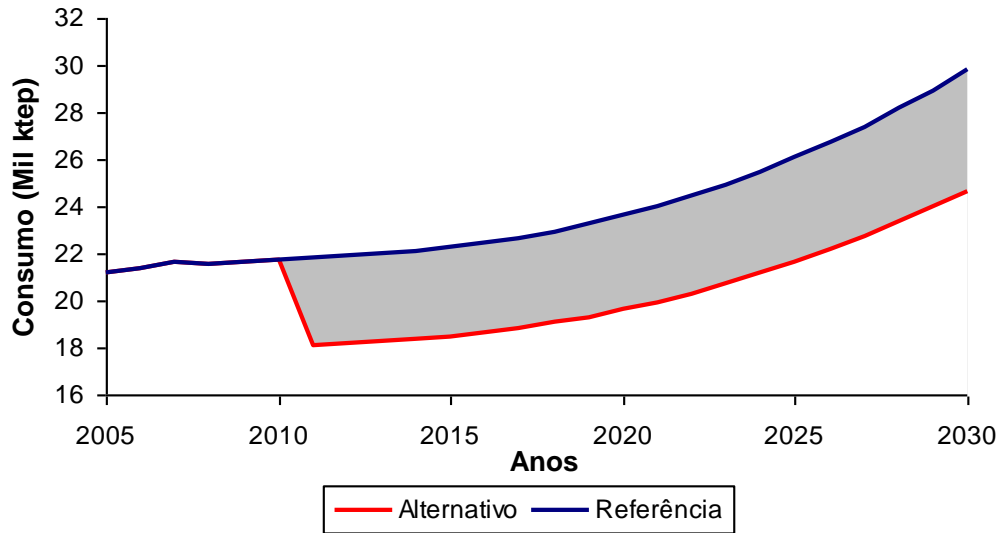
- Consumo final energético tendencial do segmento de veículos leves em 2030: 29,8 mil ktep
- Redução do consumo estimada do cenário: 4,3% (1,3 mil ktep)

- Estimativa das emissões de CO<sub>2</sub> do segmento em 2030: 32 MtCO<sub>2</sub>
- Redução das emissões no cenário: 3,2% (1,0 MtCO<sub>2</sub>)



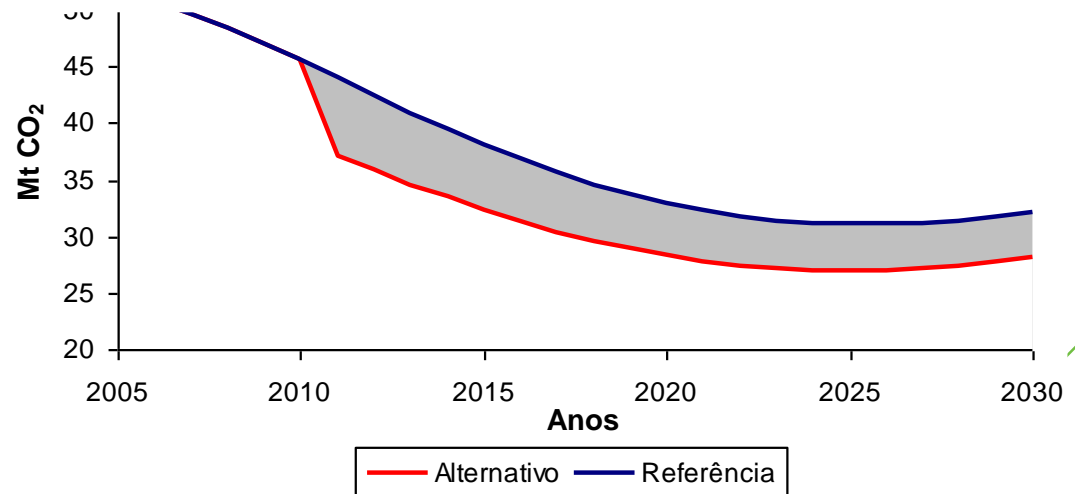


# Cenário B ( $\gamma = 20\%$ )

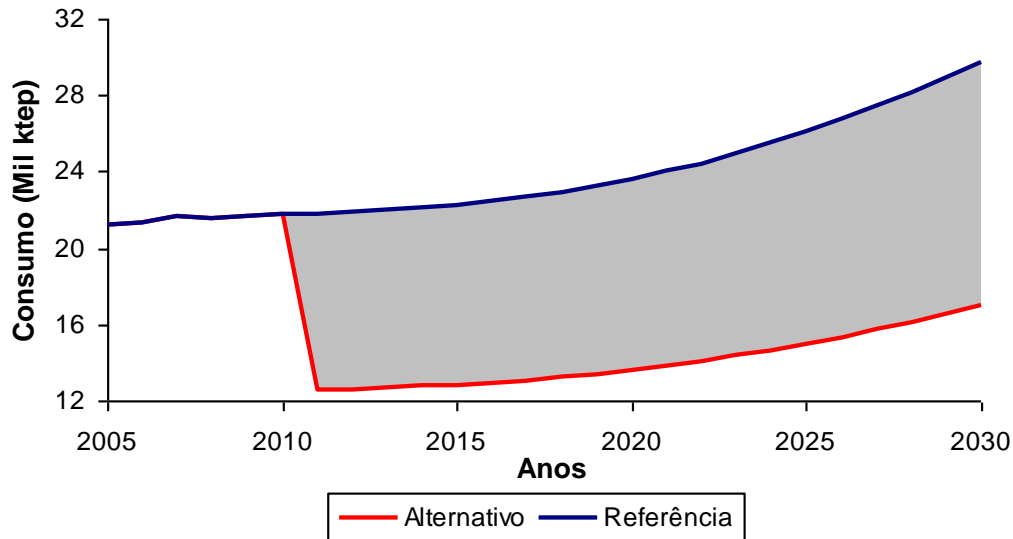


- Consumo final energético tendencial do segmento de veículos leves em 2030: 29,8 mil ktep
- Redução do consumo estimada do cenário: 17,2% (5,1 mil ktep)

- Estimativa das emissões de CO<sub>2</sub> do segmento em 2030: 32 MtCO<sub>2</sub>
- Redução das emissões no cenário: 12,7% (4,1 MtCO<sub>2</sub>)

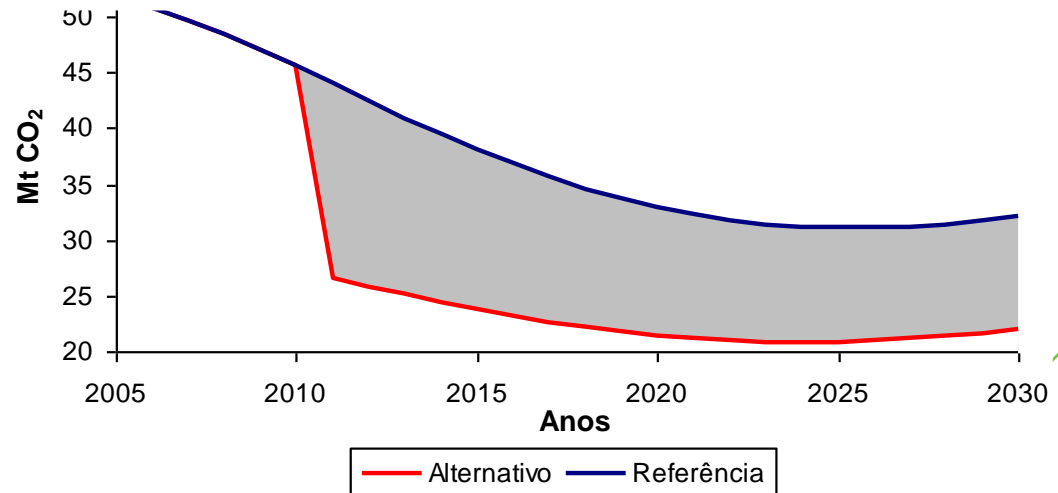


# Cenário B ( $\gamma = 50\%$ )

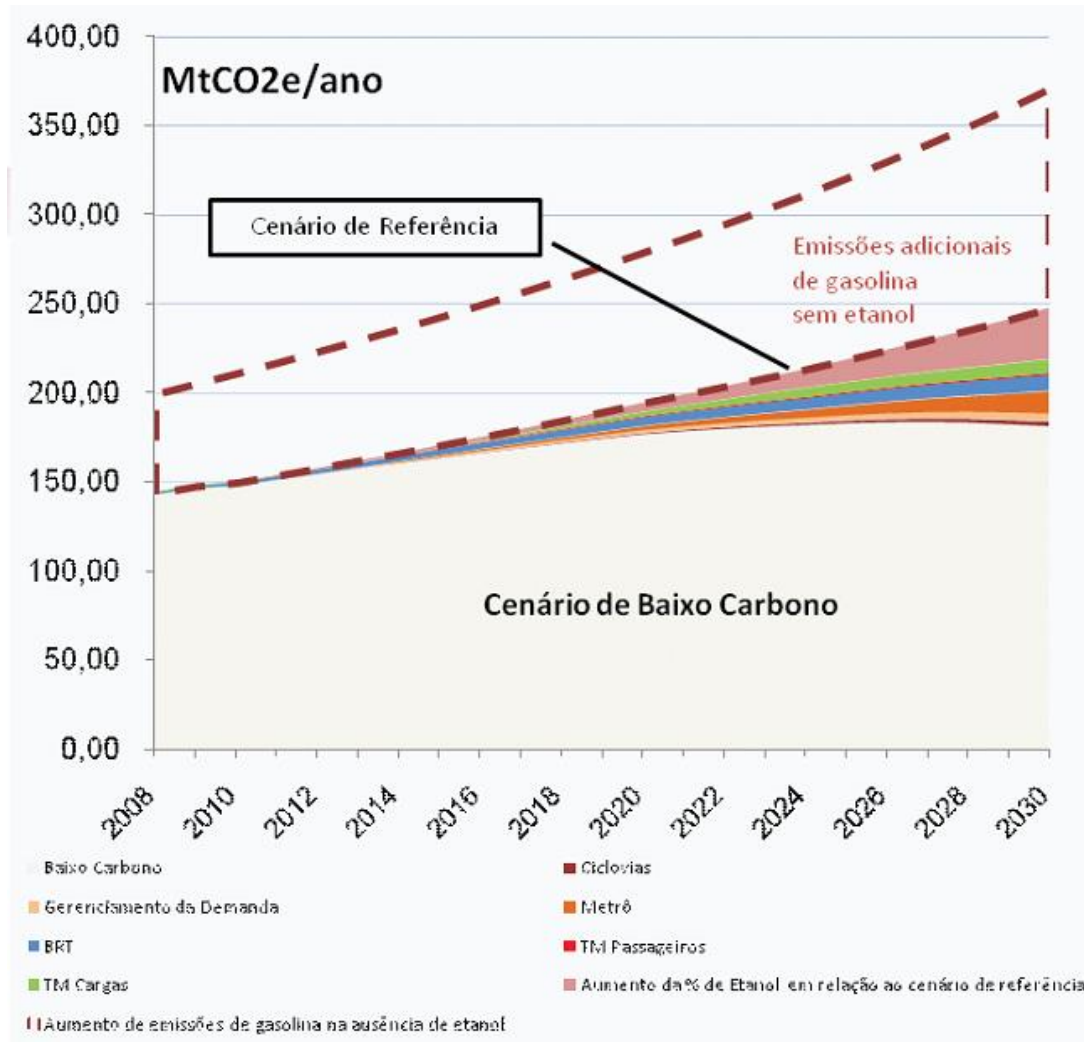


- Consumo final energético tendencial do segmento de veículos leves em 2030: 29,8 mil ktep
- Redução do consumo estimada do cenário: 42,9% (12,8 mil ktep)

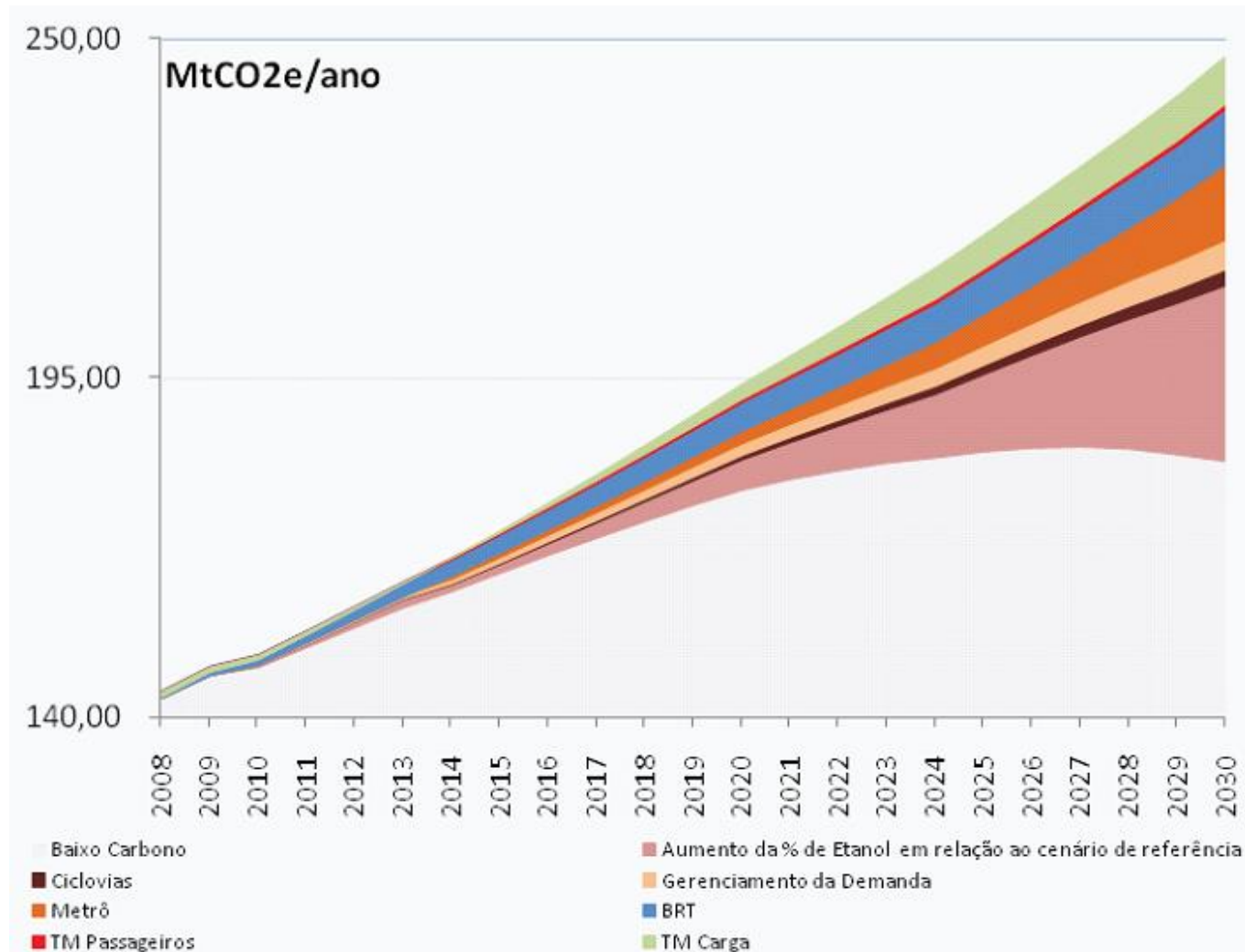
- Estimativa das emissões de CO<sub>2</sub> do segmento em 2030: 32 MtCO<sub>2</sub>
- Redução das emissões no cenário: 31,8% (10,2 MtCO<sub>2</sub>)



# Cenário Banco Mundial



# Cenário Banco Mundial



# Fontes de Informação

- Planos do setor
  - Planos municipais de investimento do transporte público
  - Planos municipais de mobilidade urbana
  - Plano Nacional de Logística e Transportes (PNLT)
  - Inventário nacional de emissões atmosféricas por veículos automotores rodoviário
  - Plano hidroviário estratégico
  - Inventário nacional do setor ferroviário
  - Programa de investimento em logística (rodovias, ferrovias, aeroportos e portos)
  - Programa de Aceleração do Crescimento (PAC)
  - Anuário Estatístico do Transporte Aéreo

# Fontes de Informação

- Outras fontes
  - IPCC (2014). Chapter 8 - Transport. In: Climate Change 2014 - Mitigation for Climate Change. Intergovernmental Panel on Climate Change, Working Group III. Cambridge University Press, Cambridge and New York. 117pp.
  - IEA (2014). Key World Energy Statistics. International Energy Agency, Paris, France. 82 pp.
  - JANNUZZI e SWISHER (1997). Planejamento Integrado dos Recursos Energéticos, Editora Autores Associados. Brasil.
  - EPE (2014). Balanço Energético Nacional. Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro, Brasil. 288 pp.
  - MCTI (2013). Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, Brasília, Brasil. 80 pp.
  - McKinsey (2009). Caminhos para uma economia de baixa emissão de carbono no Brasil. McKinsey & Company. 47 pp.
  - IEA (2012). Energy Technology Perspectives 2012. International Energy Agency, Paris, France. 690 pp.
  - Gouvello C. de (2010). Estudo de Baixo Carbono para o Brasil. Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento, Brasília, Brasil. 280 pp.
  - IEA (2009). Transport, Energy and CO2 - Moving Toward Sustainability. International Energy Agency, Paris, France. 418 pp.



Obrigado

Bruno Borba – [bborba@id.uff.br](mailto:bborba@id.uff.br)