

Ministério de  
Minas e Energia



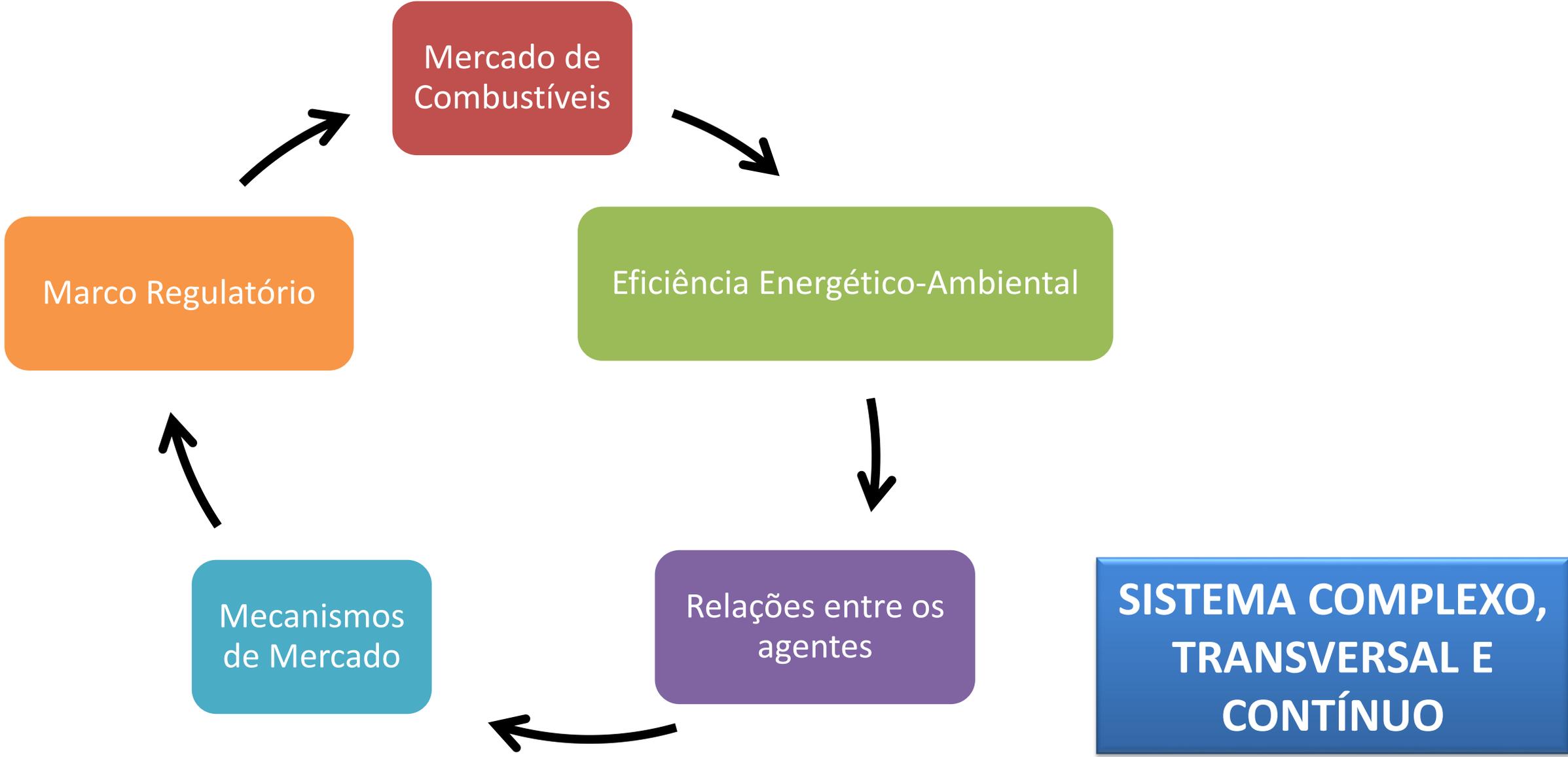
# RenovaBio

Política Nacional de Biocombustíveis

Lei nº 13.576/17

# Modelo de análise de metas de redução de emissões

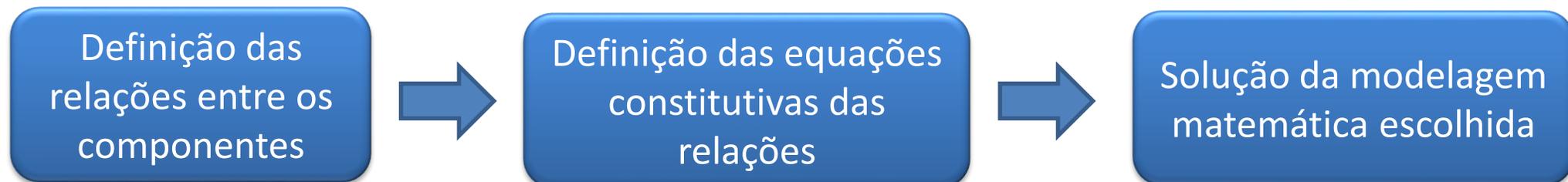
# Abrangência do RenovaBio



Sistema: conjunto de componentes (agentes) que se interconectam por meio de relações de causa e efeito.

Sistema Dinâmico:

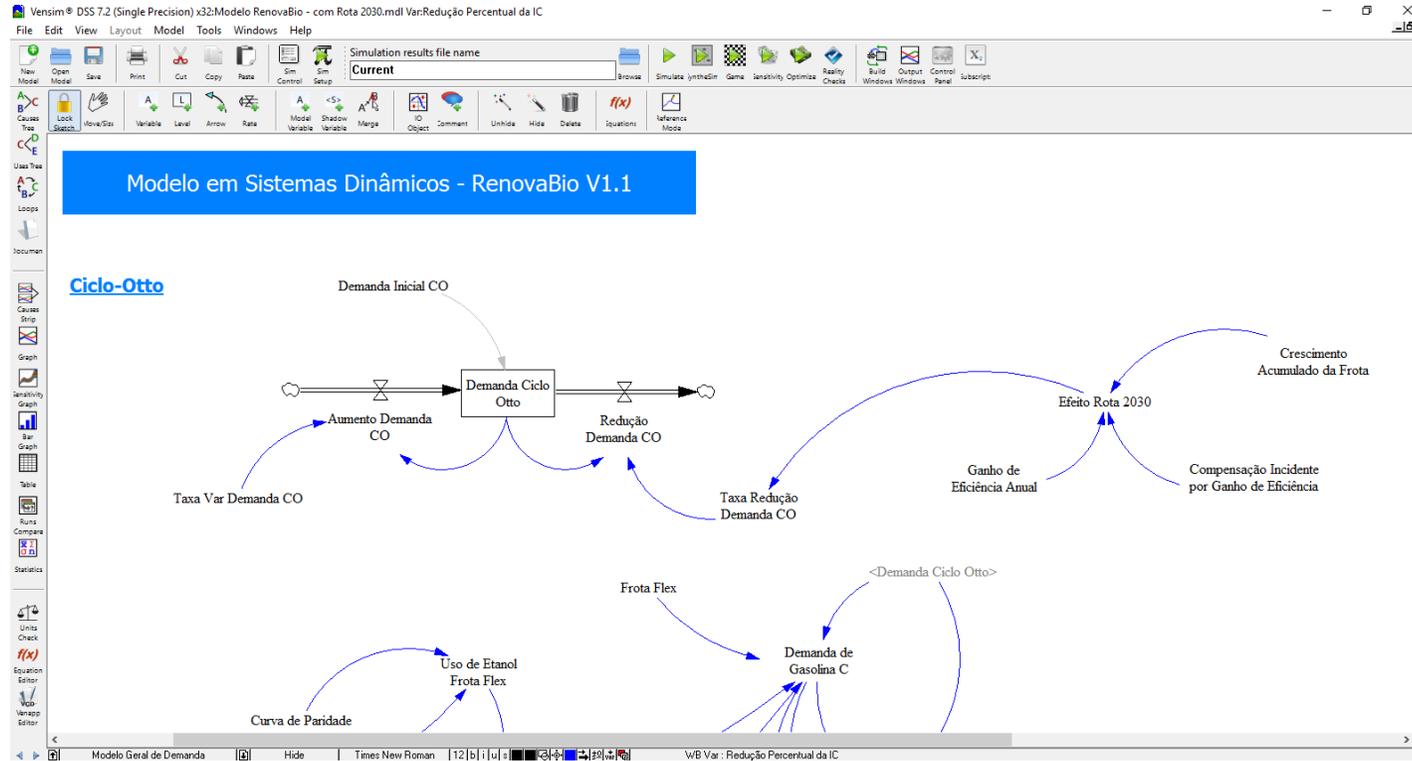
- As propriedades descritivas do sistema variam no tempo e na inter-relação entre as variáveis.
- **Sistemas econômicos são tipicamente caracterizáveis como Sistemas Dinâmicos**
- A análise dinâmica é feita em etapas:



# Software escolhido



Quem utiliza o Vensim hoje:



(INCLUIR POLITICA ENERGÉTICA EUA)



<http://www.ventanasystems.com/>

- Construído com base em plataformas livres.
- Custo menor em relação aos concorrentes (PowerSim, Stella Professional, entre outros)
- Construção gráfica e textual da modelagem.
- Módulo de Análise de Sensibilidade (Monte Carlo).
- Módulo Avançado de detecção de erros.
- Disponível em modulo gratuito para uso acadêmico ou para **leitura** de modelos construídos:
  - <https://vensim.com/vensim-model-reader/>

# Algoritmo RK4

Vensim

Plataforma: Windows

Módulo de Otimização de Políticas Públicas

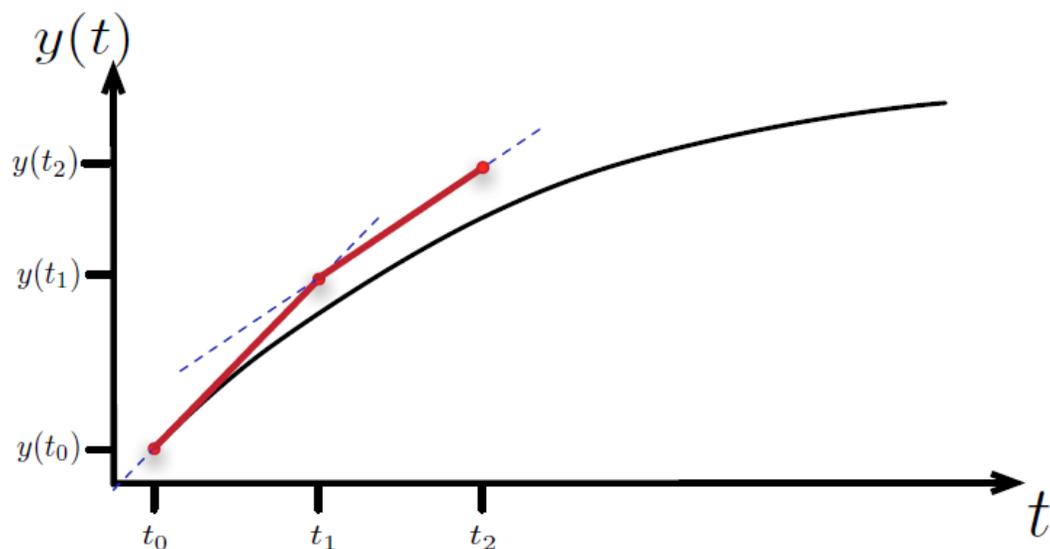
## Parâmetros de setup do modelo:

T0 = 2018

T11 = 2028

Unidade = 1 ano

Método de Integração Escolhido = RK4



Para  $\frac{dy}{dx} = f(x, y), y(0) = y_0$

Runge Kutta de 4ª ordem é calculado por:

$$y_{i+1} = y_i + \frac{1}{6}(k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4)h$$

Onde:

$$k_1 = f(x_i, y_i)$$

$$k_2 = f\left(x_i + \frac{1}{2}h, y_i + \frac{1}{2}k_1h\right)$$

$$k_3 = f\left(x_i + \frac{1}{2}h, y_i + \frac{1}{2}k_2h\right)$$

$$k_4 = f(x_i + h, y_i + k_3h)$$

# Modelagem do Mercado de Combustíveis

x = mercado de combustíveis fósseis

y = mercado de biocombustíveis

t = tempo

$$\text{se } \begin{cases} y = 0 \\ \frac{dx}{dt} = \alpha x, \alpha > 0 \end{cases}$$

$$\text{se } \begin{cases} x = 0 \\ \frac{dy}{dt} = -\rho y, \rho > 0 \end{cases}$$

Considerando que A, B, C e D são componentes do mercado:

-	A	B
C	AC	BC
D	AD	BD

Se mercado de combustíveis fósseis sofre redução  $\rightarrow -xy\beta$

Se mercado de biocombustíveis aumenta  $\rightarrow xy\delta$

Considerando as hipóteses anteriores:

$$\frac{dx}{dt} = x(\alpha - \beta y)$$

e

$$\frac{dy}{dt} = y(\delta x - \rho)$$

$\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\rho$  e  $\delta$  são parâmetros positivos que representam a interação dos mercados.

na relação entre os dois mercados:

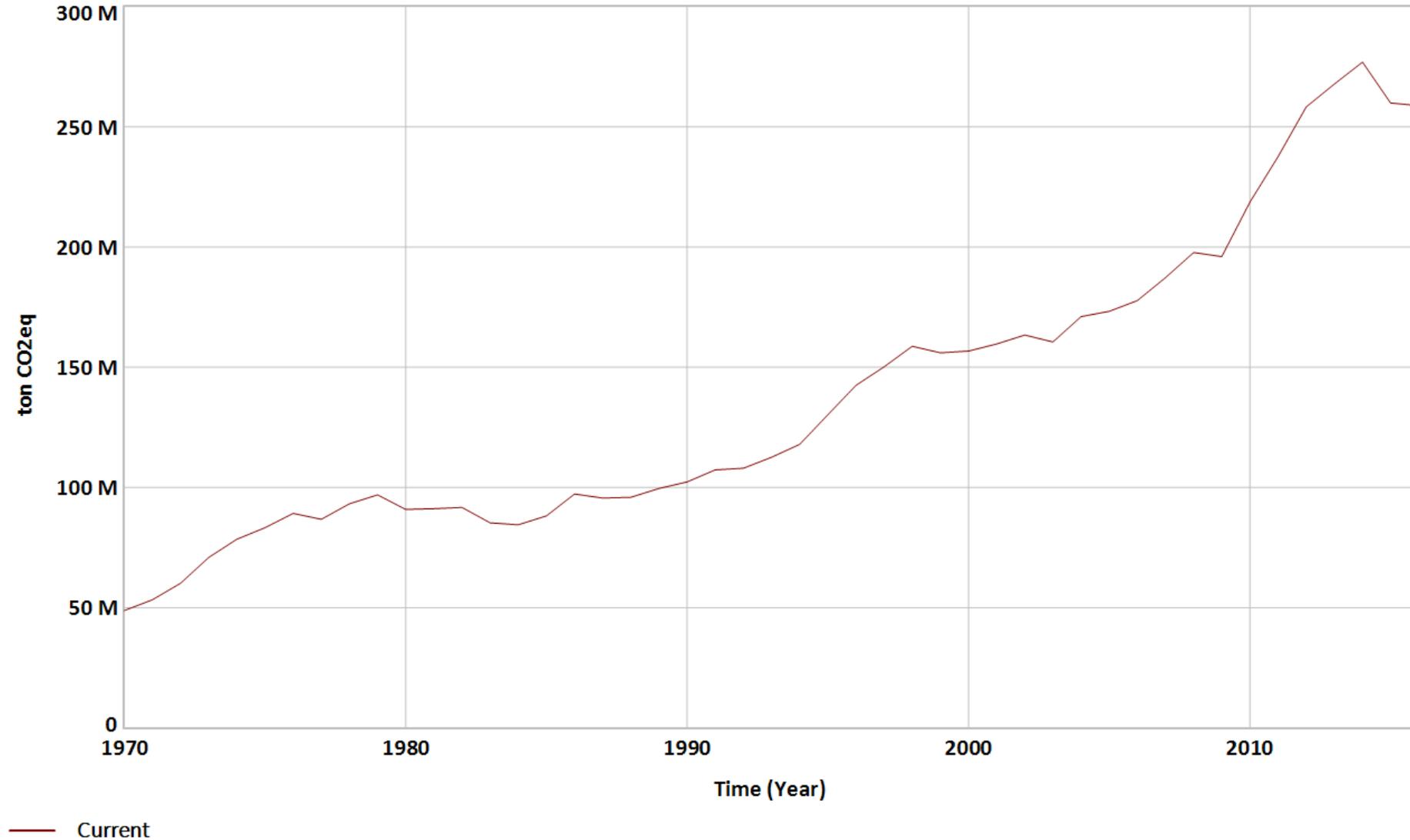
$$\frac{dy}{dx} = \frac{y(\delta x - \rho)}{x(\alpha - \beta y)}$$

$$\int \left( \frac{\alpha - \beta y}{y} \right) dy = \int \left( \frac{\delta x - \rho}{x} \right) dx$$

Solução é:  $\alpha \ln(y) - \beta(y) + C = -\rho \ln(x) + \delta(x) + D$

# Problema enfrentado pelo RenovaBio

Emissões Totais Matriz Combustíveis



# Entradas do Modelo

- Aumento de consumo por ganho de eficiência nos veículos novos (Rota 2030)
- Capacidade de produção nacional dos combustíveis
- Crescimento acumulado da Frota
- Eficiência ambiental [IC dos Combustíveis (Inicial)]
- Evolução da participação dos veículos flex na frota
- Ganho de eficiência dos veículos novos
- Margem de refino dos combustíveis fósseis
- Paridade de preços Biodiesel/Diesel
- Paridade de preços BioGás GNV
- Paridade de preços BioQAv/QAv
- Paridade de preços Etanol Hidratado/Gasolina C
- Participação de Biodiesel Autorizativo
- Percentual de mistura de Biodiesel
- Percentual de mistura de BioGás
- Percentual de mistura de BioQAv
- Taxa de crescimento da Frota
- Taxa de ganho de eficiência ambiental para os combustíveis
- Taxa de variação da produção dos combustíveis
- Variação da Demanda Ciclo-Aviação
- Variação da Demanda Ciclo-Diesel
- Variação da Demanda Ciclo-Otto
- Variação da Demanda GNV

- **Intensidade de Carbono da Matriz de Combustíveis**  
(Emissões por unidade de energia) [gCO<sub>2</sub>eq/MJ]
- **Emissões Totais da Matriz de Combustíveis** [ton CO<sub>2</sub>eq]
- **Demanda por combustível** [m<sup>3</sup>]
- **Importação de combustível** [m<sup>3</sup>]
- Oferta de CBIO
- Volume de CBIO por biocombustível
- **Preço da Cesta de Combustíveis**
- Participação relativa dos Combustíveis

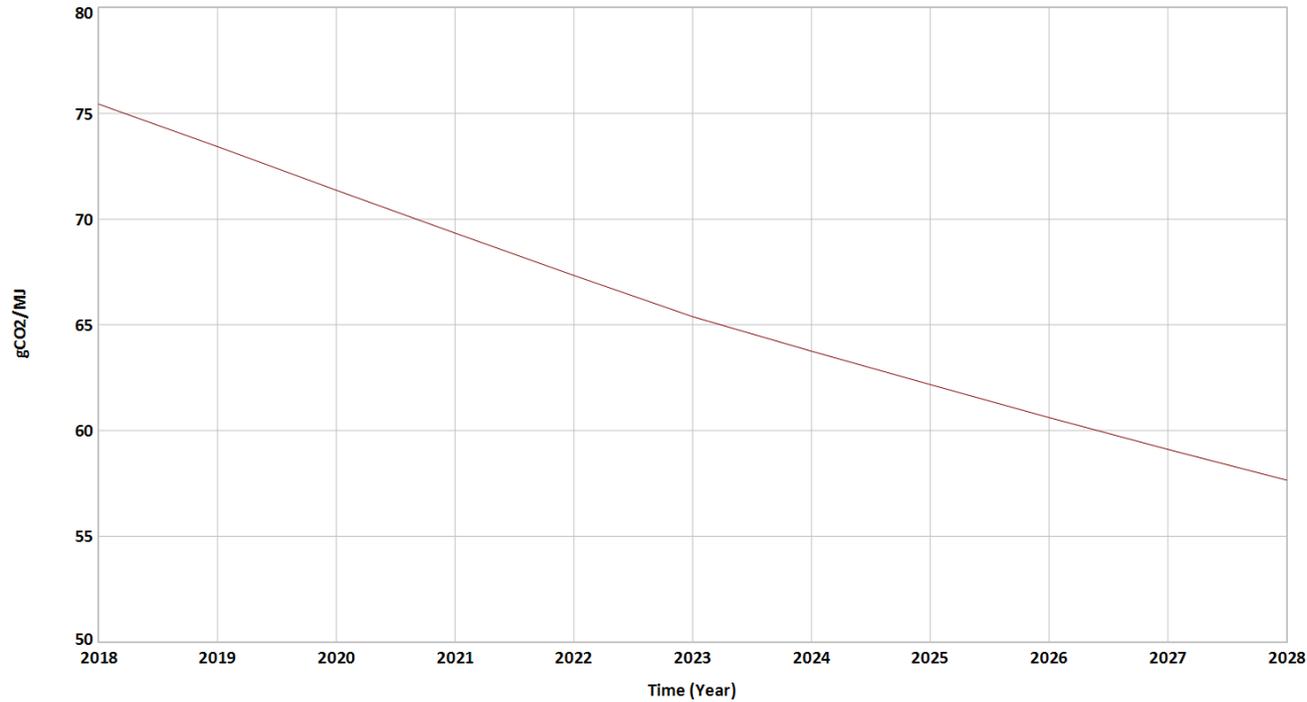
# Premissas Consideradas

Apresentar cada premissa considerada

Um slide para cada grupo de premissas

# Saídas do Modelo

### IC Matriz de Combustíveis



### Redução Percentual da IC

