

**Ministério de  
Minas e Energia**



# **A ENERGIA DO HIDROGÊNIO - DESAFIOS**

**SYMONE CHRISTINE DE SANTANA ARAÚJO**

**Coordenadora Geral - Departamento de Gás Natural**

**Secretaria de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis**

**Ministério de Minas e Energia**

**São Paulo, 01 de julho de 2009a**

# USO DO HIDROGÊNIO ENERGÉTICO NO BRASIL

## OBJETIVO

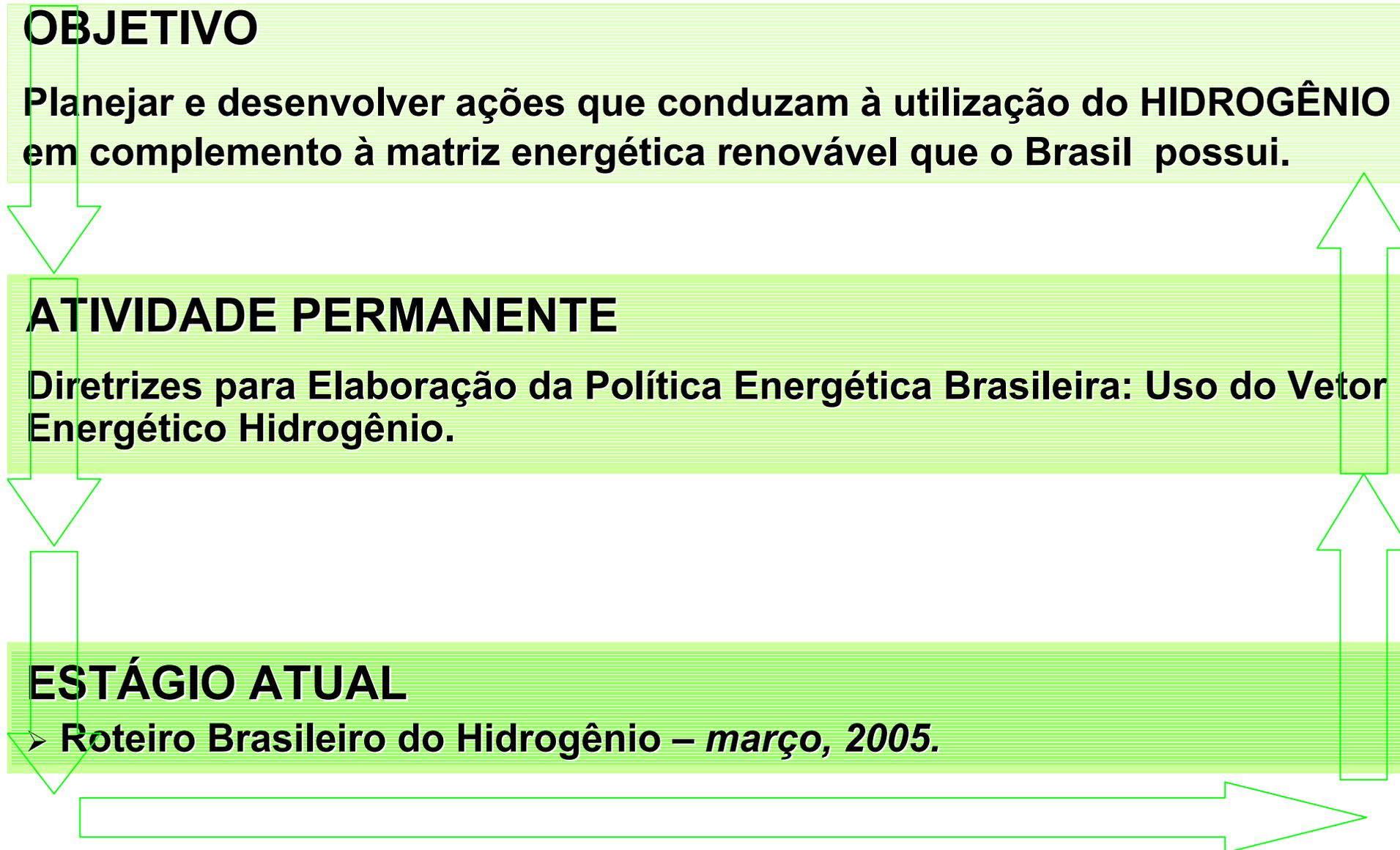
Planejar e desenvolver ações que conduzam à utilização do **HIDROGÊNIO** em complemento à matriz energética renovável que o Brasil possui.

## ATIVIDADE PERMANENTE

Diretrizes para **Elaboração da Política Energética Brasileira: Uso do Vetor Energético Hidrogênio.**

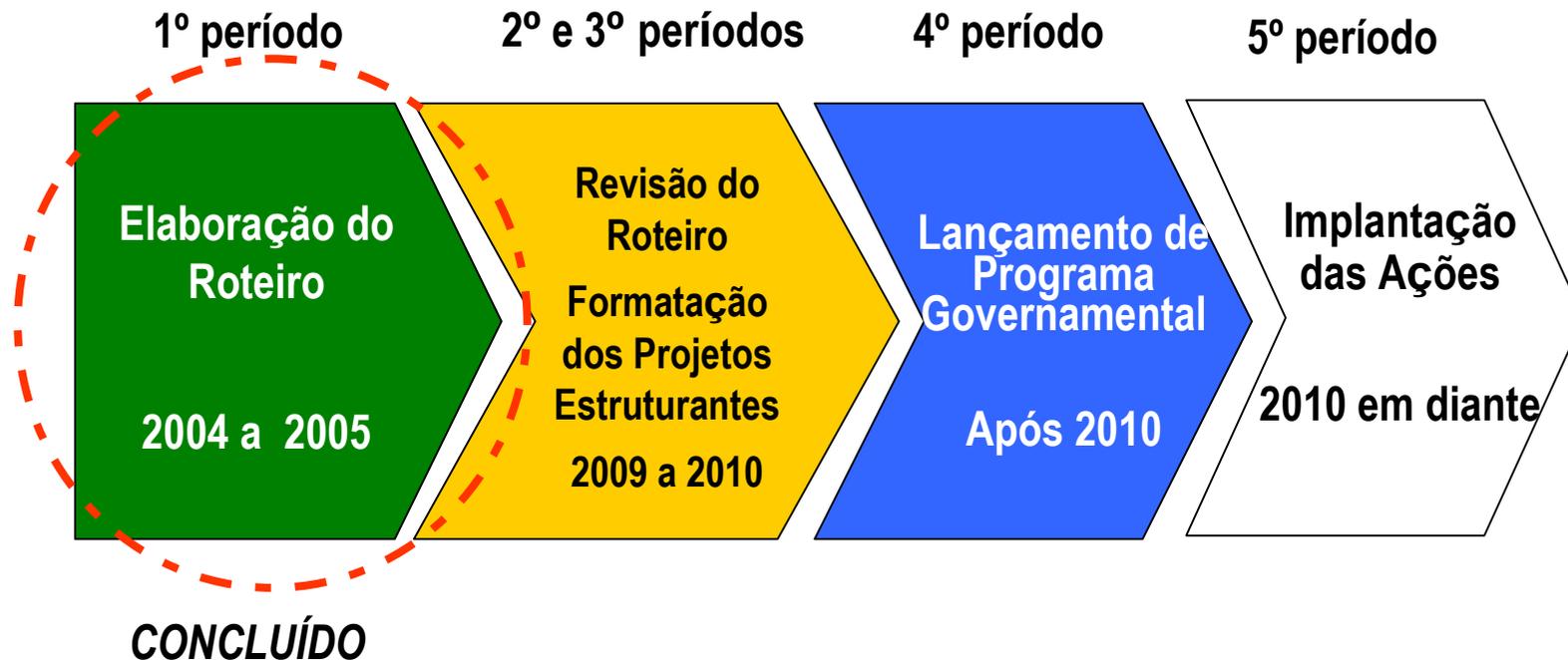
## ESTÁGIO ATUAL

➤ **Roteiro Brasileiro do Hidrogênio – março, 2005.**



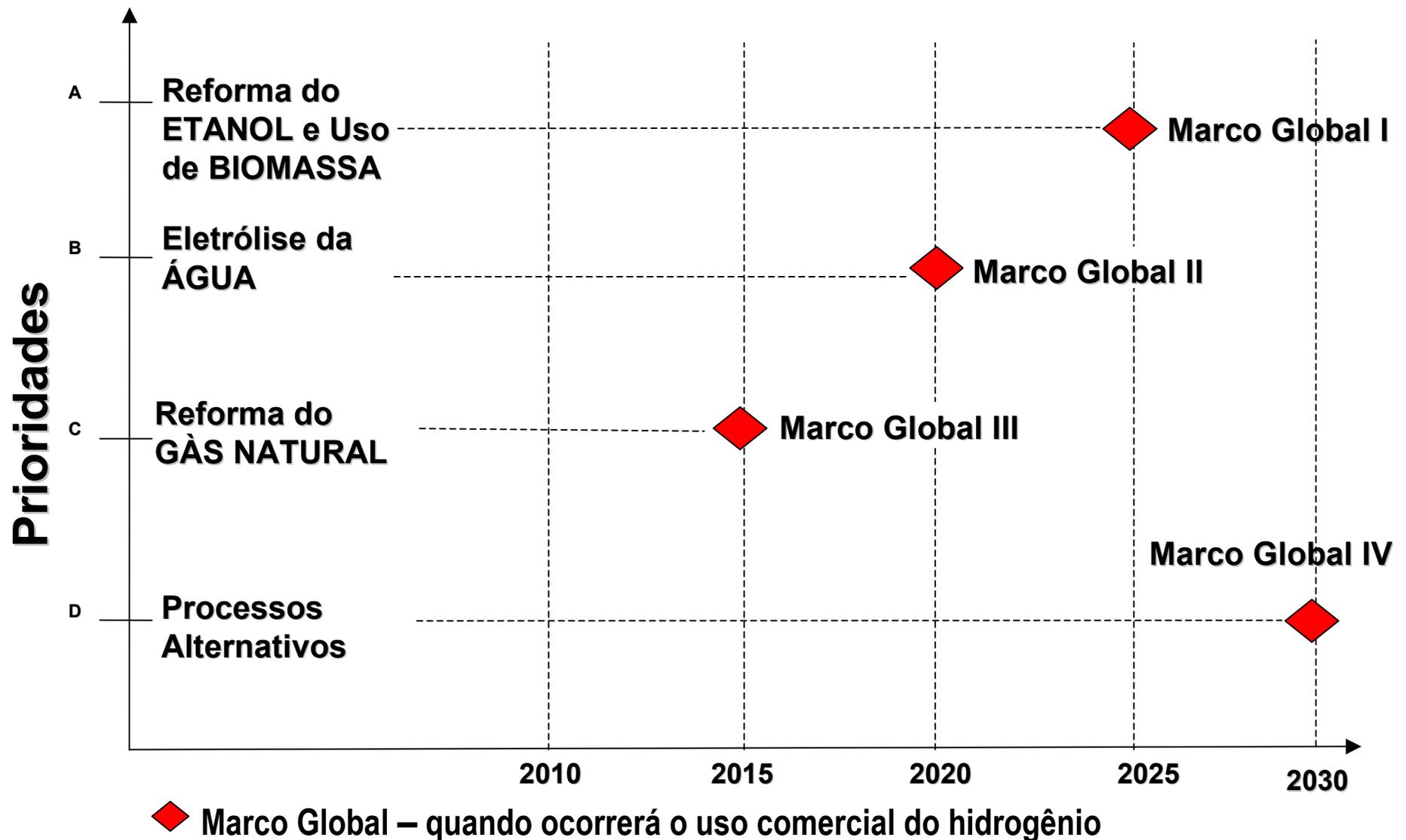
# DESENVOLVIMENTO DA ECONOMIA DE HIDROGÊNIO NO BRASIL

## Passos para Estruturação da Economia do Hidrogênio no Brasil



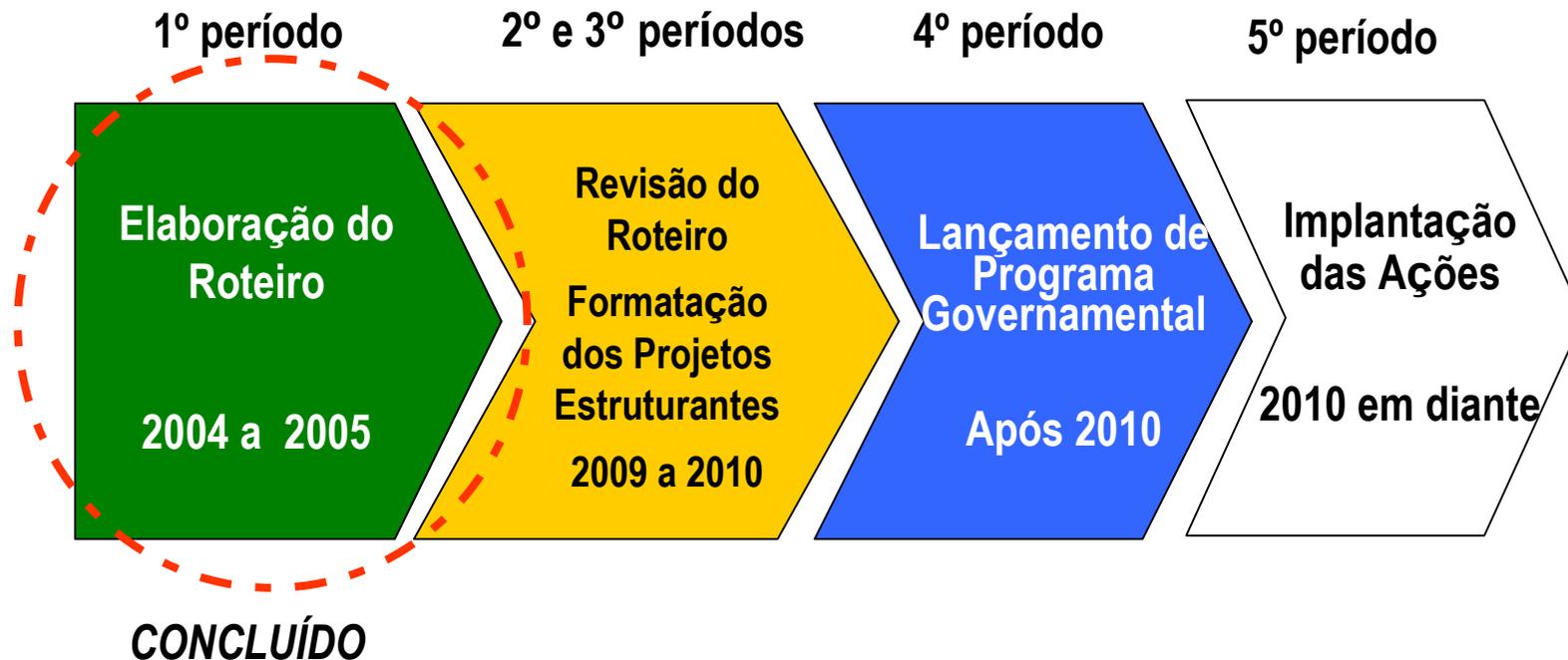
Fonte: Roteiro para Estruturação da Economia do Hidrogênio no Brasil – março 2005 (revisado)

# PRIORIDADES – ROTEIRO BRASILEIRO



# DESENVOLVIMENTO DA ECONOMIA DE HIDROGÊNIO NO BRASIL

## Passos para Estruturação da Economia do Hidrogênio no Brasil



Fonte: Roteiro para Estruturação da Economia do Hidrogênio no Brasil – março 2005 (revisado)

# A Energia do Hidrogênio

## Por que o Hidrogênio?

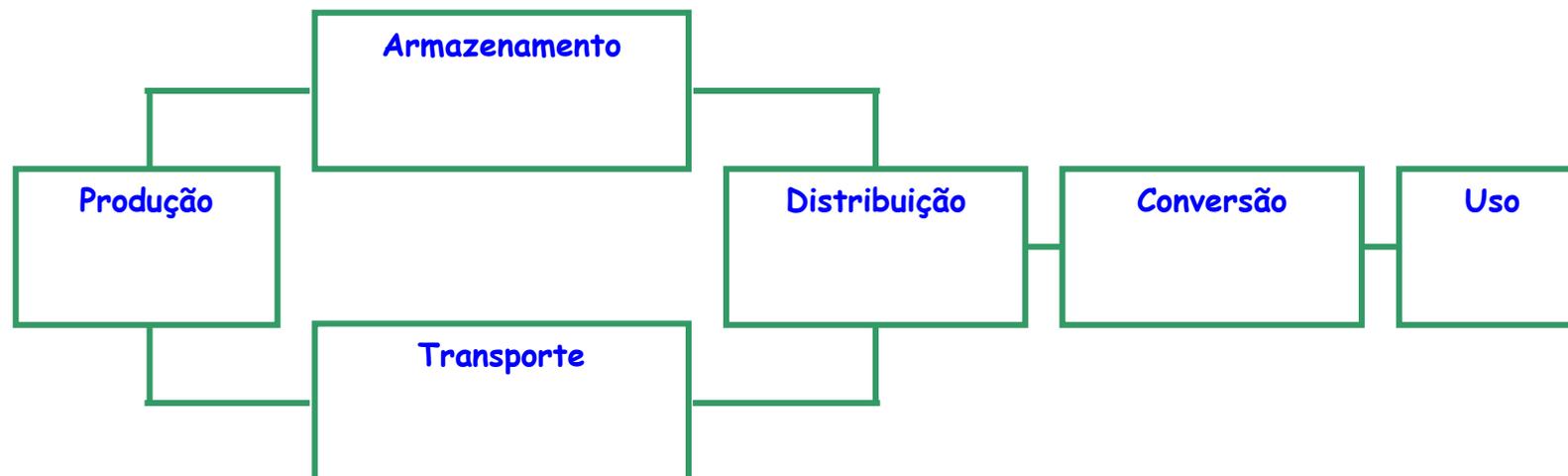
- ❑ Elemento químico abundante – pode ser obtido de diversas fontes
- ❑ Vantagens ambientais – sua conversão produz apenas água
- ❑ Eficiente do ponto de vista energético (uso em célula a combustível)
- ❑ Alta densidade de energia por massa
- ❑ Elevada reatividade

## Desafios

- ❑ Não é fonte primária de energia – é um vetor energético
- ❑ Precisa ser extraído, podendo gerar poluição
- ❑ Difícil de ser armazenado em grandes quantidades
- ❑ A energia produzida é menor do que a energia total utilizada na sua obtenção
- ❑ As atuais tecnologias para o uso energético não lhe conferem competitividade frente aos energéticos concorrentes

# A Energia do Hidrogênio

## Cadeia de Suprimento



## Estado da Arte

- Não há, em escala comercial, a presença dos agentes responsáveis pelas atividades de produção, armazenamento, transporte, distribuição e consumo do hidrogênio energético
- **DESAFIO - O papel do Projeto do Ônibus Brasileiro a Hidrogênio**

# Produção de Hidrogênio

- O processo de produção do hidrogênio demanda a utilização de dois insumos básicos: o químico e o energético

Processos, insumos químicos e energéticos  
para produção de hidrogênio

Processo	Insumo Químico	Insumo Energético
Reforma do etanol	Etanol	Etanol
Eletrólise	Água	Eletricidade
Reforma do gás natural	Gás natural	Gás natural
Gaseificação de biomassa	Biomassa	Biomassa
Biológico (biogás)	Biomassa	Calor, eventualmente
Alternativos	Água e biomassa	Calor ou luz, eventualmente

# Produção de Hidrogênio

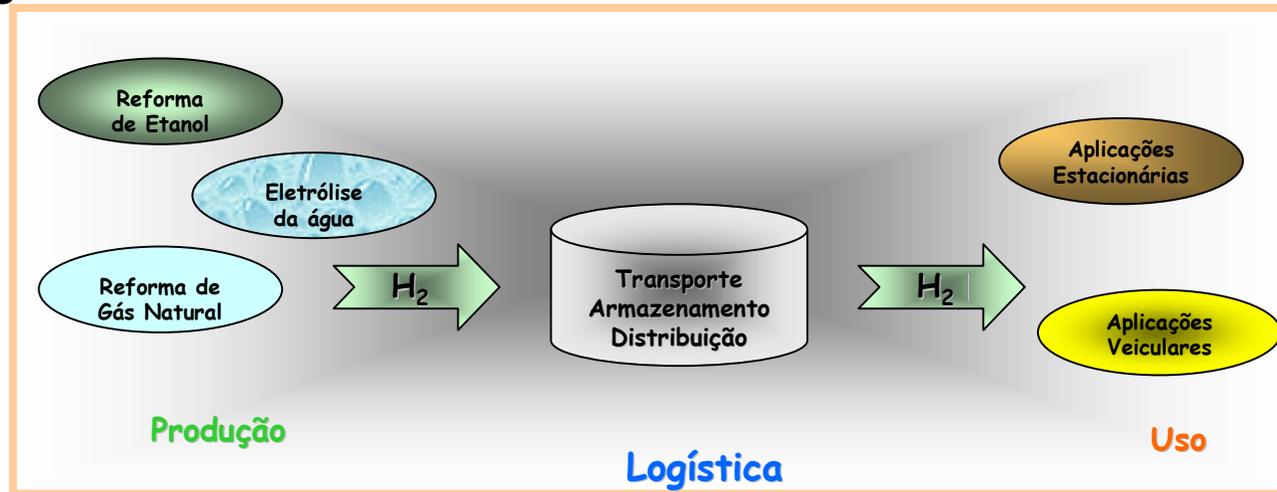
## Grau de Maturidade Tecnológica

Tecnologia	Maturidade Tecnológica	
	no mundo	no Brasil
Reformador de etanol	Embrionária	Embrionária
Eletrolisador convencional	Madura	Crescimento
Eletrolisador avançado	Crescimento	Embrionária
Reformador de gás natural	Madura	Crescimento
Gaseificador de leito fixo	Pós-madura	Madura
Gaseificador de leito fluidizado	Madura	Embrionária
Gaseificador catalítico	Crescimento	Embrionário

**Inexistente:** tecnologia não disponível; **Embrionária:** mudança acelerada na base do conhecimento; **Crescimento:** mudança na base do conhecimento; **Madura:** mudança lenta na base do conhecimento; **Pós-madura:** mudança quase inexistente na base do conhecimento

# Logística do Hidrogênio: Transporte, Armazenamento e Distribuição

## Função Logística



## Estado da Arte

- Nos dias atuais não existe no Brasil e no mundo uma infraestrutura instalada para suprimento deste energético
- Alternativas:
  - ✓ Utilização de rede de gasodutos dedicada, destinada ao transporte de hidrogênio produzido de forma centralizada, ou adoção de sistemas de transporte bi-combustível, onde o hidrogênio será misturado ao gás natural
  - ✓ Instalação de tanques de armazenamento ou vasos pressurizados
  - ✓ Armazenamento em estruturas sólidas ou reservatórios de petróleo ou gás natural depletados ou exauridos, aquíferos, cavernas e gasômetros, quando houver a necessidade de estocagem de grandes quantidades de hidrogênio
  - ✓ Utilização de corredores de distribuição interligados, constituídos de postos de abastecimento que produzam hidrogênio localmente ou postos localizados próximos a uma planta produtora de hidrogênio já existente

# Logística do Hidrogênio: Transporte, Armazenamento e Distribuição

## Grau de Maturidade Tecnológica

Tecnologia de transporte	Maturidade	
	No mundo	No Brasil
Gasoduto de H <sub>2</sub>	Madura	Embrionária
Gasoduto de GN+H <sub>2</sub>	Embrionária	Inexistente

Tecnologia de armazenamento	Maturidade	
	No mundo	No Brasil
Vasos pressurizados para H <sub>2</sub> gasoso (até 200 bar)	Madura	Madura
Vasos pressurizados para H <sub>2</sub> gasoso (200-300 bar)	Crescimento	Embrionária
Vasos pressurizados para H <sub>2</sub> gasoso (> 300 bar)	Embrionária	Inexistente
Vasos para H <sub>2</sub> líquido	Madura	Inexistente
Reservatório de H <sub>2</sub> adsorvido em estruturas sólidas (nano-estruturas)	Embrionária	Embrionária
Reservatório de H <sub>2</sub> adsorvido em estruturas sólidas (hidretos metálicos)	Madura	Embrionária
Reservatórios subterrâneos de H <sub>2</sub>	Crescimento	Inexistente
Processos de compressão de H <sub>2</sub>	Madura	Embrionária
Processos de liquefação de H <sub>2</sub>	Madura	Inexistente

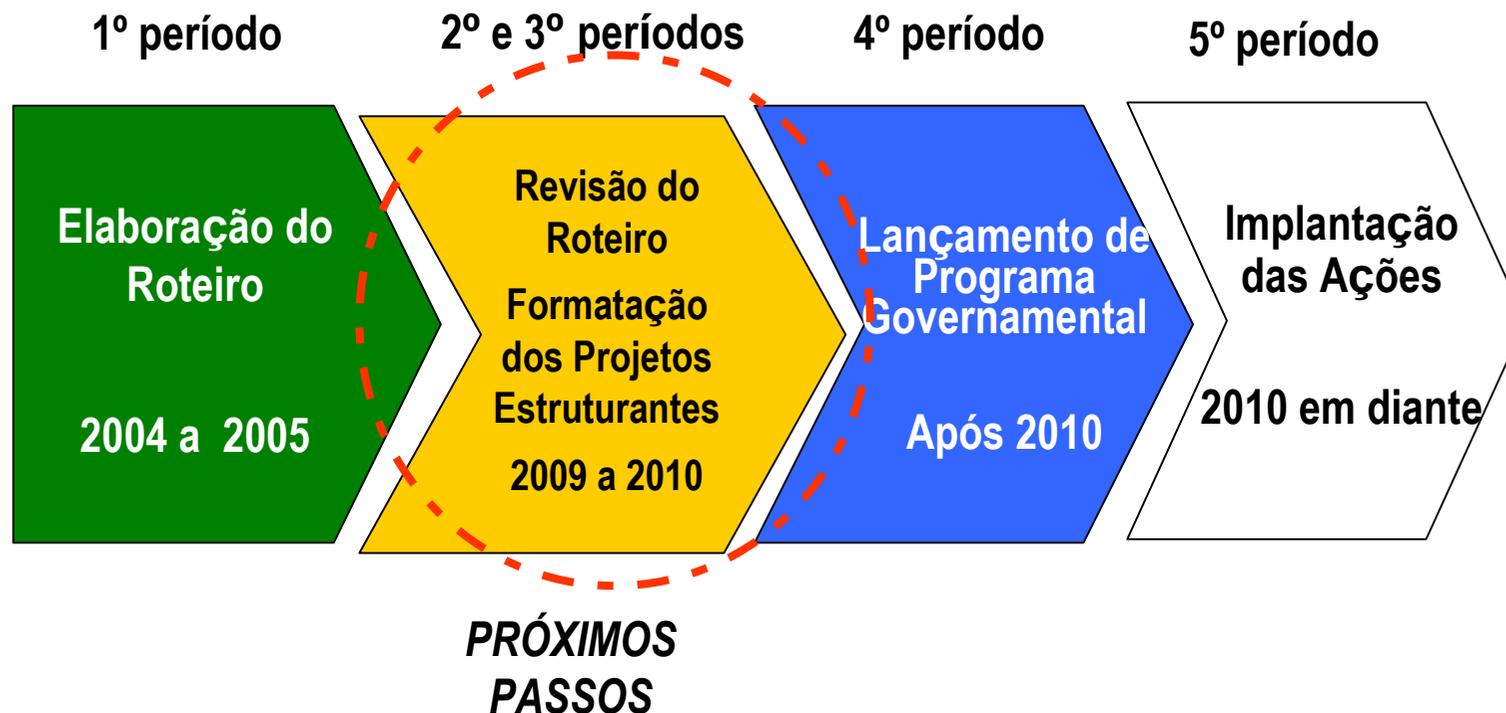
**Inexistente:** tecnologia não disponível; **Embrionária:** mudança acelerada na base do conhecimento;  
**Crescimento:** mudança na base do conhecimento; **Madura:** mudança lenta na base do conhecimento;  
**Pós-madura:** mudança quase inexistente na base do conhecimento

# Aplicações

- As aplicações para o hidrogênio indicadas no Roteiro:
  - Geração distribuída de energia elétrica
  - Fornecimento de energia elétrica com alta confiabilidade
  - Sistemas de co-geração (calor/potência)
  - **Transporte urbano, coletivo** e de carga
  - Armazenamento de energia na forma de hidrogênio
  - Atendimento às comunidades isoladas

# DESENVOLVIMENTO DA ECONOMIA DE HIDROGÊNIO NO BRASIL

## Passos para Estruturação da Economia do Hidrogênio no Brasil



Fonte: Roteiro para Estruturação da Economia do Hidrogênio no Brasil – março 2005 (revisado)

# Organização e Desenvolvimento de Projetos Estruturantes

- **Construção de Pilotos de Demonstração**
- **Desenvolvimento Tecnológico**
- **Mapeamento e Quantificação de Mercado**
- **Desenvolvimento da Indústria de Bens e Serviços**
  - **Desenvolvimento dos Sistemas de Produção de Hidrogênio**
  - **Desenvolvimento da Infra-estrutura para Comercialização**
  - **Desenvolvimento dos Sistemas de Conversão de Energia**
- **Constituição do Arcabouço Regulatório**
- **Constituição de Linhas de Financiamento**
- **Tributação e Formação de Preços**
- **Estudos Ambientais**

**Ministério de  
Minas e Energia**



**OBRIGADA**

**SYMONE CHRISTINE DE SANTANA ARAÚJO**

**Coordenadora Geral - Departamento de Gás Natural**

**Secretaria de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis**

**Ministério de Minas e Energia**

**São Paulo, 01 de julho de 2009a**