



*Opções de Mitigação de Emissões  
de Gases de Efeito Estufa em  
Setores-Chave do Brasil*

# PROPOSIÇÃO DE INSTRUMENTOS DE POLÍTICAS PÚBLICAS NA TRANSIÇÃO PARA UMA ECONOMIA DE BAIXO CARBONO

## SETOR ENERGÉTICO

Mariana Império

Abril de 2016



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



# Índice

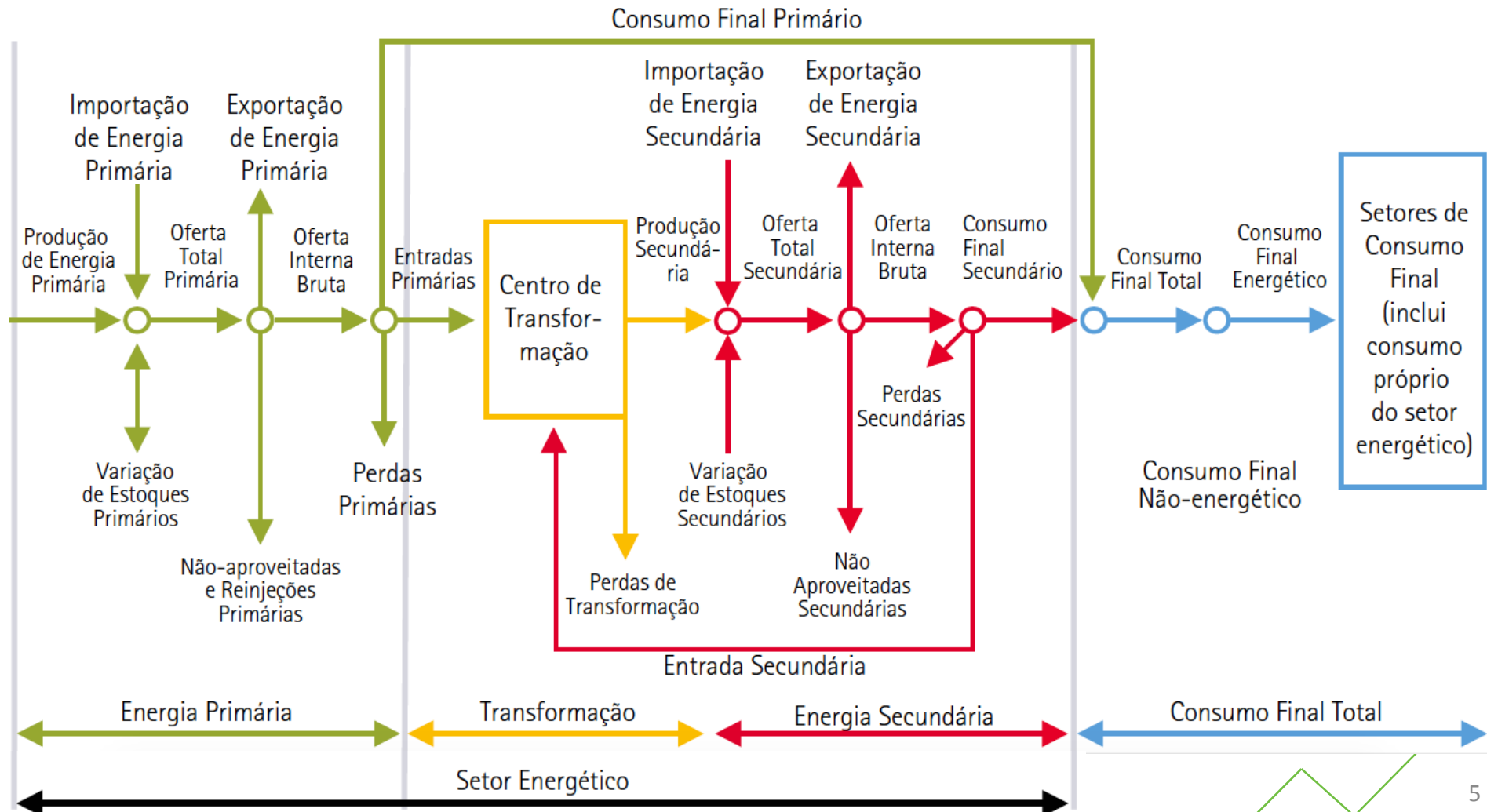
1. Contextualização e atividades de baixo carbono do setor energético
2. Experiências nacionais e internacionais de políticas de baixo carbono
3. Barreiras e co-benefícios à adoção de cenários de baixo carbono.
4. Política públicas aplicáveis para a remoção de barreiras à adoção de atividades de baixo carbono.



# *1. Contextualização e atividades de baixo carbono do setor energético*



# 1. Contextualização do setor energético

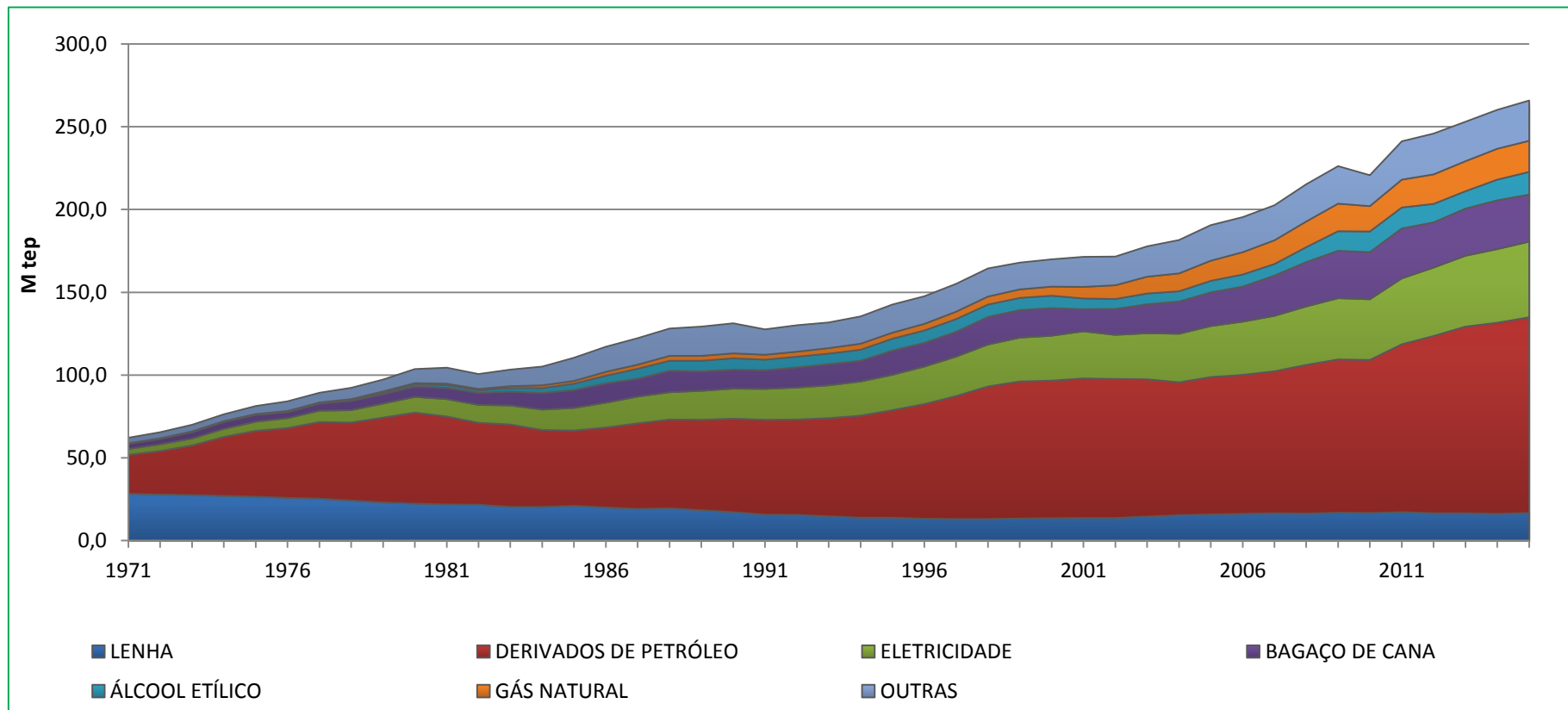




# 1. Contextualização do setor energético

/// Consumo de energia final por fonte

/// Setor energético: consumo de 10,3% do total

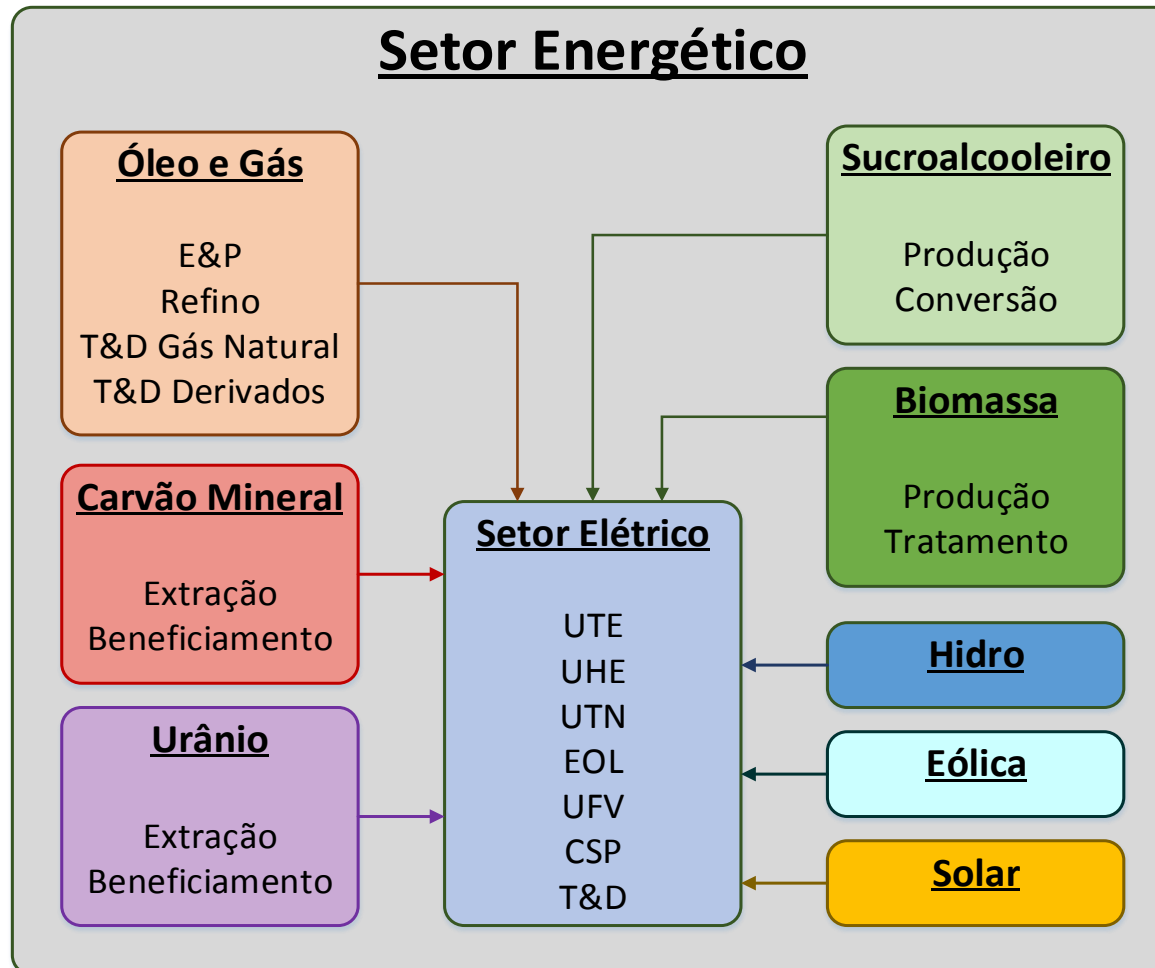


Fonte: EPE (2015)



# 1. Contextualização do setor energético

/// Setor energético ≠ Setor elétrico





# 1. Atividades de baixo carbono

## /// Óleo e gás

### /// E&P de petróleo

/// Redução de Emissões Fugitivas: Selagem de equipamentos rotativos, inspeção e manutenção.

/// Redução de *Flare*: Recuperação de gases.

## /// Refino

/// Substituição de combustível (ex: óleo combustível)

/// Redução do consumo específico de utilidade de cada unidade

/// Vapor: melhorias em isolamento, recuperação de condensado, integração energética, substituir ejetores por bomba de vácuo, etc.





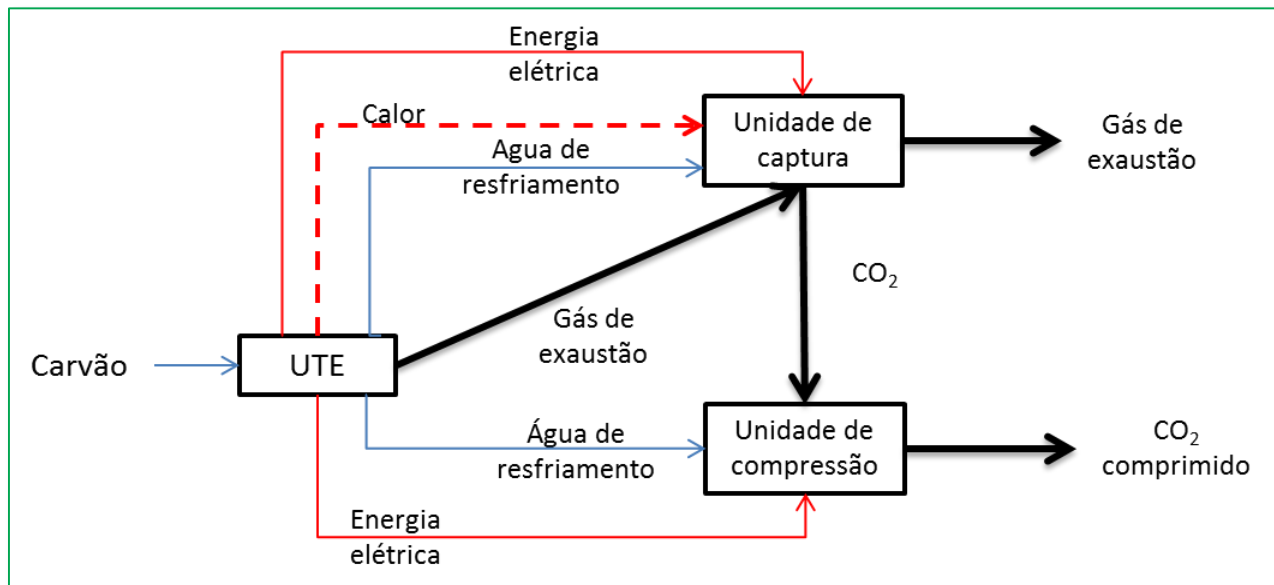
# 1. Atividades de baixo carbono

/// Termoelétricas (carvão mineral, gás natural)

/// Mineração Subterrânea

/// Degasificação: recuperação de gases com alto teor de metano.

/// Captura e Armazenamento de Carbono (CCS)



Aplicável também a:

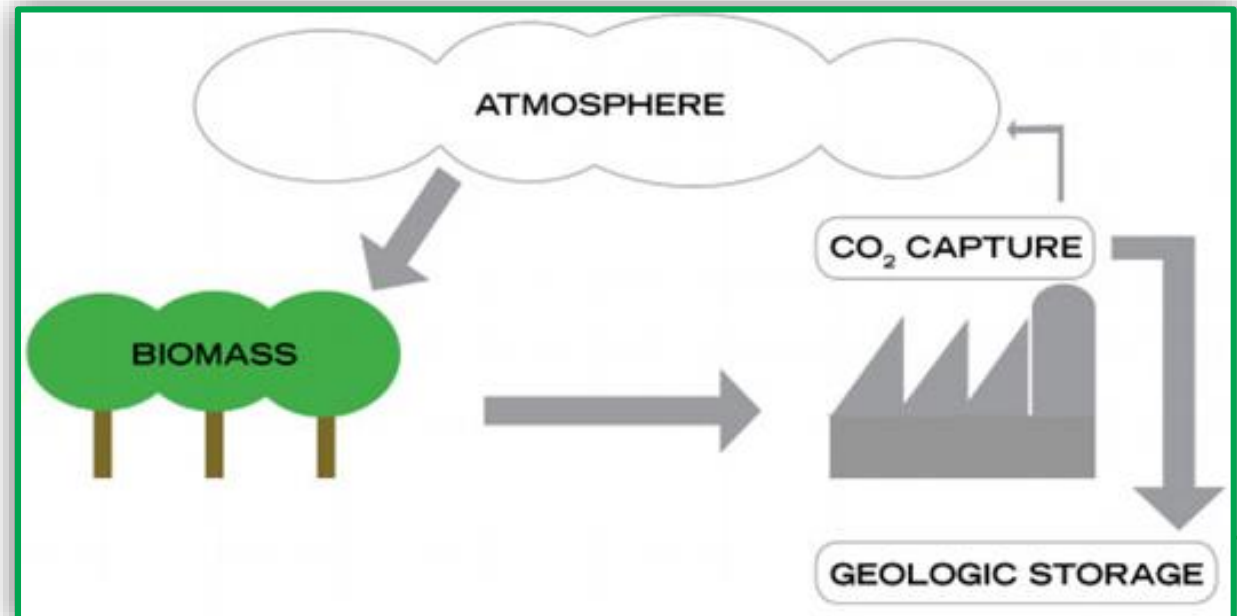
- refinarias,
- termelétricas,
- plataformas,
- destilarias,
- indústria.



# 1. Atividades de baixo carbono

## /// Biocombustíveis e bioeletricidade

- /// Biodiesel: Novos processos; hidrotratamento.
- /// Sistemas de conversão de bagaço de cana que aumentem o excedente elétrico.
- /// Bio-CCS





# 1. Atividades de baixo carbono

## /// Eletricidade

### /// Fontes fósseis

/// Aumento da eficiência de conversão.

/// Substituição ou *blend* com biocombustíveis.

### /// Nuclear e Fontes Renováveis

/// Por si só, já podem ser consideradas medidas de abatimento.

/// Enorme potencial energético.

/// Espaço para avanços tecnológicos, principalmente em biomassa, eólica e solar.

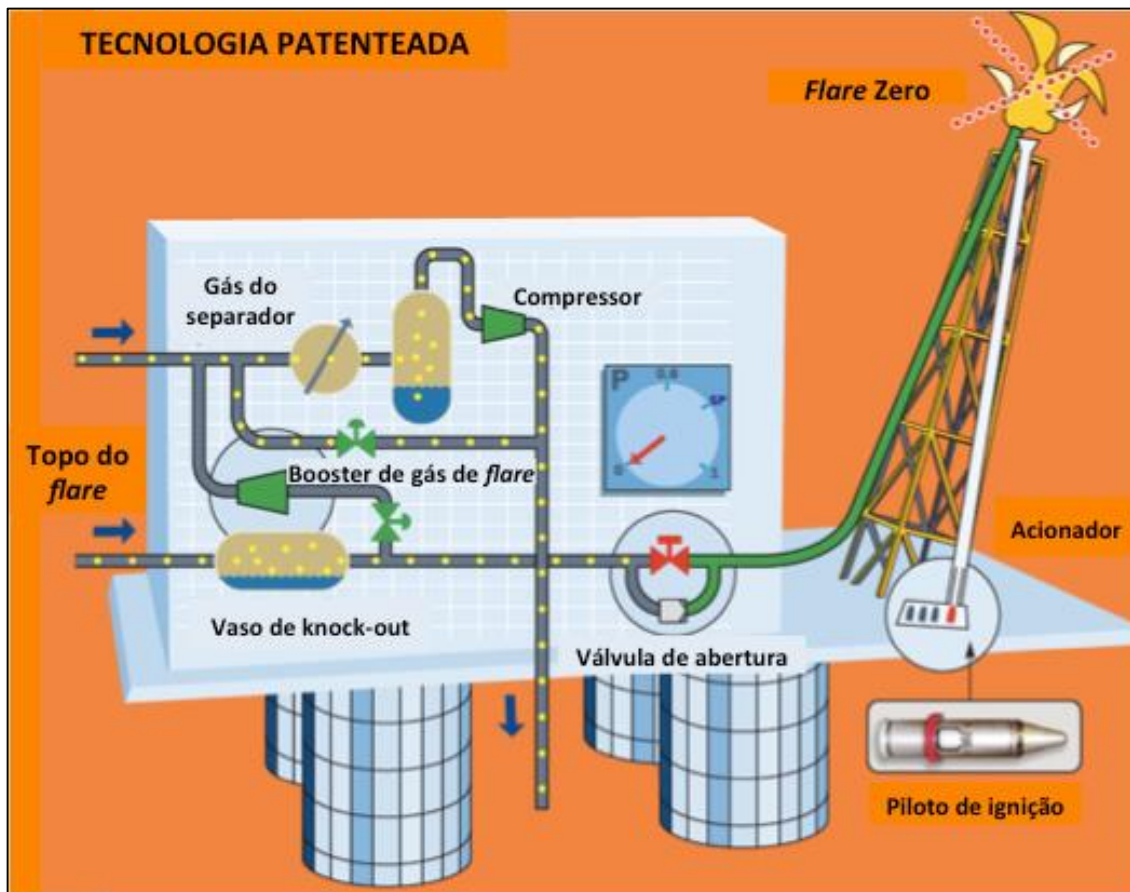


## *2. Experiências internacionais e nacionais de políticas de baixo carbono*

## 2. Experiências internacionais e nacionais

/// Statoil – Noruega – piloto de flare

/// Taxação de carbono pelo governo norueguês – 1991 (NREL, 2009)



/// Óleo e gás no Mar do Norte: aprox USD 69/tCO<sub>2</sub>e (World Bank, 2015)

/// Redução de emissões: 1,5 milhões de tCO<sub>2</sub> (Statoil, 2009)



## 2. Experiências internacionais e nacionais

/// Programa Redução Global de Gás de *Flare* (*Global Gas Flaring Reduction – GGFR*), criado pelo Banco Mundial em 2002 (STATOIL, 2010).



/// Objetivo: aumento do uso do gás associado, ajudando na remoção de barreiras técnicas e regulatórias para a redução do *flare*. Isso é feito através de pesquisas, da disseminação de boas práticas e do desenvolvimento de programas específicos de redução de *flare* para cada país (World Bank, 2015).





## 2. Experiências internacionais e nacionais

### /// Biocombustíveis:

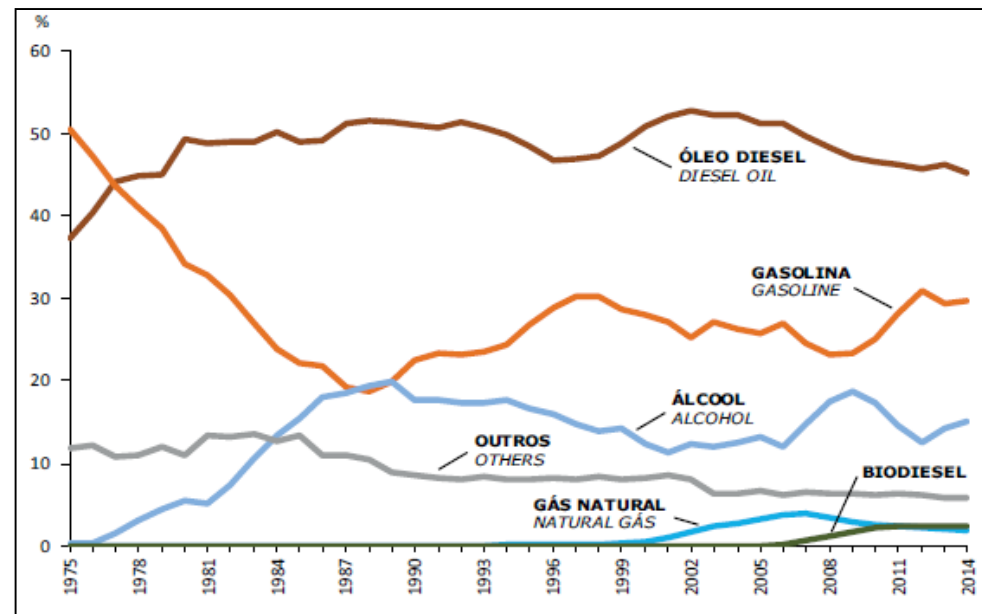
#### /// EUA:

/// Crédito tributário de US\$ 0,50 por galão para combustíveis avançados.

/// Subsídio aos distribuidores de combustíveis que misturarem etanol à gasolina.

#### /// Programa Proálcool:

/// Preço de mercado de etanol hidratado foi fixado pelo governo federal como forma de favorecer o preço do consumidor com relação à gasolina.



Fonte: EPE (2015)



## 2. Experiências internacionais e nacionais

### /// Biocombustíveis:

#### /// Programa Brasileiro de Biodiesel (PROBIODIESEL)

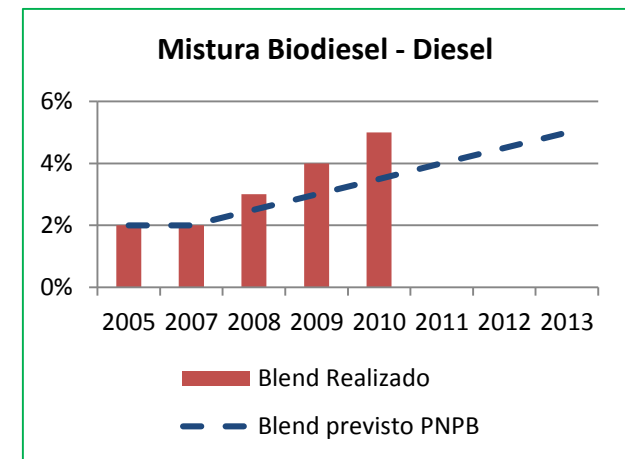
/// Primeira especificação da produção de biodiesel através de oleaginosas .

#### /// Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB)

/// Produção do biodiesel a partir de diversas oleaginosas, em diferentes regiões, promovendo a inclusão social.

/// Aumento gradativo no blend do diesel.

/// Atualmente: B7 obrigatório (ANP, 2014).







## 2. Experiências internacionais e nacionais

### /// Promoção das energias renováveis

### /// Ato de Políticas Regulatórias para Empresas de Energia (PURPA) – EUA, 1978

- /// Obrigatoriedade de compra de energia elétrica de pequenas usinas qualificadas (QFs)

- /// QFs: 75% da energia advinda de fontes renováveis (biomassa, hidrelétricas, lixo, solar ou eólica)

- /// QFs: até 30MW ou 80MW (biomassa). Posterior aumento para 80MW (CSP).

- /// Tarifa feed-in: preço pré-fixado acima do preço de mercado

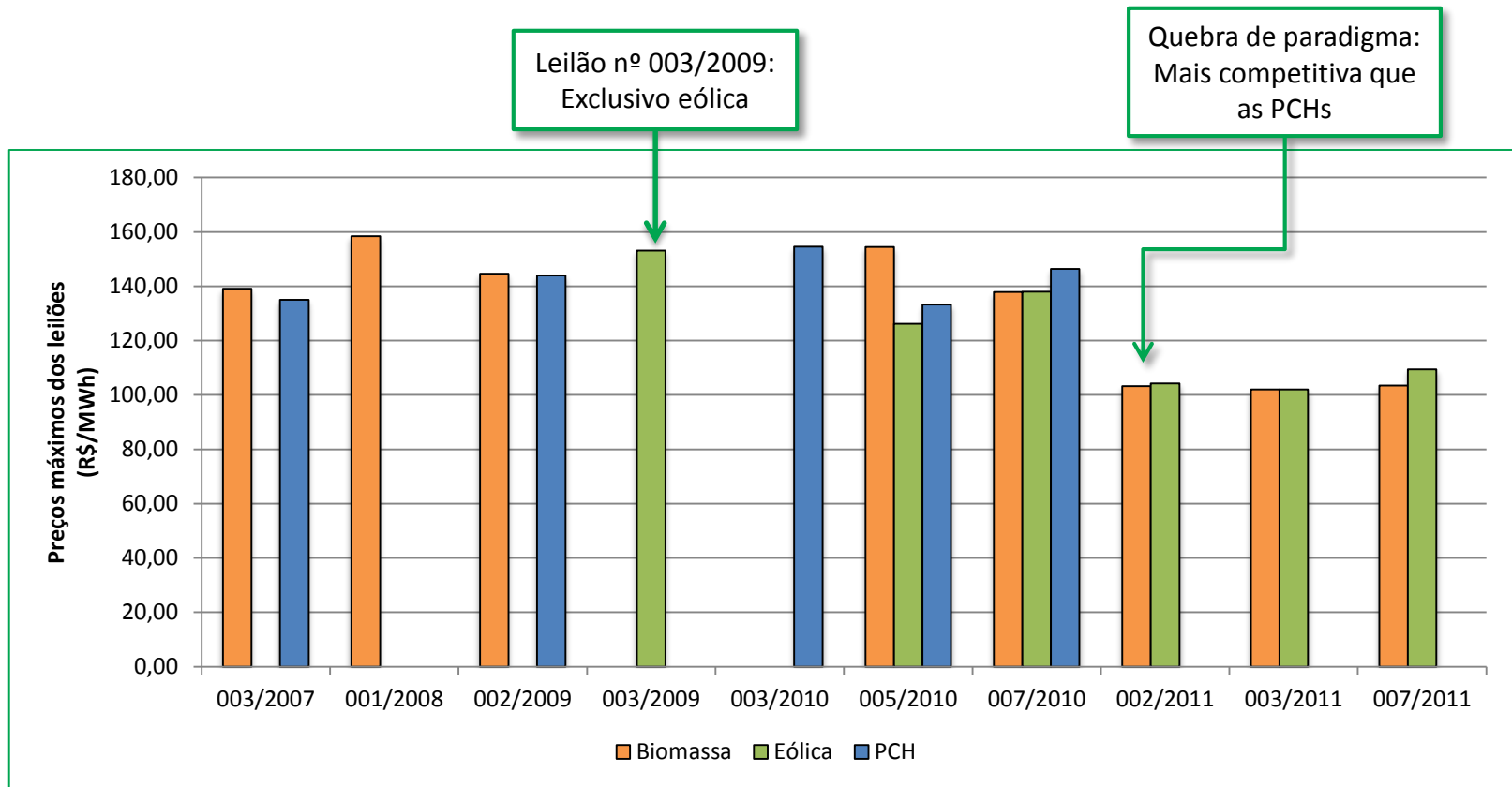
### /// Decreto Real sobre o Regime Especial (D.R. 2818/1998) – Espanha

- /// Modelo tarifário (tarifa *feed in*) ou Modelo prêmio (tarifa + prêmio 0,18€/kWh)



## 2. Experiências nacionais e internacionais

### /// Leilões exclusivos de eólica



Fonte: CCEE, 2016



## 2. Experiências internacionais e nacionais

### /// Criação de instituições de fomento a pesquisa



Pesquisa científica e tecnológica  
Formação e qualificação de pesquisadores no país e no exterior.



Consolidação da pós-graduação no Brasil



Fomento em empresas, universidades, institutos tecnológicos e outras instituições públicas ou privadas.



Apoio a a projetos de pesquisa tecnológicas para inovação, em parcerias com empresas do setor industrial.

## 2. Experiências internacionais e nacionais

### /// Mandatory Reporting of Greenhouse Gases Rule

- /// Assinado pela Agência de Proteção Ambiental (Environmental Protection Agency - EPA) em 2010
- /// Obrigatoriedade de monitoramento e comunicação de informações sobre GEE
- /// Instalações com emissões  $\geq 25$  ktCO<sub>2</sub>e
- /// Nos EUA: 10 mil instalações e 85% das emissões do país





### *3. Barreiras e co-benefícios à adoção de cenários de baixo carbono*



### 3. Barreiras e co-benefícios

#### Barreiras

- /// Econômicas
- /// Tecnológicas
- /// Informacionais
- /// Regulatórias

#### Co-benefícios

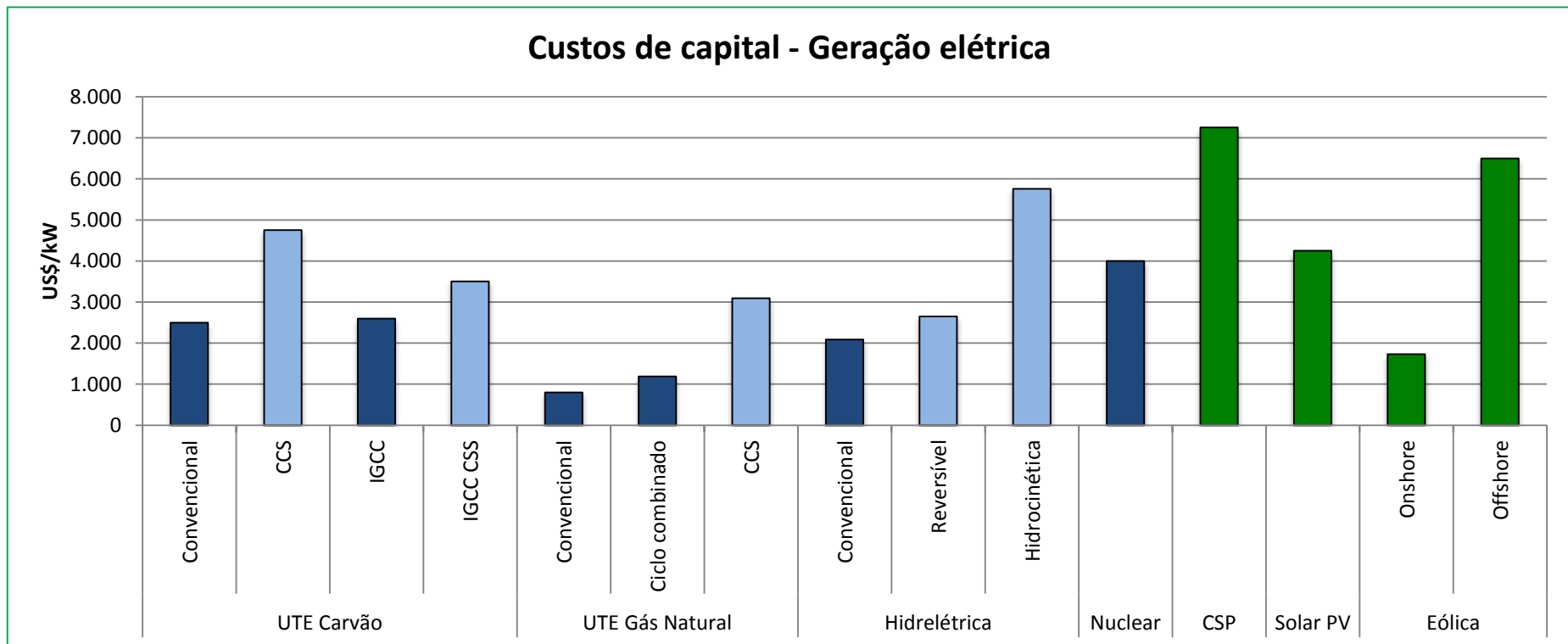
- /// Desenvolvimento de indústria local/nacional
- /// Desenvolvimento local
- /// Redução de custos
- /// Impactos ambientais



## 3. Barreiras e co-benefícios

### /// Barreiras Econômicas

/// Custos de investimento: custos de uma tecnologia entrante é sempre mais alto que de uma tecnologia estabelecida





### 3. Barreiras e co-benefícios

#### /// Barreiras Econômicas

#### /// Altos custos

/// Altos custos de conexão em áreas remotas

/// Inexistência de linhas de crédito específicas

/// Autoprodução de EE nas usinas sucroalcooleiras a partir de resíduos agroindustriais

/// Alto custo dos combustíveis

/// Utilização de gás natural nas refinarias







## 3. Barreiras e co-benefícios

### /// Barreiras Tecnológicas

/// Tecnologia não desenvolvida no Brasil

/// CCS UTE carvão (necessidade de plantas *capture-ready*)

/// Inexistência de indústria de reatores nucleares no Brasil

/// Necessidade de adaptação de tecnologias à realidade nacional

/// Bio-CCS: adaptar para as matérias primas abundantes no Brasil

/// Aerogeradores não adaptados aos ventos do Brasil

/// Baixa eficiência e baixo fator de capacidade

/// Usinas fotovoltaicas



## 3. Barreiras e co-benefícios

### /// Barreiras Regulatórias

#### /// Dificuldade de classificação das tecnologias

/// Repotenciação de hidrelétricas

/// Usinas reversíveis

#### /// Sistema de leilões atuais

/// Não contabiliza externalidades positivas, apenas custo

#### /// Falta de regulação específica

/// Sobre padrões de eficiência e emissões em geral



## 3. Barreiras e co-benefícios

### /// Barreiras Informacionais

- /// Informações sobre custos, potenciais e benefícios / Dificuldade de mensuração
  - /// Medidas de eficiência no setor energético
  - /// Turbinas hidrocinéticas (vel. na margem  $\neq$  vel. média do rio)
- /// Informações sobre emissões setoriais detalhadas
- /// Elaboração de EVTE para acesso à crédito
- /// Falta de pessoal técnico capacitado para avaliar e implementar medidas de baixo carbono
- /// Falta de mão de obra qualificada



## 3. Barreiras e co-benefícios

### /// Outras Barreiras

/// Segurança: falta de credibilidade por parte dos gestores em novas tecnologias

/// Sistemas de *flare* em plataformas e refinarias

/// Cultural: foco no core business, desconsiderando opções inovadoras

/// Agentes do setor agroindustrial não consideram geração elétrica



### 3. Barreiras e co-benefícios

/// Co-benefícios

/// Desenvolvimento de uma indústria local/nacional

/// Turbinas hidrocinéticas

/// Fabricação de transformadores de distribuição

/// Empreendimentos eólicos: Aumento do índice de nacionalização

/// Usinas heliotérmicas: fluidos de transferência e armazenamento de calor, espelhos, caldeiras, estruturas metálicas (Caiado, 2016)

/// Aumento da demanda por insumos e equipamentos



### 3. Barreiras e co-benefícios

/// Co-benefícios

/// Desenvolvimento de regiões rurais

/// Biocombustíveis avançados

/// Acesso à eletricidade em regiões remotas

/// Turbinas hidrocinéticas

/// Geração de emprego e renda



### 3. Barreiras e co-benefícios

/// Co-benefícios

/// Redução de custos

/// Redução da tarifa energia elétrica

/// Repotenciação de hidrelétricas

/// Turbinas hidrocínéticas

/// Redução de custos de tratamento de resíduos

/// Biocombustíveis avançados e bioeletricidade



### 3. Barreiras e co-benefícios

/// Co-benefícios

/// Ambientais

/// Redução da geração fóssil

/// Reservatório de água limpa para a energia

/// Usinas hidrelétricas reversíveis

/// Redução da geração de resíduos

/// Bioeletricidade e biocombustíveis avançados

/// Redução de emissão de poluentes locais





## 3. Barreiras e co-benefícios

/// Co-benefícios

/// Outros co-benefícios

/// Aumento da geração de gás natural

/// Medidas de eficiência e *flare* em E&P

/// Maior penetração de fontes intermitentes

/// UTE a gás natural mais flexível

/// Usinas hidrelétricas reversíveis

/// Melhores rendimentos para processos e equipamentos

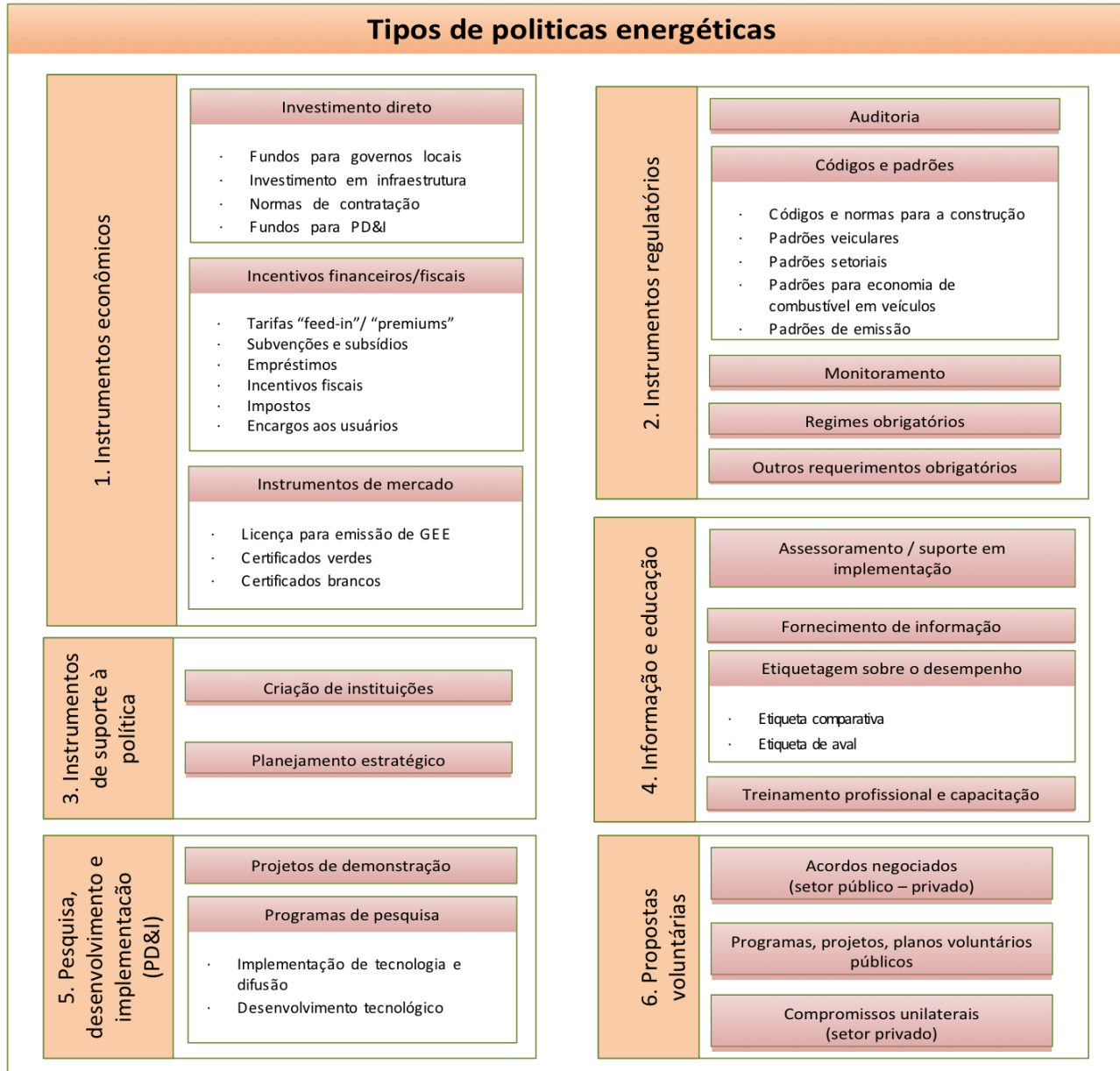
/// Investimento em P&D



# *4. Proposição de instrumentos de políticas públicas para adoção de cenários de baixo carbono para o setor energético*



## Tipos de políticas energéticas





## 4. Políticas Públicas

- /// Setor Óleo e Gás – Eliminação do *flare*
- /// Principal barreira: preocupação com a segurança na plataforma
- /// Investimento em P&D
  - /// Projeto piloto de plataforma sem *flare*
  - /// Agentes: Cooperação entre empresas petrolíferas, para-petrolíferas e universidade
- /// Informação e educação
  - /// Demonstração dos novos procedimentos de *flare* para aumentar a confiabilidade dos gestores
  - /// Agentes: Empresas para-petrolíferas (desenvolvimento e comercialização dos equipamentos)





## 4. Políticas Públicas

### /// Setor Óleo e Gás – Eliminação do *flare*

#### /// Instrumentos regulatórios

/// Maior restrição à permissão de emissão de gás de *flare*

/// Agente: ANP – regulação e fiscalização

#### /// Recursos

/// Cláusula de investimento em P&D – 0,5% receita bruta de produção (ANP, 2012)

/// Instituições de fomento a P&D (CNPq, CAPES, EMBRAPPII)





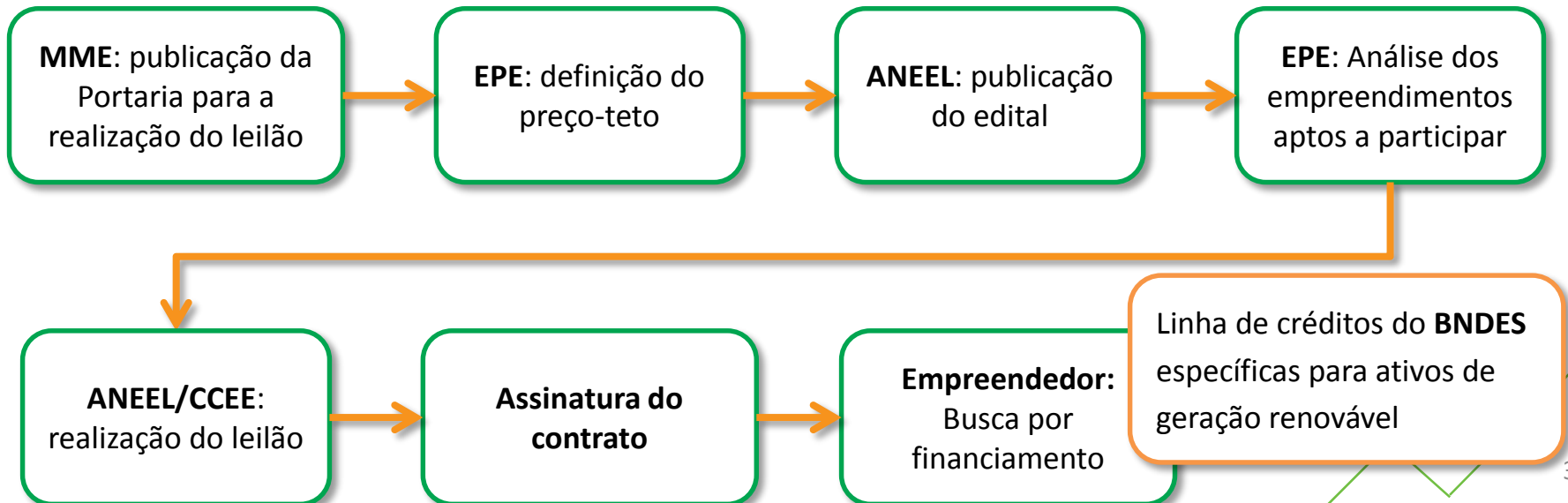
## 4. Políticas Públicas

/// Setor Elétrico – Difusão das usinas heliotérmicas (CSP)

/// Principal Barreira: Custo da tecnologia

/// Instrumentos econômicos: Leilões específicos

/// Agentes envolvidos





## 4. Políticas Públicas

### /// Setor Elétrico – Difusão das usinas heliotérmicas (CSP)

#### /// Investimentos em P&D

/// Sistemas de armazenamento e fluidos térmicos adaptados ao clima brasileiro

/// Desenvolvimento de tecnologia nacional

/// Hibridização com biomassa (Soria et al., 2015)

/// Projeto piloto



#### /// Agentes

/// Universidades em parceria com empresas do setor (Espanha e EUA)

/// Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

## 4. Políticas Públicas

### /// Setor Elétrico – Difusão das usinas heliotérmicas (CSP)

#### /// Instrumentos econômicos

/// Redução da alíquota de importação sobre máquinas e equipamentos

/// Agente: Câmara de Comércio Exterior (CAMEX)

#### /// Recursos

/// Utilização de recursos destinados a P&D

/// Fundo Clima, através do BNDES

| Investimentos (% Receita Operacional Líquida) |      |                       |
|---|------|-----------------------|
|   | P&D  | Eficiência Energética |
| Geração e Transmissão                         | 1,00 | -                     |
| Distribuição                                  | 0,75 | 0,25                  |

Fonte: ANEEL (2012)

Fundo Clima  
R\$ 560 milhões  
Energias renováveis





## 4. Políticas Públicas

### /// Setor Elétrico – Difusão das usinas heliotérmicas (CSP)

#### /// Médio/Longo Prazo

/// Estudos sobre a capacidade industrial de produção de insumos para o CSP e identificação de nível de conteúdo local que possa ser exigido

/// Agentes: EPE, BNDES, parcerias com universidades, GT Conteúdo Local no Setor de Energia Elétrica (MME)

/// Realização de leilões com exigência de conteúdo local

/// Agente: MME, EPE, ANEEL, CCEE



## 4. Políticas Públicas

- /// Setor Elétrico – Difusão das usinas heliotérmicas (CSP)
- /// Co-benefícios
  - /// Maior confiabilidade no SIN (armazenamento térmico)
  - /// Criação de conhecimento e expertise sobre CSP no Brasil
  - /// Desenvolvimento de uma indústria nacional
  - /// Geração de emprego e renda



## 4. Políticas Públicas

### /// Biocombustíveis - Implementação do Bio-CCS



/// Principais barreiras: Altos custos e imagem negativa do CCS

/// Instrumentos econômicos

/// Linha de créditos do BNDES específicas para ativos de Bio-CCS

/// Isenção de imposto de importação para equipamentos e redução da alíquota do ICMS para destilarias com Bio-CCS

/// Redução do IR para empresas do setor que invistam em projetos de P&D para o Bio-CCS

/// Agentes: Ministério da Fazenda – incentivos.



## 4. Políticas Públicas

### /// Biocombustíveis - Implementação do Bio-CCS



#### /// Investimento em P&D

/// Unidades piloto em destilarias de etanol e centrais de bioeletricidade a fim de adequar a planta às principais matérias-primas disponíveis no Brasil

/// Análise dos efeitos do CO<sub>2</sub> em equipamentos das unidades

/// Agentes: Universidades, parcerias com empresas do setor

#### /// Informação e educação

/// Fórum para discussão sobre a segurança do processo, potenciais riscos e benefícios

/// Agentes: Destilarias, biorrefinarias, ANP, universidade, ONGs, agentes do setor sucroalcooleiro



## 4. Políticas Públicas

### /// Biocombustíveis - Implementação do Bio-CCS



#### /// Instrumento regulatório

- /// Regular a captura, coleta, transporte e armazenamento de CO<sub>2</sub>
- /// Agentes: ANP – regulação; EPE – estudos de expansão da malha de transportes; MME – chamada pública (COSTA, 2014).

#### /// Recursos

- /// Obrigatoriedade de investimento de P&D
- /// Agências de fomento (FINEP, EMBRAPA, CNPq)
- /// Fundo Tecnológico BNDES (BNDES Funtec)
- /// Co-benefícios: Sequestro de carbono da atmosfera



## 4. Políticas Públicas

### /// Setor energético

#### /// Instrumentos regulatórios

- /// Obrigatoriedade de divulgação de inventários de emissões mais detalhados, com discriminação por processo e/ou equipamento
- /// Definição de padrões mínimos de eficiência e padrões máximos de emissão de GEE
- /// Criação de selos de qualidade para os equipamentos
- /// Monitoramento da emissão de GEE
- /// Agentes: CONAMA (definição de limites mais rígidos para emissão), INMETRO (selos), MCTI (inventários), MMA (monitoramento das emissões)





## 4. Políticas Públicas

### /// Setor energético

#### /// Informação e educação

/// Cartilhas informativa dos equipamentos disponíveis, com informações sobre eficiência, emissões e classificação do equipamento

/// Desenvolvimento de ferramentas que deem visibilidade ao público sobre as reduções de emissões (site, aplicativo)

/// Agentes: INMETRO (cartilhas), MCTI, MMA





## 4. Políticas Públicas

### /// Setor energético

#### /// Instrumentos econômicos

/// Redução da alíquota de PIS/Pasep e Cofins para empresas que reduzirem as suas emissões de GEE.

/// Agentes: Ministério da Fazenda

#### /// Recursos

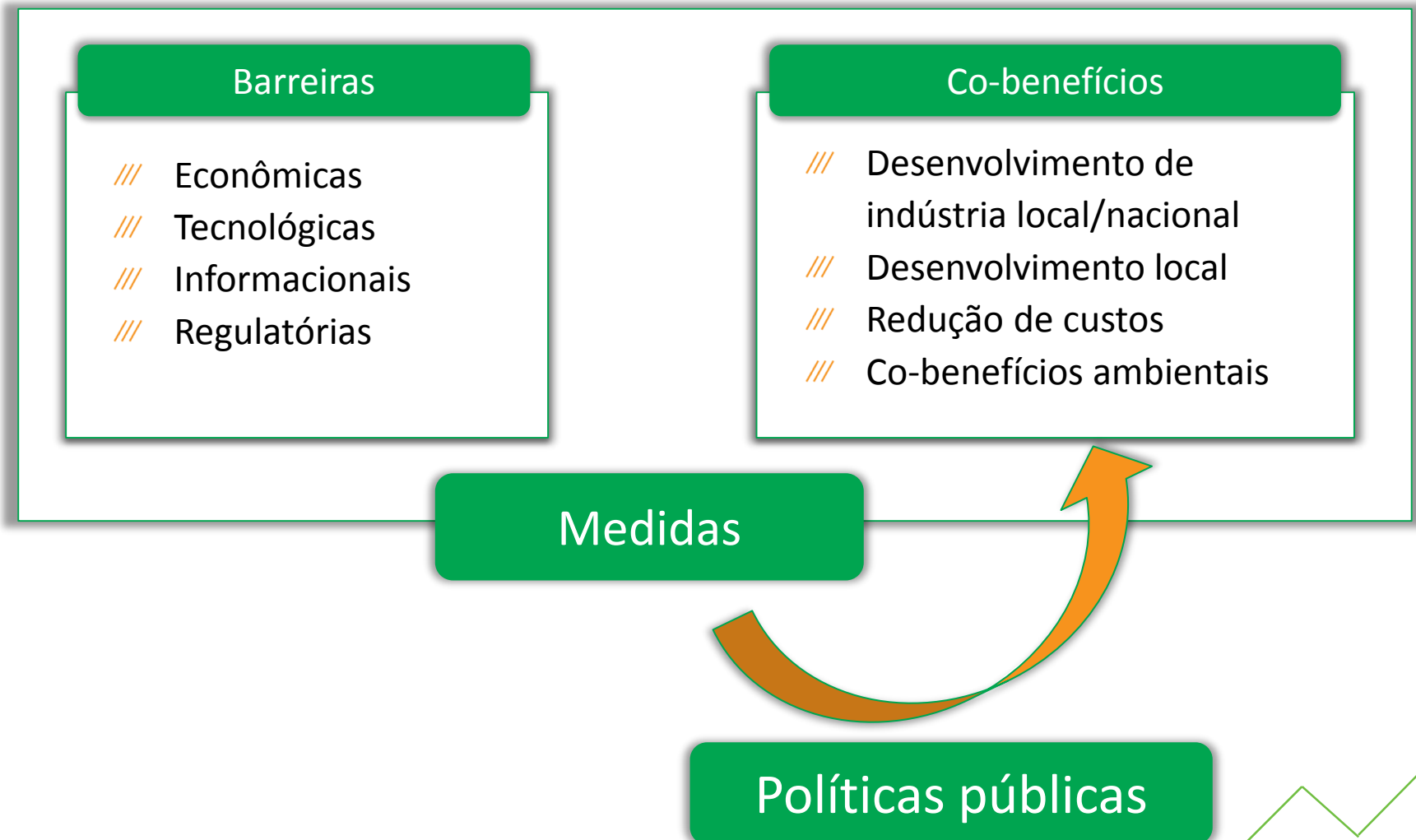
/// BID, Fundo Clima, BNDES, CNPq, CAPES







## 5. Considerações Finais





## 4. Fontes de Informação

- /// ABEEólica. Associação Brasileira de Energia Eólica. [www.portalabeeolica.org.br](http://www.portalabeeolica.org.br)
- /// ABSOLAR. Associação Brasileira de Energia Solar. [www.absolar.org.br](http://www.absolar.org.br)
- /// ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. [www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br)
- /// ANP. Agência Nacional de do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. [www.anp.gov.br](http://www.anp.gov.br)
- /// CCEE. Câmara de Comércio de Energia Elétrica. [www.ccee.org.br](http://www.ccee.org.br)
- /// EIA. Energy Information Agency. [www.eia.gov](http://www.eia.gov)
- /// Global CCS Institute. <https://www.globalccsinstitute.com/>
- /// IEA. International Energy Agency. [www.iea.org](http://www.iea.org)
- /// IPCC. Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)
- /// ONS. Operador Nacional do Sistema Elétrico. [www.ons.org.br](http://www.ons.org.br)
- /// Petrobras. [www.petrobras.com.br](http://www.petrobras.com.br)
- /// World Energy Council: [www.worldenergy.org](http://www.worldenergy.org)



# Referências

- /// Agência Eletronorte, 2015. Governo britânico investe em potencial hidrocínético nas hidrelétricas Samuel e Curuá-Una. Disponível em: <<http://agencia.eletronorte.gov.br/site/2015/08/20/governo-britanico-investe-em-levantamento-do-potencial-hidrocinetico-nas-hidreletricas-samuel-e-curua-una/>>. [Acesso em outubro de 2015]
- /// ANEEL, 2012. P&D ANEEL – Manual 2012: Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica.
- /// ANP, 2014. Agência Nacional do Petróleo. Biocombustíveis no Brasil.
- /// ANP, 2012. ANP, 2012, Resolução ANP Nº 47, de 21.12.2012 - DOU 24.12.2012. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis.
- /// CCEE, 2016. Câmara de Comércio de Energia Elétrica. [www.ccee.org.br](http://www.ccee.org.br)
- /// COSTA, I. V. L., 2014. Proposta de Estrutura Regulatória para Sequestro Geológico de CO<sub>2</sub> no Brasil e uma Aplicação para o Estado do Rio de Janeiro. Tese de Doutorado, PPE/COPPE/UFRJ.
- /// EPE, 2015. Balanço Energético Nacional 2015. Empresa de Pesquisa Energética. [www.epe.gov.br](http://www.epe.gov.br)
- /// Hoffmann, B. S., 2013. O potencial termelétrico a carvão no Rio Grande do Sul diante restrições de disponibilidade de água e objetivos de redução de emissões de CO<sub>2</sub>, aplicando a queima em leito fluidizado. Tese de Doutorado, PPE/COPPE/UFRJ.
- /// MME, 2004. Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/programas/biodiesel>.
- /// Rochedo, P. R. R., 2011. *Análise Econômica sob Incerteza da Captura de Carbono em Termoelétricas a Carvão: Retrofitting e Capture-Ready*. Dissertação de Mestrado, PPE/COPPE/UFRJ
- /// Soria, R. Cenários de Geração de Eletricidade a partir de Geradores Heliotérmicos no Brasil: a Influência do Armazenamento de Calor e da Hibridização. Dissertação de Mestrado, PPE/COPPE/UFRJ.
- /// Soria, R.; Portugal-Pereira, J.; Szklo, A.; Milani, R.; Schaeffer, R. “Hybrid concentrated solar power (CSP)–biomass plants in a semiarid region: A strategy for CSP deployment in Brazil”. *Energy Policy*, v. 86, p. 57–72.
- /// WARSTILA, 2014. Wärtsilä Hamworthy Flare Gas Recovery System. Wärtsilä Corporation.



*Opções de Mitigação de Emissões  
de Gases de Efeito Estufa em  
Setores-Chave do Brasil*

***OBRIGADA***

*[marianaimperio@ppe.ufrj.br](mailto:marianaimperio@ppe.ufrj.br)*