

Expansão da Energia Elétrica no Brasil e a Geração Nuclear

Encontro da Indústria Nuclear

III ENIN

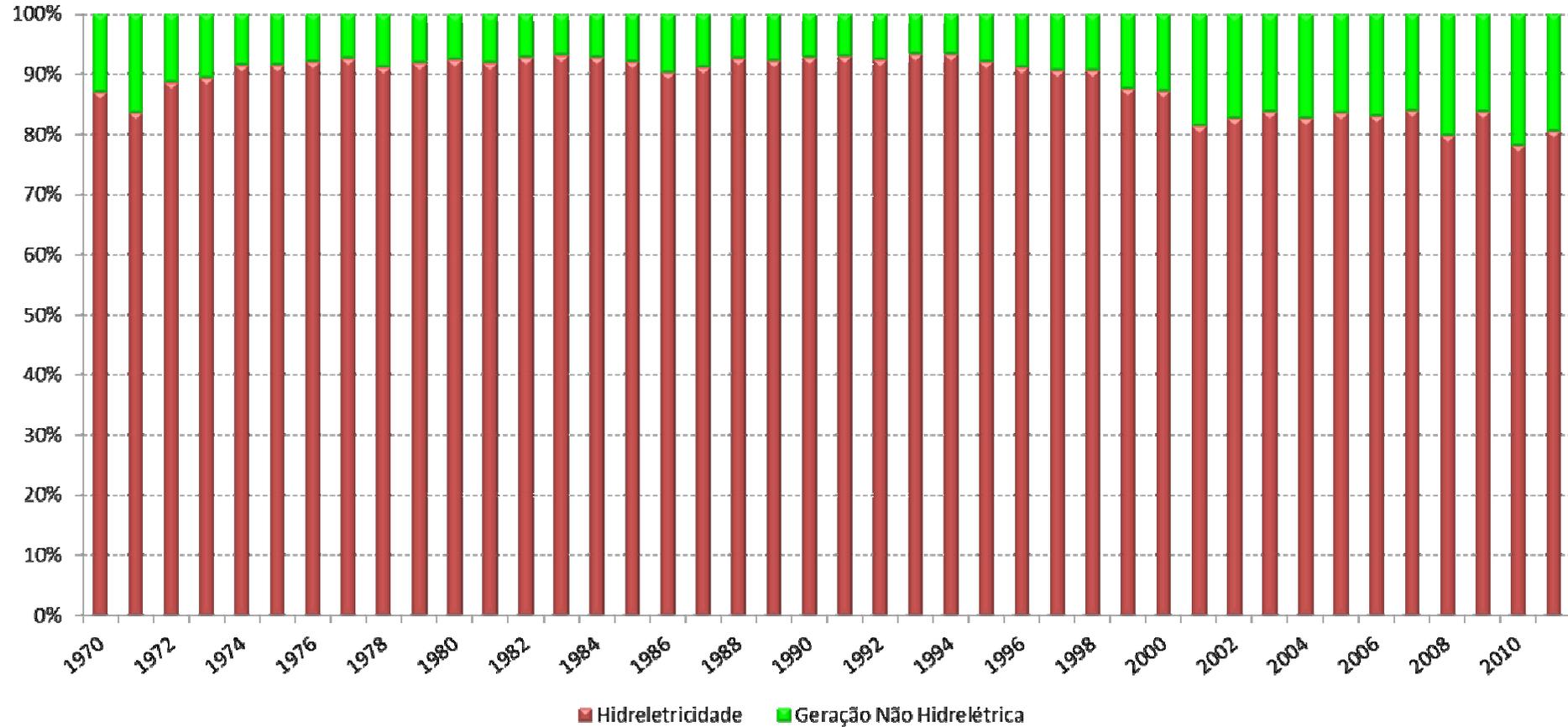
26 de novembro de 2013



Sumário

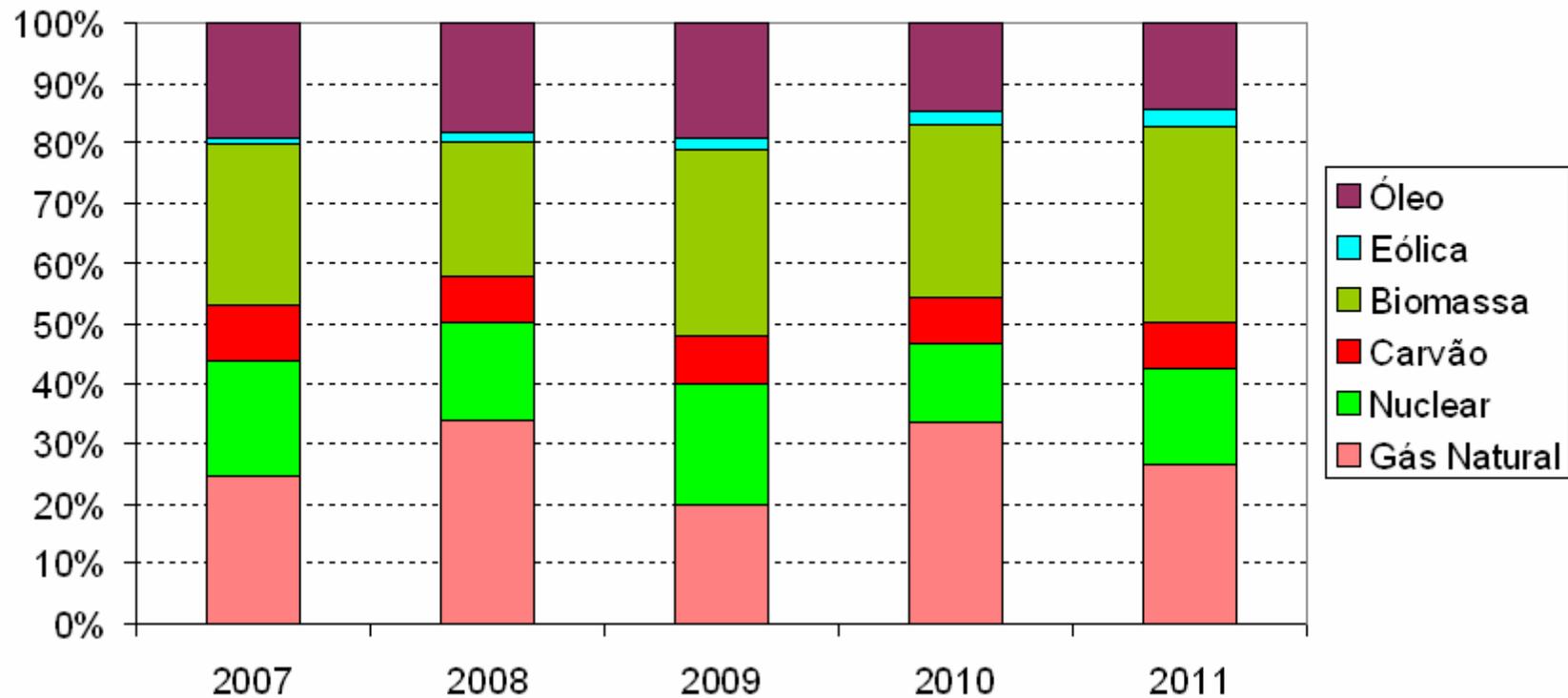
- 1 – Evolução do Sistema Elétrico
- 2 – Descrição dos Cenários
- 3 – Expansão da Geração Elétrica
- 4– Matriz Elétrica em 2040
- 5– Participação da Geração Nuclear

Evolução da geração elétrica



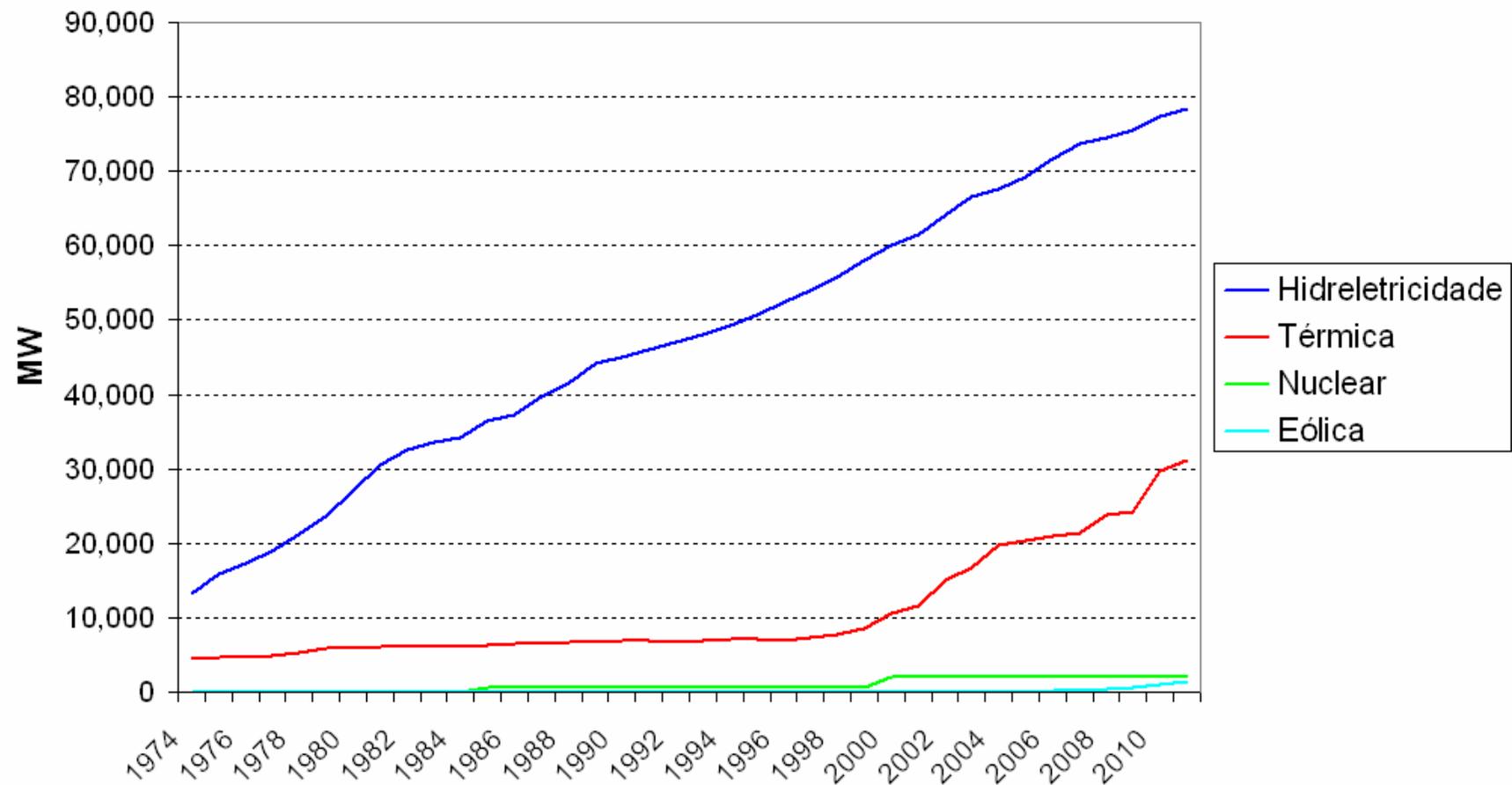
Evolução da geração elétrica

Geração de Energia Elétrica Não Hidrelétrica

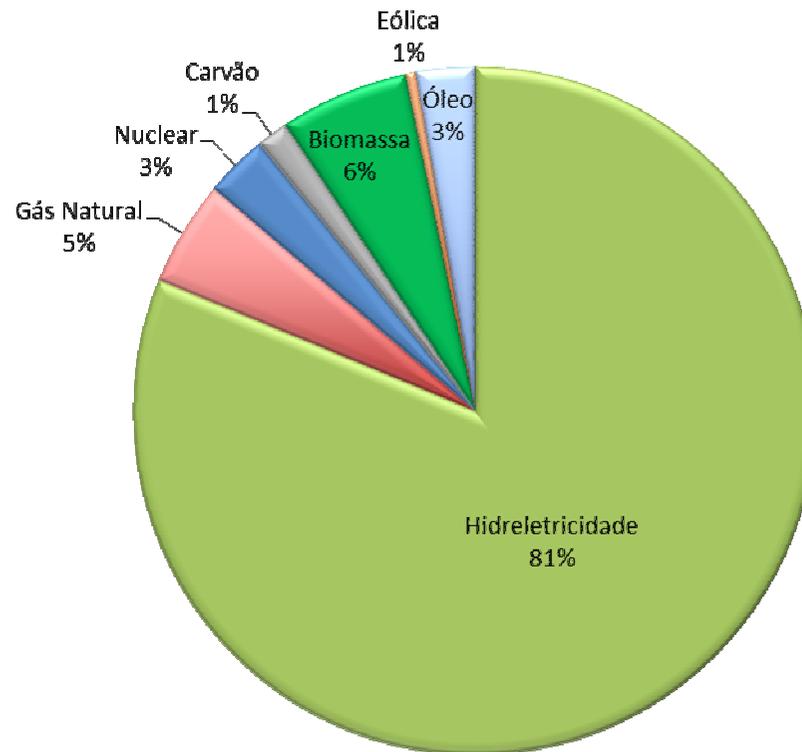


Evolução do sistema elétrico

Evolução da Capacidade Instalada (Brasil)



Matriz elétrica em 2013



	GWh
Hidroeletricidade	428.571
Gás Natural	26.242
Nuclear	15.659
Carvão	7.883
Biomassa	32.197
Eólica	2.705
Óleo	14.402

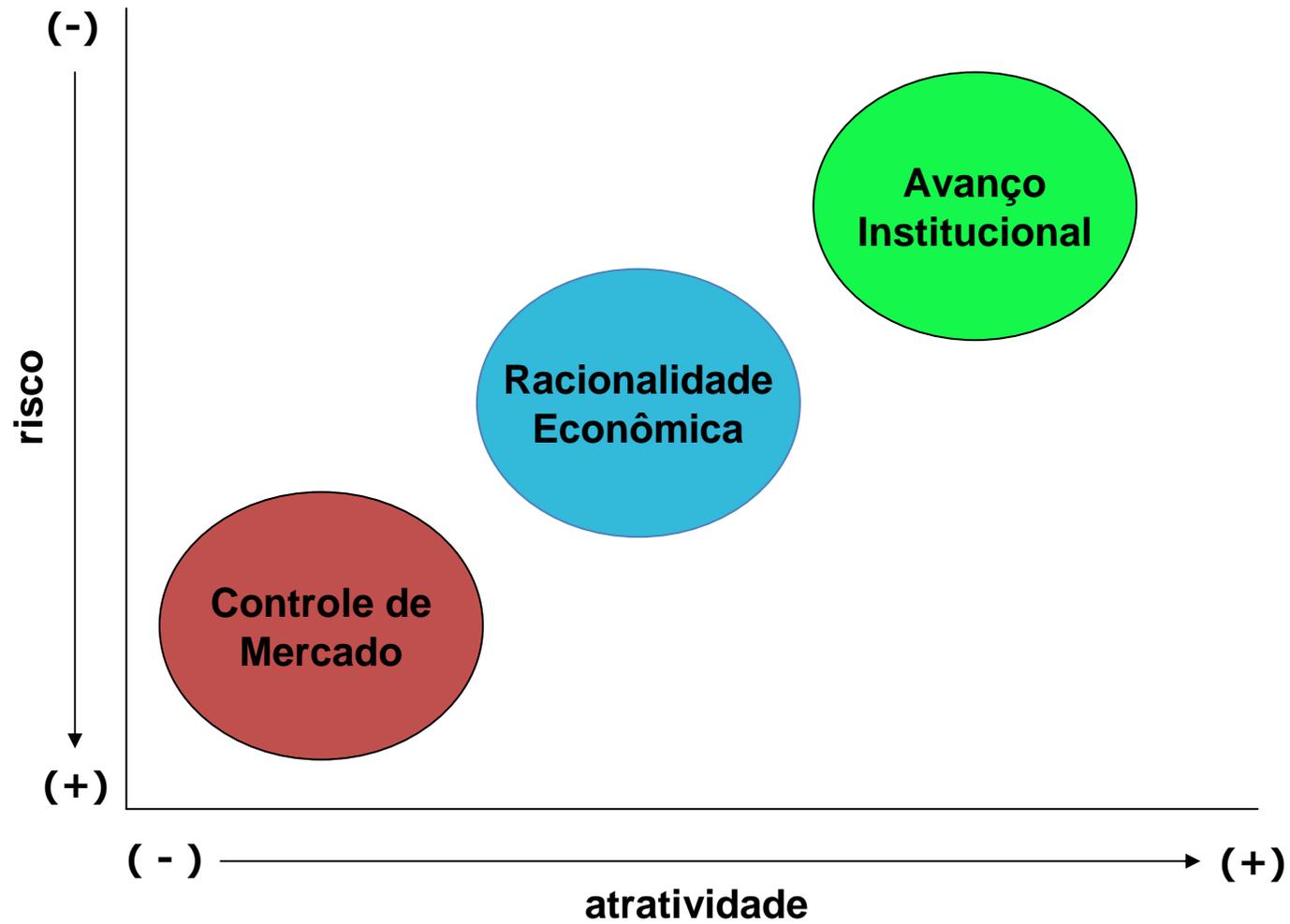
A geração de energia elétrica no Brasil resulta de um sistema que funcionou por 50 anos e agora apresenta sinais de saturação

- ❑ O sistema elétrico está em **transição** (econômica, energética, regulatória)
- ❑ Um dos aspectos centrais dessa transição está na exigência de **sustentabilidade** (física, tecnológica, econômica e financeira) **do fornecimento de energia elétrica**
- ❑ **Diversificação** (física, tecnológica) em um quadro de **atratividade** (econômica e financeira)



2 – Descrição dos Cenários

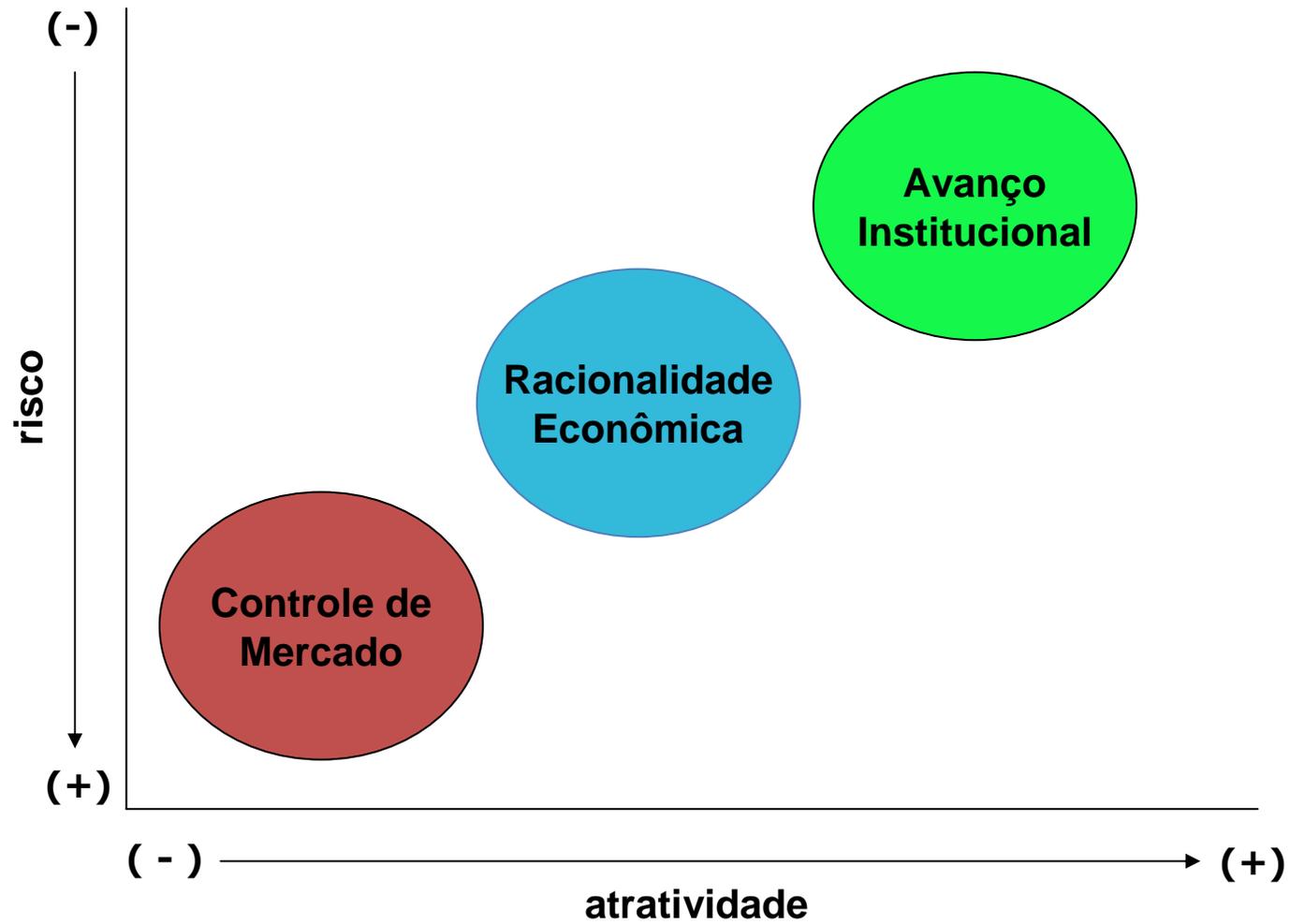
Quadro geral do estudo prospectivo



Controle de Mercado

- ❑ Tarifas de energia seguem uma lógica política
- ❑ Revisão tarifária e investimentos
- ❑ Demanda cresce no residencial e moderada no industrial
- ❑ Hidreletricidade é fonte preferencial, articulada a biomassa e eólica
- ❑ Condições de oferta de energia elétrica dadas pelo governo

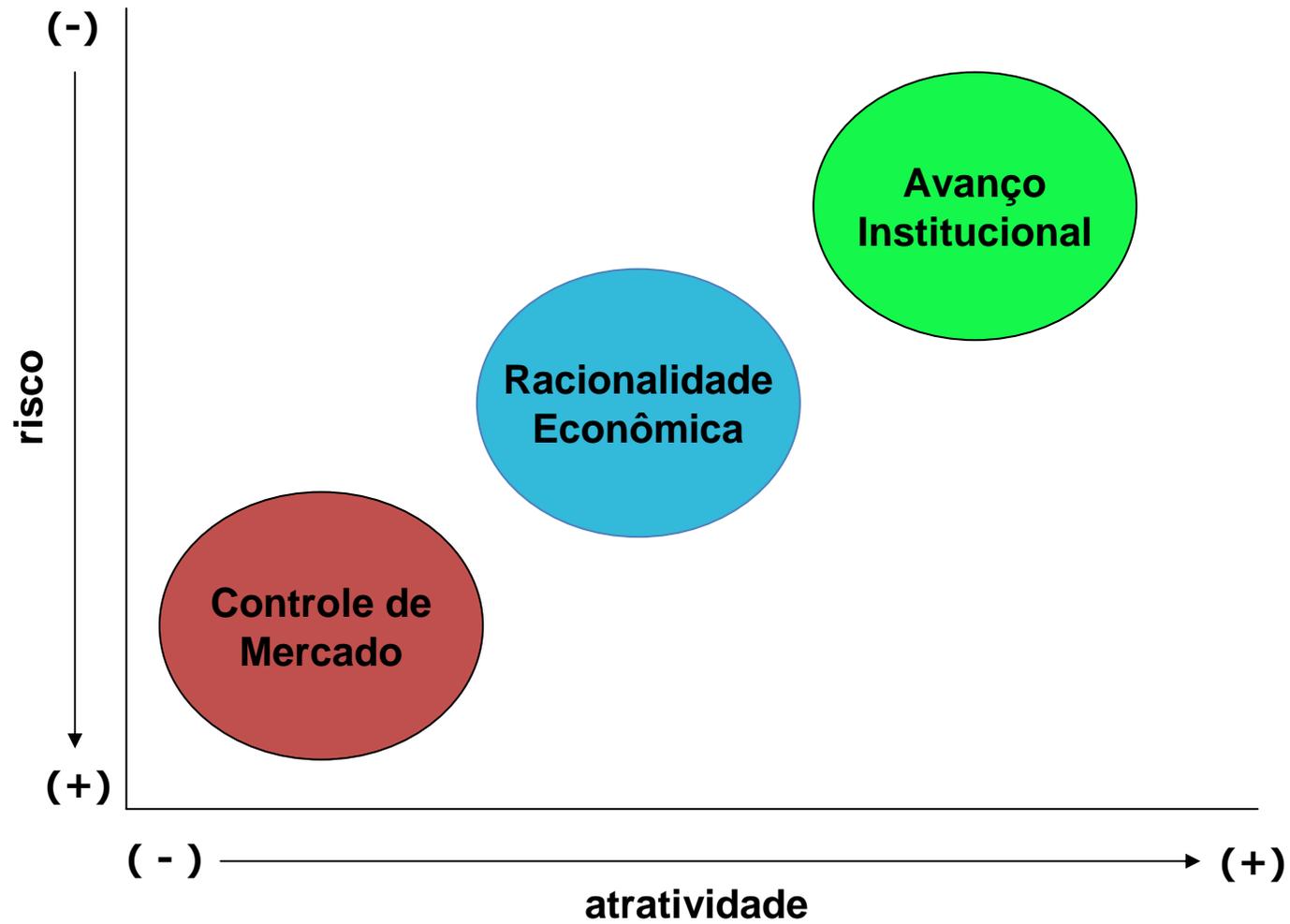
Quadro geral do estudo prospectivo



Racionalidade Econômica

- ❑ Externalidades são precificadas e tornam mais competitivas as fontes limpas
- ❑ Fontes energéticas de custo mais elevado moderam a trajetória do consumo
- ❑ Variações no custo médio da energia são parcialmente refletidas na tarifa
- ❑ Estímulo aos investimentos privados pela redução do risco regulatório sobre as decisões de longo prazo

Quadro geral do estudo prospectivo



Avanço Institucional

- Evolução institucional reduz riscos e amplia garantias para investimentos de longo prazo
- Forte estímulo aos investimentos privados
- Regimes de concessão inovadores atraem massivamente investimentos de tecnologia avançada que se inserem em cadeias produtivas globais
- Diversificação da matriz elétrica em quadro de aumento da demanda (maior acesso) e da oferta (redução de custos)

- ❑ Cenário Demográfico (0,5% ao ano)
- ❑ Crescimento da demanda de energia elétrica

Controle de Mercado
3,1%

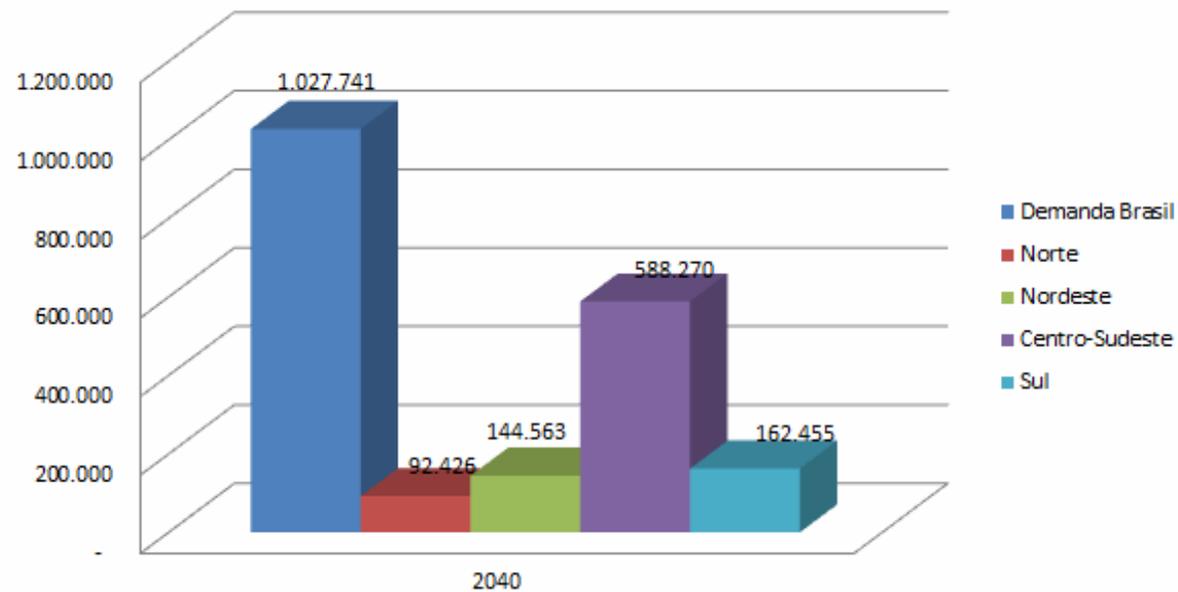
Racionalidade Econômica
3,8%

Avanço Institucional
3,9%

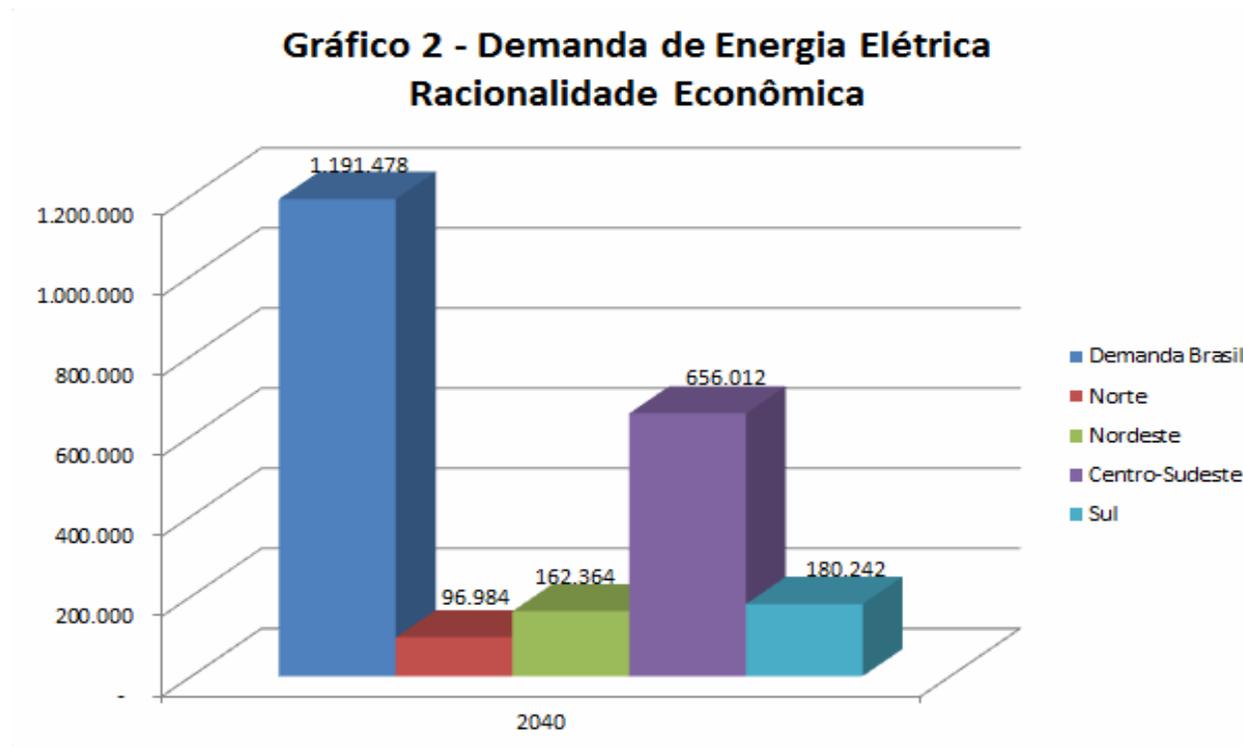
- ❑ Critérios da cenarização adotada
 - ❑ econômico
 - ❑ tecnológico
 - ❑ regulatório
 - ❑ politico-institucional

Demanda de energia elétrica (2040)

**Gráfico 1 - Demanda de Energia Elétrica
Controle de Mercado**



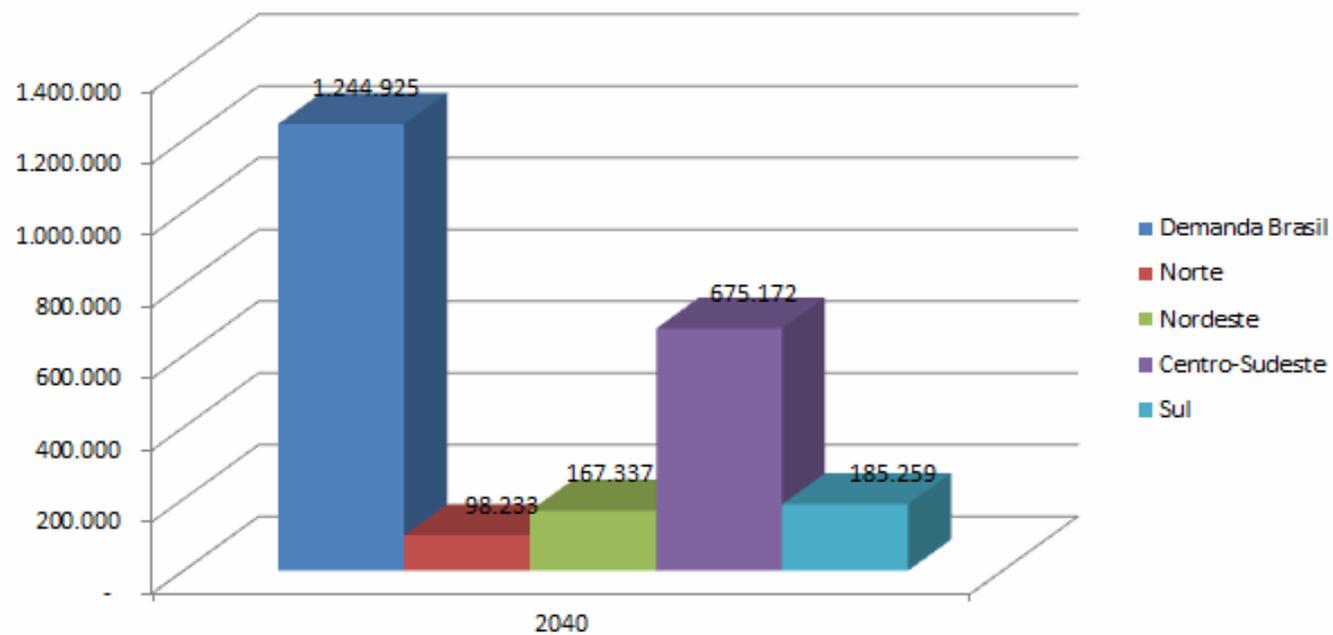
Demanda de energia elétrica (2040)



Demanda de energia elétrica (2040)



**Gráfico 3 - Demanda de Energia Elétrica
Avanço Institucional**



The slide features two large, solid green geometric shapes. On the left is a large trapezoid with a diagonal cut. On the right is a smaller, similar trapezoid. The text is positioned in the white space between these two shapes.

3 – Expansão da Geração Elétrica

Hidreletricidade

- ❑ Fronteira de expansão (Amazonia e Cerrado)
- ❑ Restrições energéticas, ambientais e econômicas
- ❑ Custo marginal tende a ser crescente

Controle de Mercado

Opção preferencial

Racionalidade Econômica

Critério locacional na precificação da transmissão

Avanço Institucional

Concorre com oportunidades mais rentáveis

Gás Natural

- ❑ Elevado volume de reservas
- ❑ Necessidade de ampliar o mercado
- ❑ Preço depende do gás de xisto (tendências opostas)

Controle de Mercado

Aproveitamento do gás natural da camada pré-sal

Racionalidade Econômica

Encarecimento com precificação da emissão de CO₂

Avanço Institucional

Introdução de tecnologia CCS

Energia Nuclear

- ❑ Reservas de urânio
- ❑ Nova geração de reatores e redução no custo de construção
- ❑ Desempenho econômico e segurança de operação

Controle de Mercado

Expansão limitada

Racionalidade Econômica

Custo competitivo com precificação das externalidades

Avanço Institucional

Novos regimes de concessão e entrada do setor privado

Carvão

- ❑ Usinas localizadas próximo às jazidas
- ❑ Reservas de carvão e carvão importado
- ❑ Novas tecnologias em desenvolvimento

Controle de Mercado

Expansão contida

Racionalidade Econômica

Precificação das emissões reduz competitividade

Avanço Institucional

Introdução de novas tecnologias com CCS

Biomassa

- ❑ Expansão da geração em função da evolução da indústria sucro-alcooleira
- ❑ Condições de comercialização
- ❑ Restrições de acesso à rede elétrica

Controle de Mercado

Valorizada por complementaridade com hidreletricidade

Racionalidade Econômica

Precificação das externalidades melhora competitividade

Avanço Institucional

Novas condições de comercialização estimulam biomassa

Eólica

- ❑ Regime de vento apropriado (Nordeste e Sul)
- ❑ Conjuntura favorável no pós-crise (2009)
- ❑ Expansão com utilização gradual dos melhores sítios e manutenção de incentivos

Controle de Mercado

Valorizada por complementaridade com hidreletricidade

Racionalidade Econômica

Precificação das externalidades melhora competitividade

Avanço Institucional

Novos regimes de concessão viabilizam expansão da eólica

Óleo (Diesel e Combustível)

- ❑ Sistemas isolados e ponta do sistema
- ❑ Substituição gradual pelo gás natural
- ❑ Custo de geração elevado

Controle de Mercado

Utilização contida

Racionalidade Econômica

Precificação das emissões reduz utilização

Avanço Institucional

Rigoroso controle de emissões restringe a geração a óleo



4 – Matriz Elétrica em 2040

Custos Nivelados de Energia Elétrica

- ❑ Para cada tecnologia, foram estabelecidos fluxos de caixa descontados ao longo da vida operacional
- ❑ Duas abordagens (para integrar a evolução dos cenários):
 - ❑ Regime Regulado
 - ❑ Regime de Concorrência
- ❑ **Regime Regulado** a taxa de retorno é determinada pelo regulador
- ❑ **Regime de Concorrência** a taxa de retorno é determinada pelo custo de oportunidade do capital próprio (estatal e privado)

Custos nivelados de energia elétrica

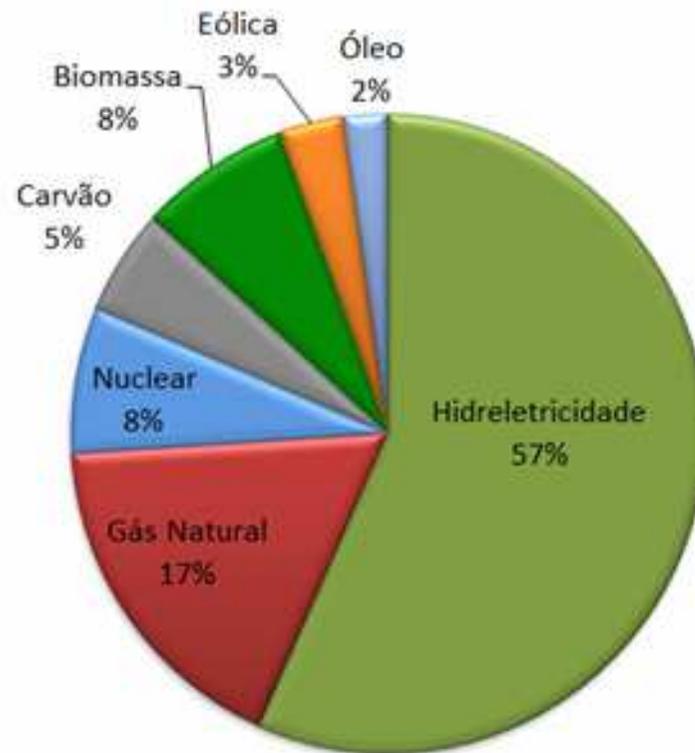
- ❑ **Regime Regulado** considera parâmetros técnicos (custo de investimento, fator de capacidade, custo de combustível, custos de O&M)
- ❑ **Regime de Concorrência** considera parâmetros técnicos, **estrutura de capital** e **riscos** envolvidos para cada fonte e tecnologia

Regime de Concorrência – TIR Real

Fonte	Controle de Mercado	Racionalidade Econômica	Avanço Institucional
(2012US\$)		(US\$/MWh)	
Hidroeletricidade	42.63	52.60	53.91
Gás Natural	45.15	51.13	62.47
Nuclear	62.47	64.60	63.52
Carvão	48.44	71.68	67.15
Biomassa	71.64	68.47	64.99
Eólica	74.90	66.88	60.66
Óleo	118.71	134.90	135.72

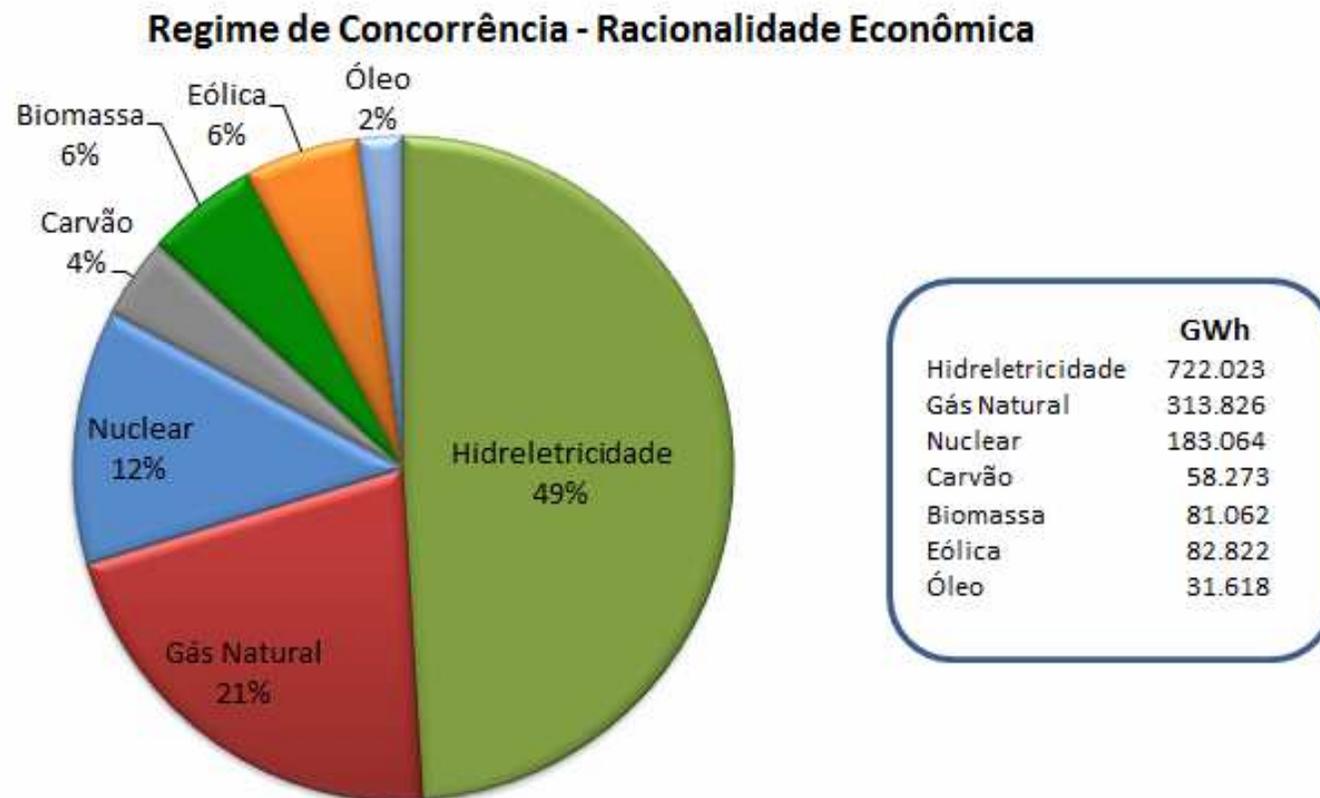
Regime de Concorrência – TIR Real

Regime de Concorrência - Controle de Mercado



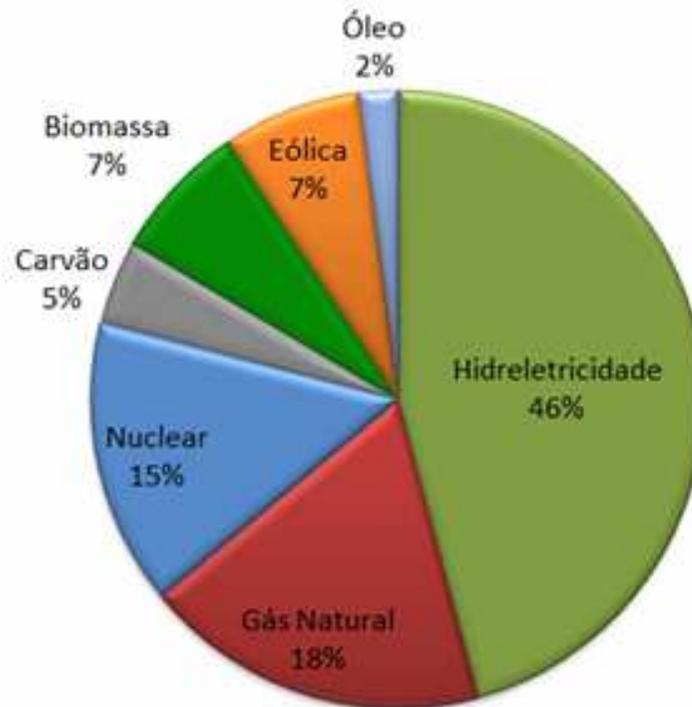
	GWh
Hidroeletricidade	724.385
Gás Natural	221.471
Nuclear	94.603
Carvão	68.498
Biomassa	98.771
Eólica	41.789
Óleo	28.721

Regime de Concorrência – TIR Real



Regime de Concorrência – TIR Real

Regime de Concorrência - Avanço Institucional



	GWh
Hidroeletricidade	696.850
Gás Natural	277.868
Nuclear	228.139
Carvão	66.919
Biomassa	110.856
Eólica	110.769
Óleo	31.297

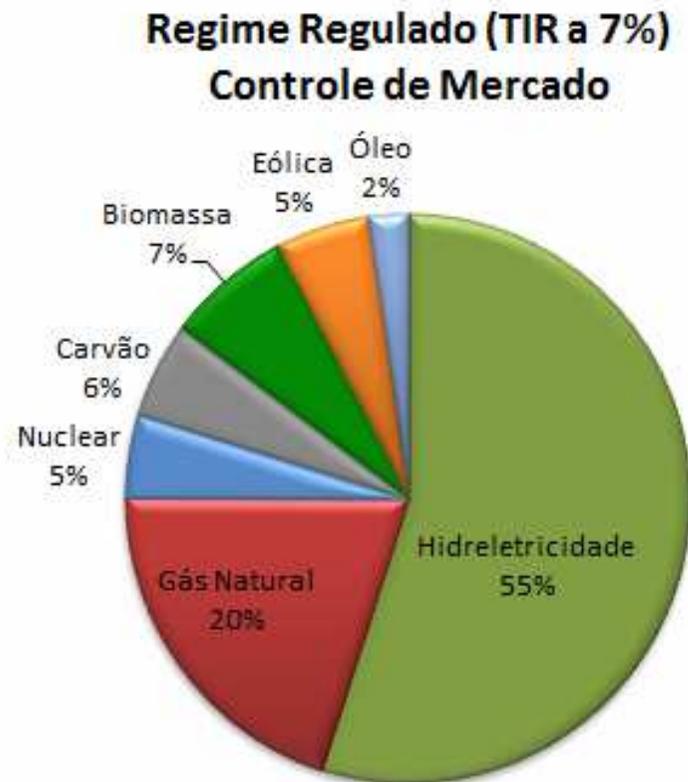
Custos nivelados de energia elétrica



Regime Regulado – TIR a 7%

Fonte	Controle de Mercado	Racionalidade Econômica	Avanço Institucional
(2012US\$)		(US\$/MWh)	
Hidroeletricidade	46.81	52.55	53.52
Gás Natural	46.72	50.62	62.15
Nuclear	72.76	68.91	63.47
Carvão	44.77	68.72	66.07
Biomassa	67.03	66.47	64.66
Eólica	59.81	59.72	59.54
Óleo	126.43	141.16	137.71

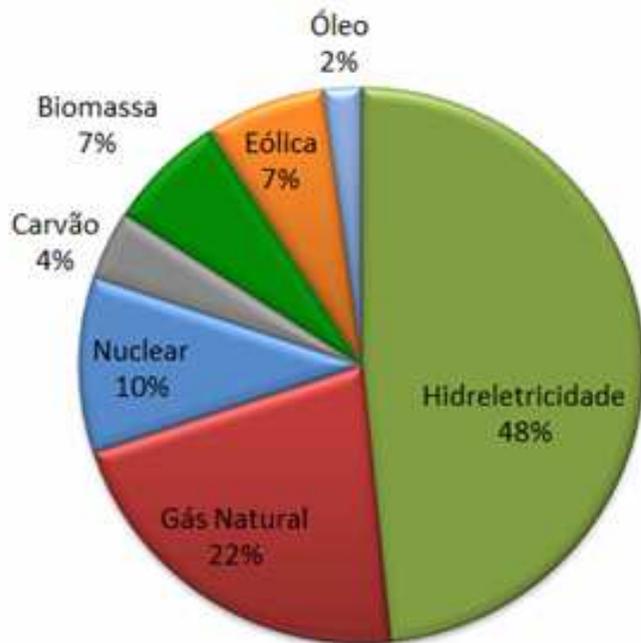
Regime Regulado – TIR a 7%



	GWh
Hidroeletricidade	692.249
Gás Natural	253.022
Nuclear	59.568
Carvão	68.696
Biomassa	89.832
Eólica	67.498
Óleo	28.721

Regime Regulado – TIR a 7%

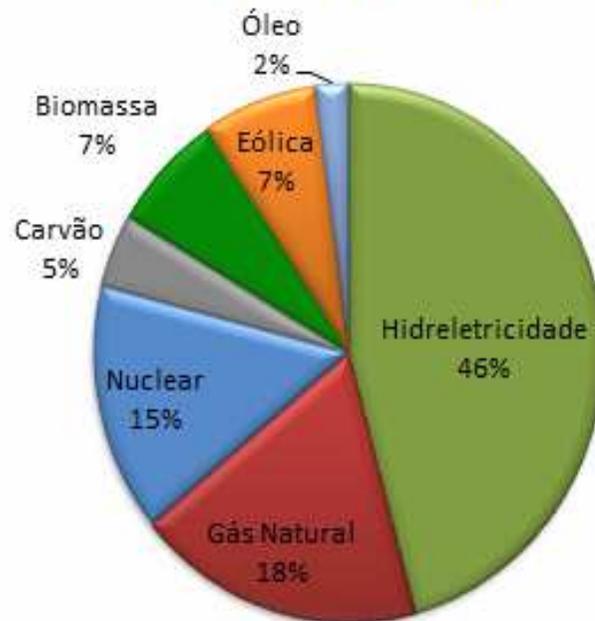
Regime Regulado (TIR a 7%)
Racionalidade Econômica



	GWh
Hidroeletricidade	701.191
Gás Natural	311.553
Nuclear	147.813
Carvão	58.078
Biomassa	98.787
Eólica	99.487
Óleo	31.617

Regime Regulado – TIR a 7%

Regime Regulado (TIR a 7%)
Avanço Institucional



	GWh
Hidroeletricidade	701.288
Gás Natural	273.026
Nuclear	228.865
Carvão	67.525
Biomassa	109.803
Eólica	111.092
Óleo	31.297

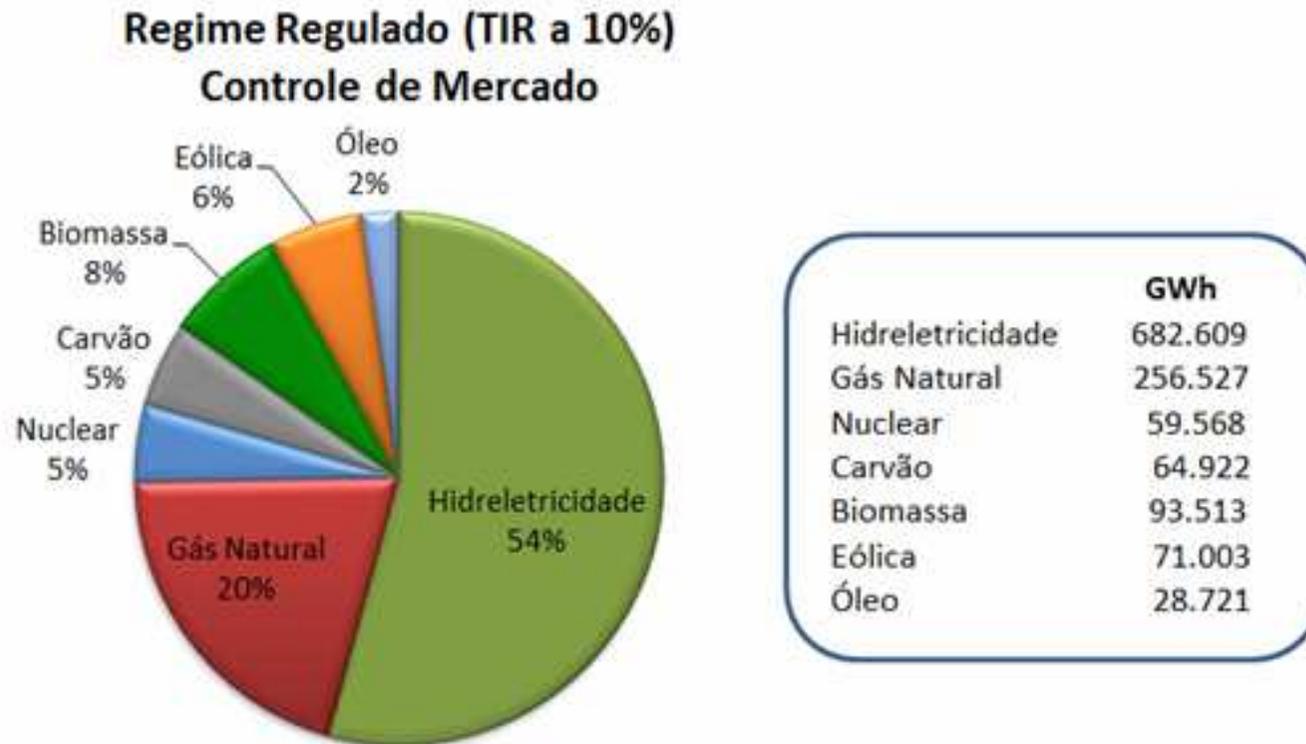
Custos nivelados de energia elétrica



Regime Regulado – TIR a 10%

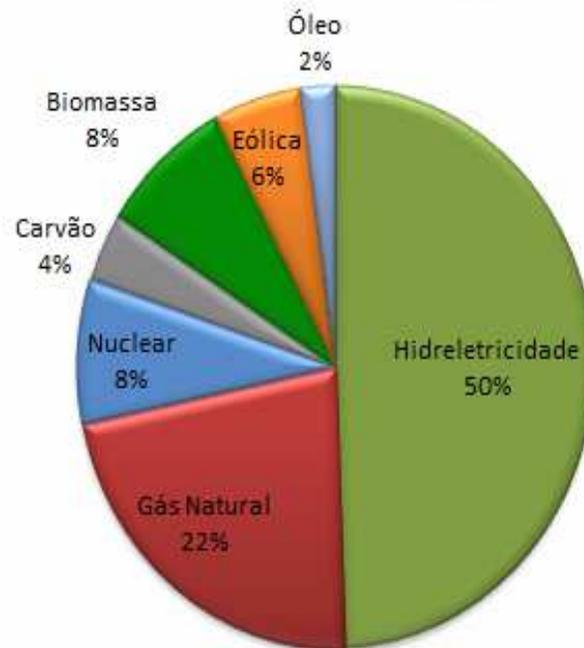
Fonte	Controle de Mercado	Racionalidade Econômica	Avanço Institucional
(2012US\$)		(US\$/MWh)	
Hidreletricidade	59.92	66.92	67.60
Gás Natural	53.45	55.00	70.71
Nuclear	89.18	83.56	76.71
Carvão	50.41	74.54	75.10
Biomassa	70.32	69.80	68.09
Eólica	70.49	70.40	70.23
Óleo	139.22	154.60	151.72

Regime Regulado – TIR a 10%



Regime Regulado – TIR a 10%

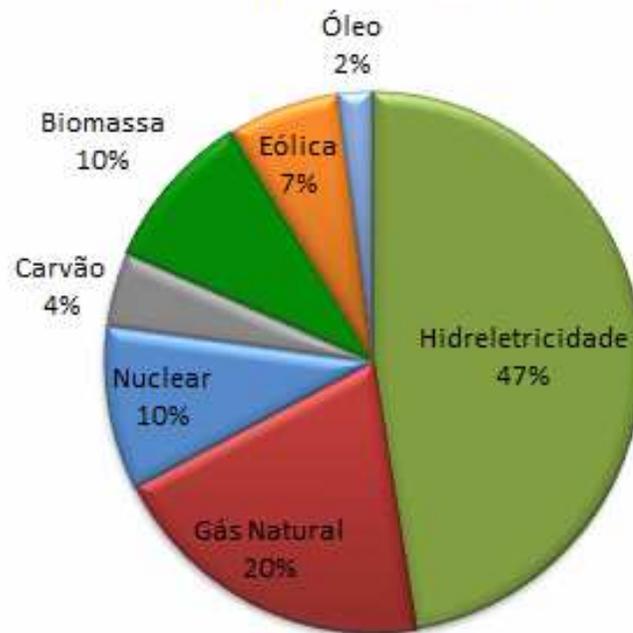
Regime Regulado (TIR a 10%)
Racionalidade Econômica



	GWh
Hidroeletricidade	726.188
Gás Natural	327.460
Nuclear	122.287
Carvão	57.883
Biomassa	113.560
Eólica	78.277
Óleo	31.617

Regime Regulado – TIR a 10%

**Regime Regulado (TIR a 10%)
Avanço Institucional**



	GWh
Hidroeletricidade	719.040
Gás Natural	302.076
Nuclear	147.221
Carvão	67.343
Biomassa	145.838
Eólica	97.858
Óleo	31.297



5 – Participação da Geração Nuclear

- ❑ Geração na base
- ❑ Fator de capacidade elevado
- ❑ Redução no tempo e custo de construção
- ❑ Novas condições de produção
(padronização e modularização)
- ❑ Gestão da cadeia de fornecedores
- ❑ Participação do setor privado

Como viabilizar a participação do setor privado

