



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE SOLOS E ENGENHARIA AGRÍCOLA

® **M** Plataforma Moretti

Disciplina: Energia na Agricultura

UNIDADE 1 – Sustentabilidade e cenários energéticos

Prof. Jorge Luiz Moretti de Souza

E-mail: jmoretti@ufpr.br

<http://www.moretti.agrarias.ufpr.br/index.htm>

1 Energia e desenvolvimento sustentável

1.1 Desenvolvimento sustentável (DS)

- Contexto mundial atual
- Motivos para modelos considerando o DS
- DS está além da questão ambiental
- DS após UNCED – Rio de Janeiro 1992
- DS e as frentes de atuação

Setor energético

1.2 A necessidade de um novo modelo

- Modelo atual valoriza o crescimento econômico
- Novo modelo de deve considerar outros aspectos (políticos; econômicos; sociais; tecnológicos; ambientais; pluralidade dos ecossistemas; energia para desenvolvimento)

1.3 Conceitos e indicadores de DS

a) Conceitos de desenvolvimento sustentável

- Comissão Mundial para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (Brundtland, 1987)
- Conceito de desenvolvimento humano (IDH)

Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD, 1992)

“Processo para ampliar o aspecto de opções para as pessoas, oferecendo-lhes maiores oportunidades de educação, atenção médica, renda e emprego e abrangendo toda a gama de opções humanas, desde um ambiente físico em boas condições até liberdades econômicas e políticas”.

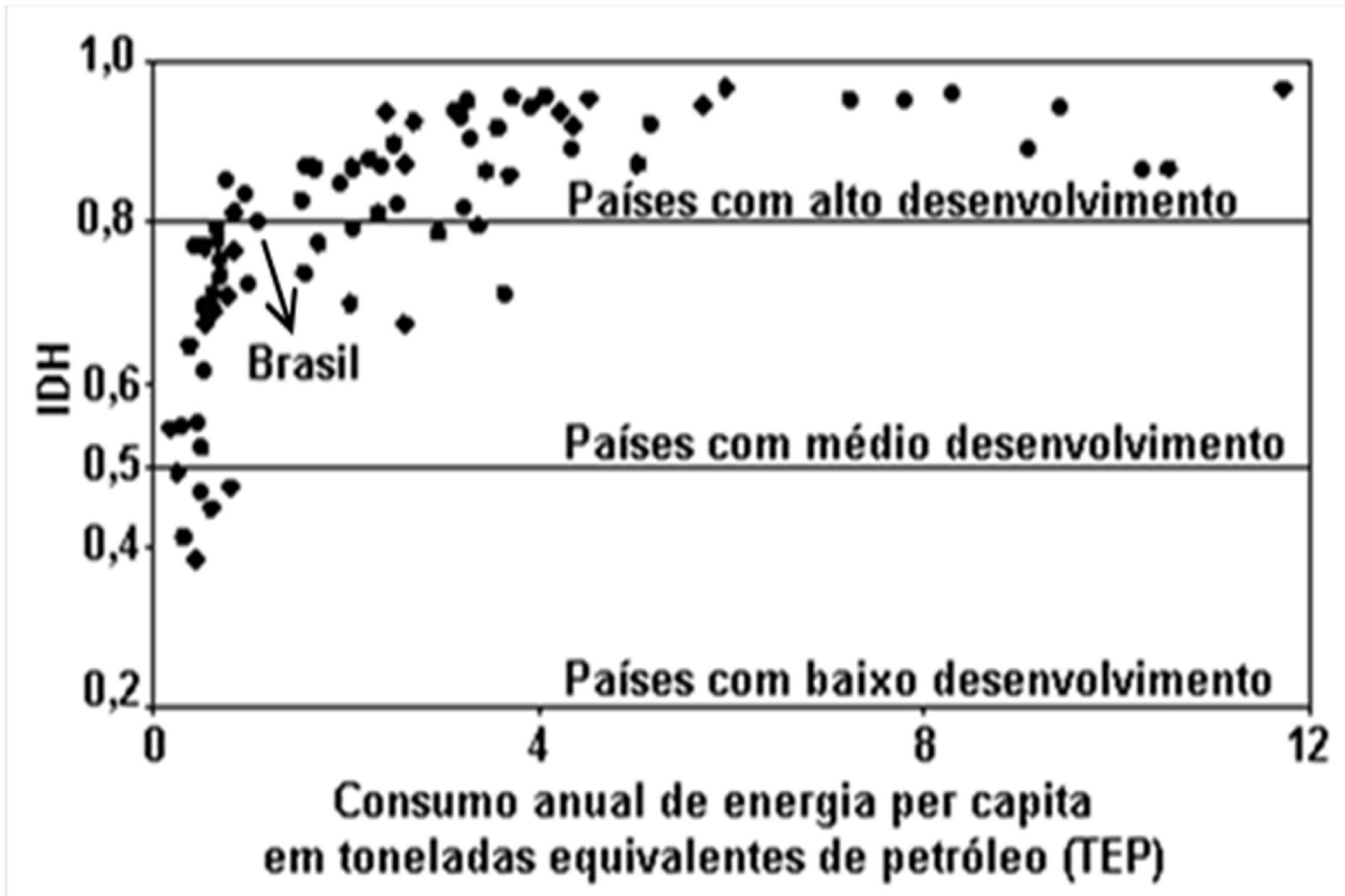


Figura 1 – IDH versus energia consumida per capita, 1991 a 1992.

b) Indicadores de desenvolvimento sustentável

- Metodologias para se medir o grau de desenvolvimento

Produto interno bruto (PIB): **?!?!?!?!?!?**

Outras tentativas para qualificar ou quantificar o DS (Figura 1.2)

- PIB *per capita*;
 - Dimensão social captada pelo eixo da equidade;
 - Dimensão física do desenvolvimento.
- Metodologias e índices que estão sendo propostos (Figura 1.3)
 - Índice de Bem-estar Econômico Sustentável (ISEW);
 - Intensidade Material por Unidade de Serviço Prestado (MIPS);
 - Pegada Ecológica;
 - Currículo de Desenvolvimento sustentável (SDR).

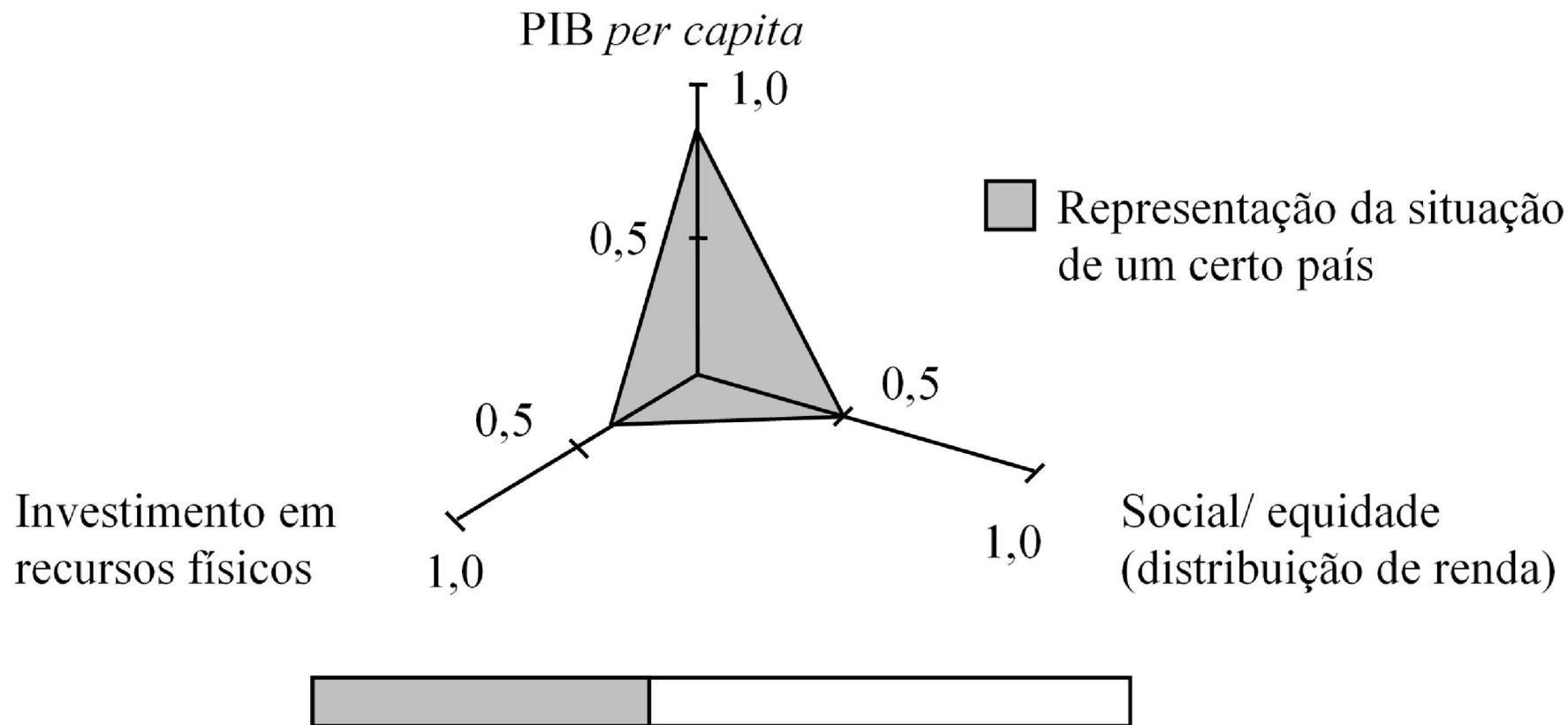


Figura 1.2 – Representação da situação de um certo país.

1.4 Energia, meio ambiente e desenvolvimento

- Energia e meio ambiente
- Matriz energética mundial: 82% combustíveis fósseis
- Impactos ambientais do setor energético

a) Indicadores de sustentabilidade em relação à energia

- Indicadores de dimensão econômica:
 - Auto-suficiência energética;
 - Robustez para mudanças externas;
 - Produtividade energética
- Indicadores de dimensão social:
 - Cobertura elétrica;
 - Cobertura das necessidades energéticas básicas
- Indicadores da dimensão de recursos e meio ambiente:
 - Pureza relativa do uso da energia;
 - Uso de energias renováveis;
 - Estoque de recursos fósseis e lenha.

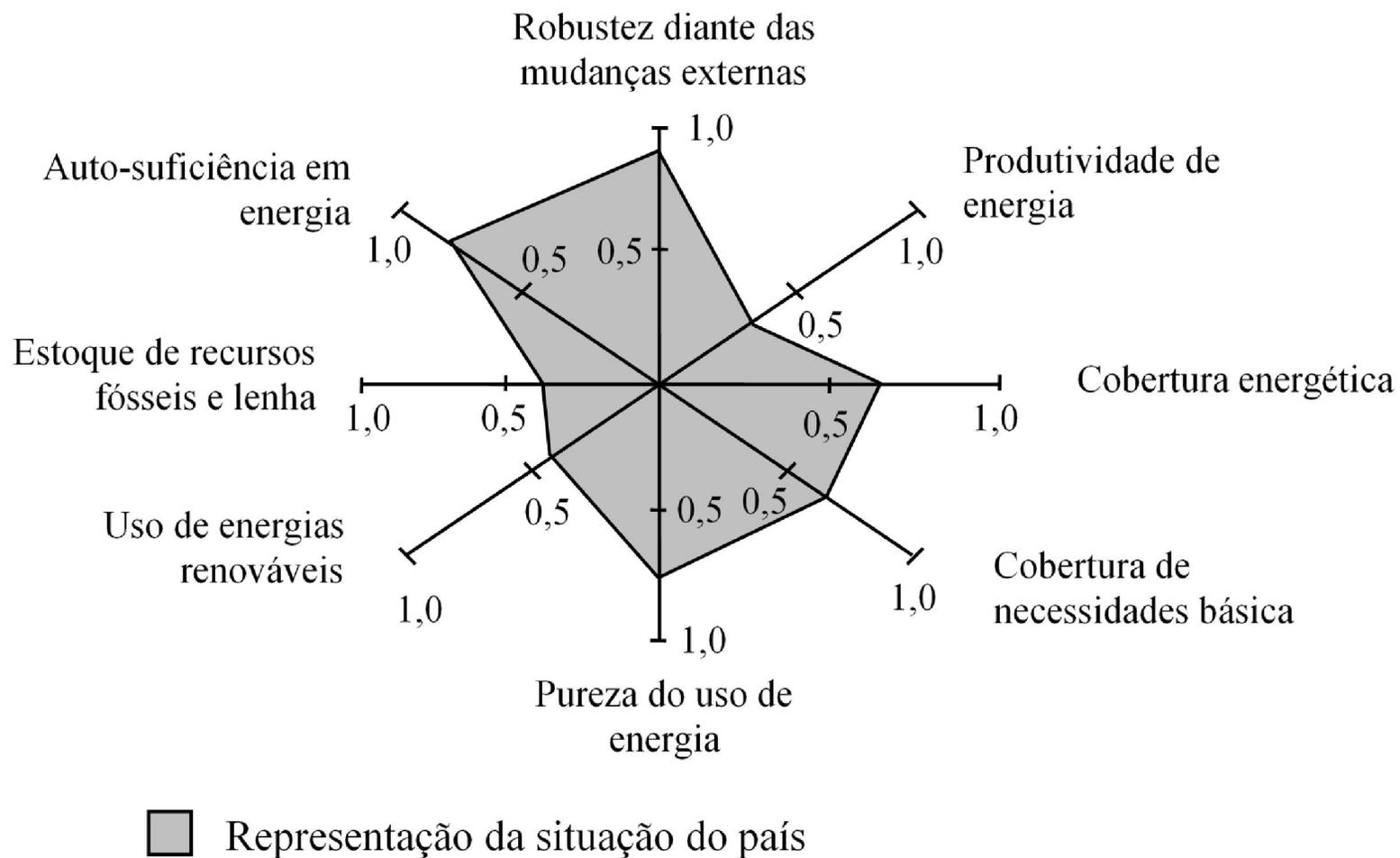


Figura 1.3 – Indicar representando as condições de determinado país.

2 CENÁRIO ENERGÉTICO MUNDIAL

- Até a revolução industrial:
 - Madeira; tração animal; e, outras biomassas
 - Aspectos sobre a biomassa.
- Século XIX (Revolução Industrial):
 - Carvão mineral como fonte básica de energia
- Após 1950: Impactos ambientais do setor energético
 - Crescimento do uso do petróleo ([Figura 1.4](#))

a) Utilização da energia primária

- Distribuição:
 - 20% para transportes;
 - 45% para a indústria;
 - 35% para atividades comerciais e residenciais.
- Obs.:** Cerca de um terço da energia primária é orientada à produção de eletricidade com um rendimento médio em torno de 33,3%
- Disparidade regional no consumo de energia ([Figura 1.5](#))

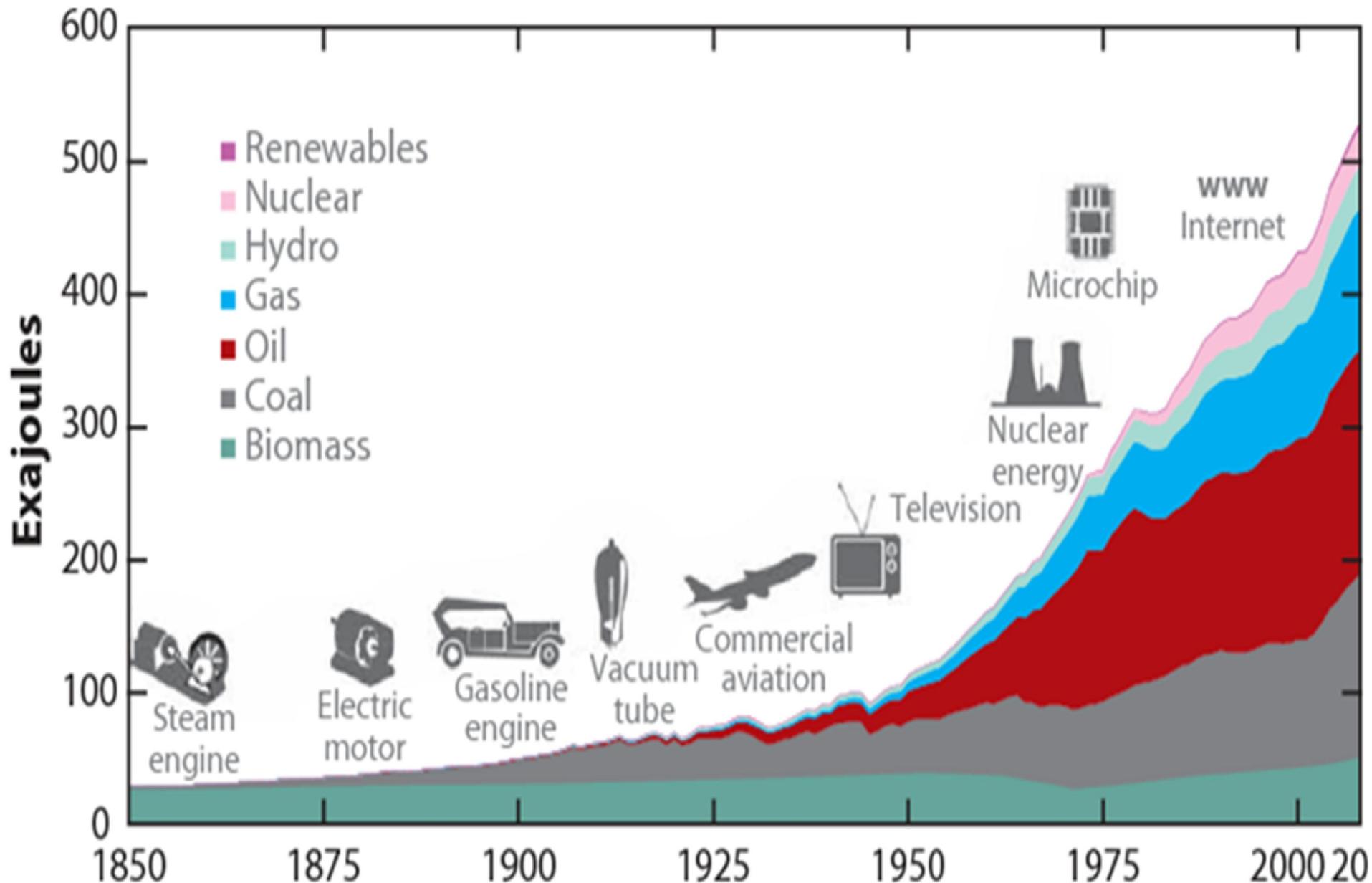


Figura 1.4 – Evolução do uso de fontes primárias de energias (Exajoules·ano⁻¹)

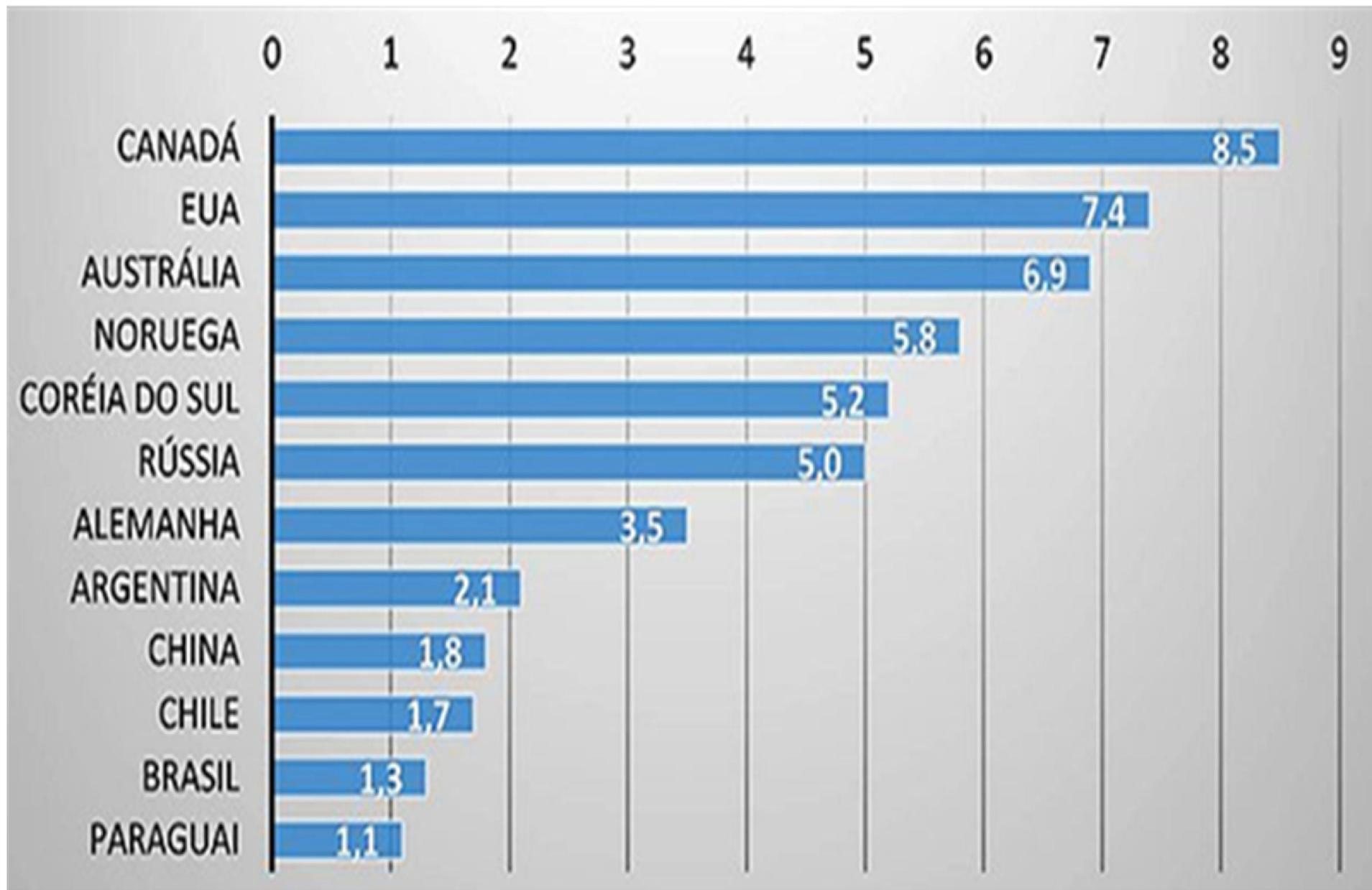


Figura 1.5 – Consumo de energia primária *per capita* (tep·ano⁻¹) em alguns países, no ano de 2014.

2.1 Matriz energética mundial (1980 e 2007)

- Oferta: 7,183 Gtep (1980); 12,029 Gtep (2007); 14,17 Gtep (2018)
- Combustíveis fósseis: 85% (1980) e 82% (2007)
 - Participação em 2007
 - 34% do petróleo e derivados;
 - 27% do carvão mineral;
 - 21% do gás natural
- Energia nuclear: dobrou entre 1980 e 2007
- Energia hidrelétrica: manteve-se no mesmo percentual
- Matriz energética mundial entre 1980 e 2007 não apresentou modificações estruturais significativas quanto às fontes energéticas primárias.

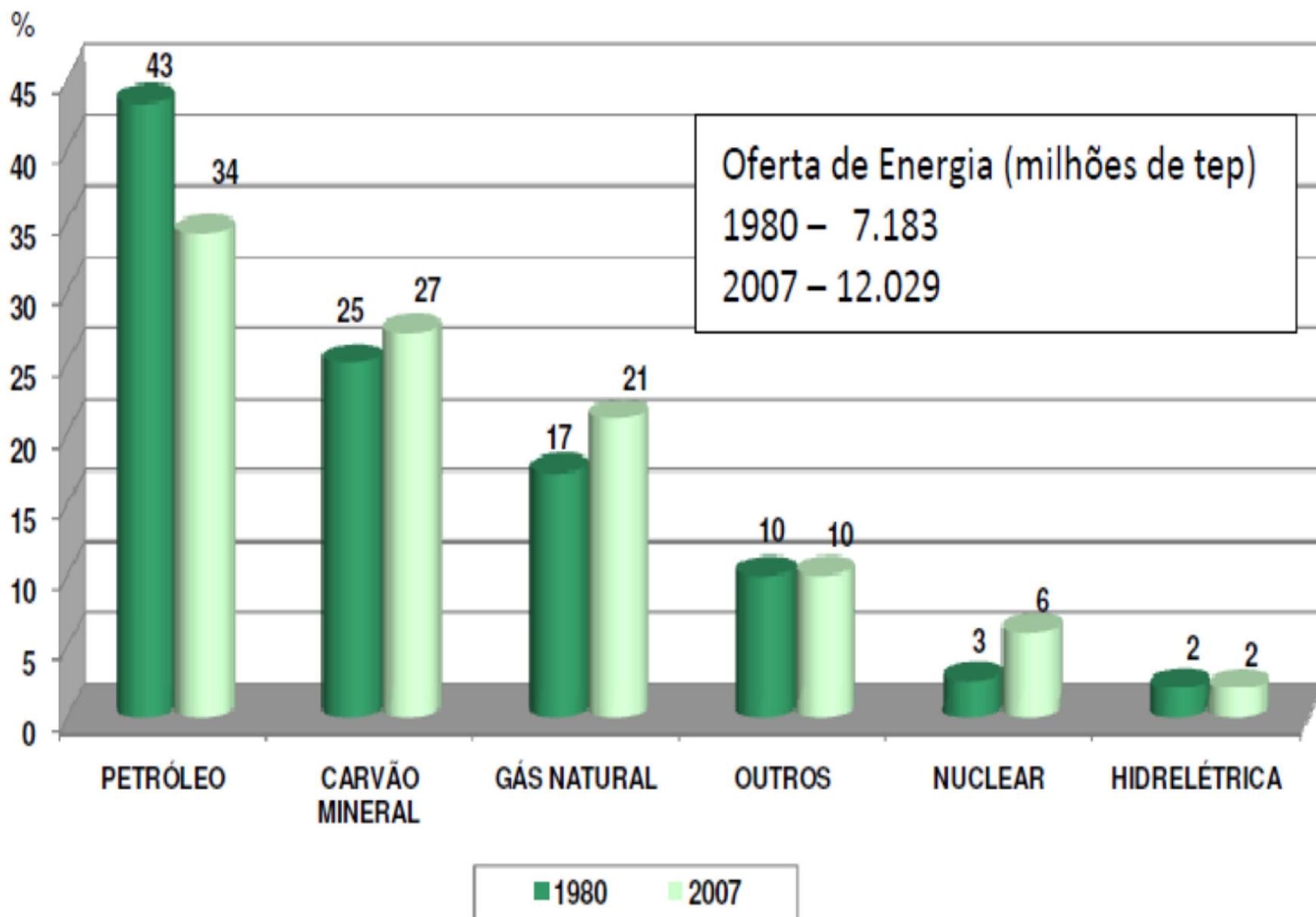


Figura 1.6 – Participação (%) das fontes na matriz energética mundial em 1980 e 2007.

2.2 Matriz elétrica mundial (1980 e 2007)

- A demanda por eletricidade é grande
- Evolução: 8269 TWh (1980) para 19771 TWh (2007)
- Participação das fontes para a produção de eletricidade (Figura 1.7):
 - Fósseis: 70% (1980) para 68% (2007);
 - 41% Carvão mineral;
 - 21% Gás natural
 - 15% Hidroeletricidade;
 - 14% Nuclear;
 - 6% Petróleo e derivados (6%).
- Motivos da grande participação dos combustíveis fósseis;

2.3 Perspectivas futuras (cenários energéticos)

- Mudanças previstas na matriz energética:
 - Até 2030;
 - Até 2050; (Figuras 1.7 a 1.9 e Tabelas 1.1 e 1.2)
 - Até 2100.

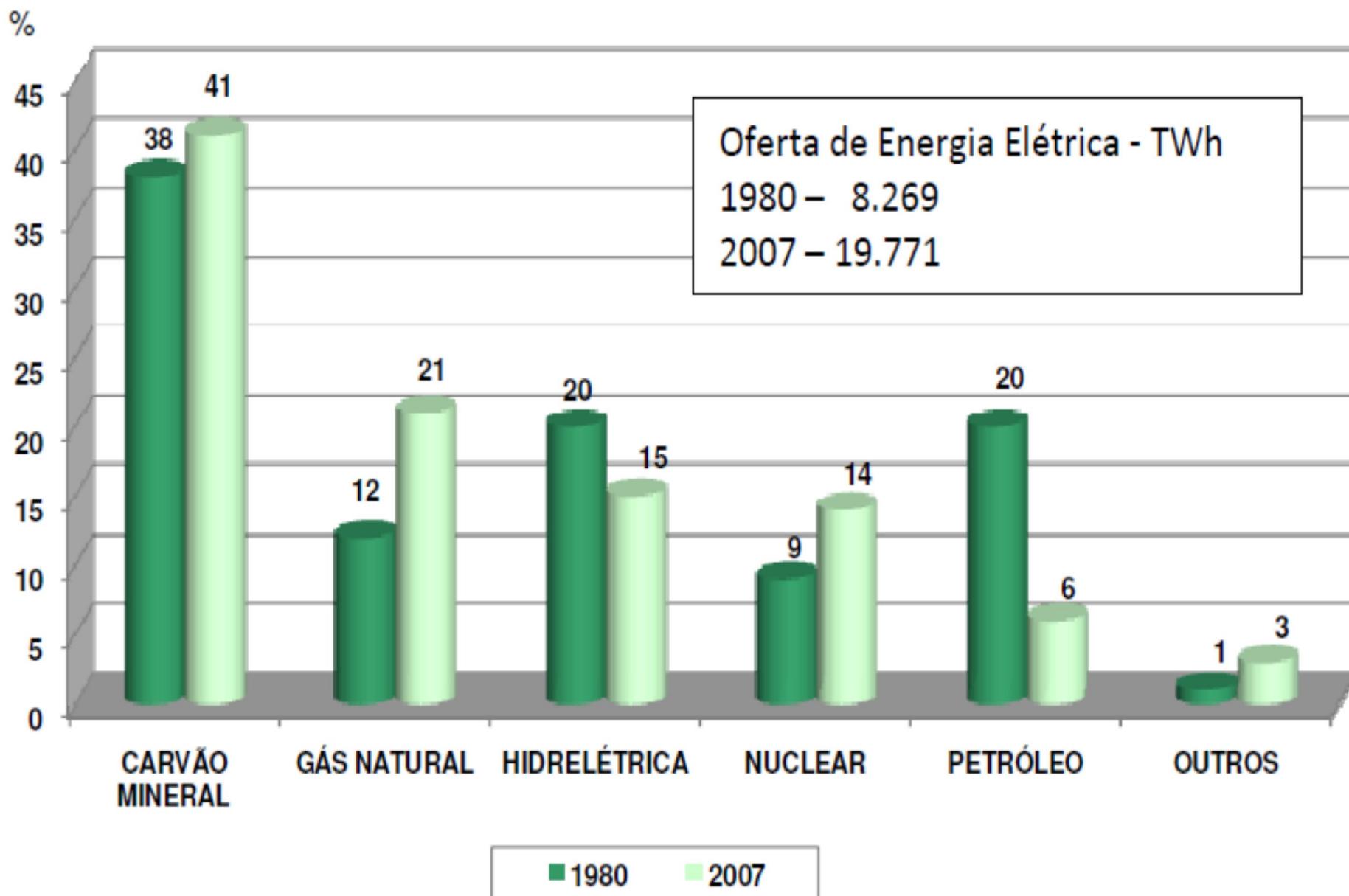
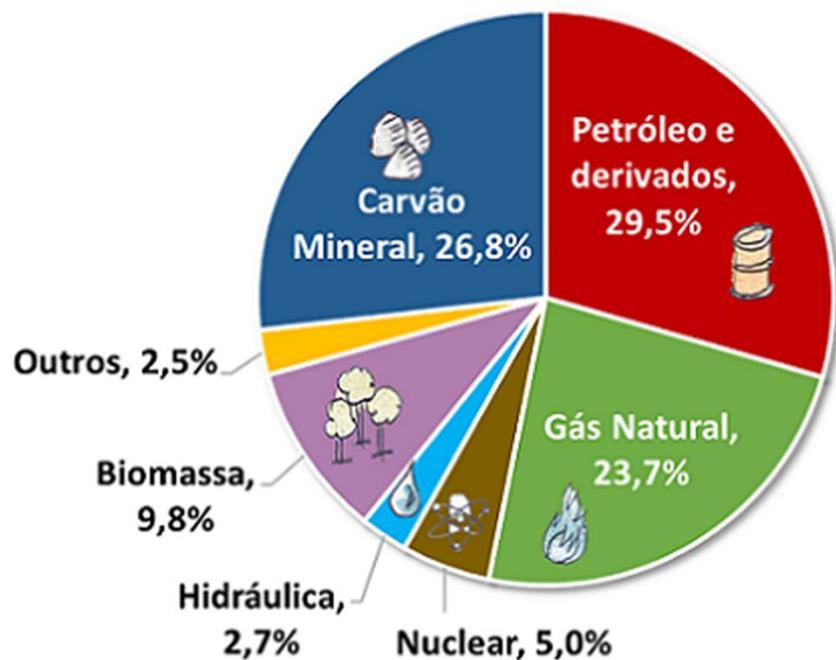


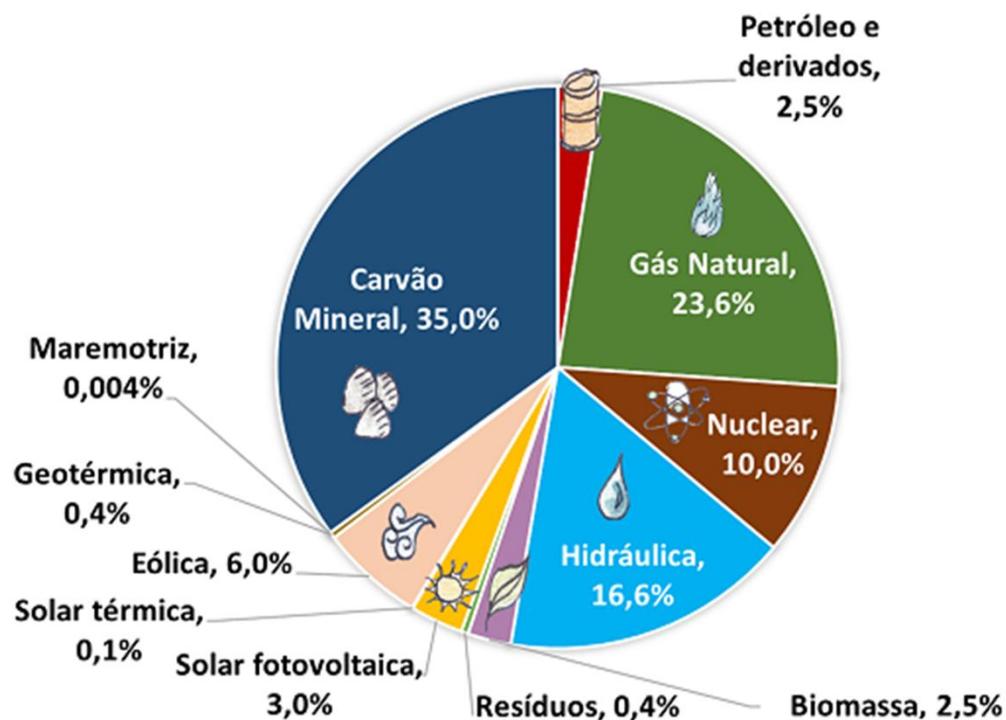
Figura 1.7 – Participação (%) das diferentes fontes na matriz energética mundial em 1980 e 2007, para a produção de eletricidade.



(a)

Matriz Energética Mundial 2020

(IEA, 2022; total: 585 milhões de TJ - terajoule)



(b)

Matriz Elétrica Mundial 2020

(IEA, 2022; total: 27 milhões de GWh - gigawatt-hora)

Figura – Participação (%) das diferentes fontes na matriz energética mundial: (a) Total; e, (b) Para a produção de eletricidade.

Tabela 1.1. Características dos Cenários da World Energy Council (WEC) até 2100

Especificação	1990	Cenário A ⁽¹⁾		Cenário B ⁽²⁾		Cenário C ⁽³⁾	
		2050	2100	2050	2100	2050	2100
Demanda de energia global (Gtep)	8,8	27	42	23	33	15	20
Combustíveis fósseis (% energia primária)	77	58	40	57	33	58	15
Nuclear (% energia primária)	5	14	29	15	28	8	11
Renováveis (% energia primária)	2,0	15	24	14	26	20	50
Emissões anuais de CO ₂ de combustíveis fósseis (Gt carbono)	6,0	14,9	16,6	12,2	11,7	7,3	2,5
Emissões anuais de CO ₂ de combustíveis fósseis (% mudança em 1990)		152	181	107	98	24	- 59

⁽¹⁾ Cenário “A”: alta taxa de crescimento dos países em desenvolvimento; ⁽²⁾ Cenário “C”: orientação ecológica, em que as pressões ambientais terão grande influência no crescimento e na demanda de energia; e, ⁽³⁾ Cenário “B”: caso de referência, com expectativas moderadas com relação ao crescimento da eficiência energética. (Houghton, 1997)

Tabela 1.2. Reservas mundiais de combustível fósseis

Combustível	Reservas aferidas em 1990 (Gt)	Reservas para o atual uso anual (anos)	Reserva finalmente recuperáveis (Gtoe)
Gás mineral (excluindo linhito)	496	197	3.400
Linhito	110	293	
Óleo convencional	137	40	200
Óleos não convencionais (cru, betume natural, xisto)			600
Gás natural	108	56	220

Fonte: Houghton, 1997

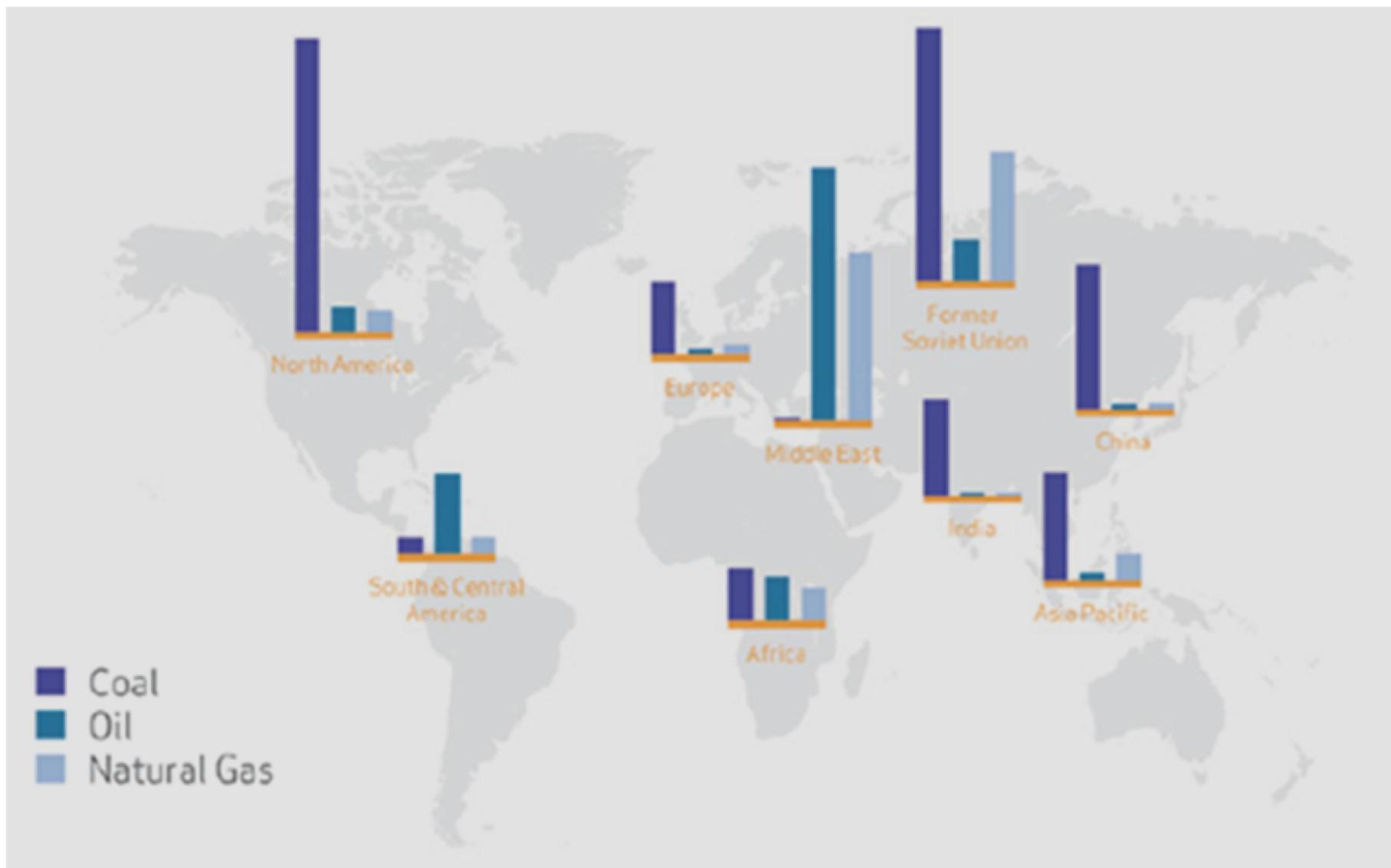


Figura 1.8 – Localização das principais reservas mundiais de combustíveis fósseis (Mtep; BP Statistical Review of World Energy, 2011).

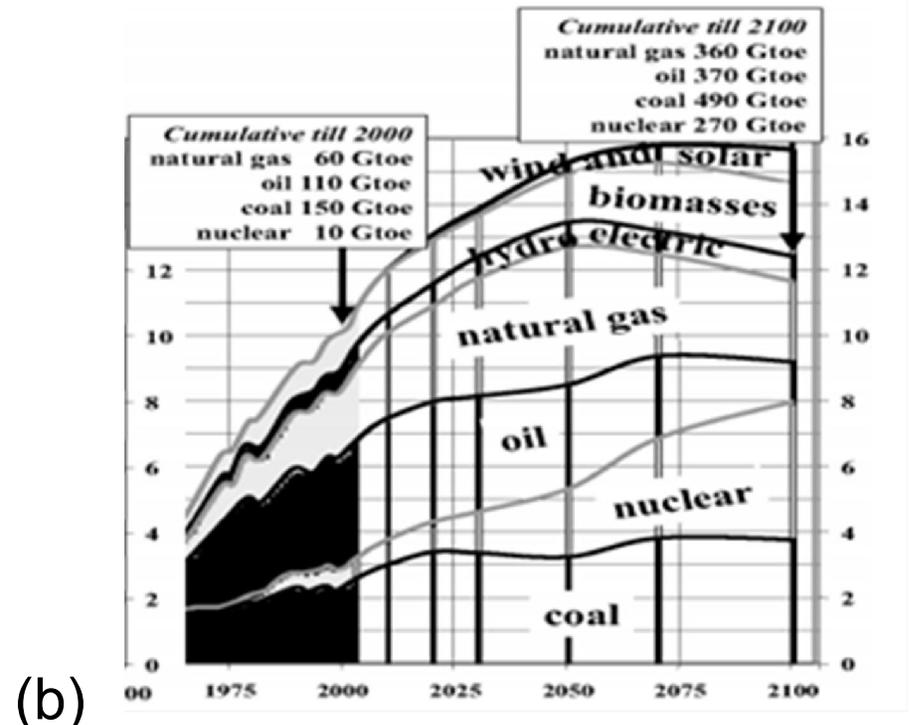
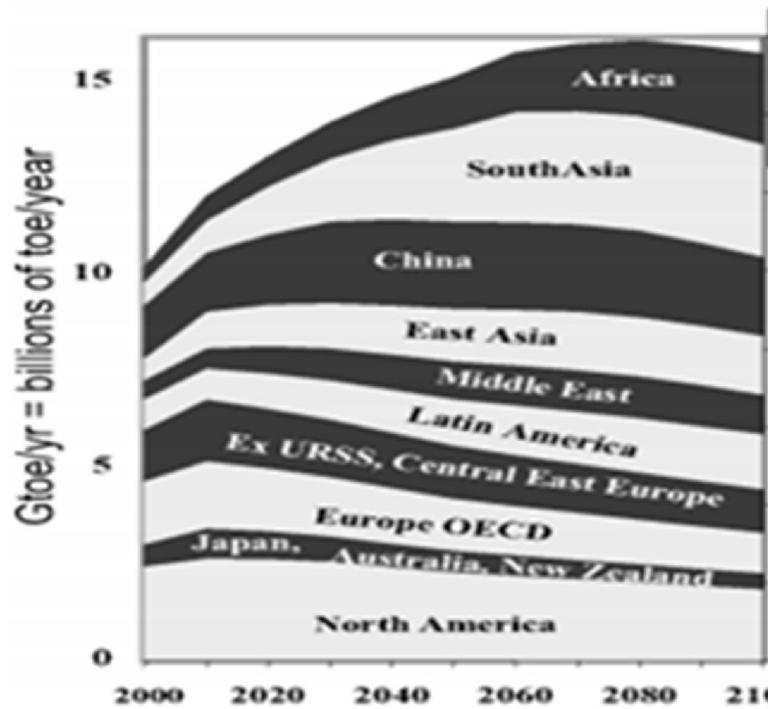


Figura 1.9 – Estimativa do consumo global de energia para o Século XXI: a) Subdivisão por grupos de nações com tipos semelhantes de economia e níveis de desenvolvimento industrial; b) Subdivisão conforme os recursos energéticos.

Consumo Mundial de Energia até 2060

(Cenário: Crescimento Sustentado)

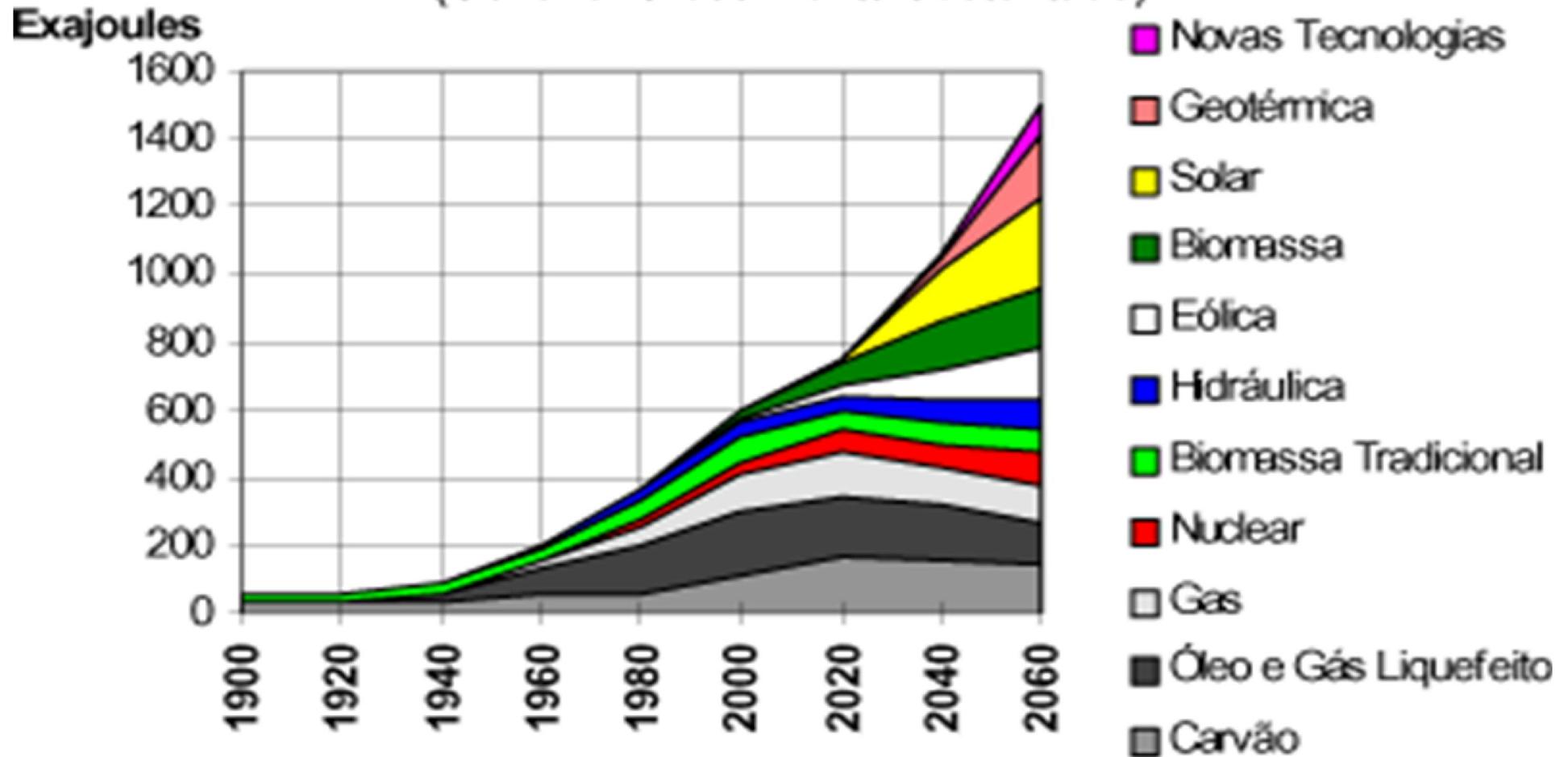


Gráfico 1

Figura – Estimativa do consumo global de energia até 2060: Subdivisão conforme os recursos energéticos.

3 CENÁRIO ENERGÉTICO BRASILEIRO

3.1 Matriz energética brasileira (1980 e 2008)

- Matriz brasileira vs Matriz mundial
- Evolução: 114,8 (1980) para 251,5 milhões de tep (2008)
- Participação das fontes ([Figura 1.10](#)):
 - 45% fontes renováveis;
 - Combustíveis fósseis: 54% (1980) e 53% (2008)
- 2,8% Taxa anual média de crescimento (1,9% no mundo);
- Programa da agroenergia iniciado em meados 1970;
- Matriz de oferta energética (%) no mundo e Brasil ([Figura 1.11](#));
- Participação do consumo energético no Brasil por setores (2014; [Figura 1.12](#));

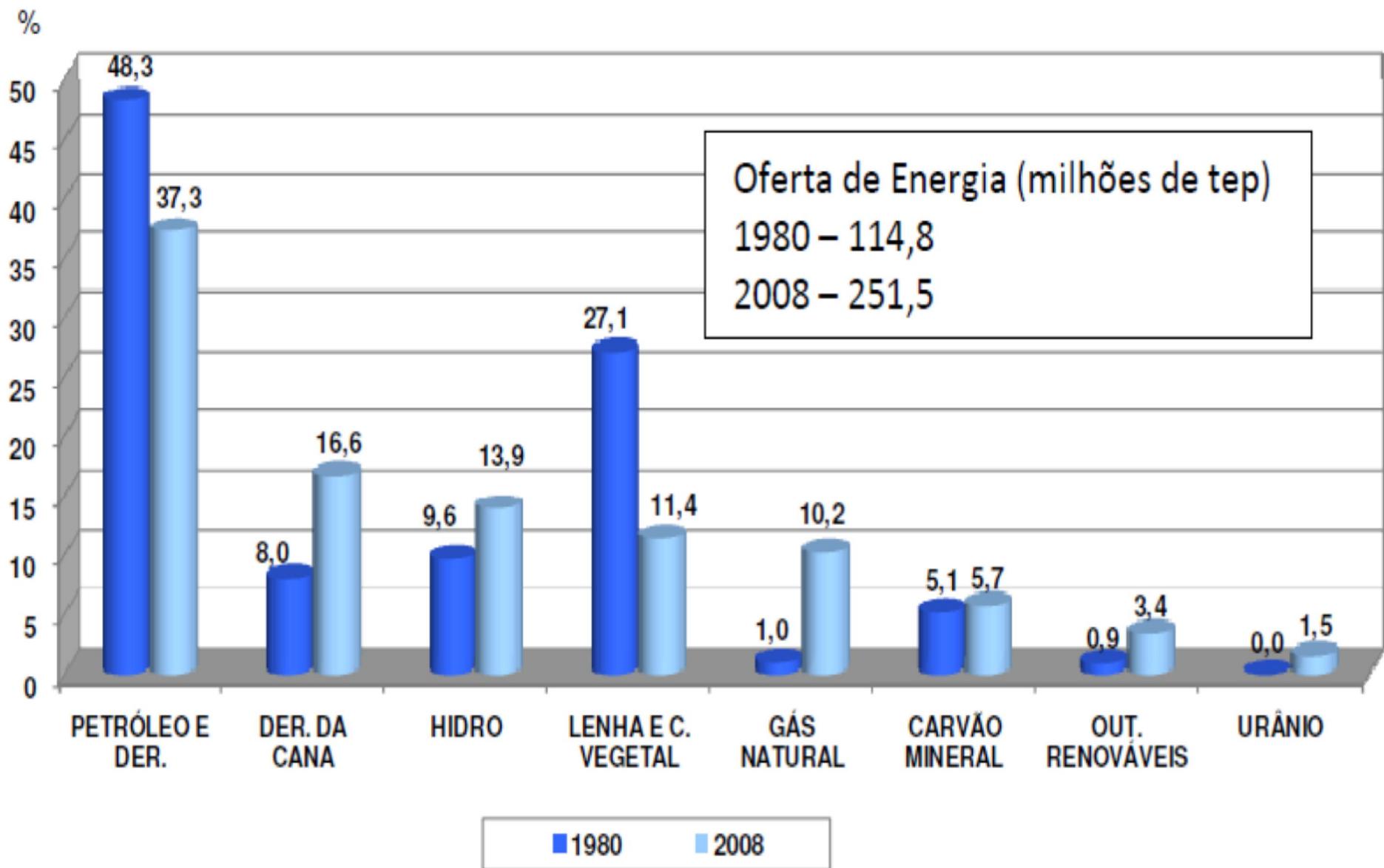


Figura 1.10 – Participação (%) das diferentes fontes na matriz energética brasileira em 1980 e 2008.

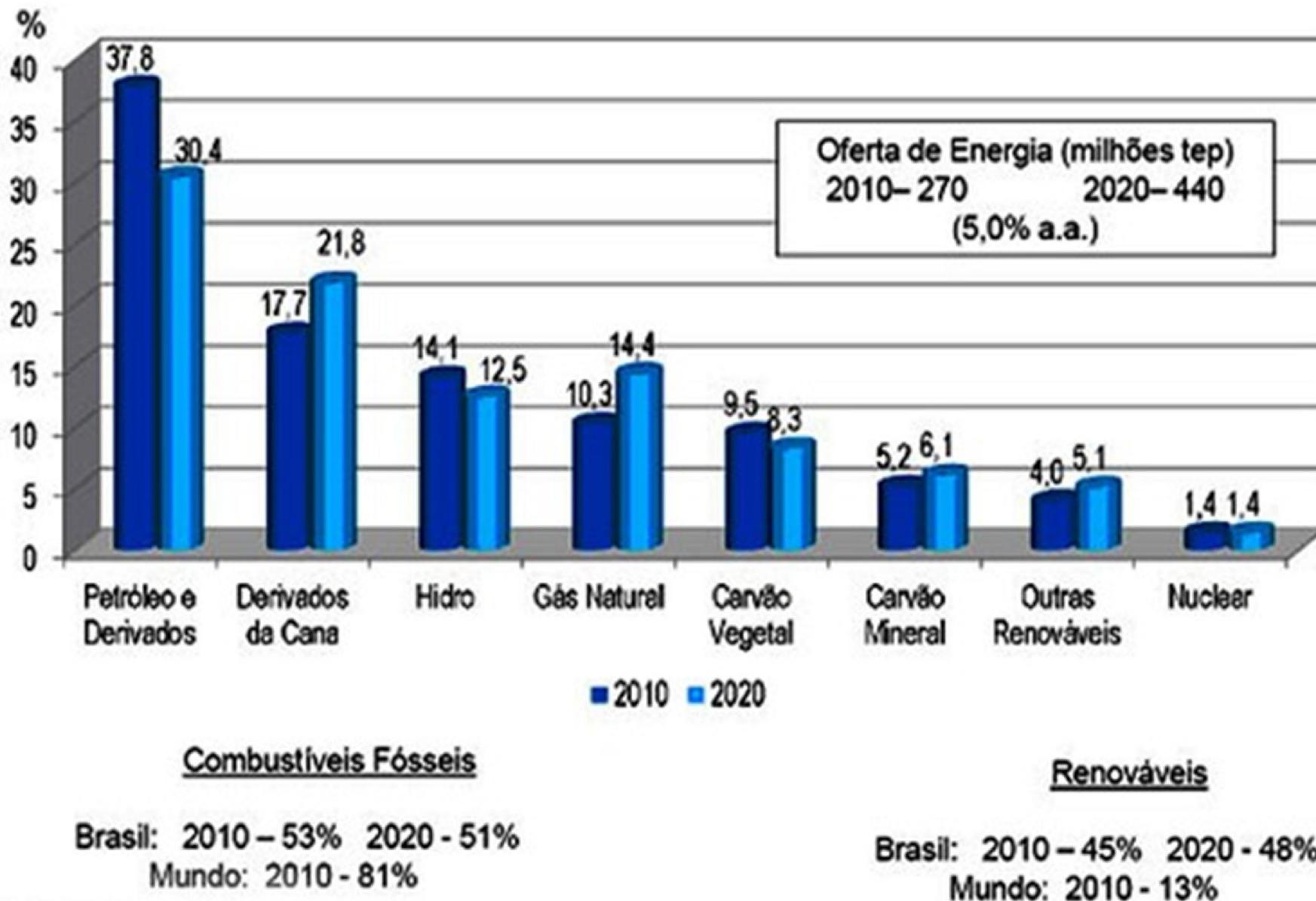


Figura – Participação (%) das diferentes fontes na matriz energética brasileira em 2010 e 2020.

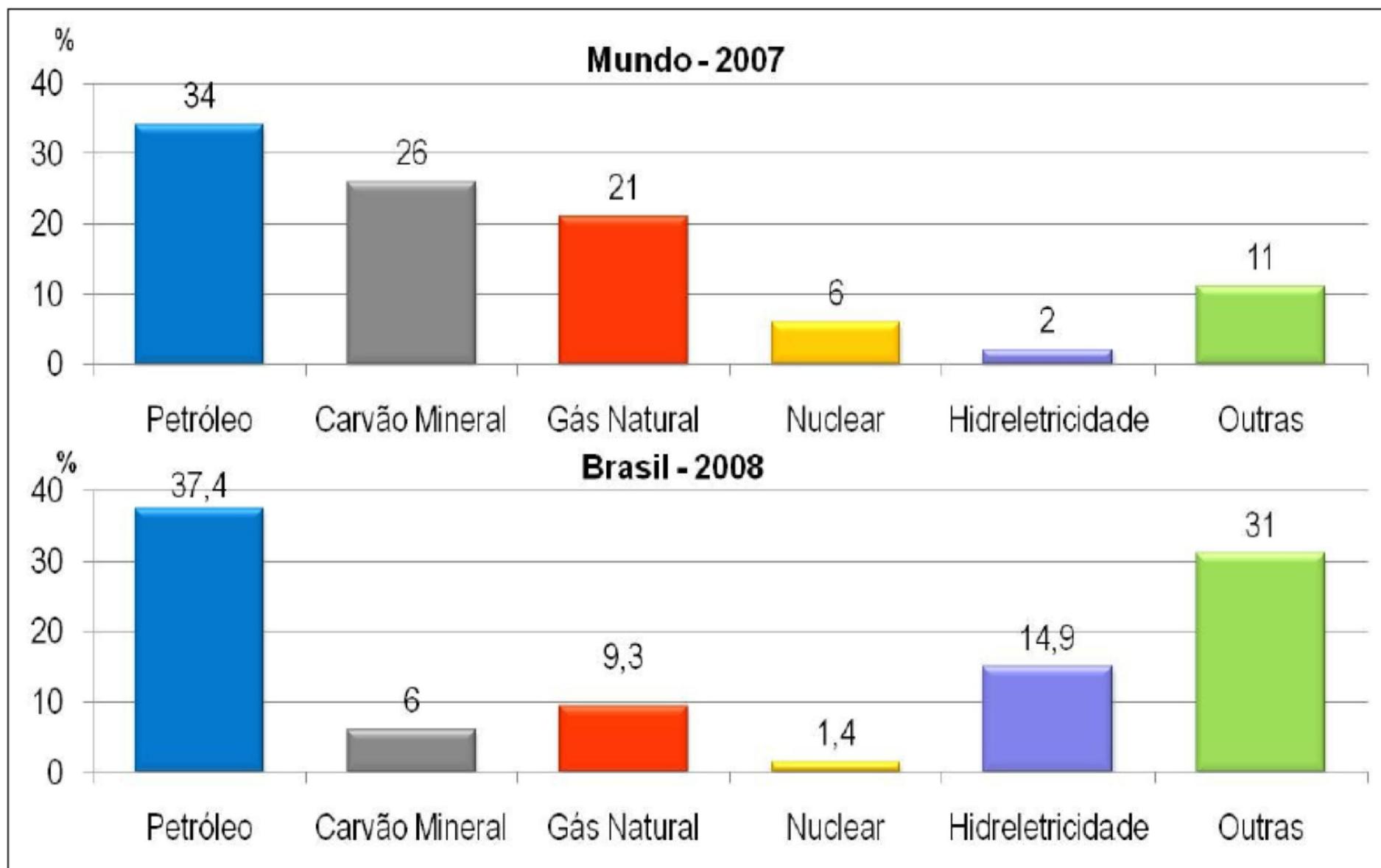


Figura 1.11 – Matriz de oferta energética (%) no mundo e Brasil .



Figura 1.12 – Participação do consumo energético no Brasil por setores, em 2014

3.2 Matriz elétrica brasileira (1980 e 2007)

- A demanda por eletricidade é grande
- Participação das fontes para a produção de eletricidade ([Figura 1.13](#)):
 - Energia renováveis: 86% (2008) vs 18% (no mundo)
 - 82% da eletricidade produzida por hidrelétricas;
 - 4% Biomassa (principalmente bagaço de cana)
 - Combustíveis fósseis: 11% (2008) vs 68% (no mundo)
- Oferta energética (%) de eletricidade no mundo e Brasil ([Figura 1.14](#))

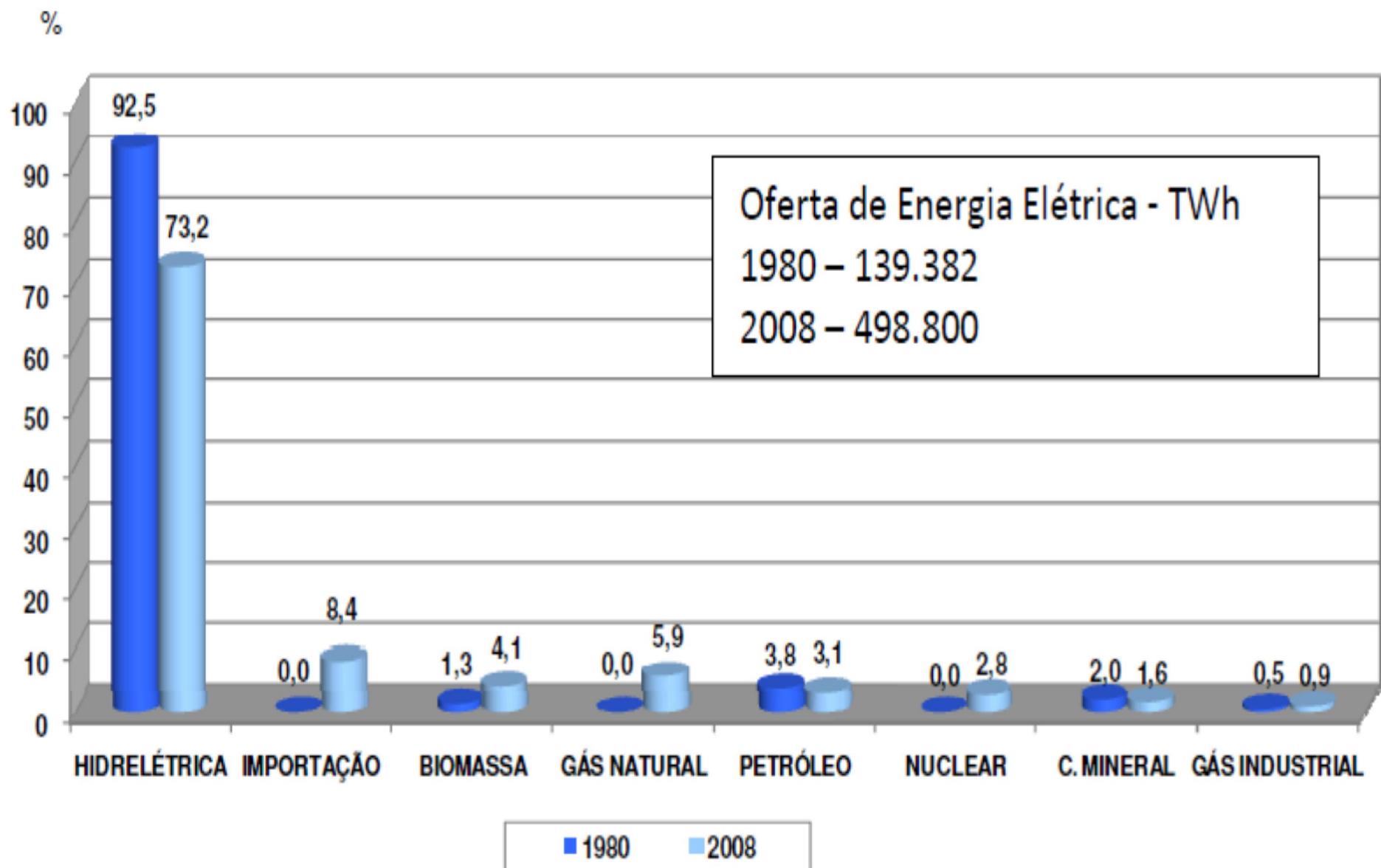


Figura 1.13 – Participação (%) das diferentes fontes na matriz energética brasileira em 1980 e 2008, para a produção de eletricidade.

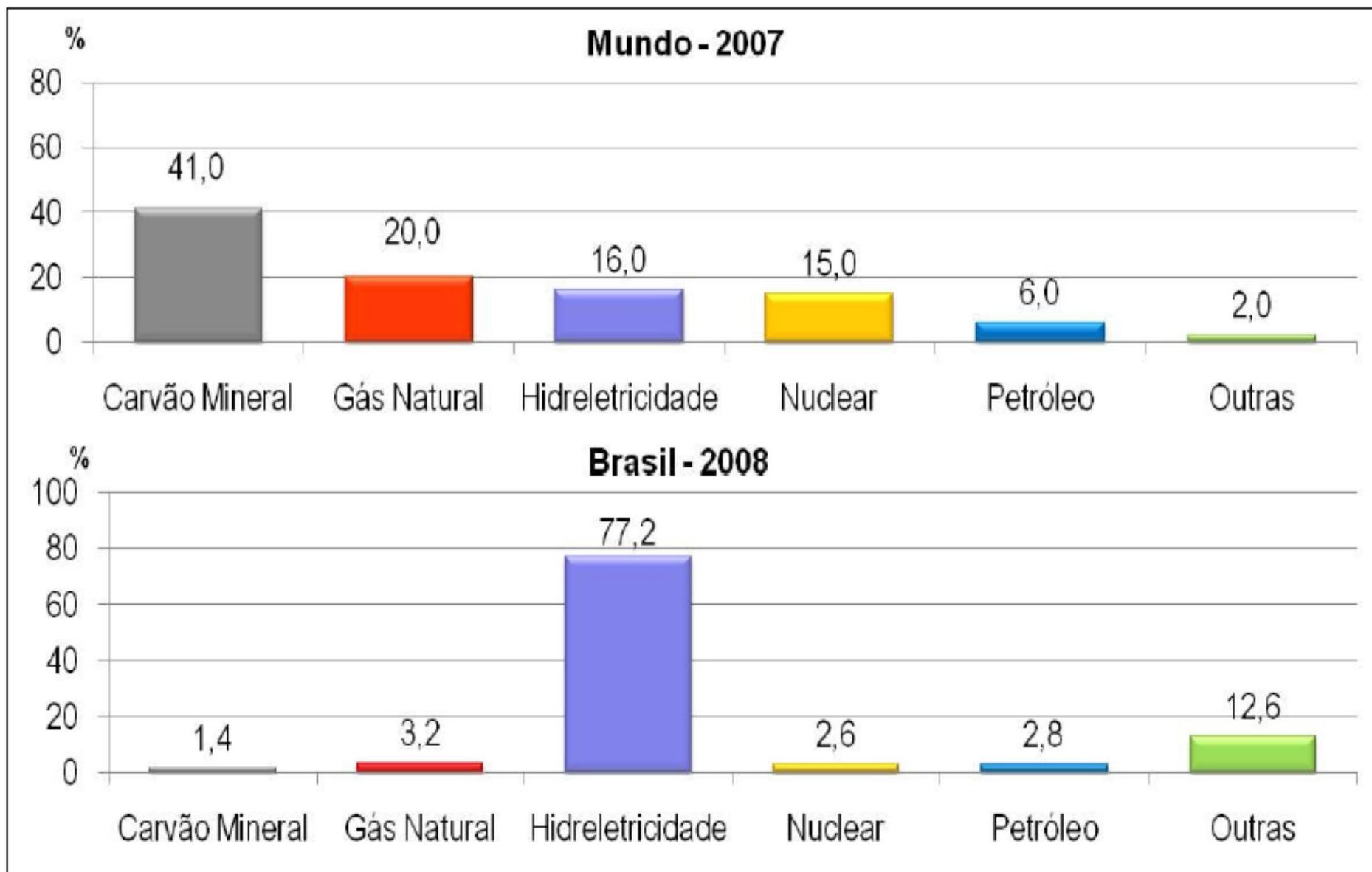
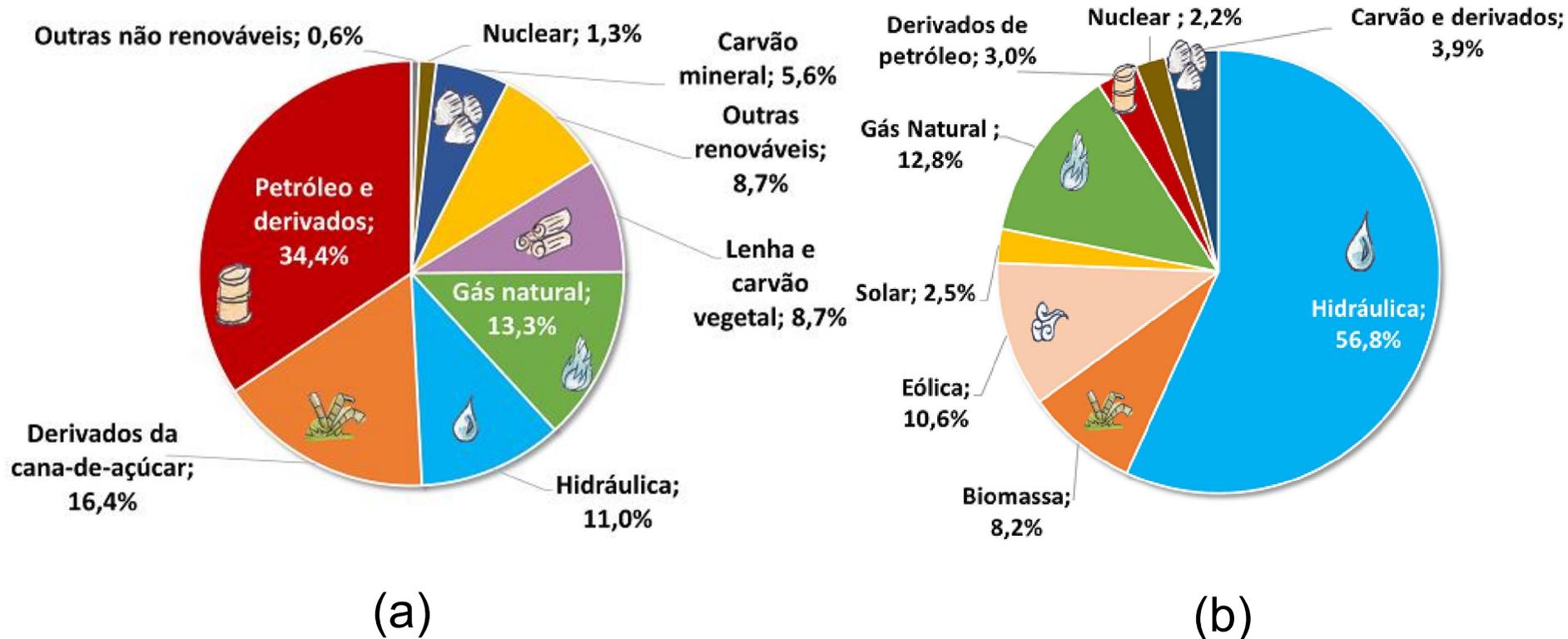


Figura 1.14 – Matriz de oferta energética (%) de eletricidade no mundo e Brasil.



Matriz Energética Mundial 2020

(IEA, 2022; total: 585 milhões de TJ - terajoule)

Matriz Elétrica Brasileira 2021

(BEN, 2022; total: 656 TWh - terawatt-hora)

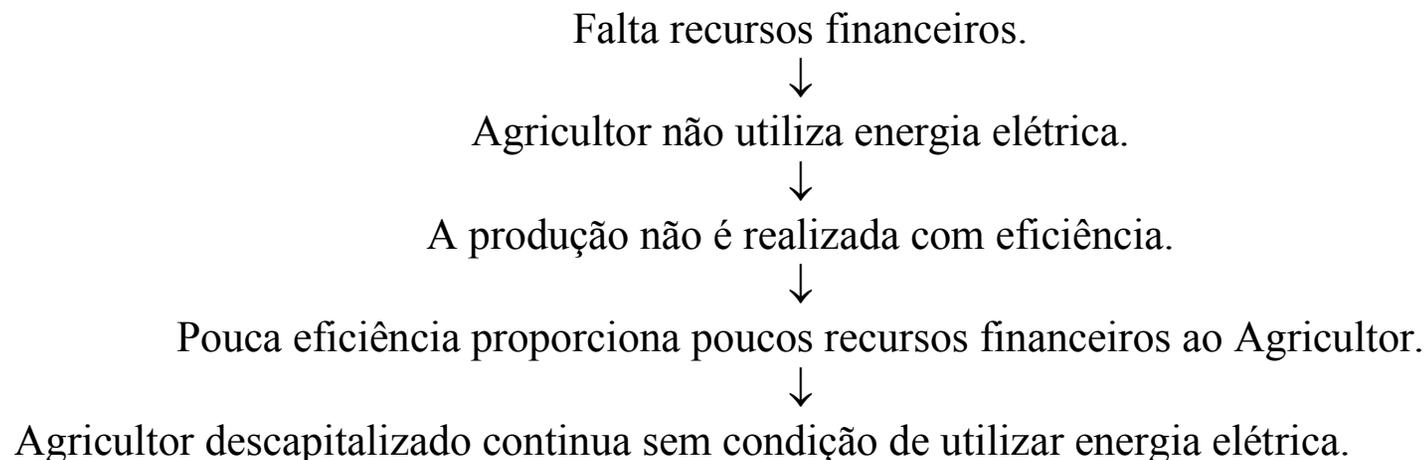
Figura – Participação (%) das diferentes fontes na matriz energética brasileira: (a) Total; e, (b) Para a produção de eletricidade.

4 UTILIZAÇÃO DA ENERGIA NA AGRICULTURA

- Matriz energética brasileira na agricultura ([Figura 1.15](#));
- Fluxos de energia na agricultura ([Figura 1.16](#));
- Distribuição do consumo de energia nas etapas da produção agrícola ([Figura 1.17](#));
- Fontes de amônia ([Figura 1.18](#));

4.1 Desperdício de energia na agricultura

4.2 Energia elétrica na agricultura



¹ Inclui gás natural, óleo combustível e eletricidade

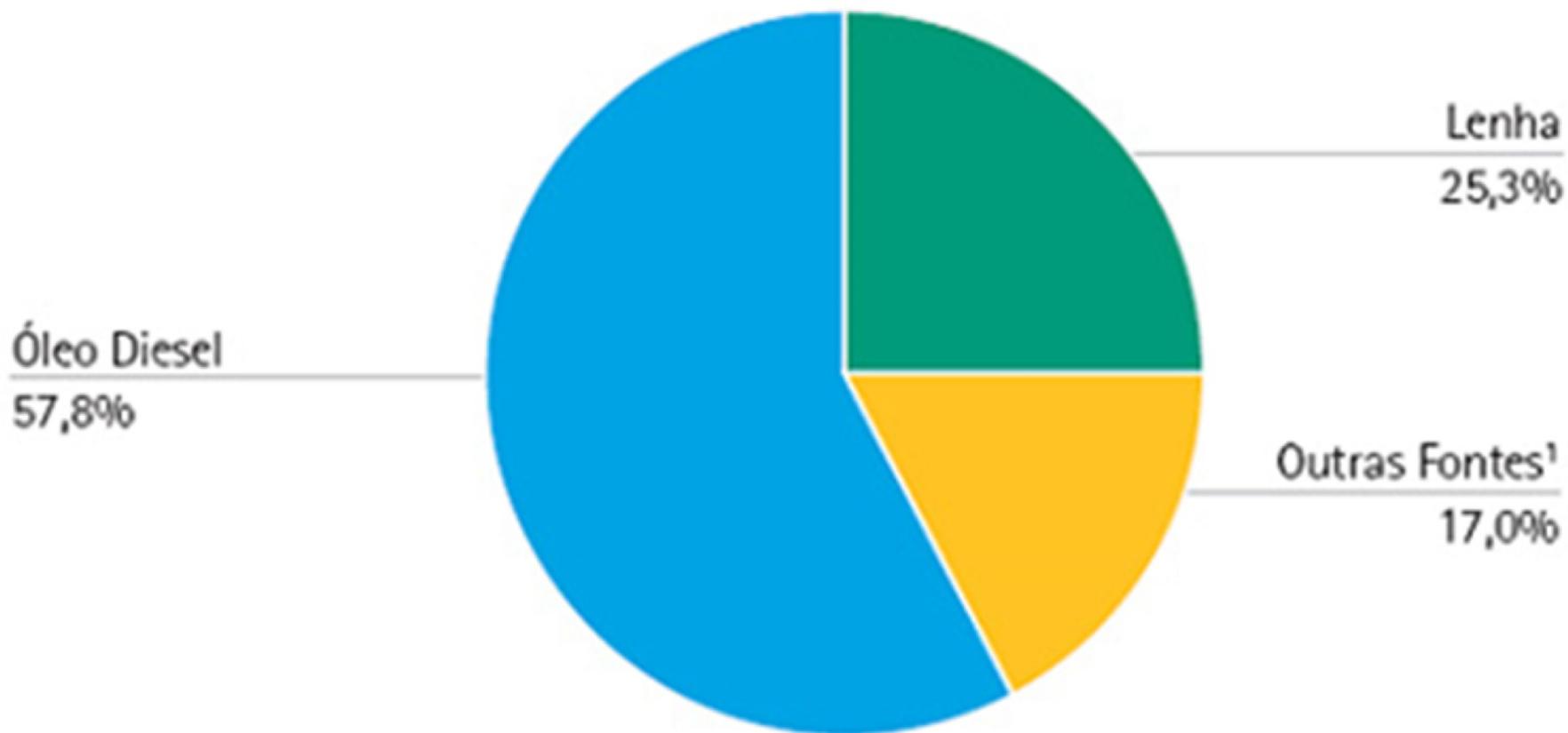


Figura 1.15 – Utilização de energia pela agricultura.

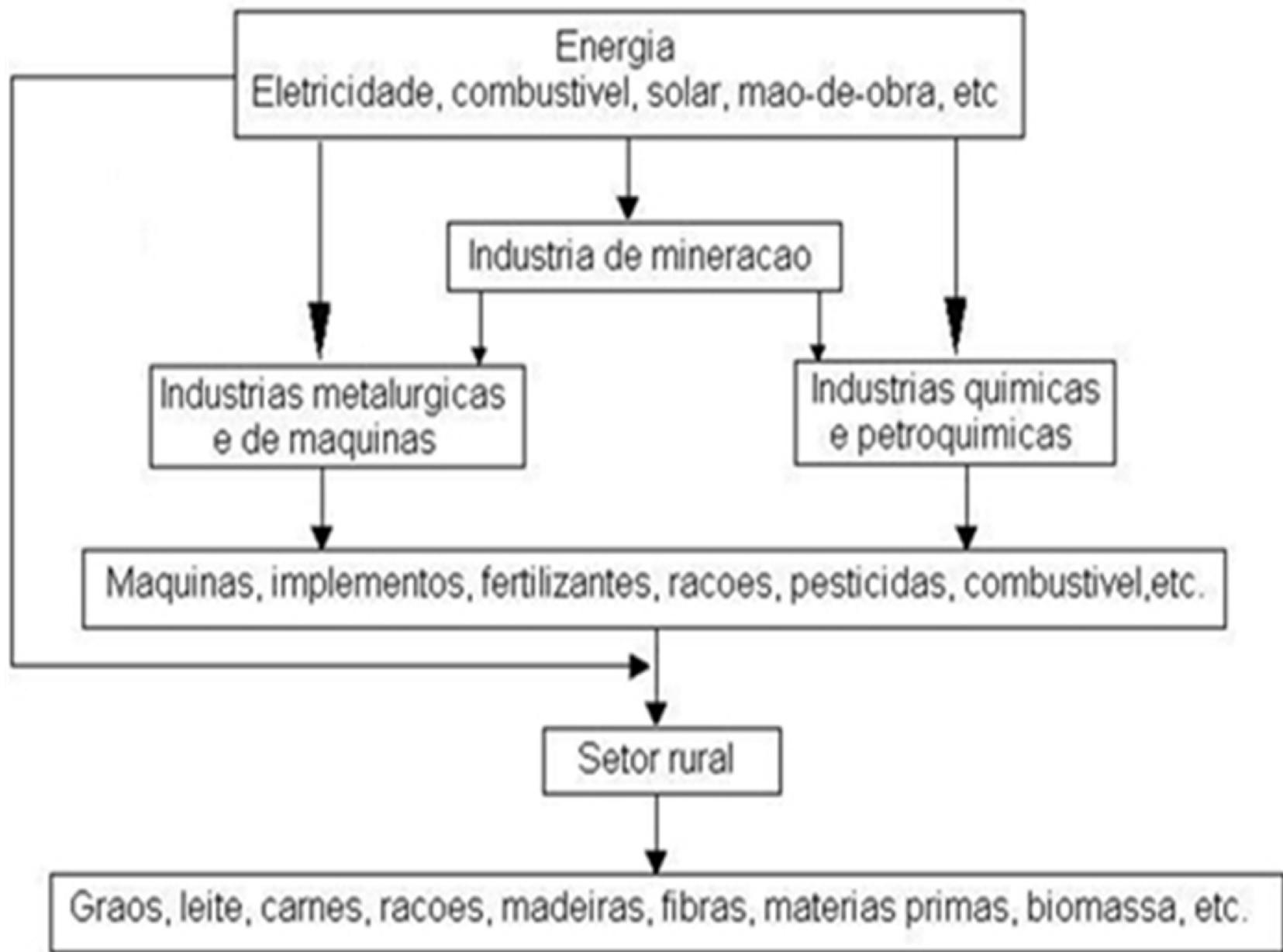


Figura 1.16 – Fluxos de energia na agricultura.

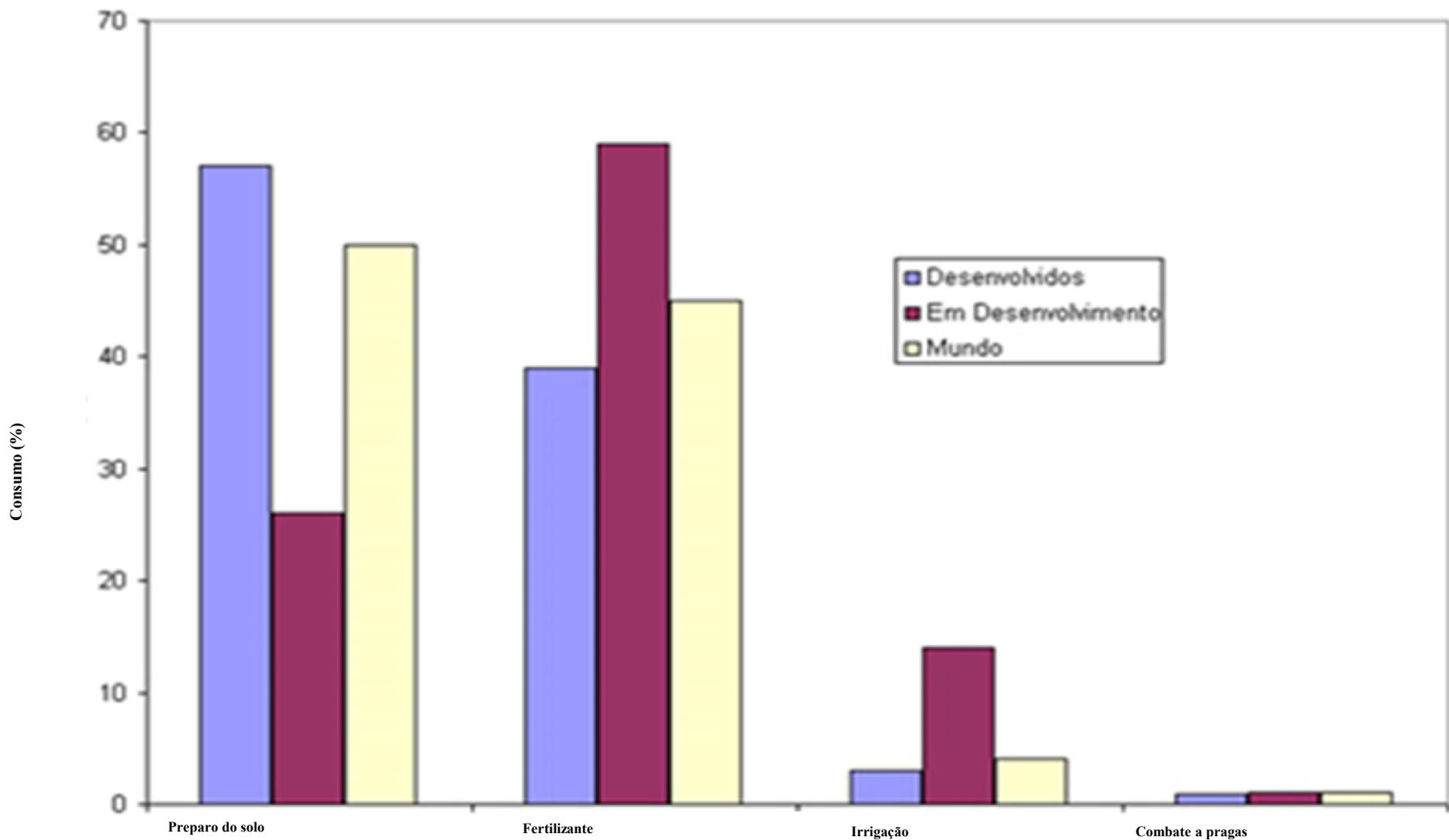


Figura 1.17 – Distribuição do consumo de energia nas etapas da produção agrícola.

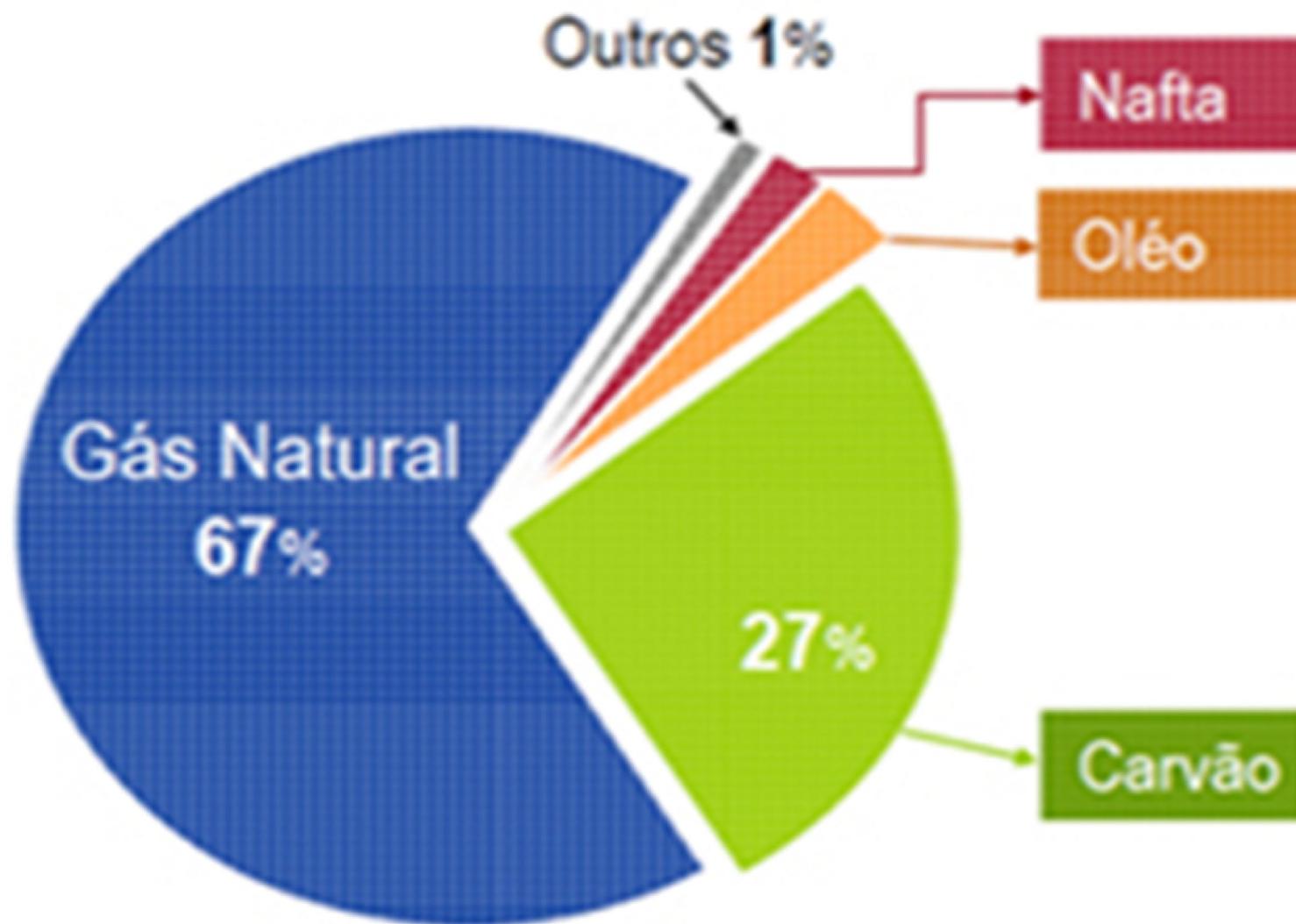


Figura 1.18 – Fontes de amônia.

– Distorção no acesso a energia elétrica no meio rural:

Falta recursos financeiros.



Agricultor não utiliza energia elétrica.



A produção não é realizada com eficiência.



Pouca eficiência proporciona poucos recursos financeiros ao Agricultor.



Agricultor descapitalizado continua sem condição de utilizar energia elétrica.

O grande problema é como quebrar esse ciclo que perdura à décadas na agricultura brasileira.

5 Bibliografia Recomendada

ALBIEIRO, D. Utilização da energia na agricultura – Parte IV. Jornal dia de Campo, 2011. Disponível em:
<<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=24189&secao=Colunas%20e%20Artigos>> Acesso em 09/05/2011.

ALBIEIRO, D. Utilização da energia na agricultura – Parte I. Jornal dia de Campo, 2010. Disponível em:
<<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=23851&secao=Colunas%20e%20Artigos>> Acesso em 28/12/2010

ALBIEIRO, D. Utilização da energia na agricultura – Parte II. Jornal dia de Campo, 2011. Disponível em:
<<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=23589&secao=Colunas%20e%20Artigos>> Acesso em 31/01/2011

ALBIEIRO, D. Utilização da energia na agricultura – Parte III. Jornal dia de Campo, 2011. Disponível em:
<<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=23851&secao=Colunas%20e%20Artigos>> Acesso em 14/03/2011

BP Energy Outlook 2035. 2014. Disponível em: < <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/energy-outlook.html> > Acesso em 13/02/2019.

BRASIL – Ministério das Minas e Energia Balanço energético nacional: relatório final. Empresa de Pesquisa Energética, 2017.

GOLDEMBERG, J. Energia, meio ambiente & desenvolvimento. São Paulo: USP, 2001. 234p.

REIS, L.B.DOS; SILVEIRA, S. Energia elétrica para o desenvolvimento sustentável. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2000. 282p.

SOUZA, J. M. L. A energia elétrica no âmbito do desenvolvimento sustentável (apresentação). Plataforma Moretti/DSEA/SCA/UFPR, 2019. Disponível em:
<http://www.moretti.agrarias.ufpr.br/eletrificacao_rural/U01_energia_eletrica_ambito_desenvolvimento_sustentavel_1.pdf> Acesso em 13/02/2019.

VENTURA FILHO, A O Brasil no contexto energético mundial. NAIPPE/USP, v. 6 (Nova Série), 29.

FIM