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

Disciplina: Eletrificação Rural

Unidade 1 – Energia elétrica no âmbito do desenvolvimento sustentável

Prof. JORGE LUIZ MORETTI DE SOUZA

Objetivo da Unidade 1

- Ao término da Unidade, o aluno deverá ser capaz de identificar e relacionar questões ligadas ao **desenvolvimento sustentável** (conceituação, indicadores, conexão entre energia-meio ambiente e energia-desenvolvimento) e **cenário energético mundial** (suprimento, demanda, projeções, soluções energéticas).

1 Desenvolvimento sustentável (pg. 1(1) a 2(4) do manual)

1.1 Antecedentes

(a) Atual contexto mundial (modelo atual imposto principalmente após a Segunda Guerra Mundial)

- Aquecimento global;
- Desastres ecológicos;
- Populações vivendo na pobreza;
- Má distribuição da riqueza natural e humana.

Aspectos do modelo: ecologicamente predatório, socialmente perverso e politicamente injusto

(b) Busca por um novo modelo (baseando no desenvolvimento sustentável)

- Mudanças profundas no sistema produtivo;
- Organização da sociedade humana;
- Utilização racional dos recursos naturais.

1 Desenvolvimento sustentável

1.1 Antecedentes

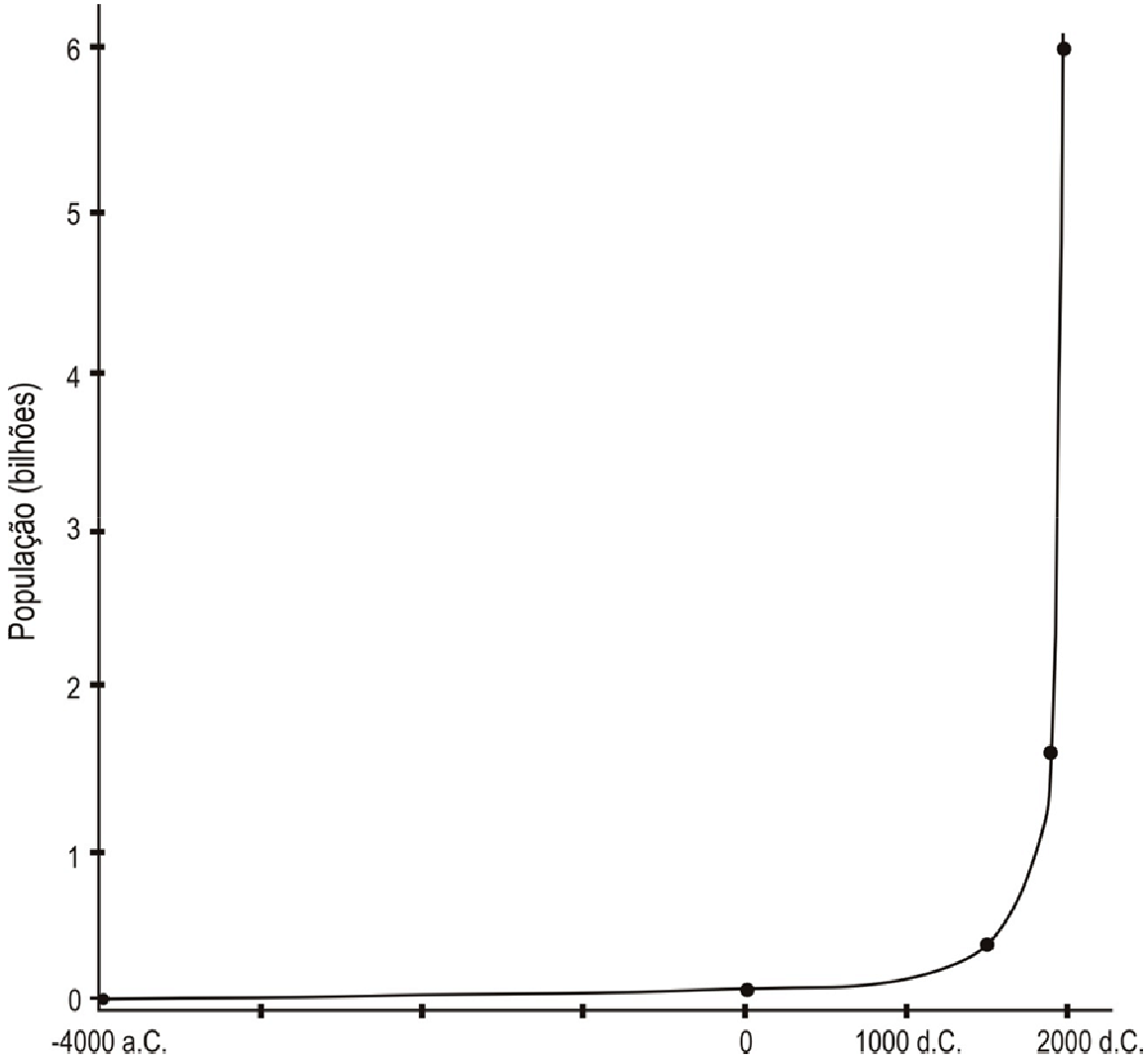


Figura – Crescimento da população mundial (Fonte: Apresentação Prof. José Goldemberg)

1 Desenvolvimento sustentável

1.1 Antecedentes

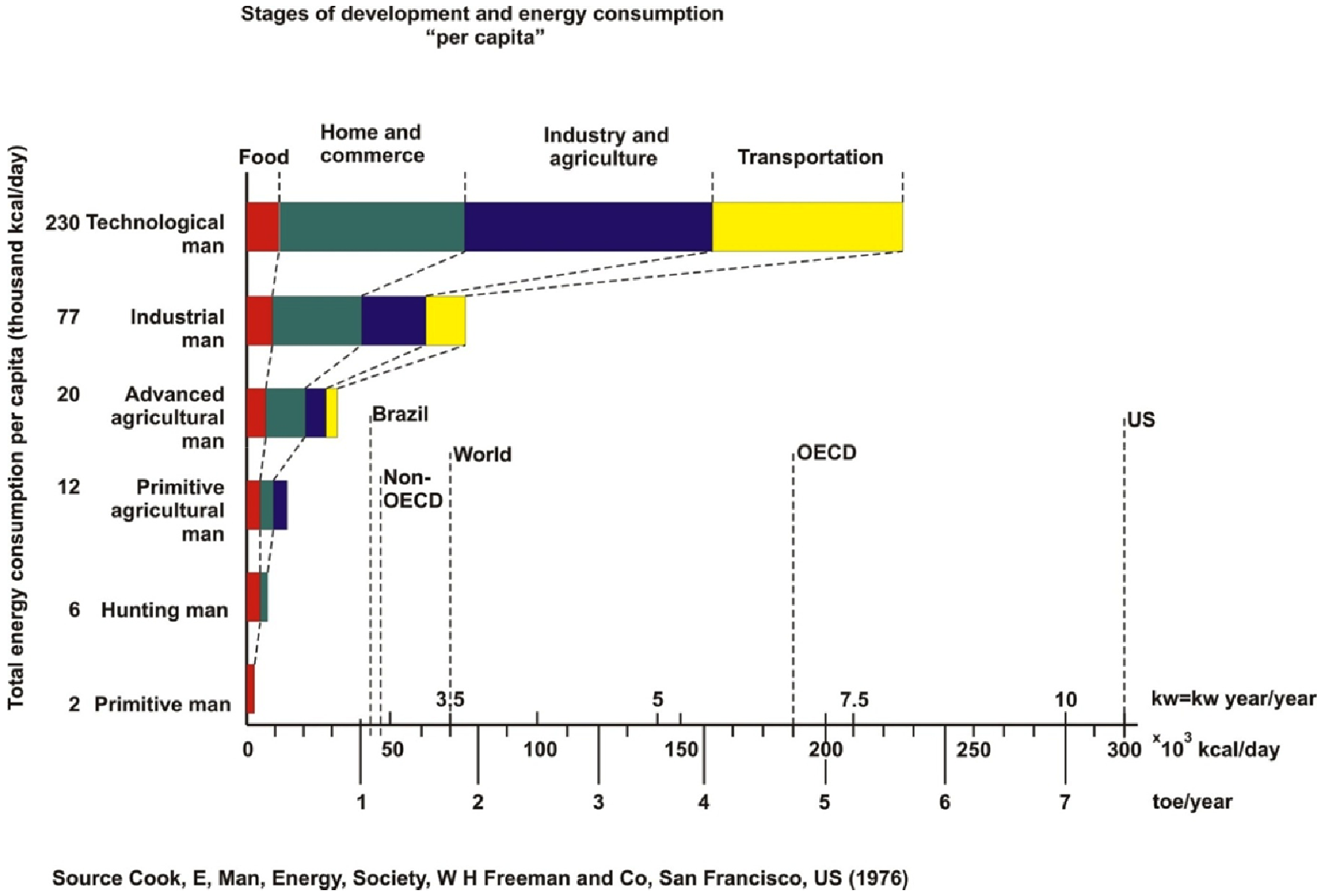


Figura – Estágio de desenvolvimento e consumo de energia (Fonte: Goldemberg, 2001)

1 Desenvolvimento sustentável

1.1 Antecedentes

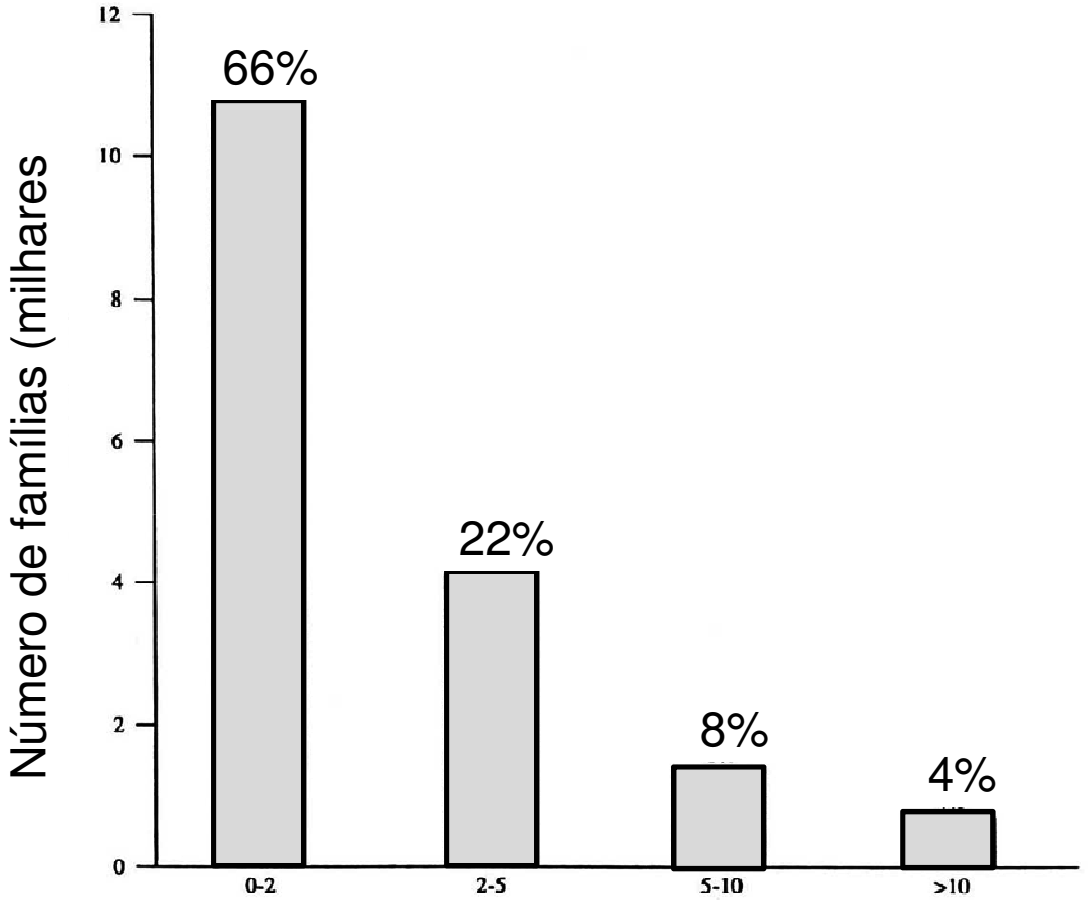


Figura – Número de famílias em classes de renda diferentes: Brasil, 1970 (Fonte: Goldemberg, 2001)

1 Desenvolvimento sustentável (pg. 1(1) a 2(4))

1.1 Antecedentes

(c) Principais passos rumo à conscientização da necessidade de um desenvolvimento sustentável

– Conferência sobre Meio Ambiente Humano (Estocolmo – 1972)

– Período entre 1972 e 1987

- 1972 a 1987 – Evolução dos problemas ambientais;

- 1987 – Comissão mundial para o meio ambiente e o desenvolvimento (Relatório Nosso Futuro Comum)

– Cimeira sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio de Janeiro – 1992) – Rio 92

- Importância dos assuntos tratados;

- Documentos: Agenda 21; Convenção do clima; Convenção da biodiversidade; Declaração do Rio; e, Princípios sobre as florestas.

1 Desenvolvimento sustentável (pg. 1(1) a 2(4))

1.1 Antecedentes

(c) Principais passos rumo à conscientização da necessidade de um desenvolvimento sustentável

– Conferência sobre Direitos Humanos (Viena – 1993)

– Conferência sobre População e Desenvolvimento (Cairo – 1994)

– Cimeira Mundial sobre Desenvolvimento Social (Copenhaga – 1995)

– Conferência sobre Direitos da Mulher (Beijing – 1995)

– Conferência sobre Habitat Humano (Istambul – 1996)

– Conferência sobre Segurança Alimentar (Roma – 1996)

– Cimeira Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável (Joanesburgo – 2002)

1 Desenvolvimento sustentável (pg. 2(4) e 2(5))

1.2 A necessidade de um novo modelo (paradigma)

(a) Atual: enfatiza apenas o crescimento econômico;

(b) Novo modelo

– Deve englobar dimensões políticas, econômicas e sociais;

– Avaliar o uso da energia e o desenvolvimento sustentável:

- Novas tecnologias e métodos;
- Práticas de gerenciamento;
- Hábitos de uso

1 Desenvolvimento sustentável (pg. 2(5) a 2(7))

1.3 Conceituação de desenvolvimento sustentável

– Definição da Comissão mundial para o meio ambiente e o desenvolvimento (Brundland, 1987)

"Desenvolvimento que satisfaz as necessidades das gerações presentes sem afetar a capacidade de gerações futuras de também satisfazer suas próprias necessidades."

– Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), definido pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

"Processo para ampliar o aspecto de opções para as pessoas, oferecendo-lhes maiores oportunidade 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."

1 Desenvolvimento sustentável

1.3 Conceituação de desenvolvimento sustentável

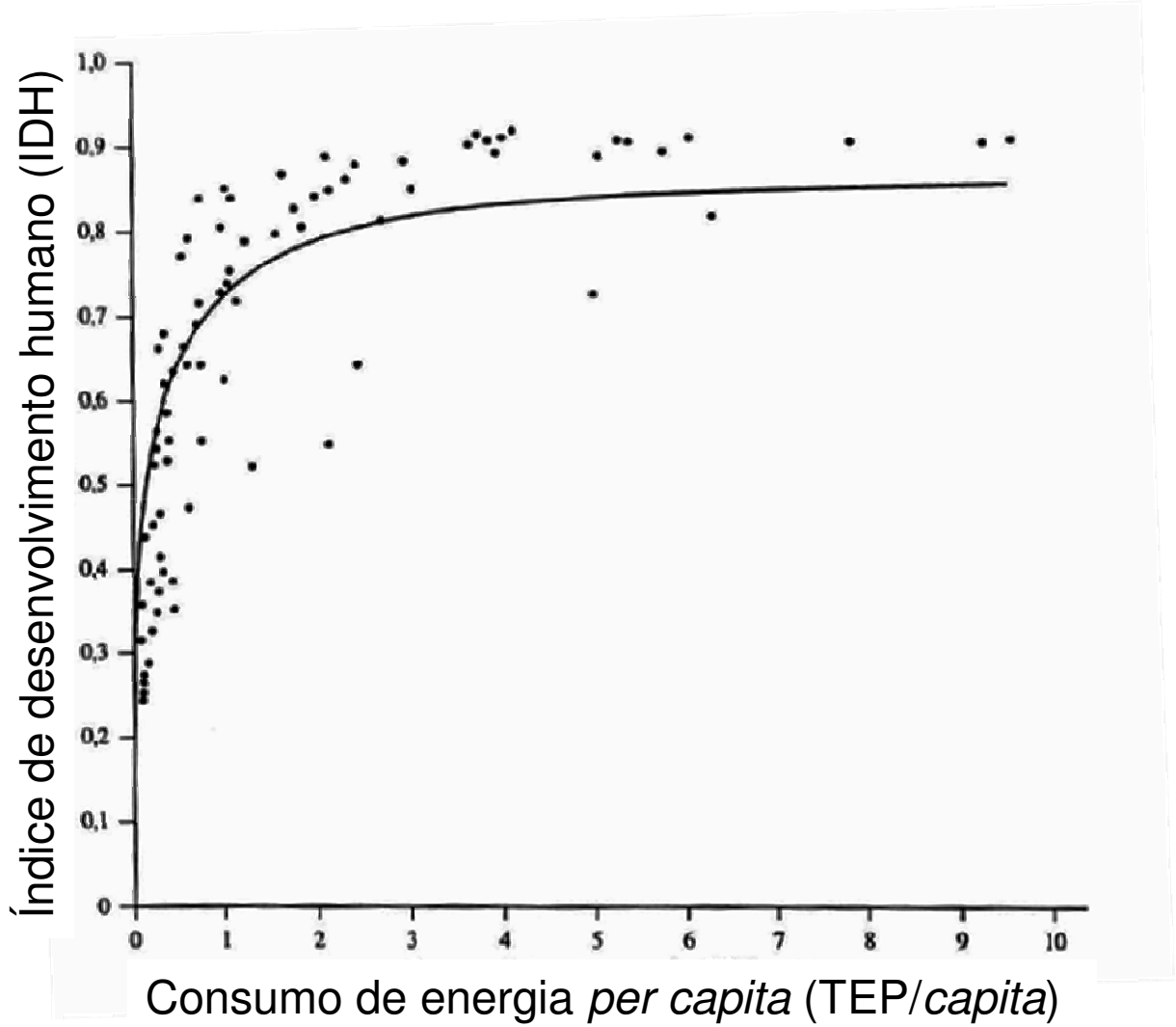


Figura – IDH versus energia consumida *per capita*, 1991 a 1992 (Fonte: Goldemberg, 2001)

1 Desenvolvimento sustentável (pg. 2(5) a 2(7))

1.4 Indicadores de desenvolvimento sustentável

– Atual: PIB

– Proposta para o novo modelo:

Índices: função (sociais, políticas, econômicas, ecológicas, evolução histórica, situação atual, possibilidades futuras)

Proposições de índices:

- Índice de bem-estar econômico sustentável;
- Intensidade material por unidade de serviço prestado;
- Pegada ecológica;
- Currículo de desenvolvimento sustentável.

1 Desenvolvimento sustentável (pg. 2(8))

1.4 Indicadores de desenvolvimento sustentável

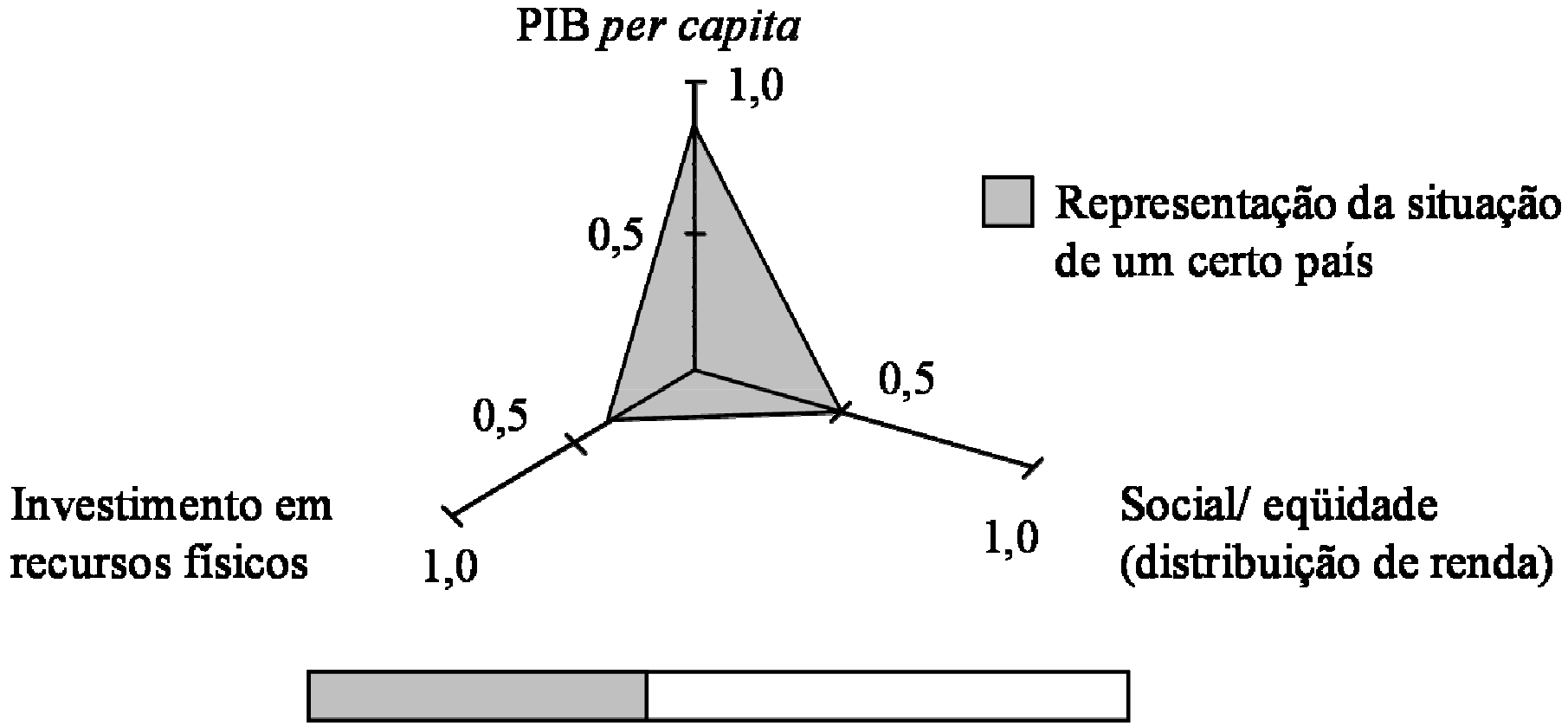


Figura – Representação da situação de um certo país (Fonte: Olade, 1996)

1 Desenvolvimento sustentável (pg. 2(10) e 2(11))

1.5 Energia e o desenvolvimento sustentável

– Convenção do clima (Rio 92)

– Matriz energética atual: 80% de combustíveis fósseis;

– Proposta para o novo modelo:

- Deverá permitir facilidades quanto as condições de suprimento, demanda e satisfazer condições de comportamento dos consumidores.

- Avanços já obtidos: Quebra de monopólio estatal, abertura para investimento privado, flexibilização, entre outros.

1 Desenvolvimento sustentável (pg. 2(11) e 2(12))

1.6 Energia e meio ambiente

– O setor energético promove impactos desde a captura de recursos naturais até os usos finais, gerando:

- Poluição do ar urbano;
- Chuvas ácidas;
- Efeito estufa e mudanças climáticas
- Desflorestamento e desertificação
- Degradação marinha e costeira
- Alagamento

1 Desenvolvimento sustentável (pg. 2(12) a 2(14))

1.7 Energia e desenvolvimento

(a) Considerações gerais

(b) Indicadores:

– Indicadores de dimensão econômica: auto-suficiência, robustez, produtividade;

– Indicadores de dimensão social: cobertura elétrica, cobertura das necessidades básicas;

– Indicadores da dimensão de recursos e meio ambiente: pureza, energia renovável, estoque.

1 Desenvolvimento sustentável
1.7 Energia e desenvolvimento

Figura – Vista noturna da terra a partir de imagens de satélite

1 Desenvolvimento sustentável (pg. 2(14))

1.7 Energia e desenvolvimento

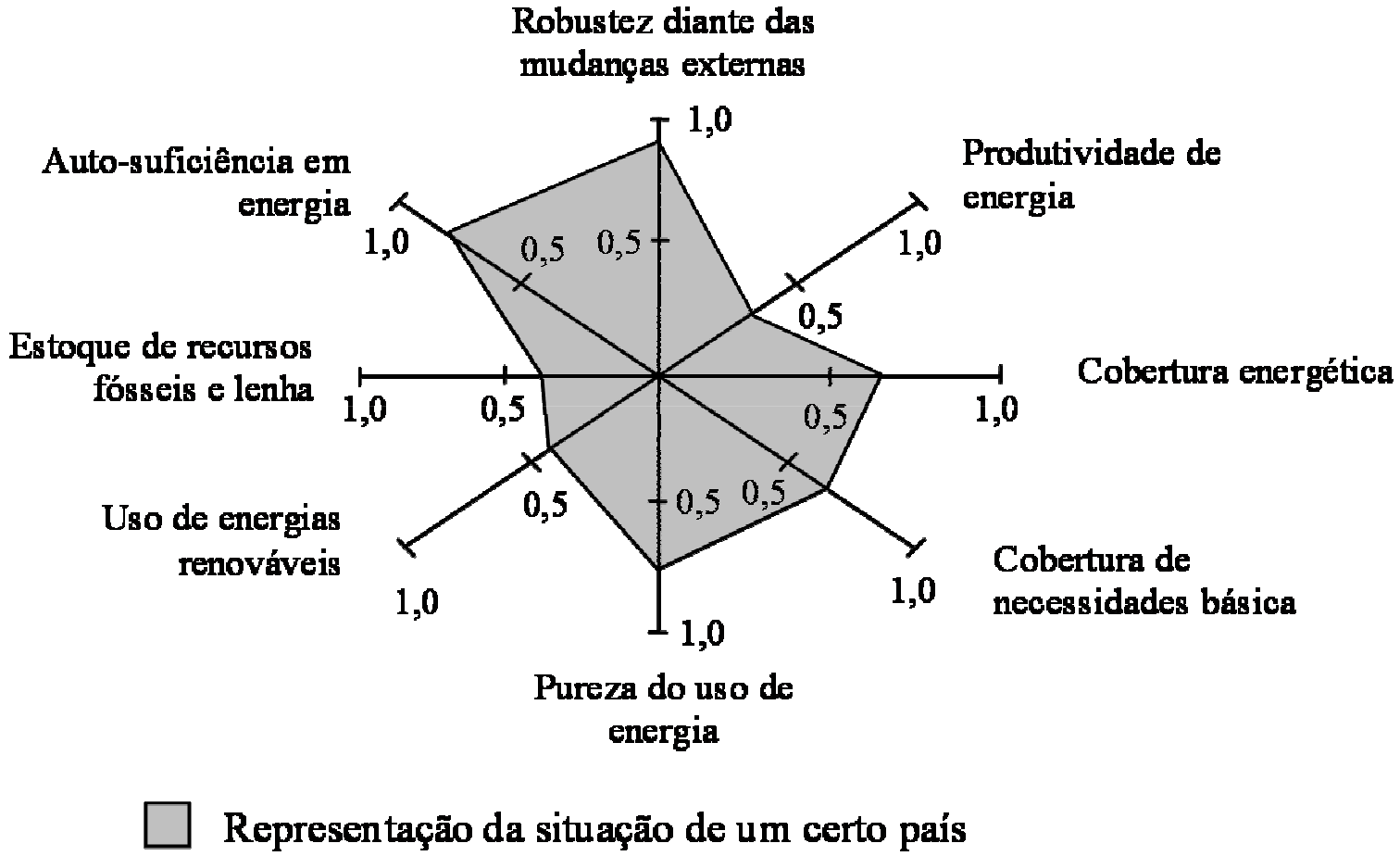


Figura – Representação das condições de um dado país (Fonte: Olade, 1996)

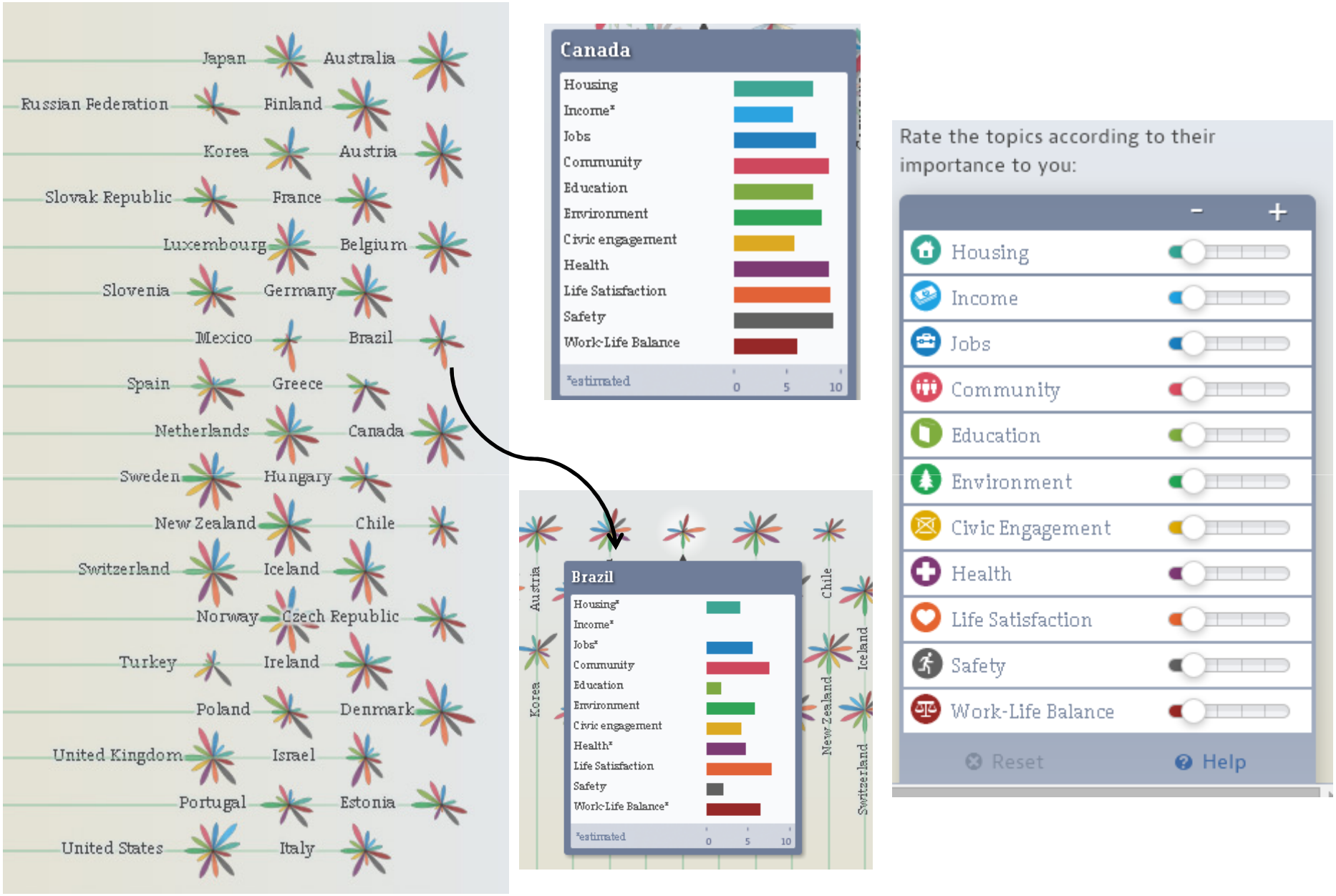


Figura – OECD Better Life Index (Fonte: http://www.oecdbetterlifeindex.org/)

1 Desenvolvimento sustentável
1.7 Energia e desenvolvimento

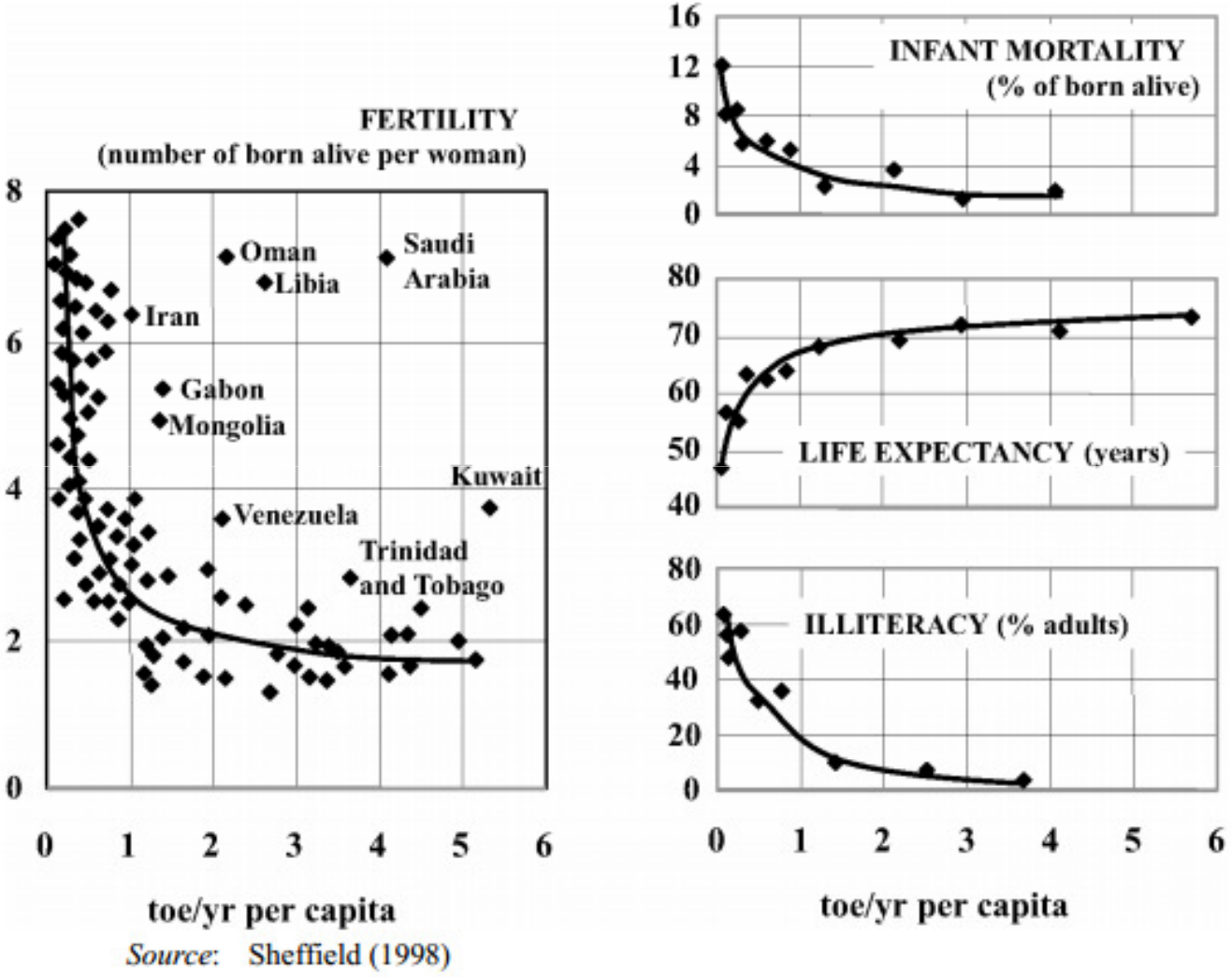


Figura – Análise de regressão entre indicadores de nível socioeconômico e consumo de energia per capita (Fonte: Beretta, 2007)

2 Cenário energético mundial (pg. 2(14) a 2(15))

2.1 Suprimento e demanda

Onde obter dados sobre suprimento demanda de energia no mundo - Site da OECD : http://data.oecd.org/energy.htm

(a) Até a revolução industrial: madeira, biomassa e tração animal

(b) Após a revolução industrial (partindo da Inglaterra no século XIX)

– Crescimento na demanda por energia;

– Revolução industrial até 1950: prevalecia o uso do carvão mineral;

– Após 1950: petróleo

2 Cenário energético mundial (pg. 2(15))

2.1 Suprimento e demanda

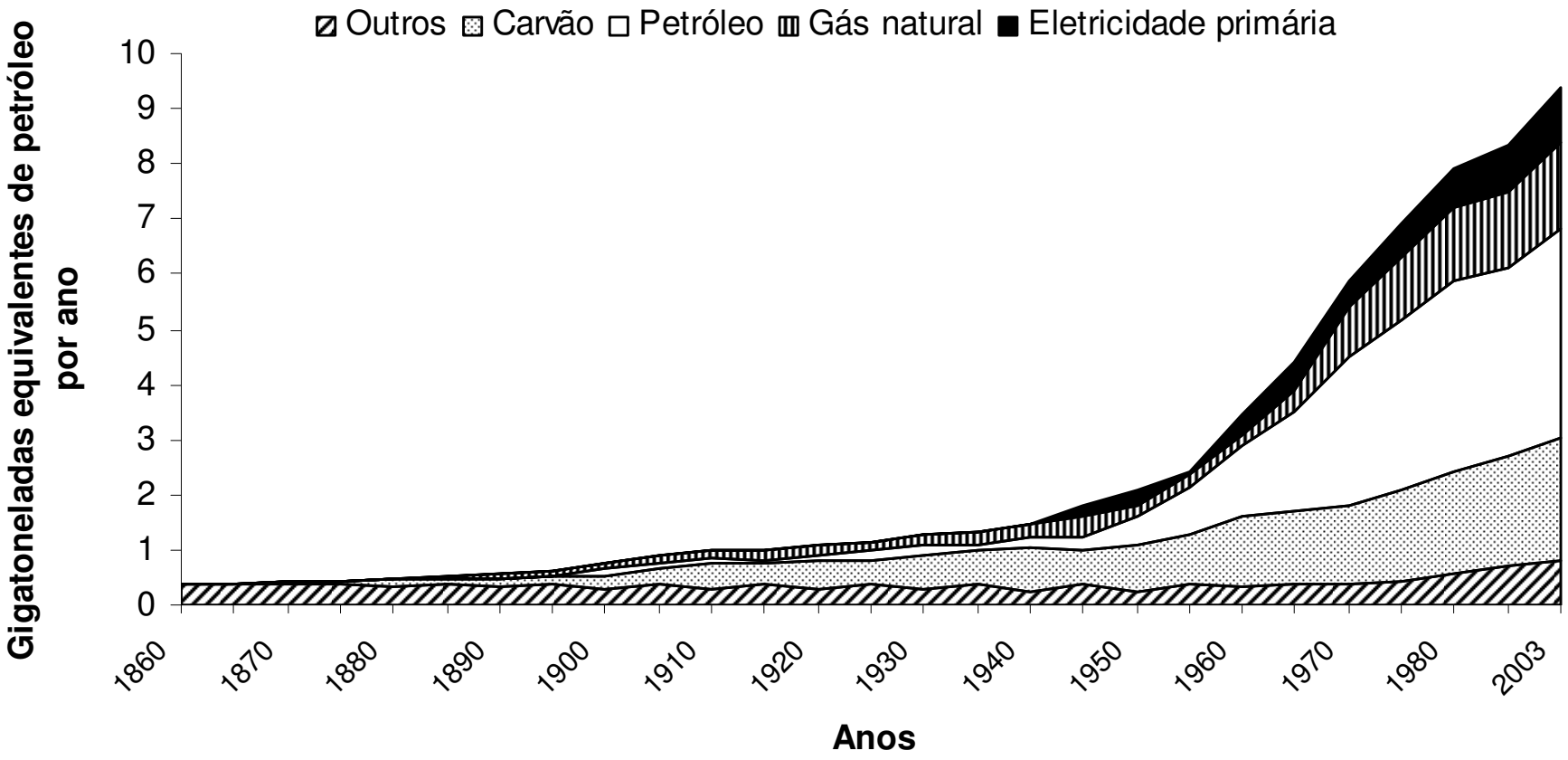


Figura – Evolução do uso de fontes primárias de energia (Gtep·ano $^{-1}$) (Fonte: Houghton, 1997)

2 Cenário energético mundial (pg. 2(14) e 2(15))

2.1 Suprimento e demanda

(c) Período de 1960 a 1990

– Crescimento no consumo de energia em 3,3% ao ano;

– Utilização da energia primária

- 20% para transporte;
- 45% para indústria;
- 35% para o comércio e residências;

– 1/3 da energia primária é para produção de eletricidade com um rendimento (η) de 33%

– Disparidade no consumo de energia entre os países.

2 Cenário energético mundial
2.1 Suprimento e demanda

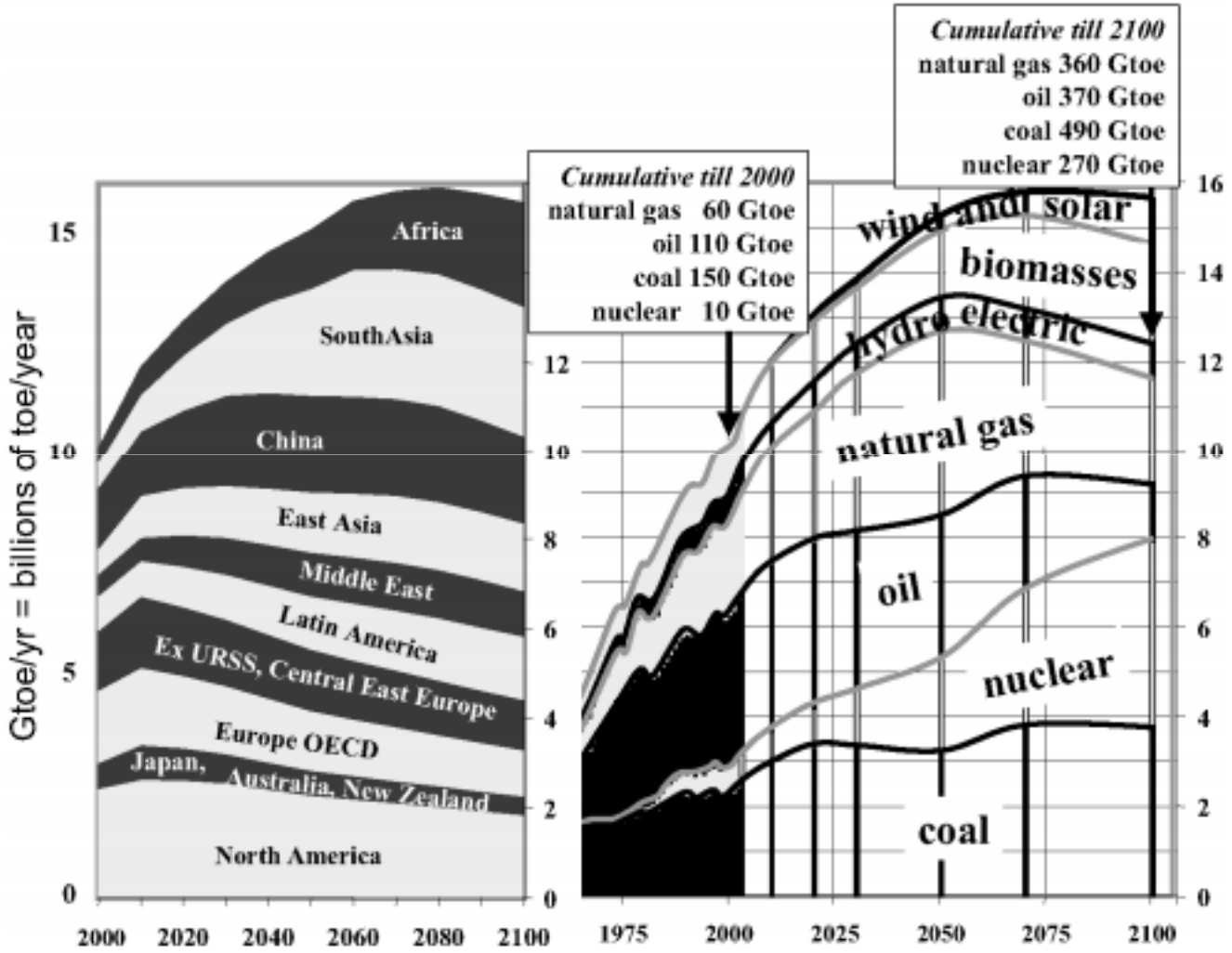
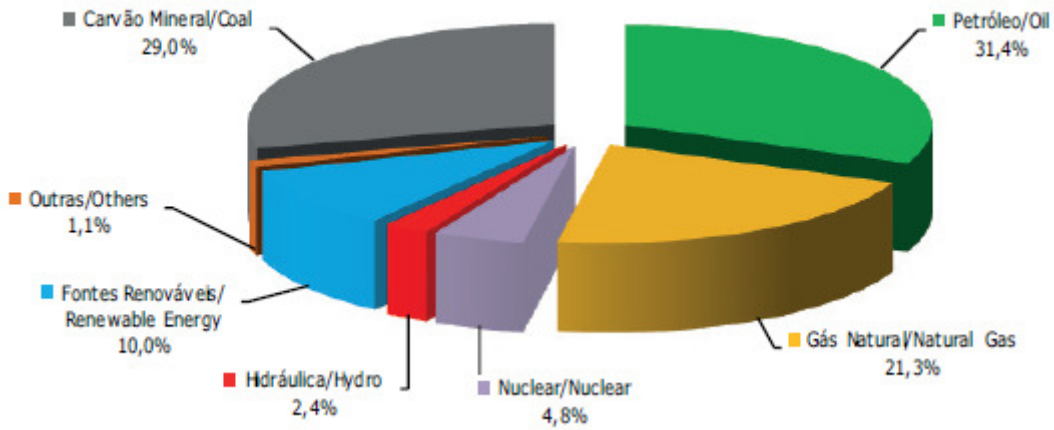


Figura – Estimativa do concunsumo global de energia para o Século XXI (Fonte: Beretta, 2007)

2 Cenário energético mundial
2.1 Suprimento e demanda

2012
13,371 Gtep



1973
6,109 Gtep

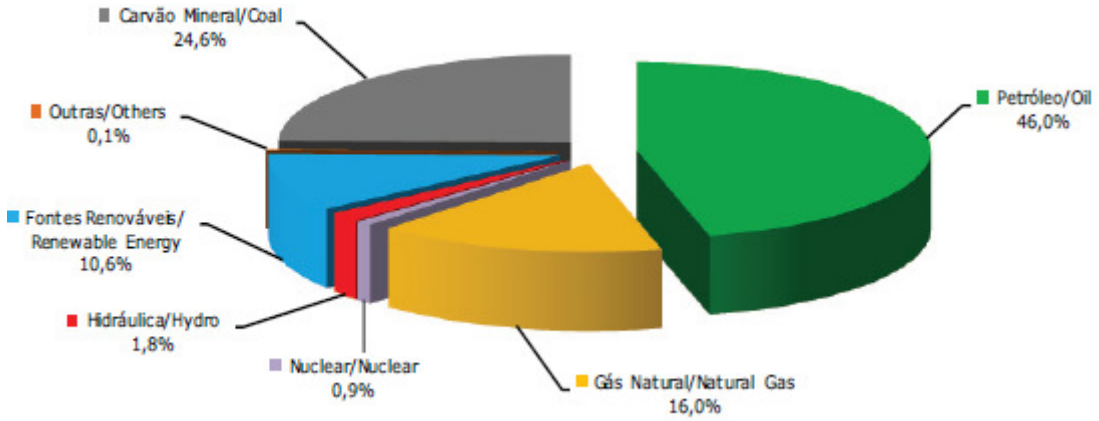
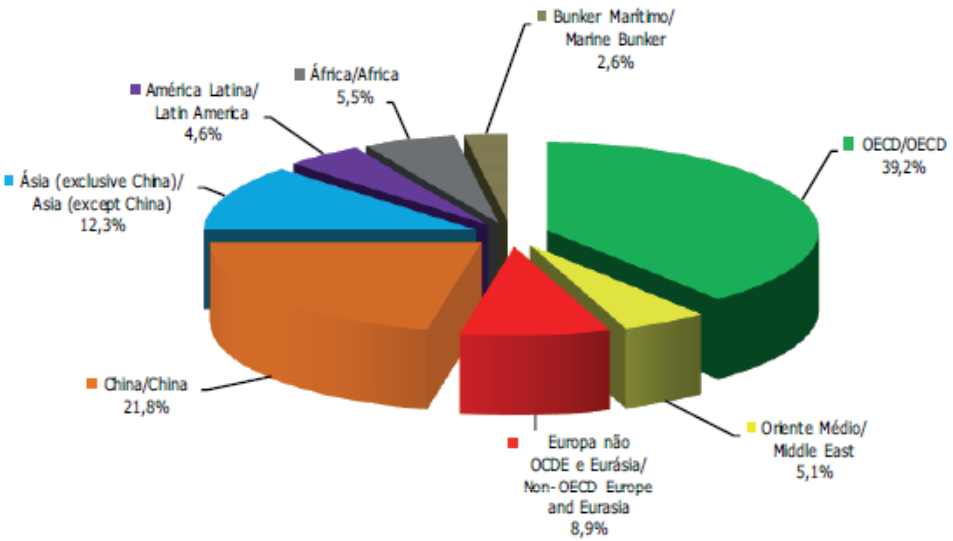


Figura – Dados mundiais de energia: oferta de energia por fonte (Fonte: BEN, 2015)

2 Cenário energético mundial

2.1 Suprimento e demanda

2012
13,371Gtep



1973
6,109 Gtep

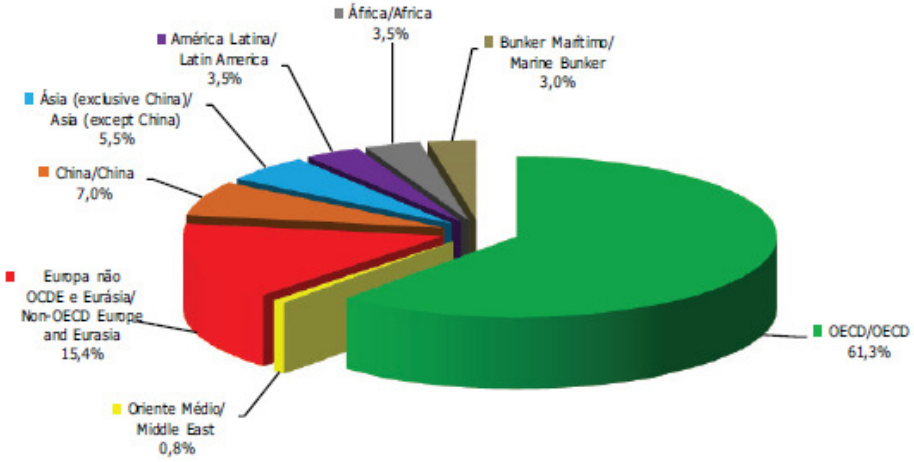
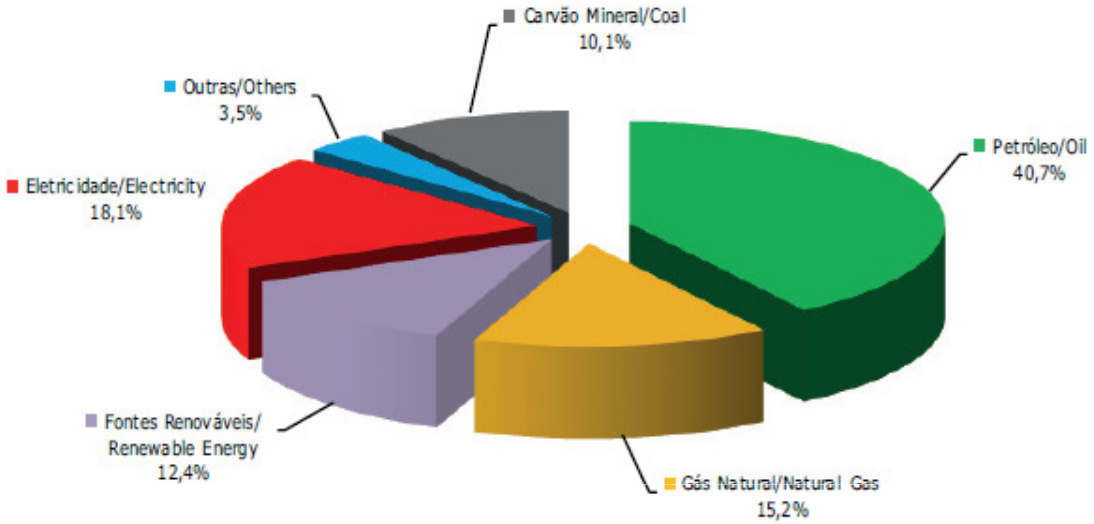


Figura – Dados mundiais de energia: oferta de energia por região (Fonte: BEN, 2015)

2 Cenário energético mundial

2.1 Suprimento e demanda

2012
8,979 Gtep



1973
4,674 Gtep

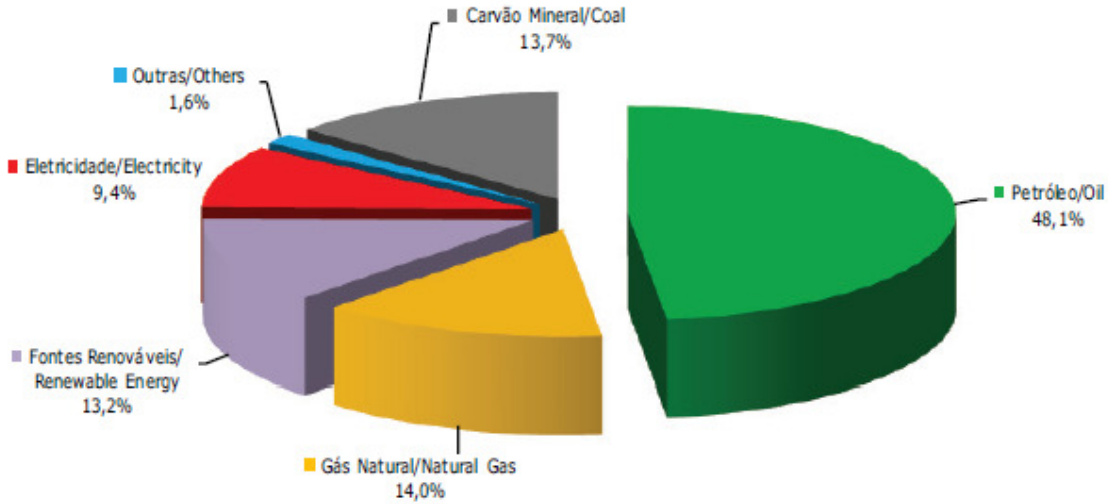
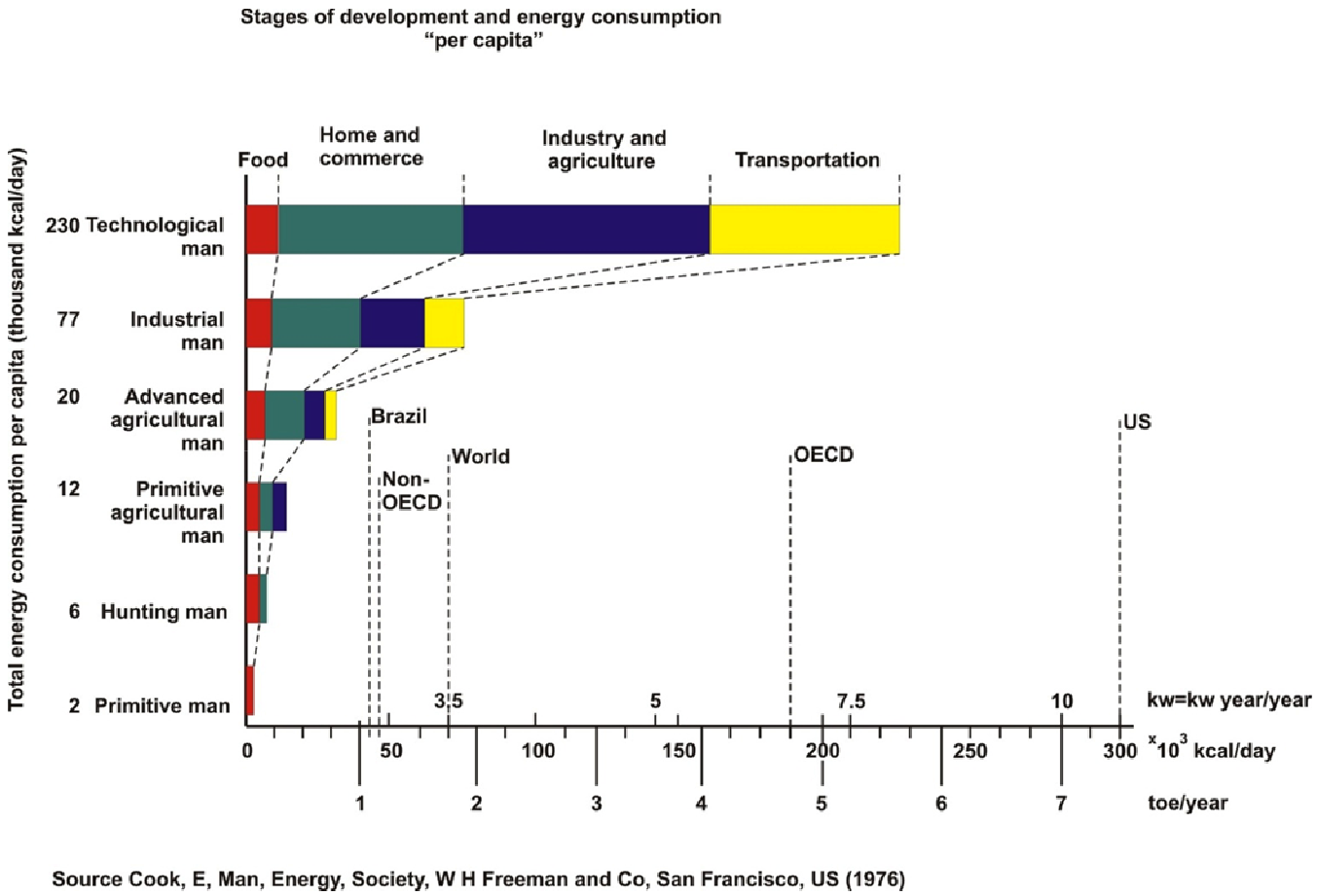


Figura – Dados mundiais de energia: consumo final de energia por fonte (Fonte: BEN, 2015)

2 Cenário energético mundial
2.1 Suprimento e demanda



Source Cook, E, Man, Energy, Society, W H Freeman and Co, San Francisco, US (1976)

Figura – Estágio de desenvolvimento e consumo de energia (Fonte: Goldemberg, 2001)

2 Cenário energético mundial (pg. 2(16))

2.1 Suprimento e demanda

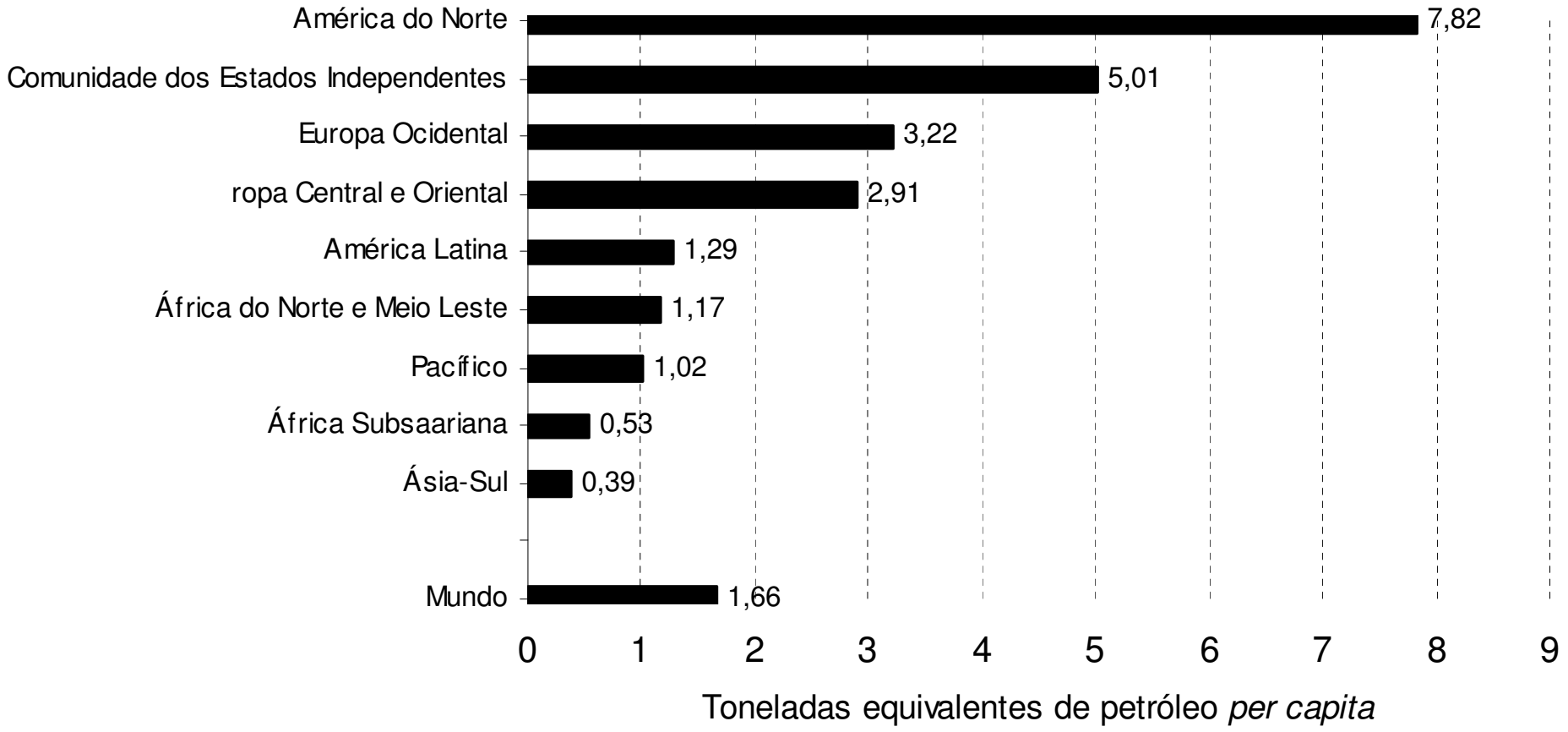


Figura – Uso de energia *per capita* por região, no ano de 1990 (Fonte: Houghton, 1997)

2 Cenário energético mundial
2.1 Suprimento e demanda

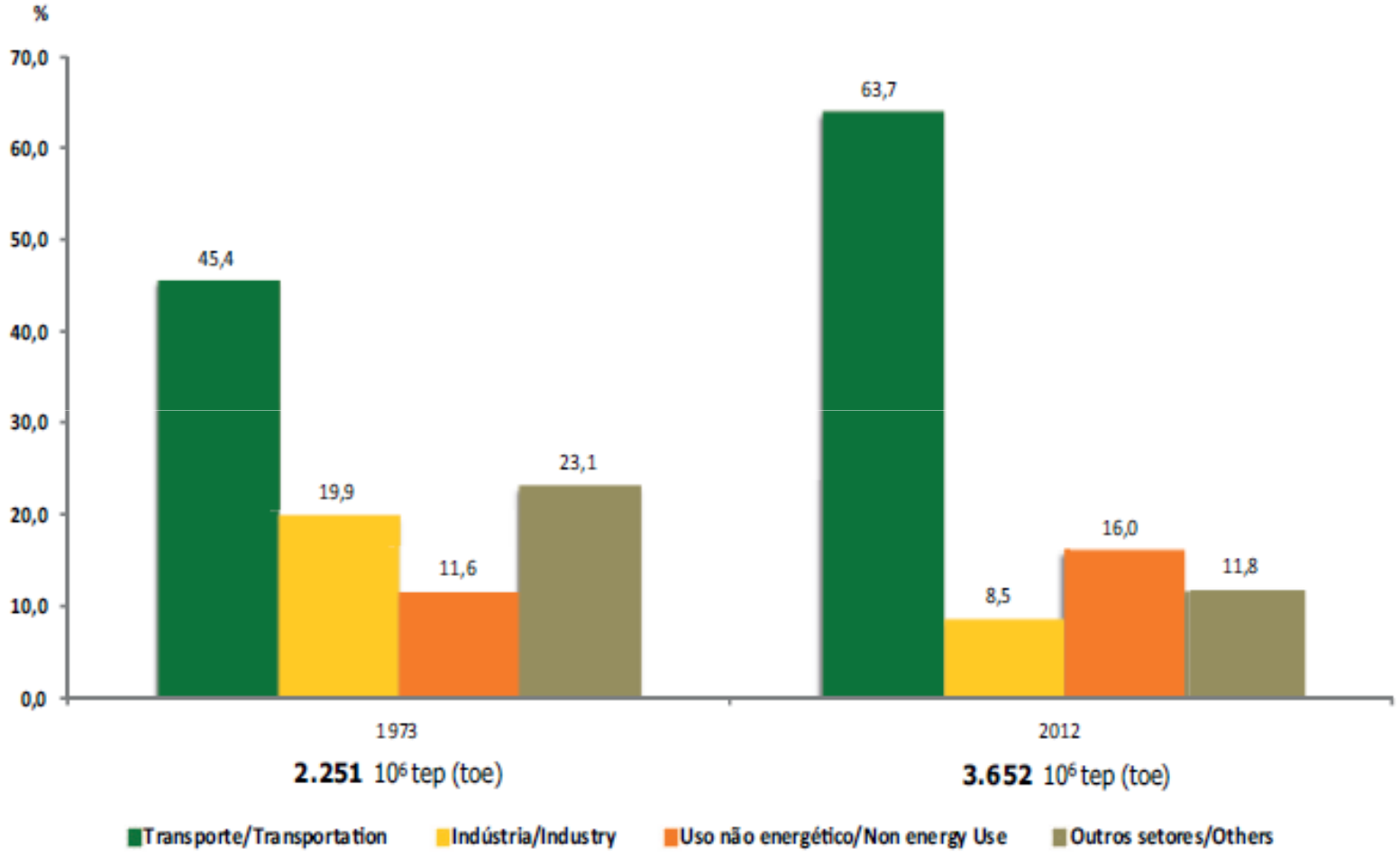


Figura – Consumo setorial de derivados de petróleo (Fonte: BEN, 2015)

2 Cenário energético mundial
2.1 Suprimento e demanda

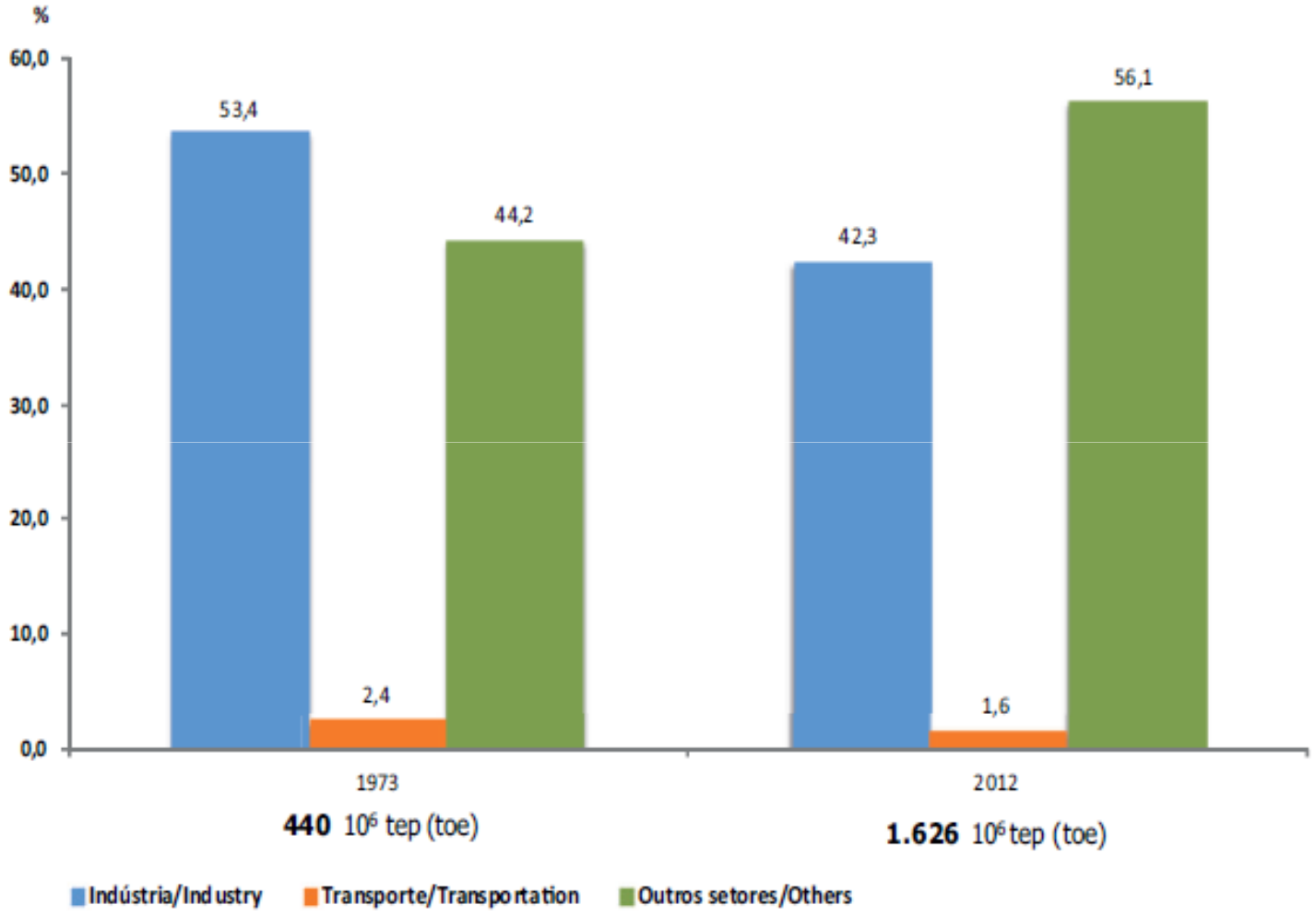


Figura – Consumo setorial de eletricidade (Fonte: BEN, 2015)

2 Cenário energético mundial

2.1 Suprimento e demanda

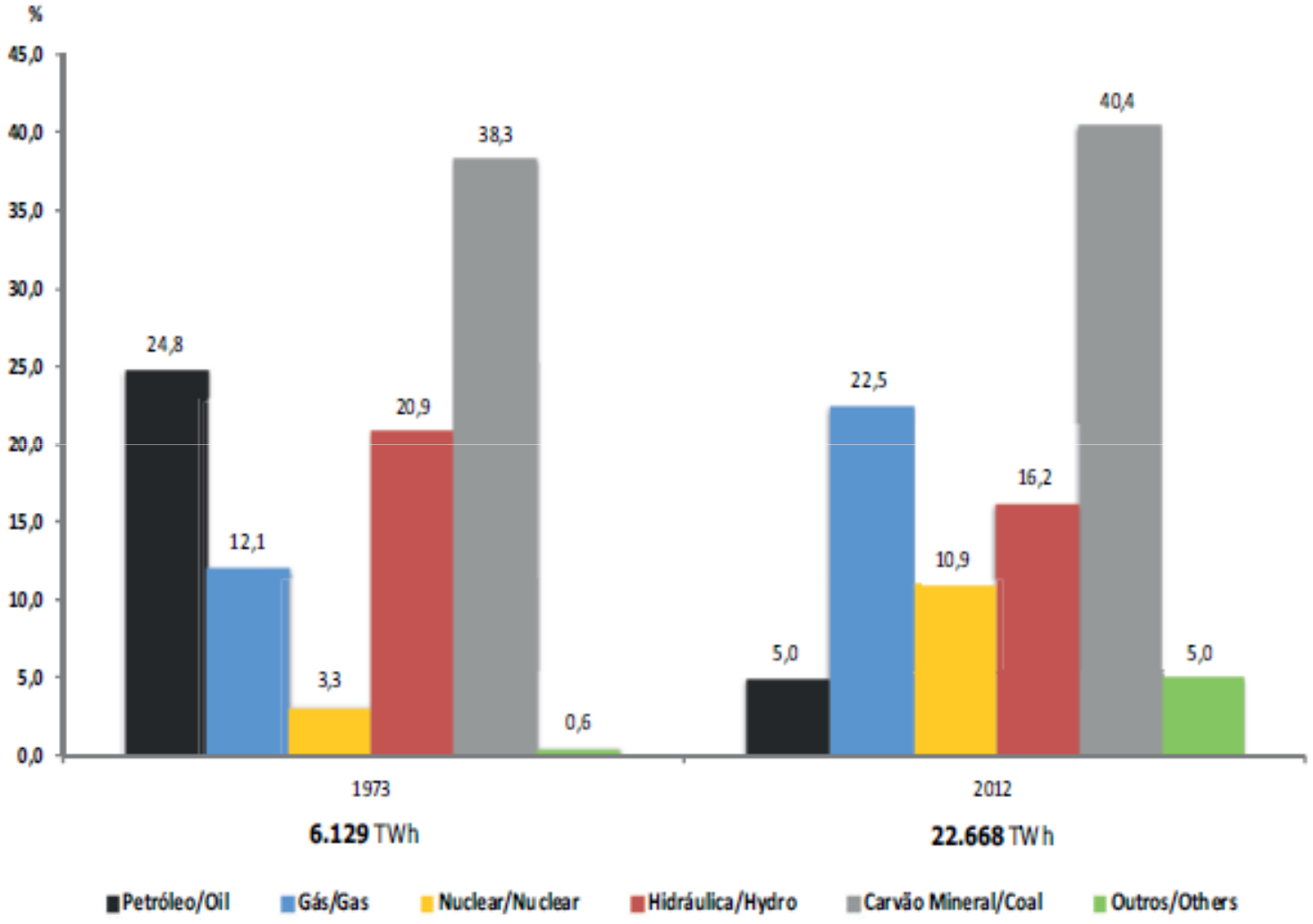


Figura – Produção de energia elétrica por fonte (Fonte: BEN, 2015)

2 Cenário energético mundial

2.1 Suprimento e demanda

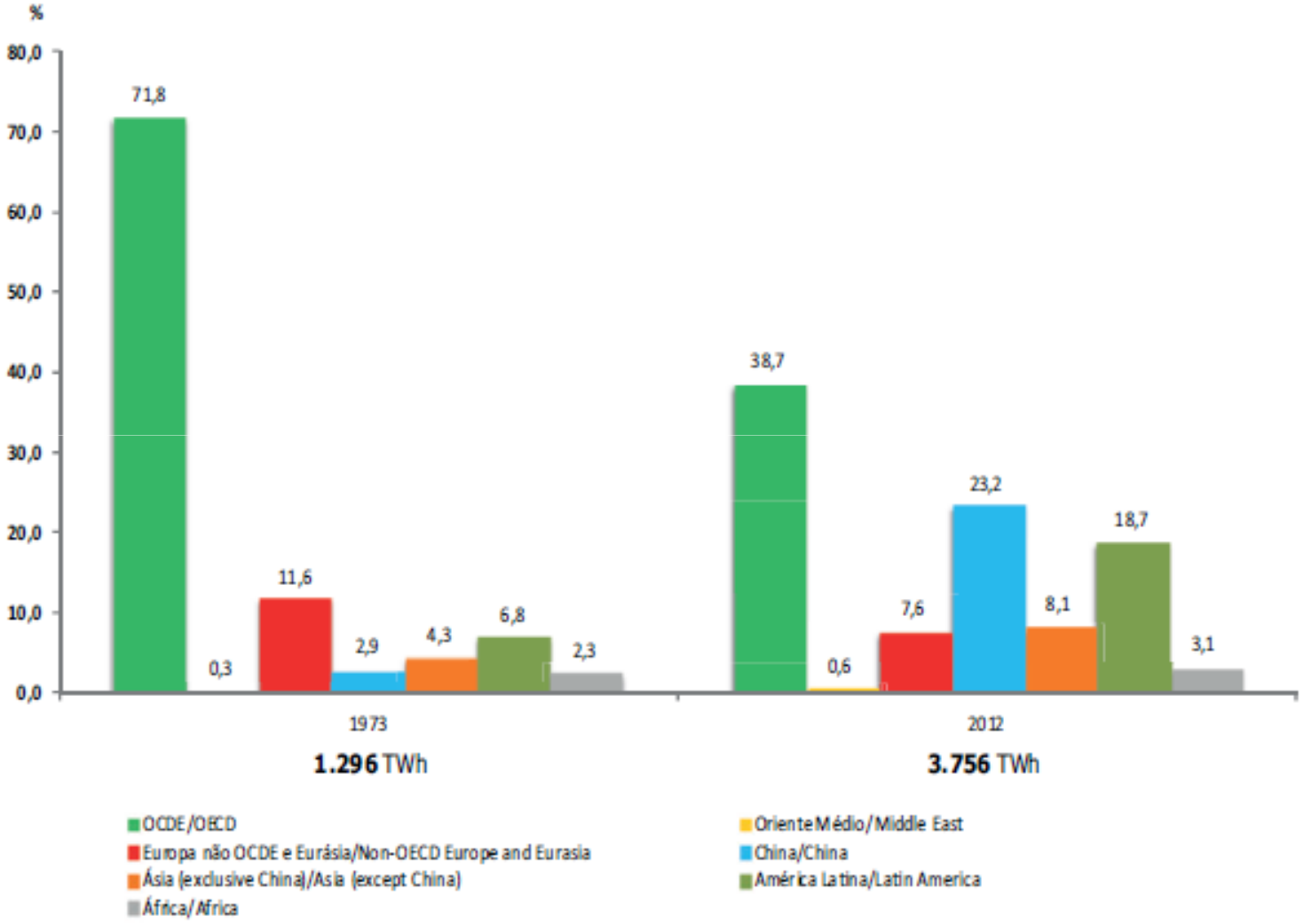


Figura – Geração hidrelétrica por região (Fonte: BEN, 2015)

2 Cenário energético mundial (pg. 2(17))

2.1 Suprimento e demanda

Tabela. Cenários hipotéticos apontados pela *World Energy Council* (WEC) para 2020

Casos	Alto crescimento (Cenário A)	Referência Modificada (Cenário B1)	Referência (Cenário B)	Orientação ecológica (Cenário C)
Crescimento econômico (% a.a.)				
Condição	Alto	Moderado	Moderado	Moderado
Mundo	3,8	3,3	3,3	3,3
Redução da intensidade energética (% a.a.)				
Condição	Alto	Moderado	Alto	Muito alto
Mundo	– 1,6	– 1,3	– 1,9	– 2,4
Transferência de tecnologia				
Condição	Alto	Moderado	Alto	Muito alto
Aperfeiçoamento institucional (mundo)				
Condição	Alto	Moderado	Alto	Muito alto
Demanda total				
Condição	Muito alto	Alto	Moderado	Baixo
Possível (Gtoe)	17,2	16,0	13,4	11,3

Fonte: Houghton (1997)

2 Cenário energético mundial (pg. 2(18))

2.2 Cenários energéticos futuros

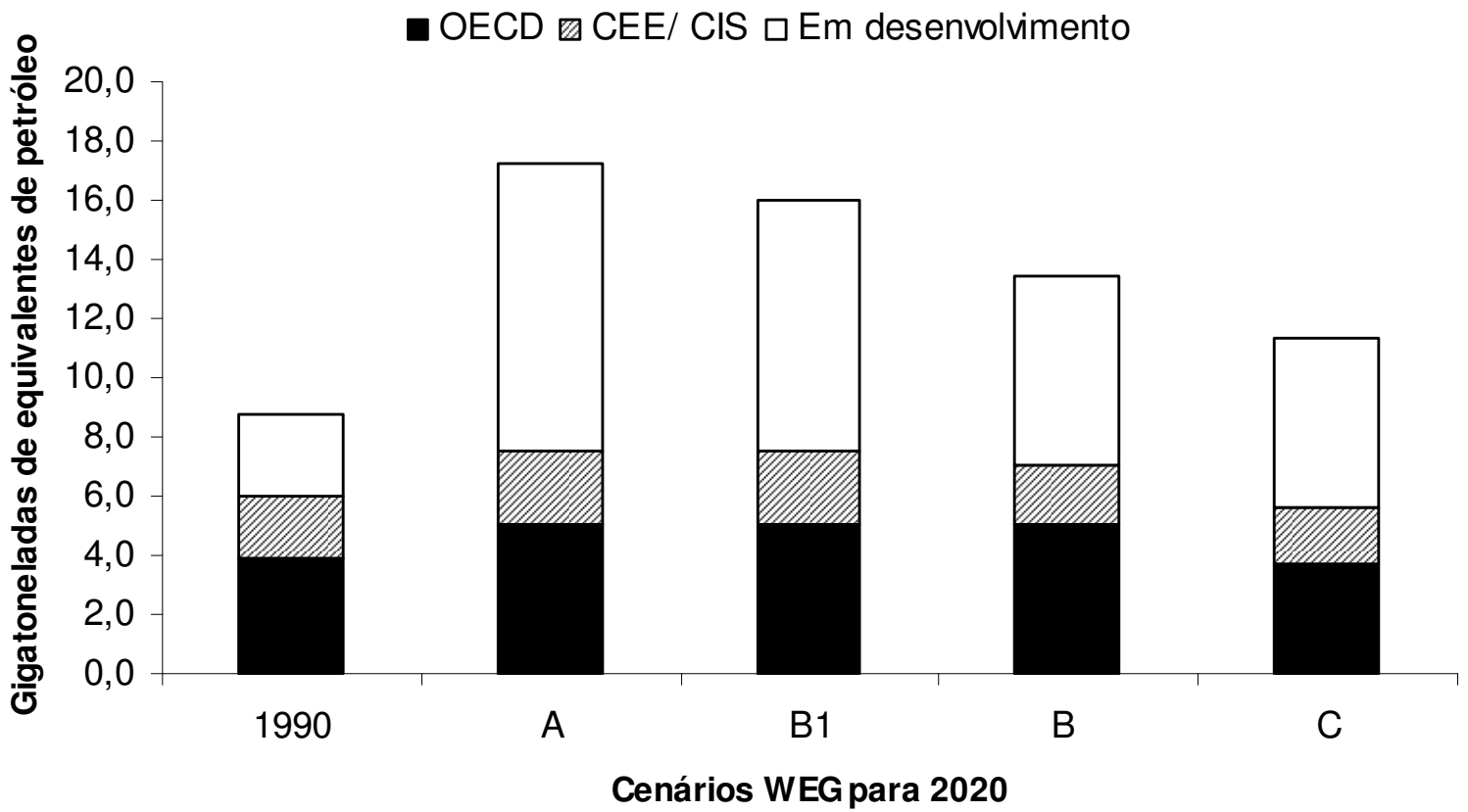


Figura – Demanda de energia primária por grupo de países: Cenário *World Energy Council* (WEC) para 2020 (Fonte: Houghton, 1997)

2 Cenário energético mundial (pg. 2(19))

2.2 Cenários energéticos futuros

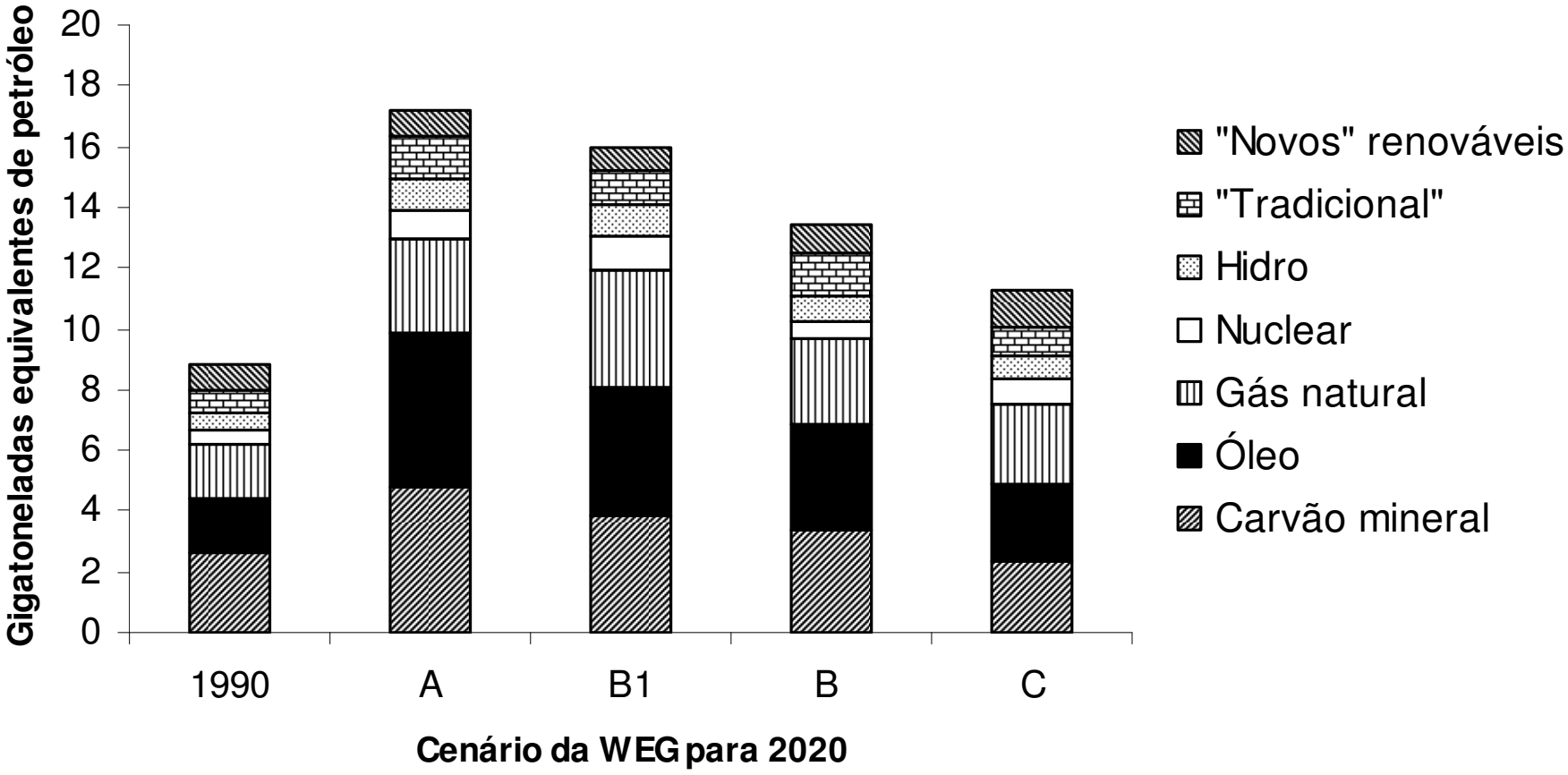


Figura – Matriz de suprimento de energia primária: Cenário da *World Energy Council* (WEC) para 2020 (Fonte: Houghton, 1997)

2 Cenário energético mundial (pg. 2(20))

2.2 Cenários energéticos futuros

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

Caso	1990	Cenário A		Cenário B		Cenário C	
		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

* Cenário A – alto crescimento; Cenário B – referência; Cenário C – Orientação ecológica.
Fonte: Houghton (1997)

2 Cenário energético mundial (pg. 2(20))

2.2 Cenários energéticos futuros

Tabela. Reservas de combustível fósseis

Combustível	Reservas aferidas em 1990 (Gt)	Reservas para o atual uso anual (anos)	Reserva finalmente recuperáveis (Gtep)
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)

2 Cenário energético mundial (pg. 2(21) e 2(22))

2.3 Soluções energéticas para o desenvolvimento sustentável

(a) Diminuição do uso de combustíveis fósseis (carvão, óleo, gás) e maior uso de tecnologias e combustíveis renováveis;

(b) Aumentar a eficiência do setor energético desde a produção até o consumo;

(c) Aumento de eficiência no setor produtivo no uso de materiais, transporte e combustíveis;

(d) O desenvolvimento tecnológico do setor energético para encontrar alternativas ambientalmente benéficas;

(e) Redefinição das políticas energéticas, favorecendo a formação de mercados para tecnologias ambientalmente benéficas e cobrar os custos ambientais de alternativas não-sustentáveis;

(f) Incentivo ao uso de combustíveis menos poluentes.

2 Cenário energético mundial (pg. 2(22) e 2(23))

2.4 Energia elétrica orientada para o desenvolvimento sustentável

– Flexibilidade e confiabilidade;

– Alternativas variadas para produção ambientalmente limpa;

– Limpeza nos usos finais;

– Tecnologia bem dominada e em franco desenvolvimento;

– Fácil integração as novas tendências e tecnologias de globalização, descentralização, informação, e maior eficiência; e

– Aptidão para fornecer os principais serviços de energia desejados na sociedade atual.

Exercício 1:

Uma determinada **empresa rural** atua na produção e agroindustrialização de vários produtos agrícolas. A empresa apresenta, dentro do seu custo de produção, gastos consideráveis com energia elétrica em várias etapas do ciclo produtivo (iluminação, aquecimento de água, motores elétricos, secadores, refrigeração, ventilação, entre outros). Desta forma, considerando a possibilidade de realizar uma consultoria para tentar reduzir os custos e melhorar a sustentabilidade desta empresa, especifique:

(a) Como você faria para quantificar a demanda (potência - kW) e contabilizar o consumo (kWh) de energia elétrica dos equipamentos e setores existentes nesta empresa ao longo do dia, mês e ano?

(b) Para que este tipo de informação (contabilização) serviria?

(c) Que ações efetivas, no curto prazo (imediatas), você recomendaria para que esta empresa solucionasse parte de seus problemas com uso de energia?

FIM