



INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O
DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL



Centro de Estudos em
Sustentabilidade da EAESP

TENDÊNCIAS E OPORTUNIDADES NA ECONOMIA VERDE: EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

NOVEMBRO/2010

Conselho do IEDI

Abraham Kasinski <i>Sócio Emérito</i>	José Roberto Ermírio de Moraes
Amarílio Proença de Macêdo	Josué Christiano Gomes da Silva
Andrea Matarazzo	Lirio Albino Parisotto
Antonio Marcos Moraes Barros	Luiz Alberto Garcia
Benjamin Steinbruch	Marcelo Bahia Odebrecht
Carlos Antônio Tilkian	Marco Antônio Castello Branco
Carlos Francisco Ribeiro Jereissati	Olavo Monteiro de Carvalho
Carlos Mariani Bittencourt	Paulo Guilherme Aguiar Cunha
Carlos Pires Oliveira Dias	Paulo Setúbal Neto
Claudio Bardella	Pedro Eberhardt
Daniel Feffer	Pedro Franco Piva
Décio da Silva	Pedro Grendene Bartelle
Eugênio Emílio Staub	Pedro Luiz Barreiros Passos <i>Presidente do Conselho</i>
Flávio Gurgel Rocha	Robert Max Mangels
Frederico Fleury Curado <i>Vice-Presidente do Conselho</i>	Roberto de Rezende Barbosa
Ivo Rosset	Roger Agnelli
Ivocy Brochmann Ioschpe	Rubens Ometto Silveira Mello
Jacks Rabinovich	Salo Davi Seibel
Jorge Gerdau Johannpeter	Thomas Bier Herrmann
José Antonio Fernandes Martins	Victório Carlos De Marchi

Hugo Miguel Etchenique
Membro Colaborador

Paulo Diederichsen Villares
Membro Colaborador

Paulo Francini
Membro Colaborador

Roberto Caiuby Vidigal
Membro Colaborador

A série de estudos “Tendências e oportunidades da economia verde”

Passadas pouco mais de duas décadas desde a publicação, em Nosso Futuro Comum, da noção de desenvolvimento sustentável, “[...] aquele que atende às necessidades do presente, sem comprometer a possibilidade das futuras gerações atenderem suas próprias necessidades”, são diversos os temas socioambientais que se encontram consolidados ou em notório processo de afirmação na agenda das instâncias de governança global, organismos multilaterais, governos e em organizações empresariais e da sociedade civil.

Vale ressaltar que tal processo se dá num contexto em que 1,4 bilhão de pessoas vivem em situação de extrema pobreza, com menos de US \$1,25 por dia e cerca de 60% dos serviços ambientais essenciais à vida humana, como a regulação da qualidade do ar e do clima e a limpeza da água, encontram-se degradados ou usados além da capacidade de suporte dos ecossistemas. Tudo isso em meio a uma sociedade que, em nível global, incrementa o seu nível de consumo e não se mostra interessada em reverter tal tendência.

Mantido o cenário *business as usual* do crescimento econômico global, prevê-se que em 2015, mais de 1 bilhão de pessoas estarão vivendo com menos de US\$1/dia e 3 bilhões com menos de US\$2/dia. Estima-se ainda que, até 2030, a demanda energética global cresça 45% e que o preço do barril de petróleo atinja US\$ 180 no mesmo período, um impacto representativo na economia global, e ainda mais intenso nos países menos desenvolvidos. Adicionando uma perspectiva ambiental a essas projeções, tal crescimento resultaria em incremento de 45% das emissões de GEE no mesmo período, o que resultaria, até 2100, na elevação da temperatura global média em até 6°C. Uma variação positiva de 5°C a 6°C pode resultar numa redução entre 5 e 10% do PIB global, sendo que países menos desenvolvidos, que dependem majoritariamente da exploração de recursos naturais e inserem-se na economia global por meio da exportação de *commodities*, podem experimentar perdas superiores a 10% do PIB nacional, uma vez que apresentam menor capacidade de adaptação à mudança climática e, em geral, maior exposição à degradação ecológica e à escassez de água doce.¹

O caminho para evitar que tais previsões se materializem passa pela transição para uma economia mais inclusiva do ponto de vista social e adequada na sua relação com o meio ambiente – como fonte de recursos naturais, assimilador de resíduos e poluição, e provedor de serviços ambientais essenciais à vida humana. Para que transição ocorra, são necessárias políticas públicas agressivas que estimulem o menor consumo energético e material por mercadoria ou serviço produzido e ofereçam oportunidades a populações menos favorecidas.

Para muitos, qualquer debate sobre redução do consumo deve ser evitada, a despeito de os impactos socioambientais estarem intrinsecamente associados ao ineficiente modelo de produção e consumo que responde pelo atendimento das necessidades da sociedade global e à afluência material consolidada ao longo do século XX. Para esse grupo, a solução do problema virá por meio da “ilimitada” capacidade humana de inovar, a humanidade pode compatibilizar a crescente “pegada ecológica” humana com a capacidade restrita do planeta em suportar o estilo de vida da sociedade contemporânea.

Nesse debate, não se deve desconsiderar, é claro, o direito de países em desenvolvimento e, sobretudo, daqueles menos-desenvolvidos, agirem para a elevação dos padrões de consumo de suas populações - algo que não deve ser, contudo, tomado como um sinônimo de desenvolvimento humano.

Ainda que possam existir diferenças em relação às prioridades ou estratégias de transição para uma economia mais “verde” ou “de baixo carbono”, não há dúvidas de que inovação é um conceito-chave no caminho para o desenvolvimento sustentável, mesmo sabendo-se que diversas inovações consideradas vantajosas em certos períodos tenham se mostrado mais tarde questionáveis em termos sociais e/ou ambientais.

É neste contexto que as organizações empresariais, parte fundamental de qualquer solução em prol de um modelo de desenvolvimento sustentável, são chamadas a contribuir. Nessa esfera, a compreensão de que quaisquer questões socioambientais representam apenas maiores custos e menor competitividade vem sendo crescentemente contestada há mais de uma década por alguns dos mais influentes pensadores da área de estratégia empresarial, como Michael Porter e C.K. Prahalad, que apontam a necessidade de se pensar a atuação das empresas – pesquisa e desenvolvimento, inovações em produtos, processos e modelos de negócio – à luz da crescente demanda por sustentabilidade como um processo irreversível no século XXI e, sobretudo, uma fonte de oportunidade para as organizações, dentre outras tantas já estudadas e reconhecidas na literatura sobre competitividade empresarial.

Reconhecendo a emergência dos temas socioambientais como um processo irreversível em escala mundial, o Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial, em conjunto com o Centro de Estudos em Sustentabilidade (GVces) da Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas (FGV-EAESP), apresenta a série de estudos “Tendências e oportunidades da economia verde”, cujos objetivos são examinar (i) como tais desafios associados aos temas socioambientais podem ser enfrentados pelo Brasil, por meio de governo e empresas, e (ii) de que forma essas organizações podem contribuir para uma economia cada vez mais orientada a gerar desenvolvimento sustentável.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Consumo energético total por unidade do PIB.....	4
Figura 2 - Aumento da demanda por eletricidade por setor e cenário (2007-2030)	7
Figura 3 - Geração de eletricidade no mundo por fontes renováveis, exceto hidrelétricas.....	8
Figura 4 - Demanda por biocombustíveis 2007-2030.....	8
Figura 5 - Principais setores verdes contemplados em políticas de combate à crise econômica (2009-2011).....	10
Figura 6 - Exemplos de selos comparativos.....	13
Figura 7 - Participação (%) das emissões de CO2 oriundas da geração de eletricidade e aquecimento para o setor de construção civil sobre o total do país	17
Figura 8 - Consumo de energia em três casas diferentes (em localidade com clima moderado)	17
Figura 9 - Soluções integradas para eficiência em prédios e tempo de payback	18
Figura 10 - Impacto do comportamento dos usuários no consumo de energia residencial.....	19
Figura 11 - Ilustração dos custos reduzidos pelo programa Energy Star	23
Figura 12 - Análise da porcentagem de energia atingindo o uso final desejado.....	26
Figura 13 - Participação das montadoras no mercado de híbridos nos Estados Unidos (dezembro de 2009).....	28
Figura 14 - Participação das diferentes fontes energéticas no setor de transportes (Brasil, 2008).....	29
Figura 15 - Decomposição das mudanças na intensidade energética industrial (1990-2005) .	34
Figura 16 - Custo de energia conservada (R\$/MWh)	37
Figura 17 - Evolução do consumo de eletricidade no Brasil.....	38
Figura 18 - Resultados energéticos do Procel Selo em 2007	39

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Comparativo do consumo de energia entre apartamentos e.....	20
Quadro 2 - Níveis de emissões de CO2 projetados (g/milha) e economia de combustível correspondente (milhas/galão):	25
Quadro 3- Potencial de economia a partir da adoção das melhores tecnologias em indústrias	35
Quadro 4 - Panorama geral Procel	38
Quadro 5 - Resultados previstos programa ReLuz (até 2010)	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABESCO - Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia

ABVE - Associação Brasileira de Veículos Elétricos

CNI – Confederação Nacional da Indústria

CONPET - Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural

Coppe – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia

DoE – US Department of Energy

EE – Eficiência Energética

EPA - US Environmental Protection Agency

EPC - Energy Performance Contracting

EPE – Empresa de Pesquisa Energética

ESCO – Energy Services Companies

EV - Electric Vehicles

GEE – Gases de Efeito Estufa

Gton – Gigatonelada

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IEA – International Energy Agency

INEE - Instituto Nacional de Eficiência Energética

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change

IPI - Imposto Sobre Produtos Industrializados

LED – Light-emitting diode

NHTSA - National Highway Traffic Safety Administration

PDE - Plano Decenal de Expansão de Energia

PEE – Programa de Eficiência Energética

PIB – Produto Interno Bruto

Proálcool - Programa Nacional do Alcool

PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

PROESCO - Apoio a projetos de eficiência energética

RELUZ - Programa Nacional de Iluminação Pública Eficiente

RGR - Reserva Global de Reversão

UNCTAD - United Nations Conference on Trade and Development

UNEP – United Nations Environmental Program

UNF – United Nations Foundation

UNICA - União da Indústria de Cana-de-açúcar

ÍNDICE

Sumário executivo.....	i
1. Introdução	1
2. Eficiência energética e intensidade energética no contexto global.....	3
3. Eficiência energética e energias renováveis no combate à mudança climática	6
4. Eficiência energética e energias renováveis em meio à crise econômica global	9
5. Políticas públicas para eficiência energética.....	11
6. Eficiência energética na construção civil.....	16
7. Eficiência energética no setor de transportes.....	24
8. Eficiência energética no setor industrial	33
9. Eficiência energética no contexto brasileiro	36
10. Eficiência energética: reflexões e oportunidades no contexto brasileiro.....	41

TENDÊNCIAS E OPORTUNIDADES NA ECONOMIA VERDE: EFICIÊNCIA ENERGÉTICA *

Sumário executivo

O caminho da sociedade global rumo a um modelo de desenvolvimento sustentável passa pela transição para uma economia baseada na aplicação de inovações que ultrapassam as rotinas e o conhecimento comum, que opere de forma mais inclusiva do ponto de vista social e eficiente na sua relação com o meio ambiente – provedor de recursos e serviços ambientais essenciais à vida humana e assimilador de resíduos e poluição.

Se não há dúvidas de que inovação é um conceito-chave nesse processo de transição, há que se reconhecer que diversas inovações consideradas vantajosas em certos períodos, mais tarde mostraram-se questionáveis em termos sociais e/ou ambientais. Além disso, ainda que inovações tenham resultado em maior eficiência no uso de recursos e energia nas últimas décadas, tais benefícios não têm sido suficientes para compensar a expansão do consumo material em escala global. Há que se distinguir, portanto: (i) o sucesso das inovações em reduzir a intensidade de recursos e energia utilizados para o atendimento de uma necessidade específica (*decoupling* relativo) (ii) da obtenção de tais resultados para a economia em escala global (*decoupling* absoluto).

Como exemplos do êxito em descasamento (*decoupling*) relativo, a energia utilizada para produzir uma unidade de bem econômico declinou 3 vezes nos últimos 30 anos e, no mesmo período, a intensidade em carbono das atividades econômicas globais caiu de 1 kg por dólar para 0,77kg por dólar. Já as evidências de *decoupling* absoluto não têm sido percebidas: as reduções em energia e carbono verificados não bastam para compensar o aumento da escala da atividade econômica no mesmo período, as emissões globais de carbono aumentaram 40% desde 1990 e o mesmo ocorre com vários outros recursos, como os minerais não-metálicos, por exemplo. E mesmo o *decoupling* relativo não vem ocorrendo com alguns recursos, como ferro e cimento.²

O presente estudo enfoca oportunidades em eficiência energética que podem ser exploradas pelo Brasil. A geração de energia a partir de fontes renováveis pode ser considerada uma inovação com grande potencial de contribuição para o desenvolvimento sustentável, em razão dos amplos benefícios sociais e ambientais que em geral resultam da sua disseminação e uso em transportes ou geração de eletricidade, mas tão importante quanto aumentar a oferta de energias renováveis é aumentar a eficiência do consumo da energia gerada a partir de fontes renováveis ou não, em indústrias, na construção civil e em transporte.

Eficiência energética e intensidade energética no contexto global

A eficiência energética diz respeito ao menor consumo de energia para um mesmo produto final e está geralmente associado a novas tecnologias e a melhor organização e gestão de recursos. Consumir energia de forma eficiente é um imperativo no contexto dos desafios enfrentados pelo setor energético de qualquer país, tais quais: segurança energética, redução de custos energéticos ou combate à mudança climática.

* Trabalho preparado pelos seguintes pesquisadores do Centro de Estudos em Sustentabilidade (GVces) da FGV-EAESP: Mario Monzoni, André Pereira de Carvalho, Pedro Pereira Leite Canelas, Gustavo Velloso Breviglieri, Mariana Pinheiro Bartolomei e Gabriel Barros Barreto Pinheiro Lima.

O avanço em eficiência energética se mostra atrativo por (i) se tratar de uma opção custo-efetiva: qualquer investimento em eficiência gera retornos, neste caso por meio de economias futuras de energia, (ii) com resultados que possuem o mesmo nível e qualidade de qualquer serviço disponível para contratação, uma vez que não o produto final não é alterado (mobilidade, iluminação, conforto ambiental, etc.), é apenas obtido com menor consumo energético.³

Para um país, os custos associados à transição para um modelo de maior eficiência energética, mais que competitivos, são baratos se considerados no longo prazo, quando comparados aos custos da dependência de combustíveis fósseis. Ao calcular os custos de extração, produção de equipamentos, combustíveis, resíduos e restauração de áreas devido à utilização ineficiente de energia fóssil, a eficiência energética se torna uma alternativa significativamente mais barata.

Para um consumidor de energia, uma empresa, por exemplo, o custo da energia adicional obtida por meio de eficiência energética – a energia conservada - é competitivo com a oferta de energia do *grid*. Tais benefícios são ainda mais perceptíveis em países em desenvolvimento, que, em geral, apresentam elevado crescimento na demanda por energia. E ao se pensar no longo prazo, os

E o contexto em que a eficiência energética é inserida faz com que todos os *stakeholders* se beneficiem. As indústrias, como exemplo, ao diminuírem suas necessidades de insumos e seus resíduos, reduzem seus custos e se tornam mais competitivas, enquanto reduzem os impactos ambientais de sua operação. Para a sociedade como um todo, a redução de externalidades negativas que lhe são atribuídas no processo de geração de energia de fontes não-renováveis, um reflexo do ganho em eficiência energética, resulta em melhor qualidade ambiental. Já para os governos, a eficiência energética contribui para a segurança energética do país, reduz a necessidade de investimentos em expansão da geração de energia e ainda torna a matriz mais limpa.

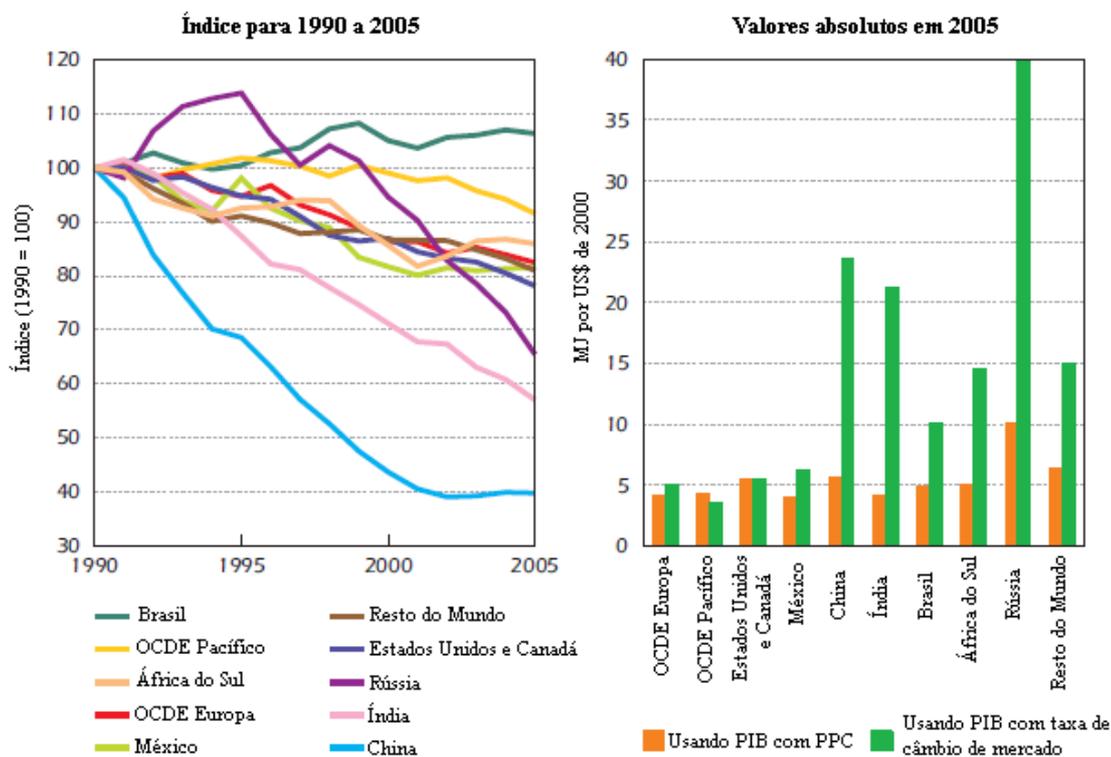
O consumo global de energia cresceu 26% entre 1990 e 2006, as emissões de CO₂ associadas cresceram ainda mais (31%) durante o período. Tal crescimento foi impulsionado especialmente pelos setores de transportes, com alta de 40%, e de serviços, aumento de 39%, embora o setor que mais utiliza energia, e emite CO₂, permaneça sendo a indústria, responsável por 33% do consumo final de energia e por 39% das emissões em 2006⁴.

Deve-se ressaltar o papel desempenhado pelos países em desenvolvimento neste cenário, uma vez que países desenvolvidos observaram crescimento de 19% do consumo de energia e 14% das emissões de CO₂ no intervalo 1990-2006, contra 51% de elevação nas emissões de CO₂ por parte do mundo em desenvolvimento. Vale notar também o diferente perfil de consumo entre tais grupos de países, dado que nos desenvolvidos o setor de transportes é o maior consumidor de energia, enquanto para aqueles em desenvolvimento a indústria (39%) e o setor residencial (34%) são respectivamente os setores mais representativos em consumo de energia.

Dentre as fontes energéticas, o petróleo permanece como a mais utilizada, com 37% do total de energia consumido em 2006, sendo o setor de transportes responsável por 70% de todo o consumo de petróleo no planeta. O carvão, por sua vez, apenas observou crescimento em seu consumo graças à China, a qual respondeu por 53% do consumo global de tal fonte em 2006, já que entre os países desenvolvidos a tendência foi de queda da participação deste recurso nas matrizes energéticas, passando de 11% em 1990 para apenas 6% em 2006⁵.

A maior relevância do setor industrial para países como China, Índia, Brasil faz com que estes estejam entre os maiores demandantes de energia por cada unidade de produto (painel direito da Figura 1), com maior relação consumo de energia / PIB do que para os países membros da OCDE⁶, embora a Rússia seja o país mais ineficiente de todos.⁷

Figura 1 - Consumo energético total por unidade do PIB



Fonte: IEA, 2008. Worldwide trends in energy use and efficiency.

Contudo uma análise sobre a evolução ao longo dos anos 1990-2005 permite observar que o Brasil foi o único país a tornar-se mais intensivo em energia (painel esquerdo da Figura 1), com um aumento de quase 10%, enquanto China e Índia reduziram suas intensidades energéticas em cerca de 60% e 40% cada uma, respectivamente.⁸

Os investimentos em eficiência energética, economicamente viáveis no longo prazo frente à dependência de combustíveis fósseis, atraíram US\$ 1.8 bilhão do setor privado no ano de 2008, embora impactados negativamente pela crise econômica. Todavia, a crise demandou uma série de ações por partes dos governos e, através dos pacotes de estímulo, a eficiência energética assumiu papel importante na recuperação dos países, recebendo 33% de todos os recursos destinados à sustentabilidade em tais pacotes.

Apesar da recente queda no volume de investimentos voltados ao setor, as perspectivas futuras para a área são extremamente promissoras. Uma demonstração de tal importância pode ser notada nos pacotes de estímulo colocados em vigor por diversos países para reverter os efeitos da crise financeira que se instaurou ao término de 2008. Dos recursos destinados à sustentabilidade, a eficiência energética atraiu mais de 33% do total, os investimentos no desenvolvimento da rede (*grid*) também merecem destaque, principalmente na China, como verificado a seguir.

Políticas públicas para eficiência energética

A China destinou US\$ 30,7 bilhões para o setor, em meio a um pacote de estímulos de US\$ 586 bilhões. A importância do tema para a economia chinesa é retratada no último Plano Quinquenal, no qual foi estabelecida a meta de redução da intensidade energética em 20% até 2010, tomando-se 2005 como ano-base. Outra iniciativa pública relevante é o Plano de Conservação Energética para as mil indústrias que mais consomem energia no país, grupo que em 2004 foi responsável pelo consumo de 33% da demanda nacional de eletricidade. Apesar dos esforços mencionados, a tendência é de que a China não consiga cumprir tais metas, em razão do crescimento econômico e da busca da população por um padrão de vida mais semelhante ao do mundo ocidental, que se reflete na expansão do consumo de eletrodomésticos e automóveis. Em maio de 2010, o governo chinês divulgou que o primeiro trimestre do ano observou uma piora de 3,2% no desempenho do país em eficiência.⁹

Os Estados Unidos também devotaram largas quantias do seu *American Recovery and Reinvestment Act* à conservação de energia, com US\$ 11 bilhões voltados à melhoria do grid - dos quais US\$ 10 bilhões em subsídios para eficiência nos níveis federal e local, US\$ 2,5 bilhões destinados à pesquisa em eficiência energética, sendo US\$ 2 bilhões em créditos fiscais. O país foi um dos primeiros a adotar medidas na área, com o programa *Energy Star* de selos de eficiência, criado em 1992 pela Agência de Proteção Ambiental norte-americana (EPA) e pelo Departamento Americano de Energia (DOE). Esse programa apoiou consumidores a pouparem cerca de 190 bilhões de KW/h em energia elétrica e US\$ 17 bilhões em contas de luz. Somente em 2009, mais de 300 milhões de produtos com o selo foram vendidos, uma longa lista que inclui: computadores e equipamentos de tecnologia da informação, eletrodomésticos, aparelhos de aquecimento e refrigeração, aparelhos de iluminação, equipamentos de escritório, dentre outras categorias de produtos..

No que tange à promoção de medidas que elevem os níveis de eficiência, o Japão ocupa lugar de destaque: o país busca garantir o status de “*World No. 1 Country of Energy Conservation*“, conforme descrito na Nova Estratégia Nacional de Energia, implementada em 2006, cujo objetivo é atingir um aumento de 30% na eficiência energética do país até 2030. A eficiência energética foi a resposta encontrada pelas autoridades japonesas às crises do petróleo na década de 1970: no ano de 1979 foi promulgada a Lei de Conservação de Energia, que inclui o bem sucedido programa *Top Runner* de padronização de eficiência para equipamentos, veículos e prédios.

As diversas iniciativas adotadas pelas principais potências econômicas do planeta demonstram a relevância do papel a ser desempenhado pela eficiência energética na redução das emissões de GEE e também deixam clara a necessidade de envolvimento do setor público no assunto, o qual é largamente responsável por oferecer os incentivos corretos para o estabelecimento de economias mais eficientes no consumo de energia através da formulação de políticas públicas adequadas.

A existência de falhas de mercado e barreiras à entrada na área tornam necessária a participação do setor público, o qual através da formulação de políticas adequadas, pode corrigir distorções e oferecer os incentivos necessários para a implementação de projetos que visam a conservação de energia. Tais políticas comumente estão relacionadas a outras áreas da administração pública, dado que o planejamento energético tem caráter inter-setorial, estando ligado aos setores de meio-ambiente e transportes dentre outros.

Uma das formas mais eficazes, e com maior relação custo-benefício, de elevar a eficiência em um país e, assim, reduzir a necessidade de investimento em infra-estrutura de oferta de energia é a categorização de equipamentos e utensílios de acordo com o seu consumo de energia, seja por programas de padronização, os quais definem parâmetros objetivos para o desempenho energético de classes de produtos, seja por programas de etiquetagem, os quais informam os consumidores e influenciam suas decisões na hora da aquisição de um novo equipamento.

Outros veículos importantes na promoção da eficiência são as *Energy Services Companies* (ESCO) através de seus serviços de desenho de projetos de eficiência energética; instalação e manutenção de equipamentos eficientes; e mensuração, monitoramento e verificação das economias obtidas com tais projetos. Em países em desenvolvimento tais companhias sofrem com a falta de financiamento e têm no setor comercial seu principal cliente.

Eficiência energética na construção civil

O setor de construção civil é responsável pelo consumo de 30% de todos os recursos extraídos da natureza, representando globalmente 40% de toda energia consumida, 25% do consumo de água e 12% do uso da terra. Além de gerar 25% dos resíduos sólidos e ser causador de cerca de 30% das emissões de GEE no planeta.

A longevidade dos prédios faz com 80 a 90% do consumo de energia durante o uso, ou operação, das mesmas seja para iluminação, aquecimento, resfriamento ou ventilação. Para minimizar tal consumo algumas tecnologias, já disponíveis comercialmente, merecem destaque como iluminação natural, placas de energia solar FV nos telhados, ultraisolamento, ventilação natural, janelas revestidas, sanitários sem água e sensores de movimento para iluminação.

No Brasil, o setor de construção civil representa 9% do PIB e foi responsável pela abertura de 700 mil novos empregos em 2008. Entretanto, emite 22,8 milhões de ton de CO₂ e gera cerca de 85 milhões de ton de resíduos por ano, quantidade de materiais suficiente para pavimentar 3,5 mil km de estrada. O setor marcado pelas fracas regulamentação e fiscalização também sofre com o problema da informalidade, responsável pela construção de 75% das casas no país.

Iniciativa mundialmente conhecida por parte do setor privado, o Conselho de Construções Verdes dos Estados Unidos (USGBC), responsável pelo programa de certificação LEED, já se expandiu para outros 14 países, inclusive Brasil. A LEED já certificou 1.600 prédios norte-americanos, também merecendo destaque Índia, China e Canadá cada um com mais de 23 mil km² construídos com a certificação. Embora tal certificação tenha elevado os custos de construção em US\$ 4 por pé quadrado, os lucros nos primeiros vinte anos de operação para edifícios prata foram de US\$ 49 por pé quadrado, e aqueles com certificação ouro e platina tiveram lucros de US\$ 67 por pé quadrado.

Eficiência energética no setor de transportes

O setor de transportes é responsável por 19% do consumo global de energia e 23% das emissões globais de CO₂. Estes números expressivos tendem a piorar caso a evolução do setor se dê de uma forma business as usual, dado que o número de automóveis no planeta deve triplicar até 2050, ultrapassando o impressionante número de 2 bilhões de veículos.

Os veículos elétricos (VEs), 100% elétricos ou híbridos, surgem como uma das principais alternativas para reduzir o nível de emissões provenientes, especialmente do deslocamento de pessoas, uma vez que o trecho diário de um usuário de automóvel normalmente se entende por menos de 40 quilômetros e a utilização de VEs poderia reduzir em até 50% as emissões de CO₂ na Europa. Tal fato é explicado pela maior eficiência energética dos VEs, quase três vezes maior que um veículo movido à gás natural, e pode ser intensificado caso fontes renováveis sejam utilizadas para a carga das baterias.

No ano de 2009 as vendas de VEs ultrapassaram as 700 mil, com 99% destes sendo híbridos. Este número é equivalente a 1,5% do total mundial de veículos leves vendidos. Enquanto Japão e Estados Unidos são os principais mercados para tais veículos, contabilizando mais 85% do mercado, diversos países, como China e Coreia do Sul, oferecem subsídios e incentivos fiscais para impulsionar o setor.

Dentre as medidas mais eficientes para motivar inovações na área estão os padrões obrigatórios de emissões, já adotados no Japão, China, Coreia do Sul e União Européia, região em que a tal iniciativa entrou em vigor em 2009 e visa limitar as emissões da frota de automóveis em até 120g de CO₂ por km percorrido até 2015.

Já o setor de transportes no Brasil, o qual representou 29,1% do consumo final de energia no país em 2008, possui os automóveis sendo flex fuel contabilizando 87% da produção nacional e, por esse motivo, não vê maiores iniciativas à promoção dos VEs por parte do governo. Todavia, as tecnologias não são excludentes e o carro híbrido é m caminho possível a ser adotado, inclusive com vistas às exportações, as quais chegaram a 475 mil automóveis, 14,9% do total produzido no país, em 2009.

No que tange o transporte coletivo, algumas iniciativas, ainda tímidas e de caráter experimental, merecem atenção, como o uso de ônibus movidos à hidrogênio, híbridos que possuem uma célula combustível a hidrogênio e também motor elétrico, em São Paulo e Rio de Janeiro, bem como os seis ônibus movidos 100% a biodiesel de soja desde agosto de 2009 na cidade de Curitiba.

Eficiência energética no setor industrial

No ano de 2005, o uso de energia na indústria mundial foi de 116 EJ e as emissões de CO₂ associadas, inclusive aquelas provenientes do uso de eletricidade, chegaram a 9,9 Gton de CO₂. Desde 1971 até 2004, o consumo de energia por parte do setor industrial cresceu 61%, com a China respondendo individualmente por 80% de todo o crescimento observado nos últimos 25 anos.

A recente trajetória mostra um forte descasamento (*decoupling*) do uso de energia com relação ao produto final, medido em termos de valor adicionado, em países desenvolvidos. Apesar de um aumento de 39% no produto entre 1990 e 2005, o uso final de energia, para os países desenvolvidos, aumentou somente 5% no mesmo período. Dentre os países, os escandinavos, além de Japão e a Coreia do Sul, apresentam os melhores níveis de eficiência energética na indústria.

O aumento da demanda por energia por parte do setor industrial, 23% desde 1990 até 2006, deve-se aos países em desenvolvimento, os quais observaram uma alta na demanda por energia de 38% no período, com destaques para China (134%), Brasil (69%) e Índia (57%).

Já os países desenvolvidos mantiveram-se praticamente estagnados em tal questão, com apenas 4% de aumento na demanda no mesmo horizonte temporal, fato explicado pela transferência das indústrias mais intensivas em recursos naturais, energia e mão-de-obra desses países para aqueles em desenvolvimento.

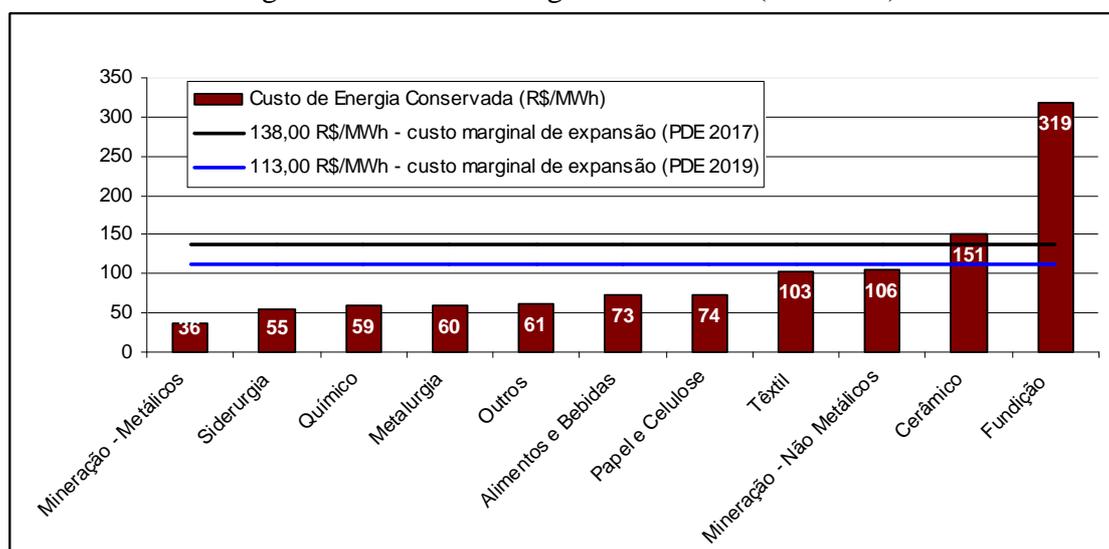
Os números expressivos acima mencionados para a China despertaram a atenção das autoridades políticas locais, devido ao fato de que as metas estabelecidas de reduzir em 20% e 45 % a intensidade energética e as emissões de GEE até 2020 respectivamente, com relação ao ano de 2005, correm risco de não serem cumpridas. Tal preocupação é ampliada com o fato de que pela primeira vez, desde 2006, o uso de energia por unidade do PIB chinês cresceu no primeiro semestre de 2010 (em 0,09%). Desta forma, o governo do país ordenou o fechamento de 2.087 fábricas, caso as mesmas não estejam cumprindo os critérios mínimos para consumo de energia e emissão de gases poluentes até setembro de 2010, além de ameaçar suspender subsídios, empréstimos e licenças de uso de terras para as empresas proprietárias de tais unidades.

Apesar da tendência de *decoupling* já mencionada, há espaço para consideráveis ganhos de eficiência, uma vez que a mera aplicação de tecnologias já comprovadas e das melhores práticas pode reduzir de 18% a 26% do atual uso primário de energia no setor, com redução de 1,9 Gton CO₂ a 3,2 Gton CO₂ nas emissões anuais (Quadro 3), sendo que os setores que apresentam maior potencial, em escala global, são: indústrias de aço e ferro, cimento, e química e petroquímica.

Eficiência energética no contexto brasileiro

Os investimentos e projetos em eficiência energética revelam-se economicamente viáveis e com o potencial de descartar ou ao menos retardar grandes investimentos em novas plantas geradoras, qualquer que seja a fonte das mesmas. Tal potencial é ainda maior caso em projetos relacionados ao setor à indústria, que respondeu por cerca de 40% do consumo final em 2008, enquanto os setores residencial, comercial e público, somados, contabilizaram 15,4%¹⁰. A viabilidade econômica dos investimentos na área é comprovada pelo baixo custo da energia conservada¹¹ constatado pela Confederação Nacional da Indústria (CNI), em torno de R\$ 79/MWh¹², valor inferior ao custo marginal de expansão previsto nos mais recentes Planos Decenais de Expansão de Energia (PDE 2017 e 2019) (Figura 2).

Figura 2 - Custo de energia conservada (R\$/MWh)



Fonte: CNI, 2009 e EPE 2010.

As medidas públicas para incentivar quaisquer esforços na área ainda são tímidas, como a Lei de eficiência energética que regulamenta os índices mínimos de eficiência para alguns aparelhos elétricos, todavia priorizando aqueles de uso residencial (geladeiras, fogões, lâmpadas fluorescentes).

Apesar da competitividade observada pelos projetos de conservação de energia em diversos setores e das iniciativas públicas já em aplicação no país, a eficiência energética ainda é encarada apenas como solução emergencial no cenário político nacional, como observado na crise energética do início dos anos 2000 em que as medidas adotadas contribuíram para redução de cerca de 6 GW na demanda por energia em poucos meses. A principal iniciativa no país é o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel), introduzido em 1985, o qual conseguiu, até 2008, economizar energia equivalente ao produzido por uma usina com capacidade nominal de 6.841 MW e, desta forma, postergou investimentos equivalentes a R\$ 19,9 bilhões em aumento da geração de energia no período.

Outras iniciativas, de ordem federal, são o Procel-Indústria¹³, que busca conscientizar e treinar os agentes industriais visando reduzir as perdas em sistemas já instalados; o Proesco¹⁴, linha específica de crédito criada em 2006 pelo BNDES, com R\$100 milhões disponíveis para o financiamento de projetos de eficiência energética; e o PEE¹⁵, o qual destina 0,5% - dos quais 0,25% obrigatoriamente para consumidores de baixa renda - da receita operacional líquida das concessionárias de energia do país a projetos de eficiência energética.

Já as ESCO no Brasil caracterizam-se por serem pequenas e médias empresas, geralmente firmas de engenharia ou consultoria, as quais observam poucos incentivos por parte do governo, exceção feita à linha de crédito de apoio PROESCO, criada em 2006 com R\$ 100 milhões em recursos. Todavia, os investimentos na área se justificam, já que o custo médio para projetos de EE na indústria foi de R\$79/MWh, inferior ao custo marginal de expansão previsto no Plano Decenal de Expansão de Energia.

Reflexões e oportunidades no contexto brasileiro

O Brasil, de acordo com o último Plano Decenal de Expansão de Energia 2010-19, deve observar uma expansão da oferta total de energia elétrica da ordem de 54 GW no período compreendido entre 2010 e 2019, para atender a crescente demanda por eletricidade no país, que, em 2010, voltou a recorrer às termelétricas para compensar os baixos níveis de reservatórios nas hidrelétricas nacionais. O mesmo plano prioriza grandes investimentos em novas hidrelétricas, como o tão discutido projeto de Belo Monte, e termelétricas, enquanto confere papel menos importante às fontes renováveis, e à eficiência energética, essa última responsável por garantir, através da conservação de energia, somente 4,3% do consumo total de energia e 3,2% do consumo de eletricidade no país, no ano de 2019.

A pouca atenção dedicada aos benefícios da eficiência energética por parte do governo brasileiro não condiz com a realidade apresentada para o consumo de energia em termos setoriais, uma vez que a indústria é o principal consumidor, respondeu por 39,6% do total em 2008, seguida pelo setor de transportes com 29,1% do total consumido no mesmo ano. Ambos os setores apresentam elevado potencial para ganhos com a promoção de tecnologias ecoeficientes, dado que o custo médio do MW conservado por projetos de eficiência energética na indústria foi de R\$ 79/MWh, valor inferior ao custo marginal de expansão previsto no último PDE de R\$ 113/MWh.

Os números para a indústria brasileira demonstram estar na eficiência energética a solução mais viável, tanto econômica quanto socioambientalmente, para atender as necessidades energéticas em todo o planeta, postergando grandes investimentos em infra-estrutura de geração de eletricidade e obtenção de combustíveis fósseis, inclusive oferecendo tempo inferior de *payback* e com o a utilização de tecnologias já disponíveis comercialmente. Tal tendência é confirmada pela IEA no desenho de solução para atingir o cenário de 450 ppm (de CO2 equivalente), tratado como ideal pelo IPCC para conter as mudanças climáticas em patamares mais seguros, cabendo à eficiência energética a responsabilidade pela redução em mais da metade das emissões de GEE do planeta. Caminhando nesta direção, as principais potências globais já tomam medidas para melhorar suas intensidades energéticas e conter as emissões de gases poluentes:

- Estados Unidos: País que destinou US\$ 80 bilhões de seu pacote de estímulo para energias renováveis e eco-eficiência, dos quais US\$ 2,5 bilhões para P&D em eficiência energética. Seu programa de etiquetagem, o Energy Star, foi responsável pela economia de 190 bilhões de kWh desde sua implantação. Vice líder no mercado de automóveis híbridos, com 290 mil vendas em 2009, tem a meta de reduzir o consumo de energia de novos prédios comerciais em 50% até 2020, frente aos níveis de 2000. Também possui o objetivo de ter 18% da demanda de materiais e substâncias químicas atendidas por produtos a base de biomassa até o ano de 2020.
- Japão: Pretende atingir o patamar de “World No. 1 Country of Energy Conservation“, para tanto, dedicou US\$ 19 bilhões de seu pacote de estímulos à eficiência energética e veículos ecoeficientes e busca auferir ganhos de 30% em termos de eficiência energética até 2030, com grande participação do programa Top Runner, cujo sucesso deverá resultar em aumento previsto de eficiência de 23,5% de 2004 até 2015. O país mais do que triplicou o número de veículos híbridos licenciados no país em apenas um ano, com 334 mil carros entrando em circulação em 2009 e também implantou legislações exigindo que 10% de seu plástico sejam verdes.
- França: Não pioneira no assunto, apresenta metas relevantes para tornar-se mais eficiente, com o objetivo de reduzir a intensidade energética do país a uma taxa de 2% ao ano até 2015 e depois em 2,5% ao ano até 2030. Algumas medidas de destaque já em vigor são a exigência de que as sacolas plásticas de vendas descartáveis sejam biodegradáveis e a introdução de política de subsídios à compra de carros que emitem menos de 130g de CO2 por km.
- Alemanha: Possui como meta dobrar a produtividade energética em 2020, com relação ao ano base de 1990. Desde janeiro de 2009, exige-se que todas as construções novas apresentem ao menos 15% de aquecimento interno e de água proveniente de fontes renováveis, com objetivo de até 2020 fazer com que todos os novos prédios atendam suas demandas por aquecimento sem o uso de combustíveis fósseis.
- Espanha: Também não ocupa posição de destaque com relação a nova economia verde, todavia, busca poupar a importação de 47 milhões de barris de petróleo por ano entre 2008 e 2011 por ganhos de eficiência. Estabelece como meta que se tenha 1 milhão de veículos elétricos ou híbridos até 2014.
- China: A China merece destaque no cenário da eficiência energética, uma vez que destinou US\$ 30,7 bilhões para o setor, dos quais US\$ 1,5 bilhão à pesquisa de veículos ecoeficientes, em seu pacote de combate à crise econômica. Possui a meta de reduzir sua

intensidade energética em 20% até o fim de 2010, com relação aos níveis de 2005. Possui 26,7 mil km² de construções certificadas pela LEED e espera elevar sua frota de carros híbridos e elétricos para 500 mil até 2011.

- Índia: Possui 27 mil km² certificados pela LEED, segundo país do mundo nesse quesito, somente atrás dos Estados Unidos. Embora dedique mais atenção às energias renováveis, apresenta medidas interessantes e com bons resultados para reduzir o consumo de energia no país, como a adoção de mecanismo que permite que consumidores de luz elétrica paguem antecipadamente pela conta de luz.
- Coréia do Sul: Apresenta meta estabelecida para a intensidade energética no país, de 0,185 tpe por US\$ 1000 até 2030, em horizonte mais curto de tempo, busca reduzir tal intensidade em 11,3% até 2012. Oferece isenção de impostos para indivíduos que queiram investir em projetos relacionados a uso mais eficiente de energia, com a redução fiscal chegando até 20% do custo total do investimento, além de conceder subsídios à compra de veículos elétricos e híbridos.

O caráter amplo e de aplicação multi-setorial da eficiência energética permite que benefícios sejam auferidos em diversos segmentos da sociedade, com o emprego de diferentes políticas, desde programas de etiquetagem e padronização até mecanismos fiscais e creditícios que impulsionem e direcionem os investimentos na área. As ESCO, embora na sejam propriamente ferramentas políticas, desempenham importante função e, especialmente em países em desenvolvimento, podem surgir como catalisadores para posicionar a eficiência energética na agenda tanto de lideranças empresariais quanto de agentes públicos. As experiências com o fundo de apoio às ESCO, o PROESCO, foram positivas, porém certamente muito tímidas, carecendo de maiores recursos e divulgação.

Um dos setores que observa maior movimentação, em todo o mundo, com relação à eficiência energética é o da construção civil, com iniciativas públicas e privadas, dentre as quais se destaca o Green Building Council. Nesta área o Brasil apresenta fraqueza na legislação existente e em seu *enforcement*, fato que possui como consequência direta a informalidade observada em que 75% das novas residências são construídas no país, com uso ineficiente de recursos e descarte inadequado de materiais, os quais poderiam inclusive ser reciclados e utilizados, por exemplo, para pavimentação de ruas e estradas. Todavia, a conscientização do público e o incentivo a tecnologias mais limpas e que consumam menos energia é especialmente importante, dado que de 80 a 90% do consumo de energia de um prédio se dá durante a fase de operação do mesmo, com programas como Procel Selo devendo ser expandidos para outros produtos além dos eletrodomésticos.

A discussão acerca deecoinovações e eficiência energética também permeia o setor de transportes, principalmente com relação aos veículos elétricos e híbridos, os quais apresentam tendência de crescimento, já tendo superado a marca de 700 mil vendas em 2009, para os próximos anos em diversos países, notadamente no Japão, Estados Unidos e China, os maiores mercados automobilísticos globais. Entretanto os VEs são vistos com temor por membros do governo brasileiro e também pela própria indústria automobilística nacional.

Tal percepção não somente esquece não somente os ganhos de eficiência, em geral três vezes maior de um VE frente a um modelo semelhante com motor à combustão, como negligencia a possibilidade de fontes energéticas renováveis atenderem o aumento de demanda por eletricidade caso um modelo 100% elétrico seja adotado, mas principalmente não leva em consideração o ponto de vista dos produtores de etanol, uma vez que a posição da Unica,

entidade não convidada para reuniões promovidas pelo governo federal, um híbrido nacional seria uma possibilidade a ser considerada para combinar as vantagens das duas tecnologias em uma solução inteiramente nacional. O atraso do país para se posicionar neste debate pode colocar em cheque o caráter exportador da indústria brasileira, que atualmente possui bom desempenho com 475 mil automóveis exportados em 2009, enquanto japoneses, coreanos e chineses ampliam sua presença no mercado internacional.

Tal qual a maioria dos veículos leves produzidos no Brasil, a indústria sucroalcooleira apresenta considerável flexibilidade com relação ao produto que irá disponibilizar ao mercado, açúcar ou etanol, na última safra em proporção de 43,3% e 56,7% respectivamente, e pode também encontrar na alcoolquímica futuro muito promissor, inclusive tornando necessária a expansão da oferta dos produtos da cana-de-açúcar nos próximos anos, conforme previsto pela Abiquim, a qual também prevê investimentos de cerca de US\$ 20 bilhões voltados aos plásticos verdes. A crescente importância do etanol também será observada na carteira de exportações brasileiras, dado que a IEA projeta um crescimento de mais de quatro vezes na oferta do produto para que o cenário de 450 ppm seja viabilizado.

Ao fim das análises realizadas ao longo do presente estudo cabe o questionamento acerca da inserção do Brasil em um cenário global menos carbono-intensivo: como o país quer se posicionar na nova economia verde? Permanecer como exportador de *commodities* e importador de tecnologia, apostando unicamente no etanol de primeira geração, pode ser o resultado da morosidade do setor público e de certo temor da iniciativa privada, com oportunidades em diversas áreas podem ser negligenciadas, apesar de o país ocupar posição privilegiada no contexto atual, com uma das matrizes energéticas mais limpas do mundo.

A conquista de um desenvolvimento verdadeiramente sustentável no Brasil passa também pela capacidade do país de inovar. A pouca vocação para a inovação, comprovada por pesquisa realizada pela consultoria Economist Intelligence Unit em que 57% de empresários representantes de companhias multinacionais instaladas em território brasileiro declararam “não possuir nem pretender ter uma unidade dedicada a desenvolvimento e pesquisa no país no curto prazo”¹⁶, não é partilhada por demais expoentes dentre os países em desenvolvimento, China e Índia, os quais viram na economia verde a possibilidade de tomarem à liderança do desenvolvimento nas próximas décadas, atuando como locomotivas para a inovação, enquanto o Brasil ainda precisa oferecer os incentivos corretos para também assumir e estabilizar-se em condição de protagonista.

1. Introdução

O caminho da sociedade global rumo a um modelo de desenvolvimento sustentável passa pela transição para uma economia baseada na aplicação de inovações que ultrapassam as rotinas e o conhecimento comum, que opere de forma mais inclusiva do ponto de vista social e eficiente na sua relação com o meio ambiente – provedor de recursos e serviços ambientais essenciais à vida humana e assimilador de resíduos e poluição.

Se não há dúvidas de que inovação é um conceito-chave nesse processo de transição, há que se reconhecer que diversas inovações consideradas vantajosas em certos períodos, mais tarde mostraram-se questionáveis em termos sociais e/ou ambientais. Além disso, ainda que inovações tenham resultado em maior eficiência no uso de recursos e energia nas últimas décadas, tais benefícios não têm sido suficientes para compensar a expansão do consumo material em escala global. Há que se distinguir, portanto: (i) o sucesso das inovações em reduzir a intensidade de recursos e energia utilizados para o atendimento de uma necessidade específica (*decoupling* relativo) (ii) da obtenção de tais resultados para a economia em escala global (*decoupling* absoluto).

Como exemplos do êxito em *decoupling* relativo, a energia utilizada para produzir uma unidade de bem econômico declinou 3 vezes nos últimos 30 anos e, no mesmo período, a intensidade em carbono das atividades econômicas globais caiu de 1 kg por dólar para 0,77kg por dólar. Já as evidências de *decoupling* absoluto não têm sido percebidas: as reduções em energia e carbono verificados não bastam para compensar o aumento da escala da atividade econômica no mesmo período, as emissões globais de carbono aumentaram 40% desde 1990 e o mesmo ocorre com vários outros recursos, como os minerais não-metálicos, por exemplo. E mesmo o *decoupling* relativo não vem ocorrendo com alguns recursos, como ferro e cimento.¹⁷

Mesmo assim, reside na “ilimitada” capacidade de inovar da humanidade a crença na possível compatibilização da crescente “pegada ecológica” da sociedade global com a capacidade de suporte do planeta. A OCDE define inovação como “a implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou um processo, ou um novo método de marketing, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, nas organizações do local de trabalho ou nas relações externas”¹⁸.

Ainda para a OCDE,ecoinovação é uma inovação semelhante à “convencional” que resulta na redução de impactos ambientais, não importando se tal efeito seja intencional ou não, cujo escopo pode ir além dos limites convencionais da organização inovadora e envolver arranjos sociais mais abrangentes, que estimulem mudanças nas normas socioculturais existentes e estruturas institucionais¹⁹. Vale lembrar ainda que ecoinovações podem gerar problemas sociais – dentre os quais: desemprego, destruição de competências, prejuízo a comunidades ou segmentos da sociedade –, daí a necessidade de envolvimento de diferentes *stakeholders*, sobretudo em ecoinovações, que extrapolam o ambiente organizacional, de forma a garantir o equilíbrio entre benefícios sociais e ambientais ao longo do sistema.

Daí a inovação para o desenvolvimento sustentável ser considerada aquela que gera ao mesmo tempo resultados econômicos, sociais e ambientais positivos. Os resultados econômicos são mais fáceis de serem previstos, mas os efeitos sociais e ambientais são mais difíceis de serem avaliados previamente, uma vez que envolvem um número maior de variáveis, interações e

incertezas, sobretudo quando ao se tratar de inovações radicais ou com grau elevado de novidade em relação ao estado da arte.²⁰

A inovação sustentável é entendida como a introdução (produção, assimilação, ou exploração) de produtos, processos produtivos, métodos de gestão ou negócios, novos ou significativamente melhorados para a organização e que traz benefícios econômicos, sociais e ambientais, comparados com alternativas pertinentes. Vale ressaltar que tal concepção vai além da redução de impactos negativos: deve-se avançar em benefícios líquidos. Além disso, ressalta-se a condição “comparação com alternativas pertinentes”, essencial ao conceito de inovação sustentável, uma vez que os benefícios esperados devem ser significativos ou não negligenciáveis nas três dimensões da sustentabilidade.²¹

O presente estudo enfoca oportunidades em eficiência energética que podem ser exploradas pelo Brasil. A geração de energia a partir de fontes renováveis pode ser considerada uma inovação com grande potencial de contribuição para o desenvolvimento sustentável, em razão dos amplos benefícios sociais e ambientais que em geral resultam da sua disseminação e uso em transportes ou geração de eletricidade, mas tão importante quanto aumentar a oferta de energias renováveis é aumentar a eficiência do consumo da energia gerada a partir de fontes renováveis ou não, em indústrias, na construção civil e em transporte.

Ao longo deste estudo, busca-se examinar quais oportunidades surgem para o Brasil e para o seu setor empresarial no aumento da eficiência energética nos setores industrial, de construção civil e de transportes, bem como quais os entraves ao aproveitamento dessas oportunidades pelo país, por meio de suas organizações empresariais, no cenário global e nacional.

A eficiência energética é um componente essencial da solução de questões globais fundamentais como segurança energética e mudança climática. E o avanço da eficiência energética da sociedade em escala global pode se dar em prazo mais exíguo que a transição para uma matriz energética global mais renovável, que não se dará de forma abrupta, uma vez que a dinâmica que sustenta o modelo energético não-renovável atual é difícil de ser revertida por razões como: (i) o elevado nível de consumo material e energético em países desenvolvidos, que se reflete também em maior ou menor escala em países emergentes, (ii) a infraestrutura energética não-renovável já estabelecida, planejada com vistas ao longo prazo e de forma capital-intensiva, (iii) a crescente demanda por serviços relacionados à energia em todo o mundo, e (iv) o crescimento populacional²².

Para examinar oportunidades em eficiência energética para o país, esse estudo encontra-se estruturado da seguinte forma:

- Item 2: Apresenta-se o conceito de eficiência energética e analisa-se a intensidade energética das economias no contexto global;
- Itens 3: Examina-se a contribuição da eficiência energética e das energias renováveis no combate à mudança climática;
- Item 4: São analisados os investimentos em eficiência energética e energias renováveis em meio à crise econômica global;
- Item 5: Analisa-se modelos de políticas públicas para eficiência energética;
- Item 6, 7 e 8: Apresenta-se boas práticas em eficiência energética nos setores de construção civil, de transportes e industrial, respectivamente;

- Item 9: Analisa-se a relevância eficiência energética no contexto brasileiro;
- Item 10: Apresentam-se reflexões e oportunidades em eficiência energética para o Brasil;

Aspectos associados a políticas públicas em eficiência energética e energias renováveis são o foco do terceiro estudo desta série (um *policy paper*), mas é inevitável que algumas políticas sejam mencionadas neste documento, ainda que apenas de forma introdutória.

2. Eficiência energética e intensidade energética no contexto global

Tão importante quanto incrementar o potencial de geração de energias renováveis é aumentar a eficiência energética no consumo da energia gerada, a partir de fontes renováveis ou não. O termo eficiência energética diz respeito ao menor consumo de energia para um mesmo produto final e está geralmente associado a novas tecnologias e a melhor organização e gestão de recursos. Consumir energia de forma eficiente é um imperativo no contexto dos desafios enfrentados pelo setor energético de qualquer país, tais quais: segurança energética, redução de custos energéticos ou combate à mudança climática.

O avanço em eficiência energética em processos industriais, edificações (prédios e casas) e transportes se mostra atrativo por (i) se tratar de uma opção custo-efetiva: qualquer investimento em eficiência gera retornos, neste caso por meio de economias futuras de energia, (ii) com resultados que possuem o mesmo nível e qualidade de qualquer serviço disponível para contratação, uma vez que não o produto final não é alterado (mobilidade, iluminação, conforto ambiental, etc.), é apenas obtido com menor consumo energético.²³

Para um país, os custos associados à transição para um modelo de maior eficiência energética, mais que competitivos, são baratos se considerados no longo prazo, quando comparados aos custos da dependência de combustíveis fósseis. Ao calcular os custos de extração, produção de equipamentos, combustíveis, resíduos e restauração de áreas devido à utilização ineficiente de energia fóssil, a eficiência energética se torna uma alternativa significativamente mais barata.

Para um consumidor de energia, uma empresa, por exemplo, o custo da energia adicional obtida por meio de eficiência energética – a energia conservada - é competitivo com a oferta de energia do *grid*. Tais benefícios são ainda mais perceptíveis em países em desenvolvimento, que, em geral, apresentam elevado crescimento na demanda por energia. E ao se pensar no longo prazo, os

E o contexto em que a eficiência energética é inserida faz com que todos os *stakeholders* se beneficiem. As indústrias, como exemplo, ao diminuírem suas necessidades de insumos e seus resíduos, reduzem seus custos e se tornam mais competitivas, enquanto reduzem os impactos ambientais de sua operação. Para a sociedade como um todo, a redução de externalidades negativas que lhe são atribuídas no processo de geração de energia de fontes não-renováveis, um reflexo do ganho em eficiência energética, resulta em melhor qualidade ambiental. Já para os governos, a eficiência energética contribui para a segurança energética do país, reduz a necessidade de investimentos em expansão da geração de energia e ainda torna a matriz mais limpa.

Todos esses aspectos somados ao crescente consumo material e energético percebido na sociedade moderna, em escala global conferem aos setores associados à eficiência energética um crescente interesse que os faz desempenhar um papel cada vez mais relevante no atendimento à demanda por energia, permitindo o atendimento de um maior número de

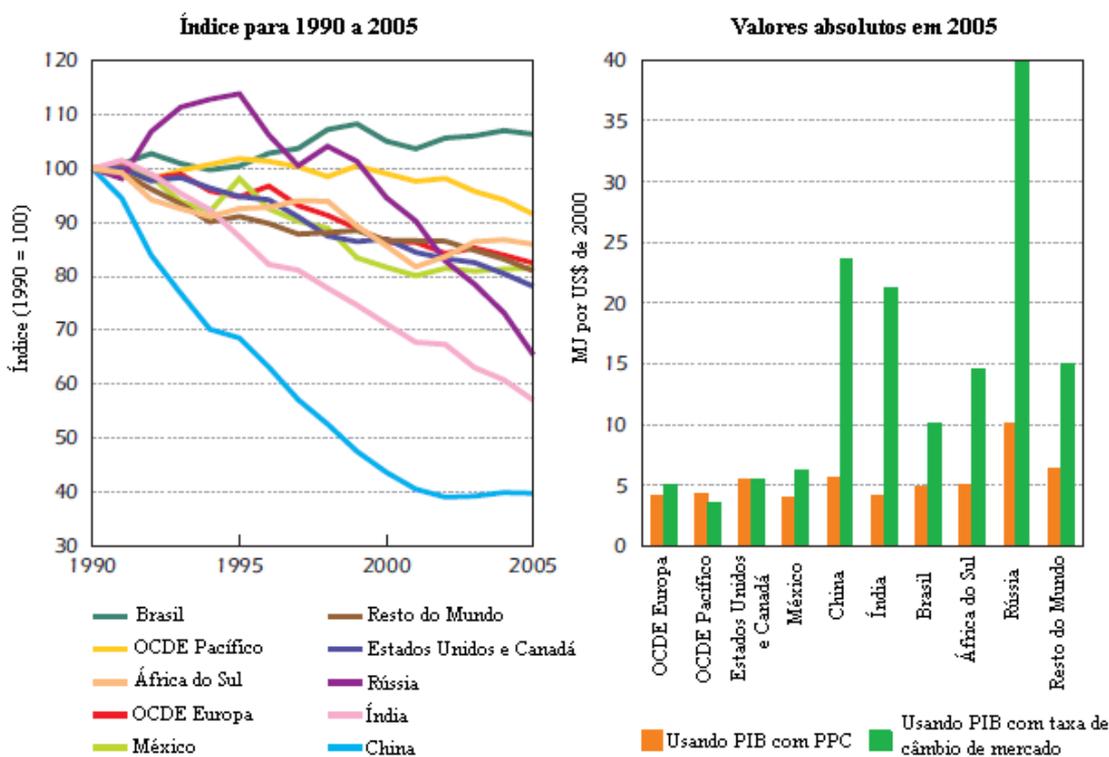
consumidores com a mesma capacidade instalada e, ao mesmo tempo, reduzindo a necessidade de expansão do consumo de energias de fontes não-renováveis.

O consumo global de energia cresceu 26% entre 1990 e 2006, as emissões de CO₂ associadas cresceram ainda mais (31%) durante o período. Tal crescimento foi impulsionado especialmente pelos setores de transportes, com alta de 40%, e de serviços, aumento de 39%, embora o setor que mais utiliza energia, e emite CO₂, permaneça sendo a indústria, responsável por 33% do consumo final de energia e por 39% das emissões em 2006²⁴. Deve-se ressaltar o papel desempenhado pelos países em desenvolvimento neste cenário, uma vez que países desenvolvidos observaram crescimento de 19% do consumo de energia e 14% das emissões de CO₂ no intervalo 1990-2006, contra 51% de elevação nas emissões de CO₂ por parte do mundo em desenvolvimento. Vale notar também o diferente perfil de consumo entre tais grupos de países, dado que nos desenvolvidos o setor de transportes é o maior consumidor de energia, enquanto para aqueles em desenvolvimento a indústria (39%) e o setor residencial (34%) são respectivamente os setores mais representativos em consumo de energia.

Dentre as fontes energéticas, o petróleo permanece como a mais utilizada, com 37% do total de energia consumido em 2006, sendo o setor de transportes responsável por 70% de todo o consumo de petróleo no planeta. O carvão, por sua vez, apenas observou crescimento em seu consumo graças à China, a qual respondeu por 53% do consumo global de tal fonte em 2006, já que entre os países desenvolvidos a tendência foi de queda da participação deste recurso nas matrizes energéticas, passando de 11% em 1990 para apenas 6% em 2006²⁵.

A maior relevância do setor industrial para países como China, Índia, Brasil faz com que estes estejam entre os maiores demandantes de energia por cada unidade de produto (painel direito da Figura 1), com maior relação consumo de energia / PIB do que para os países membros da OCDE²⁶, embora a Rússia seja o país mais ineficiente de todos.²⁷

Figura 1 - Consumo energético total por unidade do PIB



Contudo uma análise sobre a evolução ao longo dos anos 1990-2005 permite observar que o Brasil foi o único país a tornar-se mais intensivo em energia (painel esquerdo da Figura 1), com um aumento de quase 10%, enquanto China e Índia reduziram suas intensidades energéticas em cerca de 60% e 40% cada uma, respectivamente.²⁸

O investimento privado em novas tecnologias de eficiência energética foi de US\$ 1,8 bilhão²⁹ em 2008, uma queda de 33% frente ao ano anterior. Todavia, o setor de eficiência energética obteve elevados níveis de investimentos provenientes de *venture capital* e *private equity*, voltados ao desenvolvimento de inovações e ao incremento do acesso de produtos e serviços ao mercado.

Apesar da recente queda no volume de investimentos voltados ao setor, as perspectivas futuras para a área são extremamente promissoras. Uma demonstração de tal importância pode ser notada nos pacotes de estímulo colocados em vigor por diversos países para reverter os efeitos da crise financeira que se instaurou ao término de 2008. Dos recursos destinados à sustentabilidade, a eficiência energética atraiu mais de 33% do total, os investimentos no desenvolvimento do grid também merecem destaque, principalmente na China.

O elevado foco em eficiência energética percebido na parcela “verde” dos pacotes de estímulo à economia fez com que o setor recebesse US\$ 62 bilhões, seguido pelos recursos alocados para desenvolvimento do *grid* (US\$ 48,7 bilhões). Vale ressaltar que os países europeus não destinaram muitos recursos para projetos em energia limpa, uma vez que já possuem mecanismos de incentivo e políticas bem estabelecidas. Tome-se como exemplo a diretiva 2006/32/EC, de abril de 2006, que estabelece a meta de 9% de energia conservada para os países membros da União Européia até 2016.

Na França, a *Framework Law on Energy*, política que entrou em vigor na França, em 2005, visa, dentre outros objetivos, reduzir a intensidade energética do país a uma taxa de 2% ao ano, até 2015, e depois, em 2,5% ao ano até 2030. O pacote de estímulo econômico francês destina ainda €100 milhões em subsídios à melhoria da eficiência energética em 80 mil casas.

Já na Alemanha, merece destaque o *Coalition Agreement*, política implementada em 2006, que possui como meta dobrar a produtividade energética do país até 2020, com relação ao ano de 1990. Nesse país, o montante de recursos destinados ao setor após a crise financeira chegou ao patamar de €450 milhões, com adicionais €15 milhões voltados para pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias.

A China destinou US\$ 30,7 bilhões para o setor, em meio a um pacote de estímulos de US\$ 586 bilhões. A importância do tema para a economia chinesa é retratada no último Plano Quinquenal, no qual foi estabelecida a meta de redução da intensidade energética em 20% até 2010, tomando-se 2005 como ano-base. Outra iniciativa pública relevante é o Plano de Conservação Energética para as mil indústrias que mais consomem energia no país, grupo que em 2004 foi responsável pelo consumo de 33% da demanda nacional de eletricidade.

Apesar dos esforços mencionados, a tendência é de que a China não consiga cumprir tais metas, em razão do crescimento econômico e da busca da população por um padrão de vida mais semelhante ao do mundo ocidental, que se reflete na expansão do consumo de eletrodomésticos e automóveis. Em maio de 2010, o governo chinês divulgou que o primeiro trimestre do ano observou uma piora de 3,2% no desempenho do país em eficiência.³⁰

Os Estados Unidos também devotaram largas quantias do seu *American Recovery and Reinvestment Act* à conservação de energia, com US\$ 11 bilhões voltados à melhoria do grid - dos quais US\$ 10 bilhões em subsídios para eficiência nos níveis federal e local, US\$ 2,5 bilhões destinados à pesquisa em eficiência energética, sendo US\$ 2 bilhões em créditos fiscais.

O país foi um dos primeiros a adotar medidas na área, com o programa *Energy Star* de selos de eficiência, criado em 1992 pela Agência de Proteção Ambiental norte-americana (EPA) e pelo Departamento Americano de Energia (DOE). Esse programa apoiou consumidores a pouparem cerca de 190 bilhões de KW/h em energia elétrica e US\$ 17 bilhões em contas de luz. Somente em 2009, mais de 300 milhões de produtos com o selo foram vendidos, uma longa lista que inclui: computadores e equipamentos de tecnologia da informação, eletrodomésticos, aparelhos de aquecimento e refrigeração, aparelhos de iluminação, equipamentos de escritório, dentre outras categorias de produtos..

No que tange à promoção de medidas que elevem os níveis de eficiência, o Japão ocupa lugar de destaque: o país busca garantir o status de “*World No. 1 Country of Energy Conservation*“, conforme descrito na Nova Estratégia Nacional de Energia, implementada em 2006, cujo objetivo é atingir um aumento de 30% na eficiência energética do país até 2030. A eficiência energética foi a resposta encontrada pelas autoridades japonesas às crises do petróleo na década de 1970: no ano de 1979 foi promulgada a Lei de Conservação de Energia, que inclui o bem sucedido programa *Top Runner* de padronização de eficiência para equipamentos, veículos e prédios.

As diversas iniciativas adotadas pelas principais potências econômicas do planeta demonstram a relevância do papel a ser desempenhado pela eficiência energética na redução das emissões de GEE e também deixam clara a necessidade de envolvimento do setor público no assunto, o qual é largamente responsável por oferecer os incentivos corretos para o estabelecimento de economias mais eficientes no consumo de energia através da formulação de políticas públicas adequadas.

3. Eficiência energética e energias renováveis no combate à mudança climática

Reconhecendo que a redução da intensidade carbônica da oferta energética global é um elemento chave na transição para uma economia verde, a IEA examinou alternativas que permitissem, ao menor custo para sociedade, compatibilizar o atendimento da crescente demanda energética global, até 2030, com a necessidade de redução de emissões apontada pelo IPCC, para o qual uma variação de 2° C é o limite de segurança a ser adotado pela sociedade global em relação à mudança climática, o que demanda que a concentração de GEE na atmosfera seja estabilizada ao nível de 450 ppm de CO2 equivalente (CO2-eq).

O “cenário 450 ppm” proposto pela IEA requer uma alteração na maneira de abordar a produção e o consumo de energia em escala global. Neste cenário, as emissões de CO2 atingem um pico de emissão de 30,9 Gton um pouco antes de 2020, declinando para 26,4 Gton em 2030, um patamar 2.4 Gton abaixo do nível verificado em 2007, e 13.8 Gton inferior que o “cenário de referência”, *business as usual*, no qual o combate a mudança do clima não é considerada como uma das prioridades no planejamento energético.

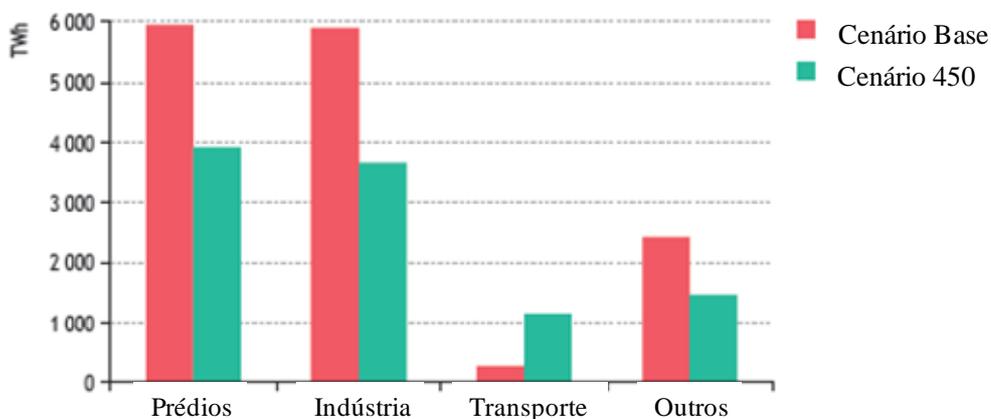
Para que o “cenário 450 ppm” torne-se realidade, todas as forças possíveis para reduzir as emissões de GEE são levadas em consideração, desde a necessidade de tornar a matriz energética global cada vez mais distante dos combustíveis fósseis, orientada para o uso de fontes renováveis, ao aumento da eficiência de veículos, equipamentos, residências e indústrias, até o desenvolvimento de tecnologias mais limpas.

Nesse contexto, a eficiência no consumo de energia pelo usuário final responde por mais da metade da redução de emissões até 2030, comparada ao cenário de referência. Investimentos na eficiência energética de prédios, indústria e transporte apresentam em geral um período mais curto de *pay-back* e a economia de energia ao longo do tempo de vida útil do bem de capital suplanta, em geral, os maiores custos iniciais do mesmo.

Até 2030, a demanda por eletricidade deve apresentar elevação de 55% em comparação com os níveis observados em 2007, chegando a 25.400 TWh³¹, apesar dos ganhos de eficiência existentes em tal horizonte temporal. Tal fato é exemplificado pelo caso da China, país que responderá por 40% de toda energia elétrica economizada no planeta, porém praticamente dobrando sua demanda por eletricidade no período considerado.

Uma redução na demanda por eletricidade deve ocorrer nos setores industrial e residencial com relação ao “cenário de referência”, contudo o incremento da utilização de meios de transporte à base de eletricidade resultará em crescimento da demanda neste setor em aproximados 900 TWh, como explicitado na Figura 2.

Figura 2 - Aumento da demanda por eletricidade por setor e cenário (2007-2030)

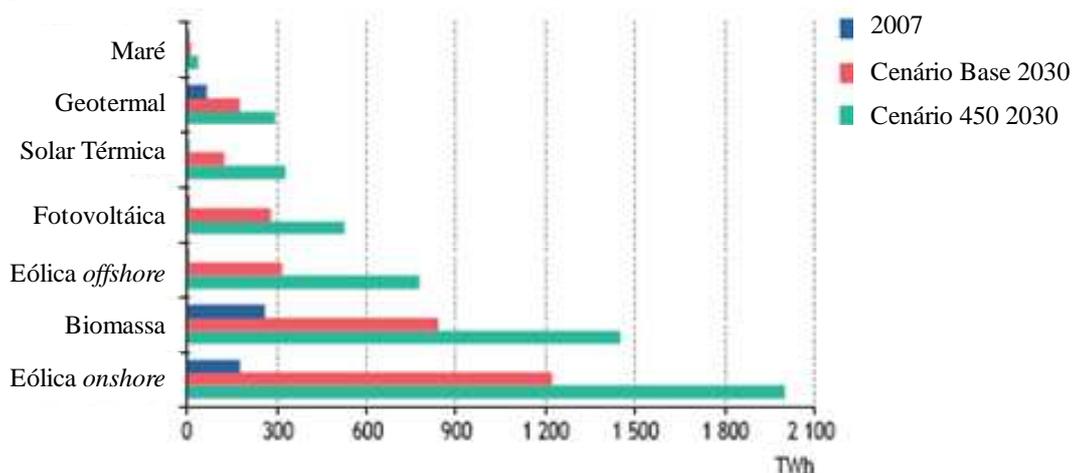


Fonte: IEA, World Energy Outlook 2009

De forma complementar ao incremento em eficiência energética em escala global, a oferta de energia elétrica a partir de fontes renováveis deveria ser expandida em 110%. Tal incremento tornaria as energias renováveis responsáveis por 22% da demanda primária de energia em 2030, o equivalente a cerca de 37% de demanda por energia elétrica global projetada.

Essas fontes devem crescer rapidamente para atingir o nível de emissões considerado ideal e, para tanto, a fonte eólica deve responder por 26% de todo o crescimento na geração de energia elétrica no período considerado, enquanto a energia solar deve apresentar um ritmo de crescimento de 25% ao ano, conforme demonstrado pela Figura 3.

Figura 3 - Geração de eletricidade no mundo por fontes renováveis, exceto hidrelétricas



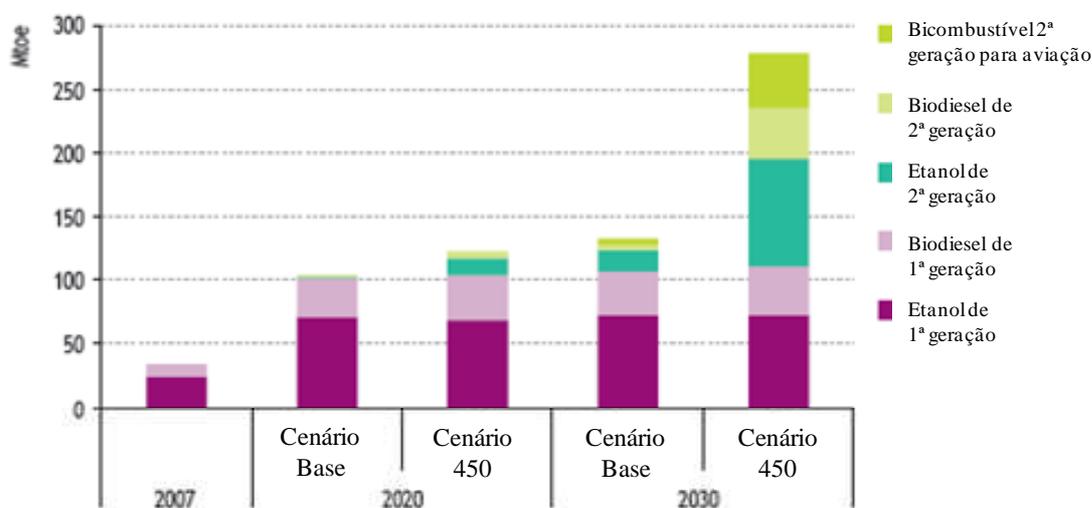
Fonte: IEA, World Energy Outlook 2009

Os biocombustíveis também terão sua participação na matriz energética global impulsionada drasticamente, tanto no “cenário de referência”, quanto no “cenário 450 ppm”, sendo que neste último, a demanda seria mais do que quintuplicada em relação à 2007 (Figura 4).

Os países e regiões que já oferecem considerável suporte ao setor atualmente deverão abocanhar grande parcela de tal crescimento, com Estados Unidos, Brasil e China liderando a corrida. Somente os biocombustíveis de segunda geração devem ter demanda superior, no cenário de emissões a um nível de 450 ppm de CO₂-eq, a todo o petróleo consumido atualmente na Índia, o que implica a necessidade de maiores incentivos à pesquisa e desenvolvimento de tais combustíveis, os quais devem viabilidade econômica até 2015.

A redução da intensidade carbônica da economia passa pelo estímulo às energias renováveis e à eficiência energética em produtos, processos produtivos, na distribuição e conservação de energia. Passa também pela remoção de subsídios a combustíveis fósseis nos mercados de energia, estimados em US\$ 300 bilhões anuais, ou 0,7% do PIB global, que resultam na redução de preços de carvão, eletricidade, gás natural e derivados de petróleo³².

Figura 4 - Demanda por biocombustíveis 2007-2030



Fonte: IEA, World Energy Outlook 2009

Tais subsídios poderiam ser direcionados à eficiência energética e às energias renováveis, aproximando-as dos mercados em grande escala e/ou catalisando a pesquisa e desenvolvimento na área, o que poderia gerar oportunidades de negócio e empregos tanto em países desenvolvidos quanto em países em desenvolvimento.

4. Eficiência energética e energias renováveis em meio à crise econômica global

Em meio ao recente período de turbulências na economia global, cujo início se deu em 2008, e o anúncio de políticas públicas para combater seus efeitos, surgiram diversos estudos que, em comum, reconhecem os objetivos principais de políticas que visam a recuperação da economia global por meio da retomada do crescimento e da estabilidade financeira e da criação de empregos. Contudo, esses estudos chamam atenção para a necessidade de que tais políticas também considerem outros desafios globais já presentes na agenda internacional previamente à irrupção da crise - dentre os quais as necessidades de combate à pobreza e à mudança climática global, de segurança energética e redução da dependência de fontes de energia não-renováveis, de proteção de ecossistemas e conservação de água doce.

Tais iniciativas se contrapõem à percepção amplamente difundida de que uma economia mais adequada em sua relação com o meio ambiente é necessariamente menos eficiente em prover progresso material ou prosperidade à sociedade. Percepção crescentemente questionada com a emergência e consolidação do desenvolvimento sustentável na agenda internacional, “[...] aquele que atende às necessidades do presente, sem comprometer a possibilidade das futuras gerações atenderem suas próprias necessidades” num contexto em que 1,4 bilhão de pessoas vive em situação de extrema pobreza, com menos de US\$ 1,25 por dia e cerca de 60% dos serviços ambientais essenciais à vida humana, como a regulação da qualidade do ar e do clima e a limpeza da água, encontram-se degradados ou usados além da capacidade de suporte dos ecossistemas .

Dentre as diversas iniciativas e propostas que buscam apontar alternativas de transição para uma economia mais inclusiva sob o aspecto social e eficiente no relacionamento com o meio ambiente, merece destaque a Green New Deal, uma iniciativa da UNEP, com foco no estímulo a políticas voltadas à retomada da economia global, à criação de oportunidades de emprego e de proteção de grupos vulneráveis, mas que também contribuam para redução da intensidade carbônica da economia, da degradação de ecossistemas e recursos essenciais à vida, e também para eliminação da pobreza extrema até 2015. Para tanto, recomenda-se o direcionamento de parte dos pacotes de estímulos a políticas que visam a recuperação da economia global para 5 áreas críticas: tecnologias associadas a energias renováveis; eficiência energética em prédios; tecnologias sustentáveis em transportes, agricultura sustentável e manutenção da “infraestrutura ecológica” do planeta, incluindo estoques de água doce, florestas, solos e recifes de corais³³.

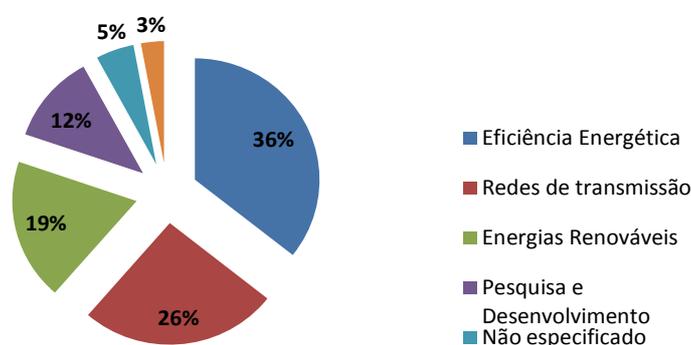
Ainda que possam haver diferenças em relação às prioridades ou estratégias de transição, as propostas associadas a termos como “economia verde” e “economia de baixo carbono”, tais quais a Green New Deal, em comum evidenciam a difícil dissociação entre temas sociais e ambientais no debate sobre desenvolvimento humano.

E não há como negar que o debate socioambiental influenciou as políticas públicas para combater a crise: recursos destinados exclusivamente a energias renováveis e eficiência

energética figuraram em pacotes de países, dentre os quais se destacam: Brasil, Reino Unido, Estados Unidos, Canadá, Índia, Japão, China e Austrália, além da União Européia³⁴.

No total, esses pacotes destinaram US\$ 177 bilhões³⁵ para ações de incentivo à economia verde, combinando diversos tipos de políticas públicas para combater a crise, dentre as quais: subsídios diretos, linhas de crédito, taxas de juros subsidiadas, incentivos fiscais³⁶. O desembolso desses recursos não foi imediato: durante o ano de 2009 foram gastos US\$ 24,8 bilhões, o que corresponde a apenas 14% dos 177 bilhões apresentados. Para 2010, estão previstos US\$62,1 bilhões, e mais US\$58,5 bilhões em 2011. E prioriza-se o investimento em eficiência energética em residências e na indústria (US\$ 62 bilhões), redes de transmissão de energia (US\$ 48.7 bilhões) e projetos em energia renovável (US\$ 34 bilhões) (Figura 5).

Figura 5 - Principais setores verdes contemplados em políticas de combate à crise econômica (2009-2011)



Fonte: New Energy Finance

Os Estados Unidos são o país que reservou mais recursos para estímulos verdes, com um pacote de US\$ 67 bilhões anunciado no início de 2009, dos quais foram US\$ 25 bilhões até o final de 2009.

A China ficou em segundo lugar, com US\$ 46.9 bilhões voltados a estímulos para economia de baixo carbono³⁷, dos quais US\$ 19 bilhões para projetos de expansão da rede elétrica e pesquisa em *smart grids*, e US\$ 1,5 bilhão à pesquisa de veículos eco-eficientes. O governo chinês também apresentou um pacote de incentivo à indústria chinesa de componentes para geração de energia renovável, concedendo crédito e subsídios, e dificultando a importação de tecnologias e componentes estrangeiros associados a essa indústria. Ainda na Ásia, destacam-se os programas do Japão, que destina cerca de US\$19 bilhões focados principalmente em eficiência energética em prédios e veículos eco-eficientes, e da Coreia do Sul, de US\$ 16,4 bilhões, orientados à eco-eficiência e promoção do desenvolvimento de uma indústria de baixo-carbono: fábricas de LEDs, células solares, carros híbridos, dentre outros.

A União Européia, responsável pelo terceiro maior pacote, de US\$ 47 bilhões, reservou US\$ 14,7 bilhões para eficiência energética em prédios, US\$ 12,5 bilhões para projetos de captura e armazenamento de carbono, US\$ 9 bilhões para desenvolvimento da rede elétrica US\$ 7,9 bilhões para pesquisas em veículos eco-eficientes e US\$ 3,5 bilhões à geração de energia renovável. Dentro da Europa, os maiores pacotes nacionais foram os da Alemanha, França, Reino Unido, Itália e Espanha.

Para que a eficiência energética seja adotada amplamente pela sociedade, desde o setor produtivo até o consumidor final de produtos e serviços, é papel do poder público criar políticas adequadas à promoção do consumo eficiente de energia.

5. Políticas públicas para eficiência energética

As políticas atuais de eficiência energética possuem foco voltado a 3 elementos em especial: a crise financeira, segurança energética e preocupações ambientais.³⁸ O setor de eficiência energética é caracterizado pela existência de barreiras à entrada e falhas de mercado, que inibem o comportamento dos agentes privados, o que torna essencial a existência de políticas e estratégias claras voltados à promoção da eficiência energética. É especialmente necessário otimizar os benefícios, minimizar os custos, evitar desalinhamentos e utilizar os mecanismos mais eficientes.

Os obstáculos para a disseminação de práticas e projetos que visam conservar energia são diversos, devido à assimetria de informações existente na área, à “miopia” dos agentes envolvidos, os quais não “enxergam” os benefícios a longo prazo, e às restrições orçamentárias enfrentadas pelos setores público e privado, que acabam por postergar investimentos em conservação de energia.

Exemplos desses casos são observados freqüentemente, como na distorção de interesses existentes em acordos de senhorio e arrendatário, em que o consumidor final não sofre as conseqüências diretas de suas ações, como o aumento de preço da eletricidade³⁹. O elevado tempo médio de utilização da frota de caminhões brasileira (de 14 anos) é outro caso de falta de informação e coordenação na área, dado que caso tais veículos fossem trocados por mais novos, os altos investimentos iniciais poderiam ser compensados pela economia no consumo de combustíveis e em manutenção⁴⁰.

Um exemplo de má conduta governamental ocorreu na China, no início da década de 1990, quando o governo local introduziu uma política para elevar o número de residências com refrigeradores na cidade de Pequim. O modelo adotado como padrão, de origem japonesa, foi aquele que apresentou os menores custos de compra, mais adequados ao orçamento das autoridades chinesas. Entretanto, a ineficiência energética de tais equipamentos fez com que, ao final da década, o total de recursos despendidos com o consumo de energia desse produto fosse 3 vezes superior ao previsto caso o produto mais eficiente disponível no mercado tivesse sido escolhido.⁴¹

As estratégias recomendadas para a formulação de políticas que corrigem tais distorções e incentivam a implementação de projetos de conservação de energia são variadas, mas de forma genérica devem estar relacionadas a um contexto mais amplo - que inclui além do planejamento energético, políticas ambientais, econômicas e de transportes, dentre outras – dado o caráter inter-setorial que a eficiência energética pode assumir, impactando positivamente diversos segmentos da sociedade. Para tanto a determinação clara de responsabilidades aos agentes envolvidos, bem como o estabelecimento de metas são medidas extremamente úteis para garantir o foco e melhor monitorar os resultados.

Políticas bem implementadas garantem *accountability*, assegurando que todos os envolvidos, com especial destaque para o setor público, sejam responsabilizados tanto pelos êxitos quanto pelos seus equívocos e fracassos. Tal *accountability* pode ocorrer de forma centralizada, através de uma agência específica para o tema – caso de países como Nova Zelândia, Japão, Alemanha e China – em que a coordenação e gerenciamento são facilitados por tal

centralização, ou ainda de forma distribuída entre diversas agências em diferentes estratos do governo, angariando um maior suporte político.

Governos podem criar novas oportunidades para o setor privado se engajar em projetos de eficiência energética ao oferecerem melhores informações, divisão de riscos, além de garantir e estimular o financiamento de tais projetos. A criação de parcerias público-privadas, nas quais o governo subsidia o setor privado, para que instituições financeiras ofereçam empréstimos a taxas de juros preferenciais; a determinação de padrões mínimos de eficiência para aparelhos e produtos e/ou a etiquetagem desses, conforme seu uso de energia; e o treinamento de funcionários e formação de multiplicadores sobre as melhores práticas são maneiras de o setor público trabalhar junto com os demais setores da sociedade, criando uma cultura de uso eficiente de energia e incentivando os investimentos na área.⁴²

A seguir, são examinadas duas, dentre diversas, políticas públicas voltadas à eficiência energética que apresentam crescente relevância em países comprometidos com a redução da intensidade energética de suas economias.

5.1. Programas de Padronização e Etiquetagem

A eficiência energética assume papel preponderante no desenho de políticas voltadas para o setor energético, especialmente para países emergentes com suas demandas por energia em trajetória ascendente, e, desta maneira, programas que incentivem a promoção adquirem caráter de importância no panorama global. Dentre as formas de atingir maior eficiência no uso de cada kWh gerado destacam-se, por seu baixo custo e alta eficácia, os programas de padronização e etiquetagem de equipamentos elétricos, conforme ressaltado pela Fundação das Nações Unidas (UNF):

“Dentro da grande área de mudanças necessárias nos sistemas de energia de países desenvolvidos e em desenvolvimento, a UNF escolheu como duas áreas programáticas específicas que terão um impacto altamente alavancado nas rotas de desenvolvimento futuras para o mundo em desenvolvimento: padrões e selos de eficiência energética e eletrificação de comunidades rurais através do uso de fontes de energia sustentável”.⁴³

Programas de categorização dos parâmetros de eficiência de equipamentos em geral utilizam duas técnicas diferentes: selos de eficiência energética e padrões mínimos de eficiência, tanto separadamente como de forma combinada. Desenhos de selos podem tomar diversas abordagens, como recomendações, certificações, comparações de produtos e uso energético do produto. Independente da forma, os selos são desenhados para informar os consumidores e influenciar suas decisões no momento da compra. Os selos não possuem caráter mandatório para determinar quão eficiente um produto deve ser, e sim buscam oferecer aos consumidores finais detalhes acerca da eficiência energética e dos custos ao longo da vida de um produto, visando encorajar o mercado a adotar aqueles produtos que são mais eficientes.

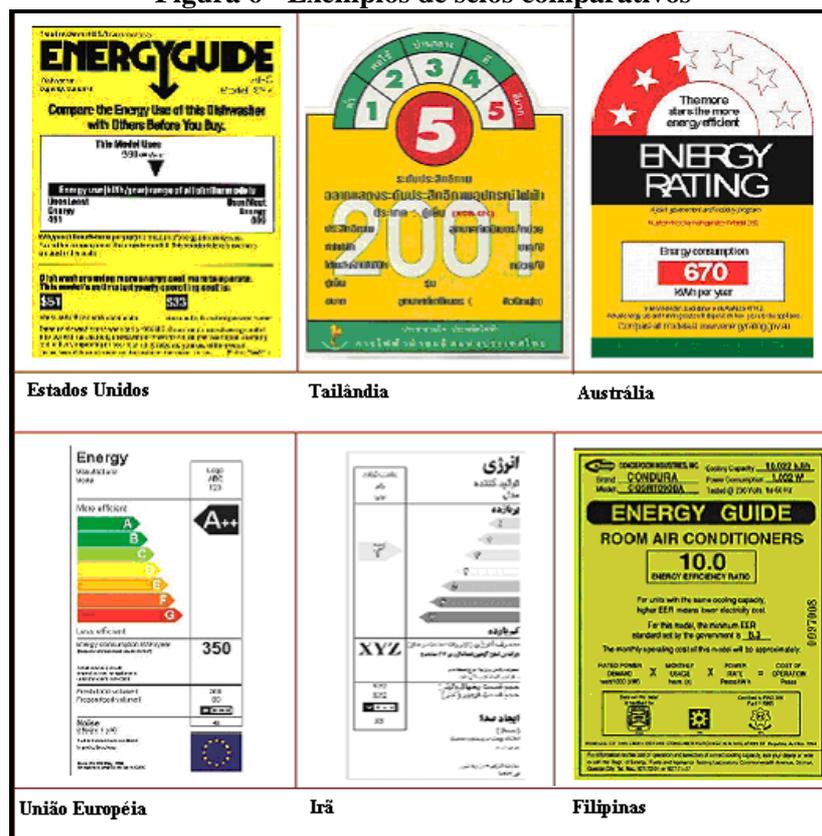
O primeiro programa obrigatório de padrões mínimos de eficiência energética muito provavelmente foi introduzido na Polônia em 1962, focado em uma série de equipamentos industriais. O governo francês determinou padrões específicos para refrigeradores em 1966 e para freezers em 1978. Todavia, tais legislações ainda eram fracas e com falhas em sua implementação, ocasionando pequeno impacto sobre o consumo de energia e, desta forma, o primeiro programa a afetar seriamente os produtores e reduzir o consumo de energia ocorreu no estado da Califórnia, nos Estados Unidos, em 1976. Até 2004, ao menos 55 países já

apresentavam algum programa, mandatório ou voluntário, de padronização e/ou etiquetagem de utensílios eletrônicos⁴⁴.

Selos de EE são etiquetas informativas afixadas a produtos manufaturados para descrever o desempenho energético dos mesmos, geralmente em forma de uso de energia, eficiência, ou custo energético. Tais selos transmitem aos consumidores dados necessários para a realização de uma compra bem informada, podendo ser selos de “aprovação” (*endorsement labels*) ou selos comparativos, os quais permitem aos consumidores comparar o desempenho de produtos semelhantes de acordo com critérios claros e bem definidos. A eficácia dos selos e etiquetas depende fundamentalmente da maneira com que apresentam as informações ao consumidor individual, além de sua associação com campanhas de conscientização e incentivos financeiros para desenvolvimento de novas tecnologias dentre outros programas relacionados à questão energética.

Etiquetas comparativas contêm vários tipos de informação energética, qualitativas ou quantitativas, que podem ser utilizados para comparar produtos em determinada categoria. Exemplos de selos comparativos (Figura 6) facilmente compreensíveis são encontrados na União Européia, Argentina, Austrália, Brasil, China, Colômbia, Hong Kong, Hungria, Índia, Indonésia, Irã, Israel, Malásia, México, Sri Lanka, Suíça, Tailândia e Estados Unidos⁴⁵.

Figura 6 - Exemplos de selos comparativos



Fonte: CLASP (2006)

Padrões de eficiência energética são procedimentos e regulamentações que prescrevem o desempenho energético de equipamentos e utensílios, por vezes proibindo a venda de produtos que são menos eficientes que um nível mínimo. Tal padronização em geral pode se referir a protocolos bem definidos para a estimação da performance de um produto da forma

como este é mais comumente utilizado e, quando de forma mais intensa, estabelece limites para o uso máximo de energia (ou eficiência mínima) com base nos protocolos de teste.

Os padrões podem ser concebidos para eliminar os produtos menos eficientes do mercado, eliminar todos os produtos exceto os mais eficientes, para alcançar harmonia com os padrões de outros países e parceiros comerciais, ou para encorajar a indústria local ou os importadores locais a comprar e vender produtos mais eficientes que atendam os padrões mínimos.

As autoridades políticas, ao desenhar quaisquer programas de categorização de equipamentos, devem levar em consideração a eficiência atual e a potencial dos diferentes equipamentos que estão ou estarão disponíveis no mercado; se os produtos são, ou podem ser, produzidos domesticamente ou se devem ser importados; os tipos de padrões que outros países possuem, notadamente aqueles mais próximos geográfica e comercialmente. Uma vez que um país tenha decidido adotar um programa de padronização ou etiquetagem, deve estabelecer uma autoridade legal adequada para estabelecer os requisitos mínimos de eficiência e/ou desenhar os selos e etiquetas a serem adotados, tornando as informações e dados transmitidos aos consumidores confiáveis e precisos.

Outro fator importante para o sucesso destes programas, seja para a adoção de padrões mínimos ou de selos informativos, é o envolvimento de todos os stakeholders, visando estabelecer credibilidade política, legitimidade, e suporte para as medidas propostas, além de garantir que os dados e as análises realizadas não ignorem fatores importantes ou reflitam equívocos analíticos.

Obedecidos os requisitos supracitados, os programas funcionam, dado que, por exemplo, o programa de padrões e etiquetagem obrigatória das Filipinas resultou em um aumento de 25% na eficiência de todos os ares-condicionados em apenas um ano, enquanto na Coreia do Sul um programa semelhante culminou com quedas de 11 e 24 por cento, respectivamente, no consumo de energia por refrigeradores e por ares-condicionados⁴⁶.

Outros benefícios diretos de tais programas, além da geração de consideráveis economias de energia, são observados dado que estes tratam todos os produtores, distribuidores e vendedores de forma equivalente, reduzem investimento em infra-estrutura de oferta de energia, elevam o bem estar do consumidor, fortalecem mercados competitivos, auxiliam no alcance das metas de mudança climática dos países, evitam a poluição regional e urbana. O comércio também recebe fomento, graças à remoção de barreiras indiretas, à maior transparência do mercado, aos menores custos para testar e desenhar produtos e às melhores possibilidades para comércio e transferência de tecnologia com parceiros internacionais. No entanto, tamanhos sucessos dependem de políticas com foco voltado para os equipamentos certos, dado que os benefícios oriundos de programas de padronização e/ou etiquetagem para produtos que consomem menos energia, como torradeiras, são geralmente muito pequenos para justificar os custos.

A adoção de políticas de padronização também faz com que o governo ofereça incentivos para a indústria elevar a eficiência de quaisquer utensílios além dos padrões mínimos. À medida que uma maior eficiência é alcançada, o governo pode alterar os padrões para o nível mais alto atingido pela inovação. Esse processo iterativo pode transformar o mercado em um ambiente que gera constantes melhorias de eficiência substanciais.

Assim, especialmente para o caso dos países em desenvolvimento, em que cerca de 2 bilhões de pessoas ainda não possuem acesso à eletricidade⁴⁷, é imperativo que todo kWh de

eletricidade seja utilizado da maneira mais eficiente possível, de forma que possa beneficiar o máximo de pessoas possíveis. Particularmente quando aplicados sobre novos investimentos em produtos que demandam energia, padrões de eficiência e selos podem realizar consideráveis economias de energia a um custo baixo.

5.2. Empresas de Serviços de Conservação de Energia (ESCO)

Na transição para uma sociedade mais eficiente no consumo de energia, um papel cada vez mais representativo vem sendo desempenhado pelas Empresas de Serviços de Conservação de Energia (ESCO, *Energy Services Companies* na sigla em inglês), que oferecem serviços para melhorias em termos de eficiência energética, inclusive garantias financeiras, aos demais agentes da sociedade. A remuneração de uma ESCO, em geral, é diretamente ligado à quantidade de energia conservada, por meio de contratos de desempenho energético (*Energy Performance Contracting*, EPC).

Embora as ESCO não sejam propriamente um instrumento de política, elas frequentemente são tratadas como tal, uma vez que são veículos importantes para promover eficiência energética e superar uma série de barreiras e falhas existentes no mercado de energia, em razão do modelo de negócio baseado em contratos de desempenho energético. Geralmente as ESCO ofertam serviços como o desenvolvimento e desenho de projetos de eficiência energética; instalação e manutenção de equipamentos eficientes; e mensuração, monitoramento e verificação das economias obtidas com tais projetos. Financiamento para os investimentos necessários também podem ser providos pelas ESCO através de fundos próprios, do consumidor, ou ainda de uma terceira parte (governo, instituições financeiras, etc.).

O conceito das ESCO surgiu nos Estados Unidos nos anos 1970, após a primeira crise do petróleo e, então, se espalhou pela Europa, onde a indústria das ESCO se desenvolveu com sucesso em alguns países, como na Alemanha. Já em países, como Holanda e Dinamarca, com programas mandatórios do lado da demanda e elevado envolvimento público na implementação de projetos de eficiência energética, o desenvolvimento do setor foi reduzido. Na década de 1990, as primeiras ESCO foram criadas em países em desenvolvimento e atualmente, o conceito de ESCO encontra-se difundido com diferentes intensidades na maioria dos países industrializados, em muitas economias em transição e nos maiores países emergentes, com destaques para Hungria, e China dentre outros⁴⁸.

Nos países industrializados, como Estados Unidos e Alemanha, o setor público é um dos mais importantes clientes das ESCO, alavancado em nível nacional o desenvolvimento de projetos em prédios públicos, desenvolvendo regulamentação favorável e suporte financeiro.

Em países em desenvolvimento, como Brasil e Índia, o setor comercial é o cliente principal das ESCO e a falta de financiamento é um dos principais obstáculos para expansão dos contratos de desempenho energético. Enquanto as ESCO em países desenvolvidos concentram suas atenções em aprimoramentos tecnológicos que buscam a economia de energia, as ESCO em países em desenvolvimento precisam exercer grandes esforços para assegurar recursos para seus projetos, dedicando pouca atenção à pesquisa e desenvolvimento. Outro problema para a implementação dos contratos de desempenho energético, especialmente no setor industrial, é o tempo necessário para o *pay-back* de muitos projetos das ESCO: gestores aceitam períodos superiores a três anos somente quando os investimentos estão relacionados à área produtiva da empresa, ao core business, e não para insumos como energia.

Por meio de suas licitações, o poder público pode oferecer incentivos negativos para a adoção de projetos das ESCO. As opções de investimento são, geralmente, focadas em ativos ao invés de serviços energéticos e baseadas simplesmente no melhor preço de compra, não levando em consideração os custos ao longo da vida útil de um novo equipamento e conferindo menor importância à eficiência energética. Esse contexto vale tanto para países desenvolvidos quanto em desenvolvimento, mas apresenta maiores impactos nos últimos, nos quais o poder público em suas diferentes esferas desempenha papel mais representativo na economia nacional.

Programas genéricos e ferramentas de política para eficiência energética, ainda que não direcionados especificamente para as ESCO, contribuem para que os obstáculos existentes na área sejam transpostos. Medidas como o estabelecimento de normas para construções, obrigações para eficiência energética ou auditorias referentes ao uso de energia, são exemplos de políticas possíveis, uma vez que a implantação de tais programas costuma elevar a demanda por provedores de serviços de energia, inclusive as ESCO.

Quaisquer políticas dedicadas à área devem levar em consideração suas conexões com diversos aspectos e setores da sociedade, e precisam apresentar integração com as políticas econômica, social e ambiental. Tal integração auxilia na manutenção de visibilidade e deve incorporar elementos como: potencial para conservação de energia de forma eficiente, o uso de tecnologias avançadas, acesso dos consumidores aos recursos, produtos e assistência qualificada para que tomem as melhores decisões, diminuindo a assimetria de informações acerca do assunto.

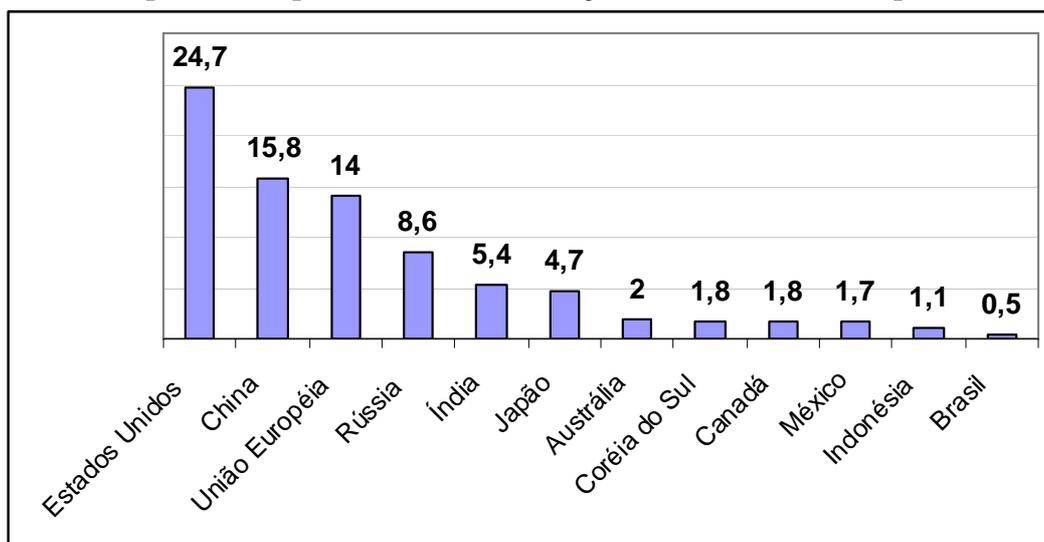
6. Eficiência energética na construção civil

A construção civil é responsável pelo consumo de 30% de todos os recursos extraídos da natureza, representando globalmente 40% de toda energia consumida, 25% do consumo de água e 12% do uso da terra, além de gerar 25% dos resíduos sólidos e ser causador de cerca de 30% das emissões de GEE no planeta⁴⁹. O setor, que emprega em média 10% das populações economicamente ativas dos países⁵⁰, também apresenta grande potencial para reduzir tais emissões por meio de tecnologias e conhecimento já disponíveis atualmente.

Uma vez que os prédios superam os 50 ou 100 anos de vida útil, pode-se imaginar que o corte de emissões GEE no setor de construção requeira um longo período de tempo, entretanto esta não é a realidade. A longevidade de tais edificações faz com que de 80 a 90% do consumo de energia durante o uso ou operação das mesmas se dê para iluminação, aquecimento, resfriamento ou ventilação. Os demais 10 a 20% são consumidos nas etapas de extração e processamento de matérias primas, construção e demolição⁵¹.

Em nível global, a geração de eletricidade e aquecimento responde por 88% das emissões do setor de construção civil. Nos Estados Unidos, por exemplo, os edifícios comerciais e residenciais respondem por 72% do uso de energia elétrica e 38% de emissões de CO₂. (Figura 7).

Figura 7 - Participação (%) das emissões de CO2 oriundas da geração de eletricidade e aquecimento para o setor de construção civil sobre o total do país



Fonte: World Resources Institute, 2005

Elevar a eficiência energética em prédios é uma tarefa complexa, que exige integração entre arquitetura, projeto, construção, sistemas construtivos e materiais, daí os melhores resultados serem obtidos quando considerações ambientais e energéticas são incorporadas desde a etapa de planejamento. As reduções de consumo de energia em prédios já existentes são potencialmente maiores que em prédios já construídos. Contudo, os gastos são menores para tornar um prédio mais eficiente em consumo energético quando tal questão é incorporada ao projeto do prédio ser construído.

Escolhas como o tamanho e a orientação de janelas ou a cor das paredes de uma casa apresentam impactos significativos no consumo energético de uma edificação. Na Figura 8, é possível verificar como pequenas mudanças no projeto de uma casa, em janelas e isolamento, podem alterar significativamente o consumo de energia. Neste caso, observa-se uma redução de 65% no consumo

Figura 8 - Consumo de energia em três casas diferentes (em localidade com clima moderado)

	Casa 1	Casa 2	Casa 3
Superfície	100m ²	100m ²	100m ²
Volume	250m ³	250m ³	250m ³
Temperatura (inverno)	19°C dia 15°C noite	19°C dia 15°C noite	19°C dia 15°C noite
Janelas	16m ² (dos quais 3,2m ² para o Sul)	16m ² (dos quais 11,2m ² para o Sul)	28m ² (dos quais 22m ² para o Sul)
Noites no inverno	Cortinas abertas	Cortinas fechadas	Cortinas fechadas
Dias no verão	Cortinas abertas	Cortinas fechadas 85%	Cortinas fechadas 85%
Insolação nas paredes	7cm internos	7cm internos	10cm externos
Insolação no teto	14cm	14cm	20cm
Necessidades de Aquecimento /	14.300 kWh	9.429 kWh	5.070 kWh
	100%	-34%	-65%

Fonte: IEA, Promoting Energy Efficient Investments: Buildings, 2008

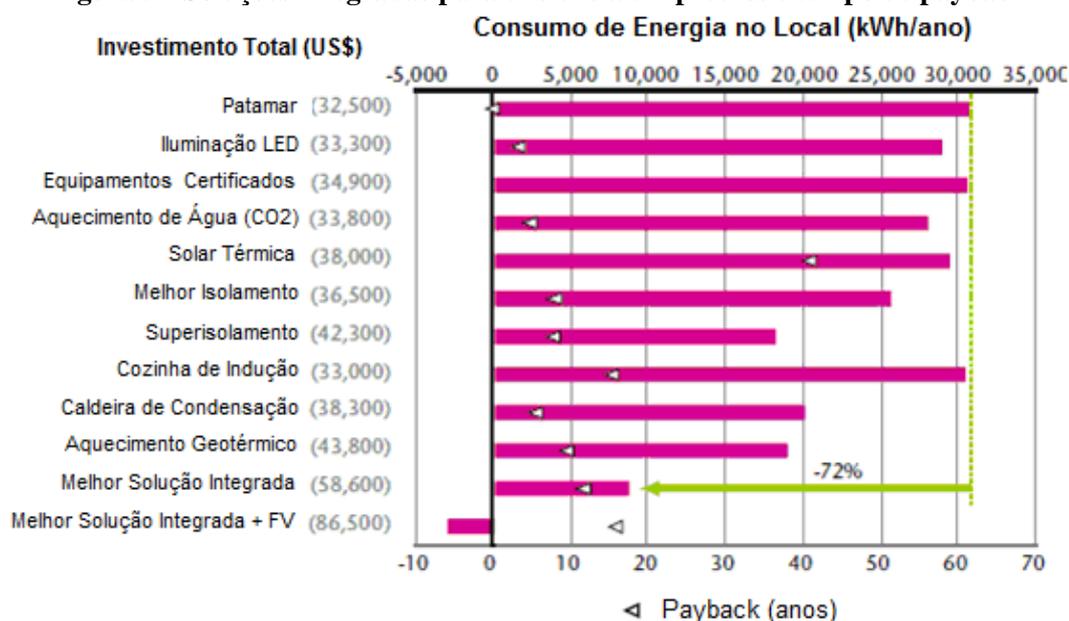
Mas priorizar o estímulo da eficiência energética em novos prédios faz mais sentido em países em desenvolvimento, nos quais o número de novas edificações é mais elevado, em razão de motivos como déficit habitacional, crescimento populacional ou expansão da renda *per capita*, dentre outros aspectos. Já em países desenvolvidos faz muito mais sentido priorizar resultados em eficiência energética em edifícios já construídos. Apenas a reforma das instalações de um prédio ineficiente pode reduzir o uso de energia e a conta para o consumidor final em algo em torno de 20% a 50%⁵².

Quanto mais integrada a solução adotada, maior é a eficiência energética obtida, podendo-se reduzir em até 70% o uso de energia, em comparação com o sistema anterior. O retorno do investimento também se revela mais rapidamente. Em um exemplo de casa no sudeste dos Estados Unidos, a redução do consumo chega a 72%, com o tempo necessário para recuperar os investimentos iniciais também diminuindo e, assim, aumentando a possibilidade dos custos iniciais justificarem os possíveis benefícios da solução⁵³ (Figura 9).

Entre as alternativas para maximização de eficiência energética em prédios, merecem destaque: iluminação natural, placas de energia solar FV nos telhados, aquecedores solares de teto para ambiente e água, ultra-isolamento, ventilação natural, bombas de aquecimento usando calor do solo, janelas revestidas, sanitários sem água, sensores de movimento para iluminação.

Essas alterações podem ser implantadas em grande escala em uma cidade, estados ou países. Mas ainda sim, para várias empresas e indivíduos, o custo inicial de *retrofit* - processo de modernização de um prédio para incrementar sua eficiência energética - não se mostra atrativo em razão de os benefícios em redução do consumo de energia se revelarem na maioria das vezes somente no longo prazo. Para as construtoras, a implantação de prédios mais eficientes no consumo energético representa, normalmente, maiores investimentos e redução na margem de lucro. Para mudar essa percepção, políticas públicas são necessárias para incentivar a incorporação da eficiência energética desde a o projeto das novas edificações.

Figura 9 - Soluções integradas para eficiência em prédios e tempo de payback

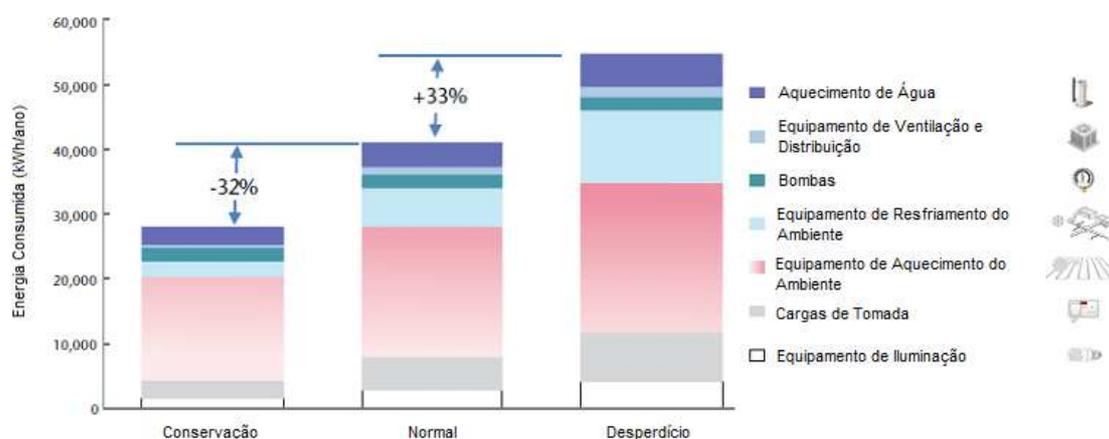


Fonte: Energy Efficiency in Buildings. WBCSD. 2009.

Por certo, também falta também conhecimento sobre o tema para grande parte da sociedade, o que prejudica o desenvolvimento da eficiência energética em edificações novas ou não, daí a necessidade de que as políticas públicas também sejam direcionadas a oferecer informações sobre produtos mais eficientes, por meio de rotulagem, listas ou *rankings* de consumo energético, que podem ir de eletro-eletrônicos a veículos e prédios.

Estima-se que comportamento irresponsável das pessoas pode aumentar em até 33% os gastos energéticos de um prédio, enquanto o comportamento mais consciente sobre os impactos de suas decisões pode reduzir os custos energéticos de um prédio em até 32% (Figura 10), o que mostra como a simples educação sobre o tema pode cortar mais da metade o consumo energético de um prédio.

Figura 10 - Impacto do comportamento dos usuários no consumo de energia residencial



Fonte: Energy Efficiency in Buildings. WBCSD (2009)

Não se deve desprezar nesse debate, que para aqueles que consideram o custo da energia uma porção pequena do orçamento mensal, economias em gastos energéticos não garantem mudanças de comportamento. Para além da maior intensidade em materiais e consumo energético que tem caracterizado a sociedade, em escala global, fatores sociais e hábitos culturais, que determinam o nível de conforto demandado, estão diretamente relacionados ao consumo energético em diferentes regiões.

Além dos obstáculos que dizem respeito à falta de informação das pessoas, uma outra falha de mercado que compromete a adoção de medidas que promovam a eficiência energética em prédios, sejam elas residenciais ou comerciais, diz respeito aos incentivos conflitantes, casos em que o benefício das economias de energia não se aplica ao agente que faz o investimento, comum em situações de locatário e proprietário.

Como exemplo, muitos apartamentos e escritório em blocos densamente ocupados para habitação ou atividades empresariais não possuem sistemas individuais de aquecimento, ventilação e ar-condicionado (HVAC, na sigla em inglês) e/ou medição individual de seus consumos. Tais custos podem ser incluídos no aluguel e baseados em critérios como espaço construído e, assim, o locatário não possui incentivos para conservar energia. Quando estes últimos são cobrados por seu consumo real, o uso de energia com HVAC cai de 10 a 20%⁵⁴.

No cenário internacional, países como a Alemanha estão na vanguarda no que tange a eficiência energética em prédios: desde janeiro de 2009, exige-se que todas as construções novas apresentem ao menos 15% de aquecimento interno e de água proveniente de fontes

renováveis, ou melhorias em termos de eficiência energética⁵⁵. O governo local oferece suporte financeiro aos proprietários e construtores de edificações sejam elas novas ou já existentes, com o intuito de promover a adoção das medidas supracitadas.

A Índia, país com características de crescimento similares as do Brasil, toma providências em eficiência energética desde 2001. A Lei de Conservação da Índia, que cria padrões de eficiência energética para prédios e construções, obriga grandes consumidores de energia a aderir a certas normas de eficiência em consumo energético e exige exibição de um selo em eletrodomésticos.

Em 2007, o governo indiano lançou um mecanismo que permite consumidores a pagarem antecipadamente por uma quantidade pré-estabelecida de luz, reduzindo assim a inadimplência e o consumo excessivo de energia. A África do Sul, por sua vez, possui a *Energy Efficiency Strategy*, legislação promulgada em 2005, voltada à promoção de eficiência energética no país, a qual estabelece uma meta para redução de 12% da demanda final por energia até 2015, com meta de 10% de redução para o setor residencial e 15% para o comercial⁵⁶.

As regulamentações que estabelecem padrões mínimos para a eficiência energética também apresentam bons resultados como observado no caso da Califórnia, estado norte-americano que no período entre 1975 e 2002 apresentou queda de 40% no uso de energia residencial per capita, frente a uma redução de 16% observado nos EUA como um todo⁵⁷.

6.1. Análise Sub-Setorial: Setor Residencial

O Brasil é caracterizado, assim como Estados Unidos e Índia, por ter uma maioria de residências ocupadas por somente uma família (casas individuais), com quase 50 milhões de domicílios nesta classificação. Em casas individuais, o consumo energético per capita é maior, embora, por serem mais espaçosas, o consumo por m² seja menor (Quadro 1). Todavia, dado que no Brasil 73%⁵⁸ dos residentes também são proprietários de suas casas, os problemas de incentivos conflitantes são reduzidos nesses casos, o que contribui para uma maior eficiência de medidas e políticas na área.

Quadro 1 - Comparativo do consumo de energia entre apartamentos e casas individuais nos Estados Unidos

	Apartamentos	Casas Individuais
Consumo total (TWh)	264	2285
Por domicílio (kWh)	15,760	31,730
Por pessoa (kWh)	7,740	11,630
Por metro quadrado (kWh)	212	126

Fonte: WBCSD, 2009

As principais barreiras para países em desenvolvimento são a falta de regulação e falta de fiscalização e *enforcement*, além do difícil acesso a financiamento. Na China, os códigos de construção não são efetivamente respeitados. No Brasil, 75%⁵⁹ das casas individuais são construídas através do setor informal. Em ambos os casos a necessidade de cobrir déficits habitacionais acaba sobrepondo a questão da eficiência energética.

A falta de conhecimento faz com que os proprietários de casas apresentem como tendência realizar menores investimentos e em melhorias não tão eficientes quanto possível. Na França, por exemplo, 70% das medidas são voltadas à adoção de janelas duplas, as quais melhoram o

isolamento e mantém a temperatura interna menos suscetível às variações externas, enquanto mais benefícios podiam ser obtidos com outras tecnologias.

6.2. Análise Sub-Setorial: Escritórios

O setor de escritórios é o mais representativo em termos de área construída e uso de energia dentre as atividades comerciais em diversos países. Na China, por exemplo, 2 bilhões de m² foram construídos anualmente nos últimos anos, o equivalente a um terço de toda área construída em forma de edifícios no Japão.

A complexidade do mercado de edifícios comerciais aumenta o desafio de aumentar a eficiência energética em prédios desse segmento, dado que existem muitos *players*, principalmente no segmento de aluguéis, como proprietários e agentes individuais, que tendem a conferir maior importância aos custos iniciais frente a uma análise de longo prazo.

Algumas restrições físicas também surgem para casos de edifícios de escritórios, nos quais é mais difícil instalar grandes painéis fotovoltaicos para geração de energia dado o espaço limitado do teto frente ao tamanho do edifício. Tais dificuldades aumentam a necessidade de P&D para surgimento de novas tecnologias que melhorem a eficiência de novas construções, bem como a de construções antigas. Exemplo de abordagem inovadora é o surgimento no mercado de janelas com células solares, que permitem a entrada de luz e também geram energia de forma limpa, como as produzidas pelas empresas XsunX, Inc e New Energy Technologies, Inc.

6.3. Análise Sub-Setorial: Varejo

As atividades comerciais representam cerca de 16% do uso comercial de energia nos Estados Unidos e 23% na Europa, com os principais usos sendo HVAC e iluminação⁶⁰.

A questão da iluminação, que representa 47% do uso de energia em shoppings, é considerada uma forma de atrair o consumidor, contribuindo para melhores desempenhos em vendas e, assim, apresentando tendência crescente em sua utilização. Outro fato que aumenta o consumo de energia é o horário de funcionamento cada vez mais amplo dos estabelecimentos comerciais, elevando a necessidade de implementação de tecnologias que aumentem a eficiência energética nesses estabelecimentos.

Grandes supermercados como Wal-Mart e Tesco estão economizando energia através de mudanças radicais no desenho de suas lojas. O Wal-Mart está colocando em funcionamento lojas com reduzido consumo e que deverão, de acordo com as intenções da empresa, funcionar com 100% de energia renovável. A primeira loja de próxima geração da rede de supermercados foi inaugurada em janeiro de 2008, consumindo cerca de 25% menos energia do que comparada com uma loja inaugurada em 2005 e reduzindo o uso de refrigeradores em 90%⁶¹.

6.4. Caso: Green Building Council

Uma das iniciativas mais famosas no setor privado, o Conselho de Construções Verdes dos Estados Unidos (USGBC), conhecido por seu programa de certificação e classificação em Liderança em Energia e Design Ambiental (LEED), estimula a eficiência energética ao estabelecer, através de programa voluntário, padrões superiores aos do programa Energy Star do governo norte-americano.

Um prédio certificado pela LEED deve cumprir padrões de qualidade ambiental, uso de matérias primas, eficiência energética e uso de água. O prédio se torna mais atraente por ter menores custos de operação e maiores taxas de aluguel. Tais padrões surgiram no ano 2000 para construção de casas, e em 2004 para interiores de edifícios comerciais e melhorias realizadas por inquilinos em prédios já existentes.

O processo de certificação para prédios novos começa pela análise do local - merecendo destaque aqueles que oferecem proximidade ao transporte público, seguida por considerações sobre eficiência energética e de uso de água, uso de materiais e a qualidade do ambiente interno. É necessário que as construções também maximizem a exposição à luz do dia, com a quantidade mínima de iluminação de 75% em espaços ocupados.

Nos Estados Unidos, a LEED já certificou 1.600 prédios novos e outros 11.600 planejados ou em construção já se inscreveram para a certificação. O espaço total em edifícios comerciais que já foi certificado ou registrado para aprovação de certificação totaliza 465 mil km² de área ocupada.

Conselhos de Construções Verdes já existem em 14 países, incluindo Brasil, Índia e Emirados Árabes Unidos. Dentre os demais países integrantes do GBC no mundo, merecem destaque: Índia, que possui 27 mil km² certificados, China com 26,7 mil km² e Canadá com 23,9 mil km²⁶².

Um estudo realizado a pedido do governo da Califórnia analisou a economia de 33 prédios certificados pela LEED no estado e concluiu que a certificação elevou os custos da construção em US\$ 4/pé² (US\$ 43/m²), todavia os benefícios obtidos nos primeiros 20 anos de operação para edifícios prata foram de US\$ 49/pé² (US\$ 527/m²), e aqueles com certificação ouro e platina tiveram lucros de US\$ 67/pé² (US\$ 721/m²)⁶³.

6.5. Caso: Resultados em eficiência energética na Califórnia

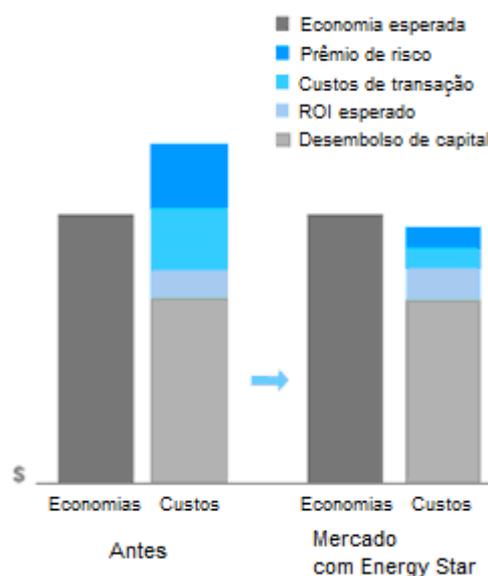
A Califórnia é um exemplo de um estado que conseguiu superar as barreiras à entrada e constantemente aumentar sua eficiência energética. Utilizando-se de incentivos, a Califórnia manteve seu consumo energético estável nos últimos 30 anos⁶⁴, economizando mais de 12 GW de demanda no horário pico e reduzindo, assim, sua demanda energética em mais de 40.000 GWh por ano⁶⁵. Essa redução é expressiva dado que a utilização de energia em horários de pico é de 45 GW. Com o intuito de minimizar ainda mais sua utilização de energia, a Califórnia implantou regulamentações adicionais para prédios que podem reduzir potencialmente o consumo de energia em 2.8 GW até 2016, e em 2008, criou incentivos voltados especificamente à iluminação, ventilação e geração de energia em telhados⁶⁶.

O sucesso da Califórnia veio da colaboração entre o estado e seus fornecedores de energia, que sempre mantiveram um bom relacionamento com seu mercado consumidor. Para alinhar as metas do estado e dos fornecedores, a Califórnia alterou a forma em que esses agentes gravavam receita. Os fornecedores, que lucravam com base na quantidade de energia vendida, passaram a ganhar com eficiência energética. A Califórnia passou a comprar a energia estimada no ano e não a energia vendida pelos fornecedores. Caso um fornecedor vendesse mais energia do que previsto, o saldo era retido pelo o governo e a quantidade de energia vendida deduzida da previsão do próximo ano. O custo por unidade energética é alterado pelo estado anualmente, fazendo com que a empresa continue a lucrar independentemente das reduções em unidade de energia vendida. Para garantir que as melhores tecnologias de

geração de energia são utilizadas, o governo criou um fundo com o fim de financiar projetos em eficiência energética.

Para incentivar os usuários de energia a reduzir o seu consumo, a Califórnia se apoiou no programa nacional de eficiência energética, Energy Star. O programa, um dos mais bem sucedidos do mundo, utiliza informação como sua maior ferramenta para promover eficiência energética. Sendo assim, os recursos do programa são utilizados para educar e informar os usuários sobre os benefícios monetários e ambientais de eficiência energética (Figura 11).

Figura 11 - Ilustração dos custos reduzidos pelo programa Energy Star



De casas a eletrodomésticos, o Energy Star implanta selos de categorização de eficiência energética para entregar aos seus usuários informações relevantes na sua decisão de compra. Estima-se que 40% dos americanos reconhecem a marca da Energy Star e desses, 50% utilizam a marca para fazer sua decisão de compra. No setor residencial, os prédios aprovados pelo Energy Star, consomem na média, 40% menos de energia do que os demais. Estima-se que as reduções nas emissões de gases de efeito estufa pelo programa Energy Star superarão 40% até 2012.

Dados da California Energy Commission and Public Utilities Commission Action Plan II apontam que as políticas mais eficientes para reduzir o consumo residencial de energia na Califórnia foram: padrões de eficiência energética para prédios e eletrodomésticos, incentivos patrocinados aos fornecedores e padrões de regulamento para aquecimento de água e ambiente⁶⁷. A utilização de patrocínios aos fornecedores é eficiente, dado que não apresenta uma barreira de entrada em termos de custos para os usuários da energia. Da mesma forma, tais patrocínios são flexíveis e fáceis de explicar, o que faz com que os usuários sigam os incentivos propostos pelas empresas. Tarifas e incentivos fiscais para os fornecedores fazem com que a empresa não conte somente na quantidade de energia vendida como receita, mas que ela ganhe também com a economia da mesma. Sendo assim, a saturação no mercado e a transparência das políticas para os consumidores são maiores.

Além dos incentivos nacionais, a Califórnia criou incentivos estatais para promover eficiência energética. A Comissão de Energia da Califórnia, em 2010, lançou o programa

Cash4Appliances, que remunera financeiramente consumidores que trocam os seus velhos eletrodomésticos por produtos mais eficientes. Um consumidor, ao reciclar o seu velho eletrodoméstico (em um centro de reciclagem oficial do estado) e trocá-lo por um novo, pode receber até US\$ 200 por cada geladeira, US\$ 100 por cada lavadora de roupas e US\$50 para cada ar condicionado. O estado disponibilizou US\$ 31.680.000 para serem utilizados como rebates neste programa e desde sua iniciação, recebeu 80.763 aplicações, das quais 37.548 já foram aprovadas⁶⁸.

O sucesso do estado em promover eficiência energética fez com que suas cidades criassem seus próprios programas de incentivo. O RECO (Residential Energy Conservation Program), implantado na cidade de São Francisco na Califórnia, é um código feito para aumentar a eficiência energética em prédios já existentes. Com esse programa, que exige que todas as residências na cidade sigam os padrões de janelas, isolamento térmico, torneiras, etc. a serem utilizados, São Francisco diminuiu em 15% o seu consumo de energia residencial. Para monitorar e garantir que as residências sigam os padrões do programa, o RECO é acionado cada vez que uma residência é vendida, que existe *metering conversions*, que construções acima de \$20.000 são feitas (\$6.000 por unidade de prédios ou \$1.000 por unidade de hotéis) e que há inspeções de condomínio.

7. Eficiência energética no setor de transportes

O setor de transportes é responsável por 19% do consumo global de energia e 23% das emissões globais de CO₂ e, portanto, desempenha papel fundamental no cumprimento de metas de combate à mudança climática. Caso o crescimento do setor se dê sem grandes alterações (um cenário “business as usual”), o número de automóveis deve triplicar até 2050, superando a marca de 2 bilhões de veículos. Em conjunto com o incremento das viagens longas de caminhões e aviões - que devem quadruplicar no mesmo período, a perspectiva é de elevação da demanda por combustíveis fósseis acompanhada de aumento em 80% das emissões de CO₂ no período⁶⁹.

Desta forma, a demanda por inovações que tornem alternativas de transportes coletivo e individual cada vez menos intensivas em emissões de GEE deve ganhar seguir ganhando relevância na agenda de governos, montadoras e fornecedoras de energia e combustíveis.

Desde abril de 2009, a União Européia promulgou medidas com a intenção de reduzir em 20% as emissões de GEE, com relação aos níveis de 1990, dentre as quais está a regulação que estabelece os primeiros padrões obrigatórios para as emissões de CO₂ de carros de passeio que entrem no mercado. Tais medidas terão aplicação legal a partir de 2012, buscando reduzir as emissões para 120 gramas de CO₂ por km. A nova regulamentação torna estes objetivos obrigatórios para 65% da frota comercializada pelas diferentes montadoras até 2012, 75% em 2013, 80% em 2014 e a totalidade da frota produzida em 2015 obedecendo à meta. A intenção é de que em 2020 tal padrão seja reduzido a 95 gramas de CO₂ por km, todavia tal índice será reavaliado em 2013.

Iniciativa de caráter semelhante foi adotada nos Estados Unidos em maio de 2010, seguindo as diretrizes apontadas pela Política Nacional de Eficiência de Combustíveis sancionada pelo presidente Barack Obama, em maio de 2009. A Agência Ambiental Norte-Americana (EPA), em conjunto com o Departamento Nacional de Transportes, Administração e Segurança no Trânsito e nas estradas (NHTSA, na sigla em inglês), estabeleceu padrões de emissão de CO₂ para carros e caminhões leves, os quais ficarão cada vez mais restritos a partir de 2012 e até

2016, conforme detalhado no Quadro 2, no qual também é apresentado o consumo de combustível projetado para tais automóveis, em milhas por galão, caso todo ganho em redução de emissões de CO₂ sejam originados somente a partir de melhorias na eficiência de consumo.

Quadro 2 - Níveis de emissões de CO₂ projetados (g/milha) e economia de combustível correspondente (milhas/galão):

Ano	2012	2013	2014	2015	2016
Carros de Passeio (g/mi)	263	256	247	236	225
Caminhões Leves (g/mi)	346	337	326	312	298
Combinado Carros & Caminhões (g/mi)	295	286	276	263	250
Carros de Passeio (mpg)	33.8	34.7	36.0	37.7	39.5
Caminhões Leves (mpg)	25.7	26.4	27.3	28.5	29.8
Combinado Carros & Caminhões (mpg)	30.1	31.1	32.2	33.8	35.5

Fonte: EPA, 2010

Medidas semelhantes de padronização dos níveis de emissão de CO₂ da frota de automóveis também foram adotadas na China, país em que os padrões foram implementados primeiramente para veículos de passeio em 2005 e posteriormente para caminhões leves em 2008. Os valores determinados para cada categoria de automóvel são o máximo permitido par cada veículo e não os limites para a média total da frota.

O Japão por sua vez é um dos países pioneiros na adoção de limites máximos para a emissão de CO₂ proveniente de sua frota de veículos, tendo introduzido um programa de caráter progressivo, conhecido como “Top Runner”, ainda em 2005, no qual a média observada para a eficiência no consumo de combustíveis em um período torna-se o padrão máximo permitido para o período subsequente. O sucesso do programa se reflete em um aumento previsto de eficiência de 23,5% de 2004 até 2015⁷⁰.

Outros programas também em aplicação no Japão dizem respeito à educação (promoção do Eco-driving) dos motoristas das melhores práticas para economia de combustíveis. Exemplos são vistos em incentivos para desligar o motor do automóvel quando o mesmo está parado, no uso de etiquetas informativas obrigatórias para os consumidores optarem pelos modelos mais econômicos na hora da compra e em benefícios fiscais para veículos elétricos, movidos a etanol ou gás natural, com redução de até 50% dos impostos referentes à compra e licenciamento dos veículos. Programas de etiquetagem, desde 2008, e isenção/redução de impostos, desde 2009, aplicável sobre os equipamentos utilizados para fabricação de carros híbridos, também são encontrados de forma semelhante na Coreia do Sul.

A resposta brasileira às emissões de GEE em transportes é dada, sobretudo, pelo uso de etanol alavancado pela expansão da frota de veículos *flex fuel*. O Ibama, com o intuito de ajudar os seus consumidores fazerem decisões conscientes, criou a Nota Verde, visto pelo governo como um estímulo para que o setor automobilístico busque tecnologias e alternativas ambientalmente corretas, dado que ranqueia os veículos com base em suas emissões de CO₂ e

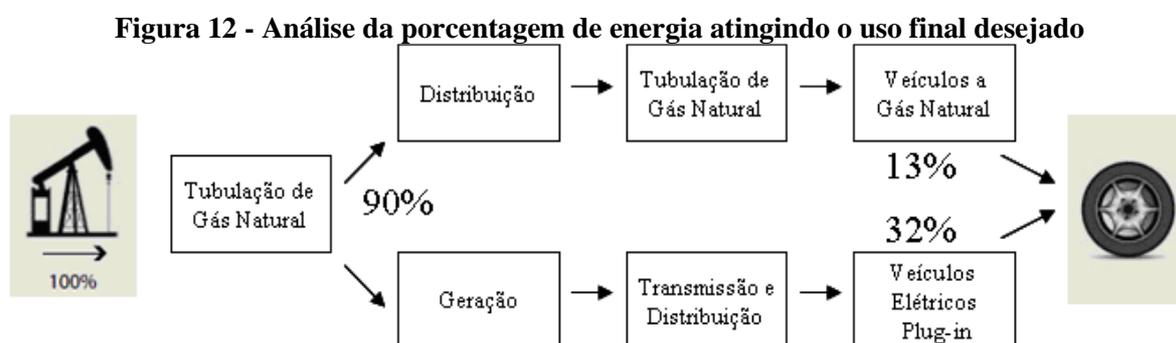
outros poluentes⁷¹. Outra iniciativa em vigor no país, esta de competência da Petrobras, é o Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (Conpet), instituído em 1991 e voltado principalmente para a conscientização da população, porém com resultados ainda escassos e estimadas 499 mil toneladas de CO₂ não emitidas por ano.⁷²

Os Estados Unidos e o Japão, cuja frota de automóveis híbridos representa mais de 80% do mercado mundial, adotam políticas de incentivo para veículos elétricos e híbridos, por meio de ou subsídios que chegam até US\$ 7.500 para os compradores. Outros países, como a China, buscam se posicionar na vanguarda tecnológica com respeito ao assunto. Considerando-se que o trecho diário de um usuário de automóvel normalmente se entende por menos de 40 quilômetros e é feito em baixa velocidade e 80% dos trechos feitos por veículos de passeio são de menos de 20 quilômetros, a substituição de carros movidos a combustíveis fósseis por carros elétricos para esses trajetos resultaria em redução de 50% das emissões de CO₂ no continente europeu. Daí a Agência Ambiental Européia estimar que os carros elétricos corresponderão a 60% das vendas e 25% da frota mundial em 2050⁷³.

Vale ressaltar que a substituição de veículos a combustíveis fósseis por elétricos, dependendo da matriz de geração de energia elétrica, pode não representar a substituição do uso de recursos não-renováveis por renováveis na matriz energética, mas sim o uso mais eficiente desses recursos.

7.1. Veículos elétricos e eficiência energética

Uma das principais questões a ser considerada para o setor reside na eficiência do uso de combustível pelos automóveis. A Figura 12 é uma apresentação que demonstra os caminhos da transformação de energia em veículos movidos à gás natural, muito promovidos no Brasil nos últimos anos, e à eletricidade. Ambos os caminhos se iniciam com as mesmas unidades de energia proveniente de gás (100 %) e entregam a mesma quantidade de energia através do transporte. Todavia, no caminho superior, correspondente ao automóvel movido à gás, apenas cerca de 13% da energia chega às rodas. O caminho inferior, por sua vez, em que o gás é utilizado para geração de eletricidade a ser ofertada a um veículo elétrico do tipo *plug-in*, a eficiência energética é quase 3 vezes maior, com 32% da energia alcançando as rodas do veículo.



Fonte: UNCTAD, 2009

Uma análise semelhante pode ser empregada para comparar os diferentes procedimentos utilizados para a obtenção de etanol ou produção de hidrogênio para uso em uma célula combustível. Eficiências dos diferentes componentes de cada cadeia energética são cumulativas, assim, o efeito well-to-wheel (do poço à roda) é o que determina a quantidade de energia primária que será necessária para oferecer o mesmo desempenho na atividade final. As estimativas dão conta de que um litro de gasolina abastecido a um motor à combustão interna resulte em 3kWh de energia final a um custo de R\$ 2,50, enquanto para o motor 100% elétrico os mesmos 3 kWh poderiam ser gerados a um custo de aproximadamente R\$ 1,90⁷⁴.

O uso de veículos elétricos (EVs, da abreviação em inglês), alimentados por baterias ou híbridos (motor elétrico e motor à combustão), apresenta expectativa de crescimento acelerado em todo o planeta e, desta forma, a eficiência energética “well-to-wheel” e a redução nas emissões de poluentes devem apresentar a mesma tendência positiva. Tal mudança deve ocorrer não somente com relação aos carros, mas também com demais veículos leves como motocicletas, além de ônibus e caminhões. A tendência é comprovada por eventos recentes como o anúncio realizado pelo presidente norte-americano Barack Obama em Agosto de 2009, dedicando US\$ 25 bilhões em investimentos para acelerar o desenvolvimento e implantação da próxima geração de veículos elétricos, e adicionais US\$ 2 bilhões voltados exclusivamente às baterias, nos Estados Unidos⁷⁵.

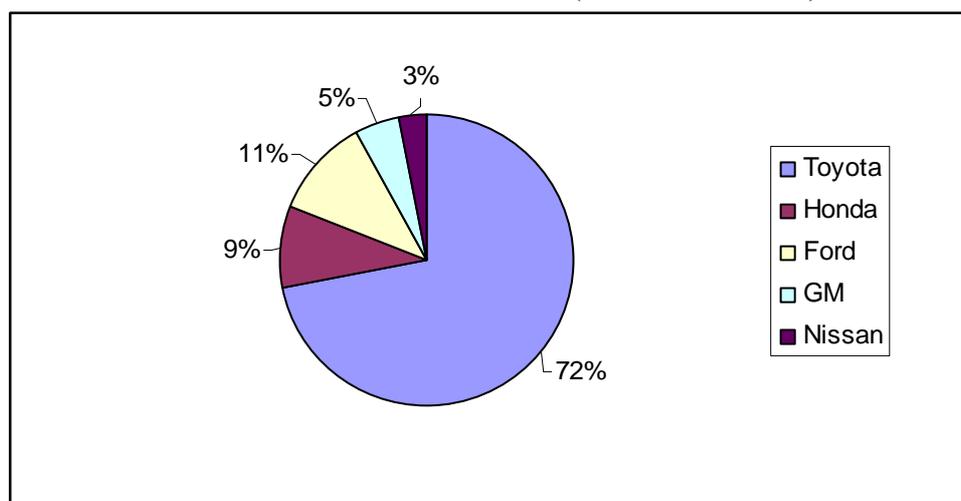
7.2. Veículos elétricos e híbridos: cenário internacional

O ano de 2009 pode ser considerado como um marco para o mercado de carros híbridos no mundo, embora os principais destaques estejam restritos essencialmente ao Japão e Estados Unidos. As vendas de veículos com motor elétrico superaram os 700 mil carros, dos quais 99% híbridos, representando 1,5% das vendas globais de veículos de passeio⁷⁶.

O principal mercado atualmente é o Japão, o qual mais do que triplicou o número de veículos híbridos licenciados no país em apenas um ano: 334 mil carros entraram em circulação em 2009, o equivalente a 8% das vendas totais de automóveis de passeio no país⁷⁷. Nos Estados Unidos, líderes mundiais até 2008, 290 mil híbridos foram licenciados em 2009, 2,8% dos carros vendidos no ano, uma queda de 8% observada com relação a 2008, num contexto em que a indústria automobilística do país observou uma redução de 21% na venda de automóveis novos⁷⁸.

A Toyota foi o destaque dentre as empresas que competem nessa área em expansão na indústria automobilística com o modelo Prius, que superou a marca de 2,5 milhões de veículos vendidos desde seu lançamento, sendo o carro de passeio mais vendido do Japão: cerca de 209 mil unidades. Nos Estados Unidos o desempenho de vendas desse modelo também é muito superior aos concorrentes, respondendo, por exemplo por cerca de 47% das vendas de modelos híbridos no país em dezembro de 2009. (Figura 13)

Figura 13 - Participação das montadoras no mercado de híbridos nos Estados Unidos (dezembro de 2009)



Fonte: December 2009 Hybrid Market Dashboard

A China já se posicionou em relação a veículos híbridos e elétricos e espera introduzir tais automóveis em seu mercado doméstico, de forma a reduzir sua dependência de petróleo e suas emissões de CO₂, em até 19%⁷⁹. Para incentivar a introdução da tecnologia, o governo local subsidia a compra dos veículos em até US\$ 8.800⁸⁰ por carro elétrico e US\$ 7.300⁸¹ por carro híbrido a entrar em circulação no país, além de tomar medidas para garantir a construção de postos de recarga nas cidades e ao longo de estradas. Dado que a maioria dos chineses utiliza seus carros para pequenas distâncias, e pelo fato de 80% das vendas de novos carros serem a primeira compra de veículo do usuário⁸², a probabilidade do carro elétrico ser bem aceito no país é apontada como grande e, desta forma, a China espera elevar sua frota de carros híbridos e elétricos para 500 mil até 2011, um número significativo considerando que Coréia do Sul, Japão e Estados Unidos estarão produzindo aproximadamente 1.4 milhão de EVs no mesmo período⁸³.

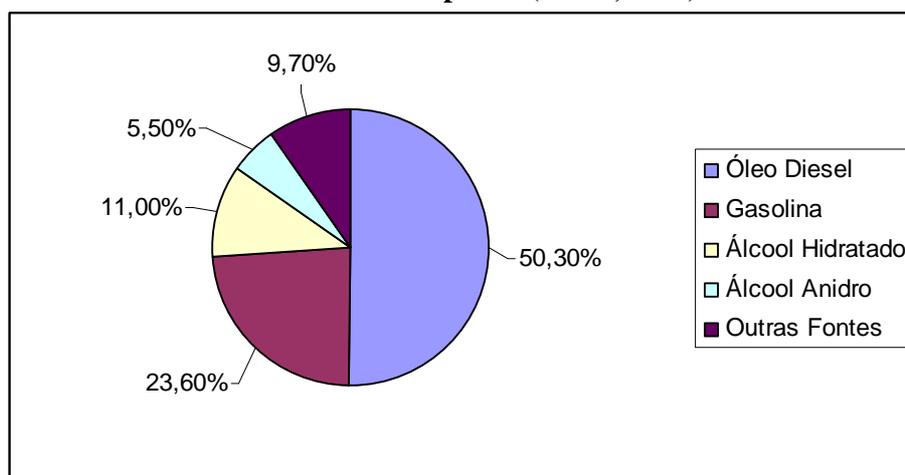
Na Europa, o mercado ainda é intensivo no uso de diesel e tem neste combustível a opção para os carros híbridos. Na França, país em que cerca de 70% dos veículos tem no diesel o seu combustível, o governo introduziu em 2007 uma política de subsídios à compra de carros que emitem menos de 130g de CO₂ por km e penalização aos consumidores que optam por veículos que emitem mais de 160g de CO₂ por km. Como resultado, merece destaque o lançamento pela Citroën de um modelo híbrido com motor de 200 cv de potência à diesel e motor elétrico, no eixo traseiro, de 50 cv, fazendo com que o veículo rode até 22 km/litro e emita apenas 120 gramas de CO₂ por Km percorrido, de acordo com os limites impostos na União Européia até 2012.

Países como Dinamarca, Israel e Portugal já estão avançados quando o assunto é a construção de estrutura adequada para receber os elétricos, com projetos de instalação de milhares de pontos de recarga e de estações de troca de baterias para viagens de longa distância, enquanto a adoção de padrão único de baterias para toda a região é discutida pela Comissão Européia. A expectativa da Renault é de que mais de 100 mil veículos elétricos, do seu modelo Fluence ZE, já estejam nas ruas dinamarquesas e israelenses até 2016⁸⁴.

7.3. Veículos elétricos e híbridos: cenário brasileiro

No Brasil, a importância do setor é ainda maior, uma vez que este representou 29,1% do consumo final de energia do país em 2008, ficando atrás apenas do setor industrial tendo como principal fonte energética o óleo diesel, o qual respondeu por 50,3% do total consumido no setor (Figura 14), apesar do aumento considerável de *veículos flex fuel* na frota nacional.

Figura 14 - Participação das diferentes fontes energéticas no setor de transportes (Brasil, 2008)



Fonte: EPE, 2009

Embora o carro elétrico seja visto como uma das possíveis soluções para reduzir as emissões de GEE em vários países, no Brasil, país em que o etanol se encontra consolidado como uma alternativa economicamente viável para os combustíveis fósseis, o carro elétrico é visto com certo receio. No Brasil, o Instituto Nacional de Eficiência Energética (INEE) é um dos principais órgãos incentivando tal mudança e tem promovido o uso dos EVs e defendido a redução das barreiras de mercado existentes no país. A Associação Brasileira de Veículos Elétricos (ABVE), composta por 72 associados, dentre empresas de energia, produtores de equipamentos elétricos e demais negócios relacionados como produtores de baterias, tem incentivado a entrada de novos players no mercado visando tornar o produto competitivo.

Todavia, o apoio governamental tímido e a ausência de definições políticas mais claras inibem o desenvolvimento do setor, cujo suporte por parte do Ministério de Ciência e Tecnologia reside na promessa de R\$ 10 milhões a serem dedicados para a condução de pesquisas acerca do assunto.

No dia 25 de maio de 2010, o ministro da Fazenda, Guido Mantega adiou a discussão acerca de um plano de incentivo a produção de carros elétricos no país. Se aprovado, esse plano concederia benefícios somente para carros produzidos no Brasil, além de tornar possíveis reduções na alíquota de IPI destinadas a carros elétricos e híbridos⁸⁵. Tal postura reflete o temor do governo brasileiro de que tais incentivos prejudiquem a competitividade do etanol ou biodiesel brasileiro⁸⁶. O carro híbrido, todavia, cuja tecnologia ainda não está sendo explorada no país, é um caminho possível para a integração de motores a biocombustíveis e elétricos, conforme visão expressa pela União da Indústria de Cana-de-açúcar (Unica), entidade que acredita não haver ameaça ao setor de etanol no curto e médio prazos e vê com bons olhos o desenvolvimento de um carro híbrido com motor *flex fuel* no Brasil⁸⁷.

Outra preocupação do governo brasileiro diz respeito aos impactos do aumento da demanda por eletricidade por automóveis elétricos/híbridos nos reservatórios d'água que sustentam a geração baseada em hidrelétricas que caracteriza a matriz energética brasileira. Contudo, quaisquer previsões na área são dependentes da intensidade com que a tecnologia será introduzida no país e como serão os investimentos para a elevação da capacidade de produção de energia no país.

Dos veículos *flex fuel* no Brasil, que em 2009 compuseram 87% da produção nacional de automóveis⁸⁸, 60% utilizam etanol⁸⁹. Nesta área, é importante ressaltar que o consumidor brasileiro já referencia preços em suas escolhas de combustíveis, fazendo com que a demanda por etanol no país flutue conforme as oscilações no preço de petróleo. Com a oferta de carros híbridos, amplia-se o leque de escolhas do consumidor, que passa a considerar adicionalmente o preço da eletricidade, uma vez que o motor à combustão pode servir de back-up para o elétrico ou ser utilizado em sua total capacidade no caso de viagens mais longas. Eventuais quedas na demanda por etanol também podem ser compensadas por aumento nas exportações do produto com crescente importância no mercado global.

A falta de políticas para carros híbridos no país faz com que os mesmos sejam desconsiderados por quase a totalidade dos consumidores brasileiros. Atualmente, o preço de um híbrido é significativamente maior do que o preço de um carro flex e, além desse custo, a alíquota do IPI para os modelos elétricos é de 25%. Para alguns membros da indústria automobilística, mesmo uma redução de IPI para 7% não fará com que os carros elétricos se tornem economicamente viáveis no país⁹⁰. Nos estados de Ceará, Maranhão, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul e Sergipe, veículos elétricos são isentos do IPVA e nos de São Paulo, Rio de Janeiro e Mato Grosso do Sul, a alíquota do IPVA é diferenciada para elétricos⁹¹. O alto custo de energia elétrica no país pode servir como um empecilho adicional. Enquanto nos Estados Unidos, o custo médio de energia elétrica é R\$0,15/kWh, no Brasil, a energia custa R\$0,29-0,42/kWh⁹².

Apesar dos obstáculos existentes, o dia primeiro de julho de 2010 marcou a entrada, através de importação, do primeiro veículo híbrido no mercado nacional, o modelo de luxo S400 lançado pela Mercedes-Benz que custa cerca de R\$ 455 mil e apresenta um motor à combustão movido à gasolina além da bateria de íons de lítio. O consumo de combustível é até 19% menor e as emissões de CO₂ até 21% menores do que o observado para outros carros da montadora, a qual tem expectativas de comercializar de 30 a 40 unidades do veículo até o fim do ano.

O setor automotivo brasileiro – sexto maior do mundo – apresentou um faturamento de US\$ 68 bilhões e foi responsável por 19,8% do PIB Industrial do país em 2009. De todos os veículos produzidos domesticamente no período, 475 mil foram exportados, equivalentes a 14,9% da produção nacional. Destas exportações, 57,2% foram destinadas à Argentina, 6,6% ao restante da América do Sul, 12,0% ao México, 11,1% à África e 10,6% à Europa⁹³. Uma vez que esses destinos também importam automóveis de outros países, dentre os quais alguns que atualmente estão investindo em híbridos e carros elétricos, como o Japão e a China, a prioridade dada pelo Brasil ao desenvolvimento desses veículos pode afetar a competitividade da indústria automobilística nacional no mercado externo.

7.4. Veículos elétricos e híbridos: Obstáculos à adoção em larga escala

Apesar dos consideráveis avanços e melhorias, principalmente no que tange os ganhos de eficiência, já discutidos e evidenciados ao longo do presente estudo, alguns problemas emergem quando a discussão se volta para o uso em larga escala dos automóveis elétricos. O primeiro e, talvez, principal problema diz respeito ao fornecimento de um dos elementos fundamentais para a fabricação das baterias utilizadas tanto em híbridos como em veículos 100% elétricos.

O lítio, metal leve de coloração branco-prateada, não tem na escassez seu maior gargalo, e sim na localização altamente concentrada de suas jazidas. A Bolívia possui 49% das reservas do metal em todo o planeta, país com elevada instabilidade política e relações conflituosas com o maior importador de lítio no mundo, os Estados Unidos. Outros fatos relevantes são o de que o país andino ainda na explora as minas deste recurso e a postura governamental irredutível em manter o controle estatal sobre tais minas.

O Chile, com 27% das reservas globais, e a China com 10% do lítio mundial, país que inclusive já conta com dez fabricantes de baterias de íons de lítio em seu território e vê no recurso uma forma de reduzir seu alto consumo de combustíveis fósseis, surgem como possíveis alternativas. O Brasil, por sua vez, tem 1,3% das reservas conhecidas no planeta, localizadas principalmente em Minas Gerais, também pode se beneficiar com a corrida pelo metal. Evidências de tal corrida já são encontradas, como o acordo firmado, em janeiro de 2010, pela montadora Toyota e a mineradora Argentina Orocobre visando o fornecimento de lítio para a empresa japonesa a partir do território argentino⁹⁴.

Outro problema que também pode ser mencionado está relacionado com o descarte de baterias quando a vida útil das mesmas já se encontra próxima do final, as soluções ainda estão em aberto, como a ligação em rede de diversas baterias com o intuito de fornecer energia elétrica para comunidades pequenas.

Algumas barreiras de entradas se destacam para os carros elétricos que não se aplicam aos híbridos. Entre elas, a mentalidade do consumidor com respeito a carros pequenos. Para atingir maior autonomia da bateria, os carros elétricos são pequenos e privilegiam a mobilidade ao luxo. Muitos usuários associam o carro pequeno com um carro popular, e, portanto, não pretendem arcar com os altos custos iniciais existentes no mercado atual. O menor tamanho e a menor autonomia do carro fazem com que ele não sirva todas as necessidades do usuário, principalmente para viagens de longa distância.

A preocupação com relação à redução na emissão de CO₂ intensifica a necessidade de adoção de fontes energéticas renováveis para que os veículos elétricos tenham seus benefícios de forma plena, caso contrário ocorrerá uma substituição da emissão de CO₂ do local de consumo para o local da geração de energia, com os únicos ganhos referentes à adoção dos EVs sendo provenientes da maior eficiência do motor elétrico frente aos motores a combustão.

7.5. Eficiência energética em alternativas para transporte público

Trem

O futuro dos transportes para viagens intermunicipais, de cargas e passageiros, está relacionado à aplicação cada vez em maior escala aos trens de alta velocidade. Neste quesito, o Japão é pioneiro tendo sua primeira linha desta modalidade inaugurada ainda em 1964, 530 km entre Tóquio e Osaka. Atualmente, tal percurso movimentava 413 mil pessoas por dia e o total das linhas já alcançou cerca de 2.170 km. Já na Europa, embora a primeira linha, Paris-Lyon, tenha sido inaugurada em 1981, os trilhos de alta velocidade em 2009 atingiram 5 mil km, com expectativas de que tal número triplique até 2020⁹⁵.

As emissões de CO₂ por km percorrido provenientes de tal transporte encontram-se em um nível equivalente a um terço das observadas pelos automóveis e um quarto dos aviões. Este cenário positivo tende a tornar-se ainda melhor com o aumento da participação das fontes de energia renováveis na geração de eletricidade, fazendo com que no limite as emissões de gases poluentes oriundos do transporte através dos trens de alta velocidade se aproxime de zero. Outras vantagens dos trens referem-se à redução dos congestionamentos nas cidades e estradas, da poluição sonora e a minimização do risco de acidentes automobilísticos.

Enquanto os países europeus e, principalmente, o Japão apresentam considerável avanço na área, demais potências globais começam a tomar as primeiras iniciativas voltadas à implantação do transporte férreo como forma de solucionar os problemas de mobilidade encontrados em suas cidades e regiões mais importantes. A China já possui 6,3 mil quilômetros de trilhos no país, embora capazes de suportar menores velocidades, e deve inaugurar até 2013 uma linha entre Xangai e Pequim que reduzirá pela metade o tempo de viagem atual. Nos Estados Unidos há uma linha que liga as cidades de Washington, Boston e Nova York, todavia a velocidade e a utilização de tal linha ainda estão abaixo do potencial.

No Brasil, as maiores expectativas ligadas ao setor residem no projeto de construção do trem-bala ligando Campinas, São Paulo e Rio de Janeiro. O projeto, com custo estimado em R\$ 33,4 bilhões e previsão de entrega para 2016 deve ter 511 km de extensão e atender cerca de 17 bilhões de passageiros ao ano ainda encontra-se em fase de licitação, com leilão previsto para 16 de dezembro⁹⁶.

Ônibus

O Brasil, quinto país a produzir um ônibus movido a hidrogênio, lançará em São Paulo e no Rio de Janeiro seus primeiros modelos, este último desenvolvido pela Coppe, em Agosto de 2010. O ônibus, que emite somente água do escapamento, deverá ser utilizado na Copa do Mundo (2014) e nas Olimpíadas (2016)⁹⁷, podendo também ser exportado para países como Estados Unidos, China, Alemanha e Canadá⁹⁸. O hidrogênio, embora seja uma das principais alternativas para combustíveis limpos em pesquisa, é bastante questionado em razão de ser obtido principalmente a partir gás natural, no qual o metano, um combustível fóssil, tem participação superior a 70 % em volume.

Os ônibus híbridos possuem uma célula combustível a hidrogênio e também um motor elétrico, os quais barateiam o custo operacional e tornam o produto mais competitivo ao longo de seu ciclo de vida⁹⁹. O custo de um ônibus movido a hidrogênio, por exemplo, é aproximadamente 2,5 vezes maior que o custo de um ônibus que anda a base de diesel¹⁰⁰, entretanto, com subsídios e/ou maior escala, o mesmo pode se tornar uma alternativa viável para os ônibus do Brasil.

A Petrobras, que aposta no sucesso da tecnologia, recentemente inaugurou uma estação de abastecimento para veículos movido a hidrogênio, a qual será operada pela BR Distribuidora, e inicialmente terá energia suficiente para abastecer somente um ônibus por dia, com autonomia equivalente a 300 quilômetros¹⁰¹. No futuro, espera-se que a capacidade instalada por estação aumentará para 3 ônibus¹⁰².

Além do ônibus movido a hidrogênio, ônibus híbridos de etanol também estão sendo utilizados no Brasil. Em 2008, a empresa de origem sueca, Scania, lançou o seu ônibus híbrido que utiliza etanol de cana-de-açúcar como combustível. O ônibus reduz as emissões de CO₂ em 90% ao utilizar o etanol e em 25% ao utilizar combustível convencional¹⁰³. A empresa já implantou uma frota de 600 ônibus na Suécia e, a partir de 2010, o veículo entrará comercialmente no território brasileiro. A Scania continua desenvolvendo novos protótipos para serem produzidos no Brasil e distribuídos pela América Latina a partir de 2012.

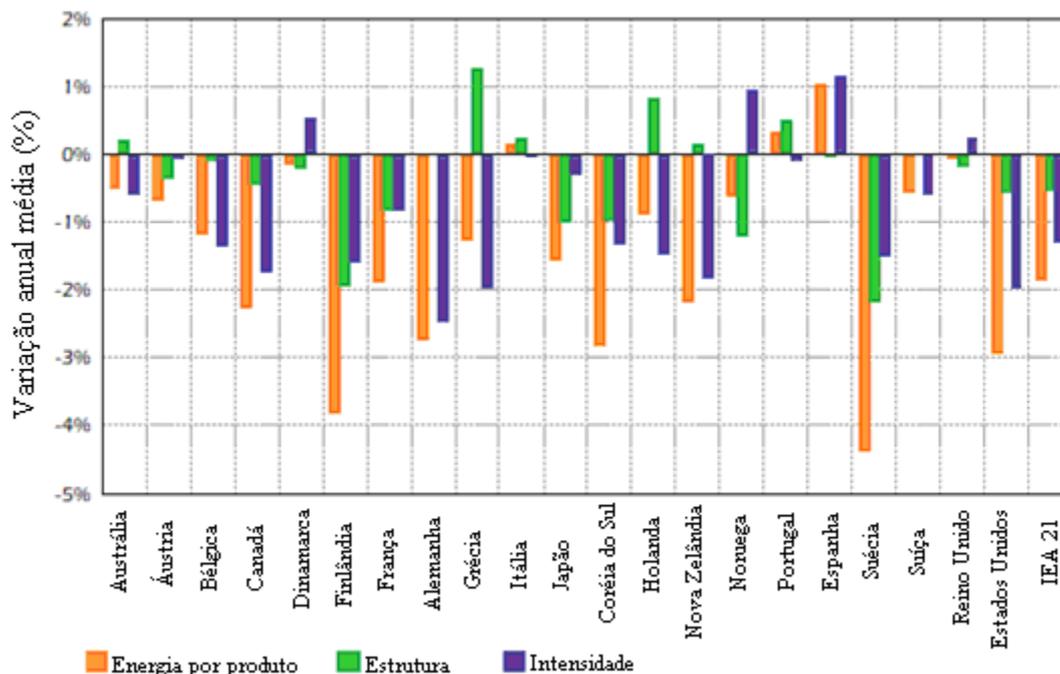
Diferentemente da Scania, a Amyris-Crystalsev, instalada em Campinas, abastece o transporte coletivo de São Paulo com diesel oriundo da cana-de-açúcar. Esse biodiesel, que não gera água e não danifica o sistema de injeção do veículo, tem a mesma potência que o diesel comum. A Mercedes-Benz concluiu testes de bancada do produto, que mostraram resultados positivos com relação a desempenho do motor, consumo de combustível e emissão de gases nocivos ao meio ambiente. Iniciativa semelhante ocorre em Curitiba, cidade em que a Linha Verde, composta por seis ônibus movidos 100% a biodiesel à base de soja completou um ano em Agosto de 2010 apresentando redução de 30% de emissão de CO₂ frente às demais linhas da cidade. Tais resultados fizeram com que a prefeitura da cidade, junto das montadoras Volvo e Scania, que desenvolveram o ônibus, partisse para a próxima fase de implantação do projeto: 150 ônibus movidos 100% a biodiesel trafegando nas ruas até 2012¹⁰⁴.

8. Eficiência energética no setor industrial

No ano de 2005, o uso de energia na indústria mundial foi de 116 EJ¹⁰⁵ e as emissões de CO₂ associadas, inclusive aquelas provenientes do uso de eletricidade, chegaram a 9,9 Gton de CO₂. Desde 1971 até 2004, o consumo de energia por parte do setor industrial cresceu 61%, com a China respondendo individualmente por 80% de todo o crescimento observado nos últimos 25 anos¹⁰⁶.

A recente trajetória mostra um forte descasamento (*decoupling*) do uso de energia com relação ao produto final, medido em termos de valor adicionado, em países desenvolvidos. Apesar de um aumento de 39% no produto entre 1990 e 2005, o uso final de energia, para os países desenvolvidos, aumentou somente 5% no mesmo período¹⁰⁷. Dentre os países, os escandinavos, além de Japão e a Coreia do Sul, apresentam os melhores níveis de eficiência energética na indústria (Figura 15).

Figura 15 - Decomposição das mudanças na intensidade energética industrial (1990-2005)



Fonte: IEA, 2008. Worldwide trends in energy use and efficiency.

O aumento da demanda por energia por parte do setor industrial, 23% desde 1990 até 2006, deve-se aos países em desenvolvimento, os quais observaram uma alta na demanda por energia de 38% no período, com destaques para China (134%), Brasil (69%) e Índia (57%).

Já os países desenvolvidos mantiveram-se praticamente estagnados em tal questão, com apenas 4% de aumento na demanda no mesmo horizonte temporal¹⁰⁸, fato explicado pela transferência das indústrias mais intensivas em recursos naturais, energia e mão-de-obra desses países para aqueles em desenvolvimento..

Os números expressivos acima mencionados para a China despertaram a atenção das autoridades políticas locais, devido ao fato de que as metas estabelecidas de reduzir em 20% e 45 % a intensidade energética e as emissões de GEE até 2020 respectivamente, com relação ao ano de 2005, correm risco de não serem cumpridas. Tal preocupação é ampliada com o fato de que pela primeira vez, desde 2006, o uso de energia por unidade do PIB chinês cresceu no primeiro semestre de 2010 (em 0,09%). Desta forma, o governo do país ordenou o fechamento de 2.087 fábricas¹⁰⁹, caso as mesmas não estejam cumprindo os critérios mínimos para consumo de energia e emissão de gases poluentes até setembro de 2010, além de ameaçar suspender subsídios, empréstimos e licenças de uso de terras para as empresas proprietárias de tais unidades.

Apesar da tendência de *decoupling* já mencionada, há espaço para consideráveis ganhos de eficiência, uma vez que a mera aplicação de tecnologias já comprovadas e das melhores práticas pode reduzir de 18% a 26% do atual uso primário de energia no setor, com redução de 1,9 Gton CO₂ a 3,2 Gton CO₂ nas emissões anuais ¹¹⁰ (Quadro 3**Erro! Fonte de referência não encontrada.**), sendo os setores que os setores que apresentam maior

potencial, em escala global, são: indústrias de aço e ferro, cimento, e química e petroquímica, discutidas brevemente a seguir.

Quadro 3- Potencial de economia a partir da adoção das melhores tecnologias em indústrias

Setores Industriais	Estimativas de potencial técnico de economias (baixas - altas)			Potencial de economias total (energia + matérias primas)
	EJ / ano	Mtoe / ano	Mt CO2 / ano	%
Químico / petroquímico	5,0 - 6,5	120 - 155	370 - 470	13 - 16
Ferro e aço	2,3 - 4,5	55 - 108	220 - 360	9 - 18
Cimento	2,5 - 3,0	60 - 72	480 - 520	28 - 33
Papel e celulose	1,3 - 1,5	31 - 36	52 - 105	15 - 18
Alumínio	0,3 - 0,4	7 - 10	20 - 30	6 - 8
Outros metais não metálicos e não-ferrosos	0,5 - 1,0	12 - 24	40 - 70	13 - 25

Fonte: IEA, 2007. Tracking Industrial Energy Efficiency and CO2 Emissions.

Ferro e aço

A indústria de ferro e aço é o segundo maior em uso de energia, dentro da indústria, consumindo 23 EJ em 2005, sendo também o maior emissor de CO2. Existem grandes diferenças na eficiência energética para a produção de aço entre países e até entre plantas em um mesmo país, as quais podem ser explicadas devido às economias de escala, o nível de recuperação de energia dos resíduos, a qualidade do minério de ferro, dentre outros. O potencial para melhorias pode chegar a 4,5 EJ, ou 360 Mt de CO2 associadas, sendo que a China individualmente é responsável por 45% desse potencial¹¹¹.

Cimento

A indústria de cimento usa cerca de 8 EJ de energia por ano, terceiro maior consumidor industrial. A maioria dos países observou uma queda na intensidade energética na produção de clínquer, no período compreendido entre 1990 e 2004, com o Japão sendo o país mais eficiente de todos. O potencial para ganhos de eficiência energética na área é de até 3 EJ, com redução nas emissões associadas de 480 Mt de CO2 a 520 Mt de CO2 - caso seja considerado o uso de substitutos para os combustíveis fósseis.

Esses dados mostram a importância da troca de combustível e matérias primas por alternativas mais ecoeficientes no setor, especialmente para a China, responsável por mais da metade do potencial mundial, graças a sua grande produção e baixa eficiência energética.

Papel e Celulose

A indústria de papel e celulose é a quarta maior em termos de consumo de energia (6,4 EJ em 2005). Aproximadamente dois terços de tal consumo são oriundos do combustível usado para produzir calor, com o outro terço proveniente da eletricidade, seja do *grid* ou gerada na própria unidade produtiva.

Diferentemente dos demais setores industriais, o ramo de papel e celulose produz energia como um subproduto e, atualmente, gera 50% de suas necessidades energéticas através de

resíduos de biomassa. O considerável uso de biomassa faz com que a intensidade energética no setor não seja muito elevada, significativamente menor do que dos setores mais energo-intensivos.

Dentre os países mais eficientes figuram a Suécia, Finlândia e o Canadá, os quais possuem os menores níveis de emissão por tonelada de produto devido os altos níveis de utilização de biomassa e energia hidrelétrica, enquanto Estados Unidos, Espanha e Reino Unido, dependentes em combustíveis fósseis, figuram entre aqueles que apresentam maior intensidade carbônica.

Alumínio

A produção de alumínio é responsável por mais da metade do consumo de energia voltado a produção de metais não ferrosos, com cerca de 1,9 EJ de eletricidade consumidos em 2006, o equivalente a 3,5% do consumo mundial naquele ano.

A produção primária de alumínio é 20 vezes mais energo-intensiva do que a reciclagem de tal metal. A maior parte do uso de energia no setor está na forma de vapor, cuja demanda elevada fez com que as plantas mais modernas usem sistemas combinados de aquecimento e geração de eletricidade. O potencial para ganhos de eficiência energética na área são de apenas 6% a 8% com relação às melhores práticas, com a tecnologia disponível atualmente no mercado.

Química e Petroquímica

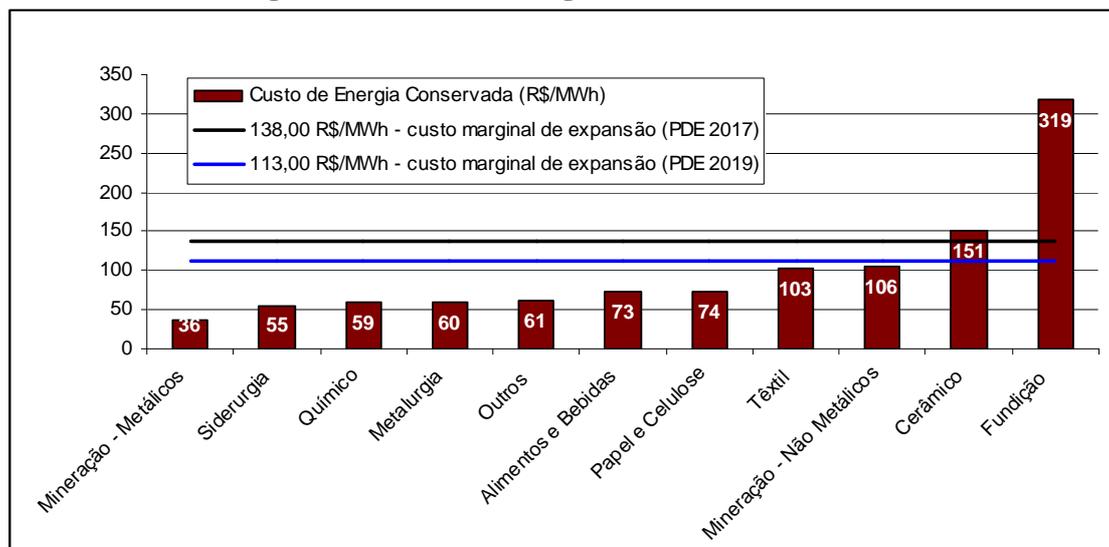
O uso de energia nas indústrias química e petroquímica, setor com grande heterogeneidade de produtos e produtores, em 2005 foi de 34 EJ, configurando-se o maior consumidor industrial. As matérias primas representam mais da metade de toda a intensidade energética do setor, as quais não podem ser reduzidas através de medidas de promoção de eficiência energética, mas sim por meio deecoinovações, como a química verde (ver item 10). Todavia, a incineração dos resíduos é uma possibilidade para o reaproveitamento de energia.

9. Eficiência energética no contexto brasileiro

Os investimentos e projetos em eficiência energética revelam-se economicamente viáveis e com o potencial de descartar ou ao menos retardar grandes investimentos em novas plantas geradoras, qualquer que seja a fonte das mesmas. Tal potencial é ainda maior em projetos relacionados ao setor à indústria, que respondeu por cerca de 40% do consumo final em 2008, enquanto os setores residencial, comercial e público, somados, contabilizaram 15,4%¹¹².

A viabilidade econômica dos investimentos na área é comprovada pelo baixo custo da energia conservada¹¹³ constatado pela Confederação Nacional da Indústria (CNI), em torno de R\$ 79/MWh¹¹⁴, valor inferior ao custo marginal de expansão previsto nos mais recentes Planos Decenais de Expansão de Energia (PDE 2017 e 2019) (Figura 16).

Figura 16 - Custo de energia conservada (R\$/MWh)



Fonte: CNI, 2009 e EPE 2010.

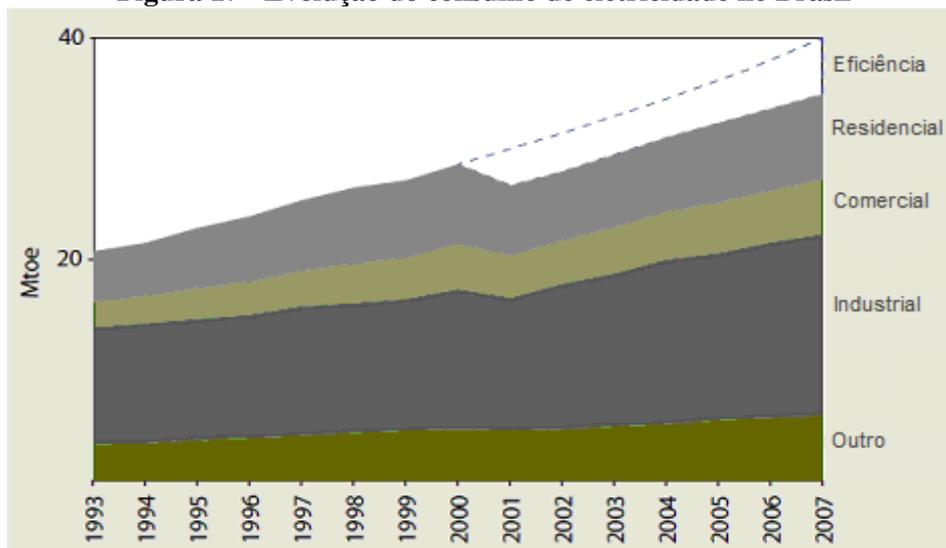
As medidas públicas para incentivar quaisquer esforços na área ainda são tímidas, como a Lei de eficiência energética que regulamenta os índices mínimos de eficiência para alguns aparelhos elétricos, todavia priorizando aqueles de uso residencial (geladeiras, fogões, lâmpadas fluorescentes).

Outras iniciativas, de ordem federal, são o Procel-Indústria¹¹⁵, que busca conscientizar e treinar os agentes industriais visando reduzir as perdas em sistemas já instalados; o Proesco¹¹⁶, linha específica de crédito criada em 2006 pelo BNDES, com R\$100 milhões disponíveis para o financiamento de projetos de eficiência energética; e o PEE¹¹⁷, o qual destina 0,5% - dos quais 0,25% obrigatoriamente para consumidores de baixa renda - da receita operacional líquida das concessionárias de energia do país a projetos de eficiência energética.

Apesar da competitividade observada pelos projetos de conservação de energia em diversos setores e das iniciativas públicas já em aplicação no país, a eficiência energética ainda é encarada apenas como solução emergencial no cenário político nacional. Exemplo disso é a crise energética nos anos 2000/2001, em que os baixos níveis nos reservatórios de hidrelétricas ameaçaram o suprimento de energia e culminaram em um racionamento em todo território brasileiro.

Dentre as medidas mais bem sucedidas para solucionar o problema de oferta enfrentado no início dos anos 2000, merecem destaque a substituição de lâmpadas incandescentes para fluorescentes e a mudança nos hábitos da população - ambas por meio de campanhas de conscientização, medidas de eficiência energética que notadamente contribuíram para uma redução de cerca de 6 GW na demanda por energia em questão de meses (Figura 17). Todavia, assim que a situação foi normalizada, os investimentos em tais medidas decresceram e a expansão da oferta com a construção de novas hidrelétricas e termelétricas suplantou o foco em eficiência energética como forma de atender a crescente demanda energética no país. Como efeito, as políticas públicas brasileiras para eficiência energética nem de longe se comparam às experiências anteriormente apresentadas em países como Estados Unidos, Alemanha e Japão.

Figura 17 - Evolução do consumo de eletricidade no Brasil



Fonte: MME, 2007.

As principais políticas brasileiras - PROCEL, CONPET, PROCEL RELUZ - são analisadas a seguir, assim como o cenário para atuação de ESCO no país.

9.1. Procel

A principal iniciativa visando a promoção de eficiência energética no Brasil é o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel), que foi implementado em 1985 pelos ministérios de Minas e Energia e da Indústria e Comércio, tendo sido efetivamente transformado em programa de governo em 1991. Tal iniciativa apresenta como fontes de recursos a Eletrobrás e a Reserva Global de Reversão (RGR), um fundo de caráter federal com recursos provenientes das concessionárias de energia do país, e movimentou, até 2007, uma cifra superior a R\$ 1 bilhão em investimentos (Quadro 4).

Quadro 4 - Panorama geral Procel

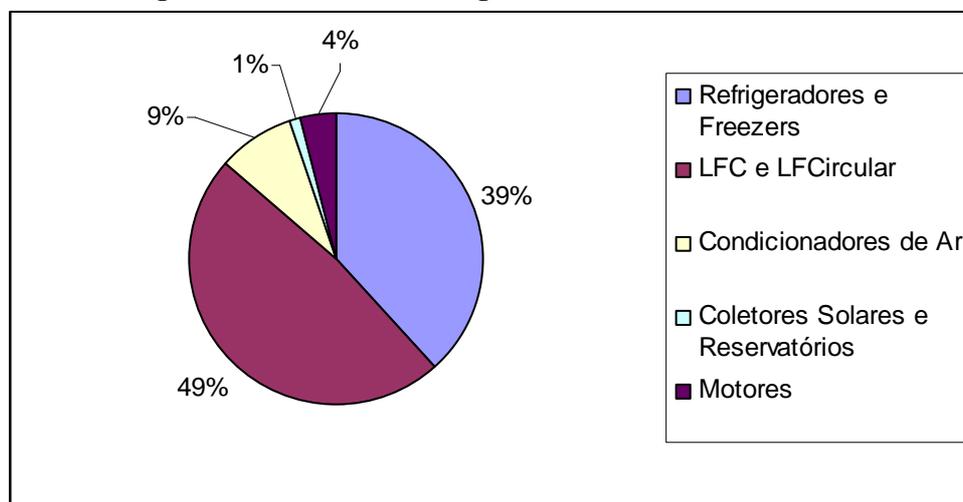
	Total
Investimentos totais realizados (R\$ bilhão)	1,02
Energia economizada e geração (bilhões de kWh/ano)	28,5
Redução de demanda na ponta (MW)	7.969
Usina equivalente (MW)	6.841
Investimento postergado (R\$ bilhões)	19,9

Fonte: Eletrobrás / Procel (2008)

Os investimentos observados pelo programa desde seu início, ainda que muito tímidos, foram suficientes para economizar energia equivalente ao produzido por uma usina com capacidade nominal de 6.841 MW, postergando um aporte de recursos equivalente a R\$ 19,9 bilhões em aumento da geração de energia no período. O programa ainda possui pequeno impacto, contudo, já que toda a energia conservada durante o ano de 2007 por ações do Procel foi equivalente a 1,04% do total de energia elétrica consumida no mesmo ano¹¹⁸. O alcance do programa, limitado em razão do seu porte, torna-se ainda mais restrito em razão do seu foco extensivamente voltado para o setor residencial, negligenciando o elevado potencial para conservação de energia nos demais setores, notadamente na indústria.

O subprograma Procel Selo, cujo principal objetivo é ressaltar para os consumidores, quais os equipamentos são mais eficientes dentre as 21 categorias de produtos contempladas pelo subprograma¹¹⁹, foi responsável por cerca de 95% de toda a energia conservada no país em 2007. Na Figura 18, são apresentados os produtos com maior relevância dentro desse programa.

Figura 18 - Resultados energéticos do Procel Selo em 2007



Fonte: Eletrobrás / Procel (2008)

O Procel também possui um subprograma voltado especificamente para o setor industrial, o qual através de convênios com federações estaduais de indústrias demonstra como foco a capacitação de multiplicadores, além da elaboração de diagnósticos para ações de melhoria em unidades fabris. Todavia, o subprograma tem pequeno impacto, dado que até 2007 tinha capacitado somente 2.534 técnicos e engenheiros, em 640 indústrias. O Procel Indústria também custeou 102 bolsas de estudo para engenheiros eletricitas em universidades conveniadas no mesmo período¹²⁰

9.2. Procel Reluz

A medida pública relacionada à eficiência energética que recebeu o maior aporte de recursos, até o momento, foi o Programa Nacional de Iluminação Pública Eficiente (ReLuz), um subprograma do Procel instituído em 2000 e atualizado em 2002, cujo objetivo é, até 2010, aumentar a eficiência de 9,5 milhões de pontos de iluminação pública e expandir tal rede em 3 milhões de pontos adicionais. O programa prevê investimento de R\$ 2,6 bilhões ao longo de toda sua duração, dos quais R\$ 2 bilhões provenientes da Reserva Global de Reversão e os demais recursos financiados pelas concessionárias de energia e pelos municípios interessados.

A iluminação pública responde por 4,5% da demanda e por 3,0% do consumo total de energia elétrica no Brasil (equivalente a 2,2 GW), o que justifica o foco restrito conferido ao ReLuz. O mecanismo adotado para a conservação de energia se dá pela troca das lâmpadas nos pontos já existentes, e a expansão da rede, com a utilização de lâmpadas de vapor de sódio, que são mais eficientes e possuem maior vida útil¹²¹. Em 2008, essas lâmpadas já estavam presentes em quase 63% dos cerca de 15 milhões de pontos de iluminação do país¹²². Os resultados previstos para o final de 2010 (Quadro 5) apresentam uma economia de 626 GWh/ano.

Quadro 5 - Resultados previstos programa ReLuz (até 2010)

Região	% dos pontos de Iluminação Pública	Redução de Demanda no Horário de Pico (kW)	Economia Prevista (MWh/ano)
Norte	5%	1.702	7.456
Nordeste	21%	15.354	87.877
Centro-Oeste	10%	26.798	117.377
Sudeste	45%	73.221	320.455
Sul	19%	23.772	93.727
Total	100%	140.847	626.892

Fonte: Procel / Eletrobrás (2008)

9.3. Conpet

Outra medida voltada à promoção de eficiência energética no país é o Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (Conpet), criado em 1991 via decreto federal, que busca impulsionar o uso de forma eficiente de tais fontes não-renováveis nos diversos setores da sociedade. O Conpet possui as mesmas diretrizes básicas do Procel, submetido ao Ministério de Minas e Energia, mas coordenado e gerido com recursos da Petrobrás S.A.

O programa possui na conscientização da sociedade civil o seu principal foco, com subprogramas como o Conpet na Escola - destinado aos alunos dos ensinos fundamental e médio - e o Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular, além de premiações para empresas e instituições que contribuam em prol da eficiência energética. Contudo, os resultados obtidos até 2008 são tímidos: 138 mil veículos monitorados, 381 milhões de litros de diesel economizados por ano e 499 mil toneladas de CO₂ não emitidas por ano¹²³.

9.4. ESCO

No Brasil, as ESCO caracterizam-se por serem pequenas e médias empresas, geralmente firmas de engenharia ou consultoria. Projetos de iluminação são os mais comuns, havendo também espaço para projetos relacionados ao controle de processos, ao uso de motores industriais e à cogeração.

A Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia (ABESCO) foi criada em 1997 com a presença de 15 membros, visando representar as empresas provedoras de serviços energéticos no país. Dentre os objetivos da associação estão o crescimento da indústria de eficiência energética brasileira e o aumento do conhecimento na área por parte dos diversos entes da sociedade. Em 2010, 85 empresas já estavam registradas na ABESCO, dentre as quais 45 baseadas no estado de São Paulo, além de outras dezenas de companhias não associadas¹²⁴.

Assim como observado em outros países em desenvolvimento, as ESCO no Brasil encontram dificuldades para obter financiamento para seus projetos e iniciativas. Tal fato é parcialmente explicado pelo baixo conhecimento por parte da sociedade com relação aos conceitos de ESCO e de contratos de desempenho energético (EPC) e, embora haja a preocupação com a economia de energia, muitas empresas não posicionam os projetos de eficiência energética entre suas prioridades.

Iniciativas governamentais na área, ainda que tímidas, merecem ser ressaltadas como a linha de crédito de apoio a projetos de eficiência energética (PROESCO), criada em 2006 com recursos da ordem de R\$ 100 milhões, e o Plano Nacional de Eficiência Energética, com anúncio previsto para o final de 2010, mas ainda em fase de consultas a empresas e órgãos do setor energético.

10. Eficiência energética: reflexões e oportunidades no contexto brasileiro

O Brasil, de acordo com o último Plano Decenal de Expansão de Energia 2010-19, deve observar uma expansão da oferta total de energia elétrica da ordem de 54 GW no período compreendido entre 2010 e 2019, para atender a crescente demanda por eletricidade no país, que, em 2010, voltou a recorrer às termelétricas para compensar os baixos níveis de reservatórios nas hidrelétricas nacionais. O mesmo plano prioriza grandes investimentos em novas hidrelétricas, como o tão discutido projeto de Belo Monte, e termelétricas, enquanto confere papel menos importante às fontes renováveis, e à eficiência energética, essa última responsável por garantir, através da conservação de energia, somente 4,3% do consumo total de energia e 3,2% do consumo de eletricidade no país, no ano de 2019.

A pouca atenção dedicada aos benefícios da eficiência energética por parte do governo brasileiro não condiz com a realidade apresentada para o consumo de energia em termos setoriais, uma vez que a indústria é o principal consumidor, respondeu por 39,6% do total em 2008, seguida pelo setor de transportes com 29,1% do total consumido no mesmo ano. Ambos os setores apresentam elevado potencial para ganhos com a promoção de tecnologias ecoeficientes, dado que o custo médio do MW conservado por projetos de EE na indústria foi de R\$ 79/MWh, valor inferior ao custo marginal de expansão previsto no último PDE de R\$ 113/MWh.

Os números para a indústria brasileira demonstram estar na EE a solução mais viável, tanto econômica quanto socioambientalmente, para atender as necessidades energéticas em todo o planeta, postergando grandes investimentos em infra-estrutura de geração de eletricidade e obtenção de combustíveis fósseis, inclusive oferecendo tempo inferior de payback e com o a utilização de tecnologias já disponíveis comercialmente. Tal tendência é confirmada pela IEA no desenho de solução para atingir o cenário de 450 ppm (de CO₂ equivalente), tratado como ideal pelo IPCC para conter as mudanças climáticas em patamares mais seguros, cabendo à EE a responsabilidade pela redução em mais da metade das emissões de GEE do planeta. Caminhando nesta direção, as principais potências globais já tomam medidas para melhorar suas intensidades energéticas e conter as emissões de gases poluentes:

- Estados Unidos: País que destinou US\$ 80 bilhões de seu pacote de estímulo para energias renováveis e eco-eficiência, dos quais US\$ 2,5 bilhões para P&D em EE. Seu programa de etiquetagem, o Energy Star, foi responsável pela economia de 190 bilhões de kWh desde sua implantação. Vice líder no mercado de automóveis híbridos, com 290 mil vendas em 2009, tem a meta de reduzir o consumo de energia de novos prédios comerciais em 50% até 2020, frente aos níveis de 2000. Também possui o objetivo de ter 18% da demanda de materiais e substâncias químicas atendidas por produtos a base de biomassa até o ano de 2020.
- Japão: Pretende atingir o patamar de “World No. 1 Country of Energy Conservation“, para tanto, dedicou US\$ 19 bilhões de seu pacote de estímulos à eficiência energética e veículos ecoeficientes e busca auferir ganhos de 30% em termos de EE até 2030, com

grande participação do programa Top Runner, cujo sucesso deverá resultar em aumento previsto de eficiência de 23,5% de 2004 até 2015. O país mais do que triplicou o número de veículos híbridos licenciados no país em apenas um ano, com 334 mil carros entrando em circulação em 2009 e também implantou legislações exigindo que 10% de seu plástico sejam verdes.

- França: Não pioneira no assunto, apresenta metas relevantes para tornar-se mais eficiente, com o objetivo de reduzir a intensidade energética do país a uma taxa de 2% ao ano até 2015 e depois em 2,5% ao ano até 2030. Algumas medidas de destaque já em vigor são a exigência de que as sacolas plásticas de vendas descartáveis sejam biodegradáveis e a introdução de política de subsídios à compra de carros que emitem menos de 130g de CO₂ por km.
- Alemanha: Possui como meta dobrar a produtividade energética em 2020, com relação ao ano base de 1990. Desde janeiro de 2009, exige-se que todas as construções novas apresentem ao menos 15% de aquecimento interno e de água proveniente de fontes renováveis, com objetivo de até 2020 fazer com que todos os novos prédios atendam suas demandas por aquecimento sem o uso de combustíveis fósseis.
- Espanha: Também não ocupa posição de destaque com relação a nova economia verde, todavia, busca poupar a importação de 47 milhões de barris de petróleo por ano entre 2008 e 2011 por ganhos de eficiência. Estabelece como meta que se tenha 1 milhão de veículos elétricos ou híbridos até 2014.
- China: A China merece destaque no cenário da eficiência energética, uma vez que destinou US\$ 30,7 bilhões para o setor, dos quais US\$ 1,5 bilhão à pesquisa de veículos ecoeficientes, em seu pacote de combate à crise econômica. Possui a meta de reduzir sua intensidade energética em 20% até o fim de 2010, com relação aos níveis de 2005. Possui 26,7 mil km² de construções certificadas pela LEED e espera elevar sua frota de carros híbridos e elétricos para 500 mil até 2011.
- Índia: Possui 27 mil km² certificados pela LEED, segundo país do mundo nesse quesito, somente atrás dos Estados Unidos. Embora dedique mais atenção às energias renováveis, apresenta medidas interessantes e com bons resultados para reduzir o consumo de energia no país, como a adoção de mecanismo que permite que consumidores de luz elétrica paguem antecipadamente pela conta de luz.
- Coreia do Sul: Apresenta meta estabelecida para a intensidade energética no país, de 0,185 tpe por US\$ 1000 até 2030, em horizonte mais curto de tempo, busca reduzir tal intensidade em 11,3% até 2012. Oferece isenção de impostos para indivíduos que queiram investir em projetos relacionados a uso mais eficiente de energia, com a redução fiscal chegando até 20% do custo total do investimento, além de conceder subsídios à compra de veículos elétricos e híbridos.

O caráter amplo e de aplicação multi-setorial da EE permite que benefícios sejam auferidos em diversos segmentos da sociedade, com o emprego de diferentes políticas, desde programas de etiquetagem e padronização até mecanismos fiscais e creditícios que impulsionem e direcionem os investimentos na área. As ESCO, embora na sejam propriamente ferramentas políticas, desempenham importante função e, especialmente em países em desenvolvimento, podem surgir como catalisadores para posicionar a EE na agenda tanto de lideranças empresariais quanto de agentes públicos. As experiências com o fundo de apoio às ESCO, o

PROESCO, foram positivas, porém certamente muito tímidas, carecendo de maiores recursos e divulgação.

Um dos setores que observa maior movimentação, em todo o mundo, com relação à EE é o da construção civil, com iniciativas públicas e privadas, dentre as quais se destaca o Green Building Council. Nesta área o Brasil apresenta fraqueza na legislação existente e em seu *enforcement*, fato que possui como consequência direta a informalidade observada em que 75% das novas residências são construídas no país, com uso ineficiente de recursos e descarte inadequado de materiais, os quais poderiam inclusive ser reciclados e utilizados, por exemplo, para pavimentação de ruas e estradas. Todavia, a conscientização do público e o incentivo a tecnologias mais limpas e que consumam menos energia é especialmente importante, dado que de 80 a 90% do consumo de energia de um prédio se dá durante a fase de operação do mesmo, com programas como Procel Selo devendo ser expandidos para outros produtos além dos eletrodomésticos.

A discussão acerca deecoinovações e ecoeficiência também permeia o setor de transportes, principalmente com relação aos veículos elétricos e híbridos, os quais apresentam tendência de crescimento, já tendo superado a marca de 700 mil vendas em 2009, para os próximos anos em diversos países, notadamente no Japão, Estados Unidos e China, os maiores mercados automobilísticos globais. Entretanto os VEs são vistos com temor por membros do governo brasileiro e também pela própria indústria automobilística nacional.

Tal percepção não somente esquece não somente os ganhos de eficiência, em geral três vezes maior de um VE frente a um modelo semelhante com motor à combustão, como negligencia a possibilidade de fontes energéticas renováveis atenderem o aumento de demanda por eletricidade caso um modelo 100% elétrico seja adotado, mas principalmente não leva em consideração o ponto de vista dos produtores de etanol, uma vez que a posição da Unica, entidade não convidada para reuniões promovidas pelo governo federal, um híbrido nacional seria uma possibilidade a ser considerada para combinar as vantagens das duas tecnologias em uma solução inteiramente nacional. O atraso do país para se posicionar neste debate pode colocar em cheque o caráter exportador da indústria brasileira, que atualmente possui bom desempenho com 475 mil automóveis exportados em 2009, enquanto japoneses, coreanos e chineses ampliam sua presença no mercado internacional.

Tal qual a maioria dos veículos leves produzidos no Brasil, a indústria sucroalcooleira apresenta considerável flexibilidade com relação ao produto que irá disponibilizar ao mercado, açúcar ou etanol, na última safra em proporção de 43,3% e 56,7% respectivamente, e pode também encontrar na alcoolquímica futuro muito promissor, inclusive tornando necessária a expansão da oferta dos produtos da cana-de-açúcar nos próximos anos, conforme previsto pela Abiquim, a qual também prevê investimentos de cerca de US\$ 20 bilhões voltados aos plásticos verdes. A crescente importância do etanol também será observada na carteira de exportações brasileiras, dado que a IEA projeta um crescimento de mais de quatro vezes na oferta do produto para que o cenário de 450 ppm seja viabilizado.

Ao fim das análises realizadas ao longo do presente estudo cabe o questionamento acerca da inserção do Brasil em um cenário global menos carbono-intensivo: como o país quer se posicionar na nova economia verde? Permanecer como exportador de *commodities* e importador de tecnologia, apostando unicamente no etanol de primeira geração, pode ser o resultado da morosidade do setor público e de certo temor da iniciativa privada, com oportunidades em diversas áreas podem ser negligenciadas, apesar de o país ocupar posição privilegiada no contexto atual, com uma das matrizes energéticas mais limpas do mundo.

A conquista de um desenvolvimento verdadeiramente sustentável no Brasil passa também pela capacidade do país de inovar. A pouca vocação para a inovação, comprovada por pesquisa realizada pela consultoria Economist Intelligence Unit em que 57% de empresários representantes de companhias multinacionais instaladas em território brasileiro declararam “não possuir nem pretender ter uma unidade dedicada a desenvolvimento e pesquisa no país no curto prazo”¹²⁵, não é partilhada por demais expoentes dentre os países em desenvolvimento, China e Índia, os quais viram na economia verde a possibilidade de tomarem à liderança do desenvolvimento nas próximas décadas, atuando como locomotivas para a inovação, enquanto o Brasil ainda precisa oferecer os incentivos corretos para também assumir e estabilizar-se em condição de protagonista.

-
- ¹ BARBIER, Edward B. Rethinking the Economic Recovery: A Global Green New Deal. UNEP. 2009
- ² JACKSON, Tim. Prosperity without growth? The transition to a sustainable economy. Sustainable Development Commission. 2009. Disponível em: <http://www.sd-commission.org.uk/publications.php?id=914>
- ³ FAPESP.
- ⁴ IEA, 2009. Towards a more energy efficient future: applying indicators to enhance energy policy.
- ⁵ Ibidem.
- ⁶ Países membros da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) são: OCDE Pacífico (Austrália, Japão, Coreia do Sul e Nova Zelândia), OCDE Europa (Áustria, Bélgica, República Tcheca, Dinamarca, Finlândia, França, Grécia, Alemanha, Hungria, Islândia, Irlanda, Itália, Luxemburgo, Holanda, Noruega, Polônia, Portugal, Eslováquia, Espanha, Suécia, Suíça, Reino Unido, Turquia); Canadá, México e Estados Unidos.
- ⁷ A abordagem via taxas de câmbio de Mercado simplesmente utilize as taxas de câmbio atuais para converter o PIB para uma moeda comum, no caso o dólar norte-americano (US\$). Já a abordagem via paridade do poder de compra (PPC) define uma “cesta de bens” e então equaliza o poder de compra em várias moedas para comprar tal cesta em seus países e essas taxas são utilizadas para converter o PIB para US\$. As diferentes metodologias apresentam diferenças e quaisquer análises entre países podem ser afetadas.
- ⁸ A abordagem via taxas de câmbio de Mercado simplesmente utilize as taxas de câmbio atuais para converter o PIB para uma moeda comum, no caso o dólar norte-americano (US\$). Já a abordagem via paridade do poder de compra (PPC) define uma “cesta de bens” e então equaliza o poder de compra em várias moedas para comprar tal cesta em seus países e essas taxas são utilizadas para converter o PIB para US\$. As diferentes metodologias apresentam diferenças e quaisquer análises entre países podem ser afetadas.
- ⁹ BRADSHAW, Keith. Consumo chinês ameaça eficiência energética. Folha de São Paulo. Disponível em <http://www1.folha.uol.com.br/fsp/newyorktimes/ny0208201010.htm>. Acessado em agosto de 2010.
- ¹⁰ Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Balanço Energético Nacional. 2009.
- ¹¹ Eficiência energética e conservação de energia serão tratadas como equivalentes nesta seção, assim como é tratado pelo Plano Decenal de Expansão de Energia 2019 (EPE 2010).
- ¹² A CNI, em parceria com a Eletrobrás, avaliou 217 projetos em 13 setores industriais entre agosto de 1999 e agosto de 2009 (foram considerados: duração média das ações de 10 anos, taxa de remuneração do capital de 12% a.a).
- ¹³ Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
- ¹⁴ Apoio a projetos de eficiência energética - PROESCO
- ¹⁵ Programa de Eficiência Energética da ANEEL.
- ¹⁶ FRAGA, Érica. Múltis investem pouco em inovação no país. Folha de São Paulo. Disponível em <http://www1.folha.uol.com.br/fsp/mercado/me2607201003.htm>. Acesso em agosto de 2010.
- ¹⁷ JACKSON, Tim. Prosperity without growth? The transition to a sustainable economy. Sustainable Development Commission. 2009. Disponível em: <http://www.sd-commission.org.uk/publications.php?id=914>
- ¹⁸ OECD. The Oslo Manual: The Measurement of Scientific and Technical Activities. Paris: OECD; Eurostat, 1997.
- ¹⁹ OECD. Sustainable Manufacturing and Eco-innovation: Towards a Green Economy. 2009.
- ²⁰ BARBIERI, J.C; VASCONCELOS, I.F.G; ANDREASI, T; VASCONCELOS, F.C. Inovação e sustentabilidade: novos modelos e proposições. Revista de Administração de Empresas (RAE), v. 50, n. 2, abr – jun/2010.
- ²¹ BARBIERI, J.C; VASCONCELOS, I.F.G; ANDREASI, T; VASCONCELOS, F.C. Inovação e sustentabilidade: novos modelos e proposições. Revista de Administração de Empresas (RAE), v. 50, n. 2, abr – jun/2010.
- ²² FAPESP. Um futuro com energia sustentável: iluminando o caminho. 2010.
- ²³ FAPESP.
- ²⁴ IEA, 2009. Towards a more energy efficient future: applying indicators to enhance energy policy.
- ²⁵ Ibidem.
- ²⁶ Países membros da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) são: OCDE Pacífico (Austrália, Japão, Coreia do Sul e Nova Zelândia), OCDE Europa (Áustria, Bélgica, República Tcheca, Dinamarca, Finlândia, França, Grécia, Alemanha, Hungria, Islândia, Irlanda, Itália, Luxemburgo, Holanda, Noruega, Polônia, Portugal, Eslováquia, Espanha, Suécia, Suíça, Reino Unido, Turquia); Canadá, México e Estados Unidos.

²⁷ A abordagem via taxas de câmbio de Mercado simplesmente utilize as taxas de câmbio atuais para converter o PIB para uma moeda comum, no caso o dólar norte-americano (US\$). Já a abordagem via paridade do poder de compra (PPC) define uma “cesta de bens” e então equaliza o poder de compra em várias moedas para comprar tal cesta em seus países e essas taxas são utilizadas para converter o PIB para US\$. As diferentes metodologias apresentam diferenças e quaisquer análises entre países podem ser afetadas.

²⁸ A abordagem via taxas de câmbio de Mercado simplesmente utilize as taxas de câmbio atuais para converter o PIB para uma moeda comum, no caso o dólar norte-americano (US\$). Já a abordagem via paridade do poder de compra (PPC) define uma “cesta de bens” e então equaliza o poder de compra em várias moedas para comprar tal cesta em seus países e essas taxas são utilizadas para converter o PIB para US\$. As diferentes metodologias apresentam diferenças e quaisquer análises entre países podem ser afetadas.

²⁹ UNEP - Global Trends in Sustainable Energy Investment 2009

³⁰ BRADSHER, Keith. Consumo chinês ameaça eficiência energética. Folha de São Paulo. Disponível em <http://www1.folha.uol.com.br/fsp/newyorktimes/ny0208201010.htm>. Acessado em agosto de 2010.

³¹ IEA, 2009. World Energy Outlook 2009

³² BARBIER, Edward B. Rethinking the Economic Recovery: A Global Green New Deal. UNEP. 2009

³³ IEA, 2009. World Energy Outlook 2009

³⁴ UNEP - Global Trends in Sustainable Energy Investment - 2009.

³⁵ O valor de US\$ 177 bilhões é inferior ao valor que geralmente é apresentado pelos governos que estão realizando estes pacotes de estímulo. Diferentemente da maioria dos governos, aqui desconsideram-se investimentos em malha para transporte ferroviário e fluvial, e reciclagem. Também não foram incluídos os recursos destinados a políticas que incentivam a troca de carros antigos por carros menos carbono-intensivos.

³⁶ New Energy Finance. serviço oferecido pela Bloomberg que fornece uma base de dados e notícias sobre energias renováveis.

³⁷ Quando anunciado pelo governo Chinês o pacote prevê \$ 60 bilhões, porém neste valor não estão incluídas somente políticas de incentivo à energias renováveis. Quando só se consideram as políticas de incentivo a energia renovável o pacote fica em US\$46.9 bilhões.

³⁸ IEA. Progress with Implementing Energy Efficiency Policies in the G8. 2009

³⁹ De acordo com a IEA (2009), tal distorção é responsável pela perda de 3.800 PJ de energia por ano

⁴⁰ COPPE. Mudanças Climáticas e Segurança Energética no Brasil. 2008.

⁴¹ UNEP. UNEP Handbook for Drafting Laws on Energy Efficiency and Renewable Energy Resources. 2007.

⁴² IEA. Worldwide Implementation: Now Boosting the Economy with Energy Efficiency Financing. 2009.

⁴³ Fundação das Nações Unidas (1999)

⁴⁴ Collaborative Labeling and Appliance Standards Program (CLASP). Energy-Efficiency Labels and Standards: A Guidebook for Appliances, Equipment, and Lighting. 2006.

⁴⁵ UNEP. UNEP Handbook for Drafting Laws on Energy Efficiency and Renewable Energy Resources. 2007.

⁴⁶ Collaborative Labeling and Appliance Standards Program (CLASP). Energy-Efficiency Labels and Standards: A Guidebook for Appliances, Equipment, and Lighting. 2006.

⁴⁷ UNEP. UNEP Handbook for Drafting Laws on Energy Efficiency and Renewable Energy Resources. 2007.

⁴⁸ World Energy Council (WEC). Energy Efficiency Policies around the World: Review and Evaluation. 2008.

⁴⁹ United Nations Environment Program’s Sustainable Buildings & Climate Initiative (UNEP-SBCI). Common Carbon Metric Protocol for Measuring Energy Use and Reporting Greenhouse Gas Emissions from Building Operations. 2010.

⁵⁰ UNEP-SBCI. Common Carbon Metric Protocol for Measuring Energy Use and Reporting Greenhouse Gas Emissions from Building Operations. 2010.

⁵¹ UNEP-SBCI. Common Carbon Metric Protocol for Measuring Energy Use and Reporting Greenhouse Gas Emissions from Building Operations. 2010.

⁵² Clinton Foundation. Energy Efficiency Building Retrofit Program. 2007.

⁵³ World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). Energy Efficiency in Buildings: Transforming the Market. 2009.

⁵⁴ World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). Energy Efficiency in Buildings: Transforming the Market. 2009.

⁵⁵ BROWN, Lester R. Plano B 4.0 *Mobilização para Salvar a Civilização*. 2009. New Content..

⁵⁶ UNEP-SBCI. Greenhouse Gas Emission Baselines and Reduction Potentials from Buildings in South África, 2009.

⁵⁷ BROWN, Lester R. Plano B 4.0 *Mobilização para Salvar a Civilização*. 2009. New Content.

-
- ⁵⁸ WBCSD (2009) – os números referem-se somente às casas individuais, não incluindo apartamentos em edifícios. Em outros países e regiões os percentuais são: Europa (60%), Japão (87%), Estados Unidos (75%), China (81%) e Índia (85%).
- ⁵⁹ World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). Energy Efficiency in Buildings: Transforming the Market. 2009.
- ⁶⁰ World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). Energy Efficiency in Buildings: Transforming the Market. 2009.
- ⁶¹ World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). Energy Efficiency in Buildings: Transforming the Market. 2009.
- ⁶² BROWN, Lester R. Plano B 4.0 *Mobilização para Salvar a Civilização*. 2009. New Content..
- ⁶³ BROWN, Lester R. Plano B 4.0 *Mobilização para Salvar a Civilização*. 2009. New Content..
- ⁶⁴ IEA. Promoting Energy Efficient Investments: Buildings. 2008
- ⁶⁵ IEA. Promoting Energy Efficient Investments: Buildings. 2008
- ⁶⁶ IEA. Promoting Energy Efficient Investments: Buildings. 2008
- ⁶⁷ IEA. Promoting Energy Efficient Investments: Buildings. 2008
- ⁶⁸ <http://www.cash4appliances.org/stats/index.html>. Acessado em agosto de 2010.
- ⁶⁹ IEA. Transport, Energy and CO2: Moving towards Sustainability. 2009.
- ⁷⁰ IEA. Transport, Energy and CO2: Moving towards Sustainability. 2009.
- ⁷¹ http://servicos.ibama.gov.br/ctf/publico/sel_marca_modelo_rvep.php. Acessado em julho de 2010.
- ⁷² Ministério de Minas e Energia (MME): Departamento de Desenvolvimento Energético. La Eficiencia Energética en Brasil. 2009. Apresentado na Reunião Intergovernamental da América Latina e Caribe. Santiago, Chile. 2009.
- ⁷³ Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Etanol e veículos elétricos: via de mão única ou dupla?. 2010.
- ⁷⁴ SAUER, Ildo. Análise: Tecnologia é mais eficiente, e energia tem custo menor. Disponível em <http://www1.folha.uol.com.br/fsp/mercado/me0606201008.htm>. Acesso em julho de 2010. - custo aproximado do kWh elétrico de R\$ 0,45 e eficiência energética da tomada à roda de 72%.
- ⁷⁵ BRADSHER, Keith. China Vies to Be World's Leader in Electric Cars. NY Times. Disponível em <http://www.nytimes.com/2009/04/02/business/global/02electric.html>. Acesso em julho de 2010.
- ⁷⁶ SBI Energy. Electric Vehicle (EV) and Plug-In Hybrid Electric Vehicle (PHEV) Markets Worldwide. 2010.
- ⁷⁷ Japan Automobile Dealers Association and the Japan Automobile manufacturers Association. 2010.
- ⁷⁸ U.S. Department of Energy Alternative Fuels Data Center. 2010. E December 2009 Hybrid Market Dashboard. Disponível em www.hybridcars.com. Acessado em julho de 2010.
- ⁷⁹ BRADSHER, Keith. China Vies to Be World's Leader in Electric Cars. NY Times. Disponível em <http://www.nytimes.com/2009/04/02/business/global/02electric.html>. Acesso em julho de 2010.
- ⁸⁰ BRADSHER, Keith. China Vies to Be World's Leader in Electric Cars. NY Times. Disponível em <http://www.nytimes.com/2009/04/02/business/global/02electric.html>. Acesso em julho de 2010.
- ⁸¹ <http://www.hybridcars.com/incentives-laws/china-subsidizes-electric-cars-and-small-efficient-cars-too-28182.html>
- ⁸² BRADSHER, Keith. China Vies to Be World's Leader in Electric Cars. NY Times. Disponível em <http://www.nytimes.com/2009/04/02/business/global/02electric.html>. Acesso em julho de 2010.
- ⁸³ BRADSHER, Keith. China Vies to Be World's Leader in Electric Cars. NY Times. Disponível em <http://www.nytimes.com/2009/04/02/business/global/02electric.html>. Acesso em julho de 2010.
- ⁸⁴ BERGMAN, Justin. Denmark Leads Europe's Electric-Car Race. Time Magazine. Disponível em <http://www.time.com/time/world/article/0,8599,1960423,00.html>. Acessado em julho de 2010.
- ⁸⁵ BARROS, Guilherme. No Brasil carro elétrico só vingará depois de 2017, diz Miguel Jorge. Portal IG. Disponível em <http://colunistas.ig.com.br/guilhermearros/tag/carro-eletrico>. Acessado em julho de 2010.
- ⁸⁶ RODRIGUES, Alexandre. Lula coloca em dúvida viabilidade do carro elétrico. Estado de São Paulo. Disponível em <http://economia.estadao.com.br/noticias/negocios+industria,lula-coloca-em-duvida-viabilidade-do-carro-eletrico,20802,0.htm>. Acessado em julho de 2010.
- ⁸⁷ <http://www1.folha.uol.com.br/fsp/mercado/me0606201006.htm>
- ⁸⁸ Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA). Anuário da Indústria Automotiva Brasileira. 2010.
- ⁸⁹ RODRIGUES, Alexandre. Lula coloca em dúvida viabilidade do carro elétrico. Estado de São Paulo. Disponível em <http://economia.estadao.com.br/noticias/negocios+industria,lula-coloca-em-duvida-viabilidade-do-carro-eletrico,20802,0.htm>. Acessado em julho de 2010.

-
- ⁹⁰ TAVARES, Eduardo. Anfavea: reduzir IPI não torna carro elétrico viável. Portal Exame. Disponível em <http://portalexame.abril.com.br/meio-ambiente-e-energia/noticias/anfavea-reduzir-ipi-nao-torna-carro-eletrico-viavel-585131.html>. Acesso em ago. 2010.
- ⁹¹ Com o etanol como alternativa, veículos elétricos ainda engatinham no Brasil. Ag. Auto Press. Disponível em <http://carros.uol.com.br/ultnot/2010/06/25/com-o-etanol-como-alternativa-veiculos-eletricos-ainda-engatinham-no-brasil.jhtm>. Acesso em jul. 2010.
- ⁹² Com o etanol como alternativa, veículos elétricos ainda engatinham no Brasil. Ag. Auto Press. Disponível em <http://carros.uol.com.br/ultnot/2010/06/25/com-o-etanol-como-alternativa-veiculos-eletricos-ainda-engatinham-no-brasil.jhtm>. Acesso em jul. 2010.
- ⁹³ Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA). Anuário da Indústria Automotiva Brasileira. 2010.
- ⁹⁴ AMAHA, Eriko; LAYNE, N. Toyota in Argentine lithium deal for hybrid car push. Agência Reuters. Disponível em <http://www.reuters.com/article/idUSTRE60J0A920100121>. Acesso em jul. 2010.
- ⁹⁵ BROWN, Lester R. Plano B 4.0 *Mobilização para Salvar a Civilização*. 2009. New Content.
- ⁹⁶ AMORA, Dimmi. Estudo Ambiental Pode Adiar Trem-Bala. Disponível em <http://www1.folha.uol.com.br/mercado/767177-estudo-ambiental-pode-adiar-trem-bala.shtml>. Acesso em jul. 2010
- ⁹⁷ BALAZINA, Afra. Ônibus a Hidrogênio a SP e RJ. Disponível em http://www.estadao.com.br/estadaodehoje/20100707/not_imp577538,0.php. Acesso em jul. 2010
- ⁹⁸ BALAZINA, Afra. Ônibus a Hidrogênio a SP e RJ. Disponível em http://www.estadao.com.br/estadaodehoje/20100707/not_imp577538,0.php. Acesso em jul. 2010
- ⁹⁹ PAVARIN, Guilherme. São Paulo Terá Ônibus a Hidrogênio em Agosto. Disponível em <http://info.abril.com.br/noticias/tecnologias-verdes/sao-paulo-tera-onibus-a-hidrogenio-em-agosto-01072009-32.shl>. Acesso em jul. 2010
- ¹⁰⁰ O Futuro das Células a Combustível no Brasil. Revista Auto Bus. Disponível em http://www.revistaautobus.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=181:o-futuro-das-celulas-a-combustivel-no-brasil&catid=38:novidades&Itemid=56. Acesso em jul. 2010
- ¹⁰¹ PAVARIN, Guilherme. São Paulo Terá Ônibus a Hidrogênio em Agosto. Disponível em <http://info.abril.com.br/noticias/tecnologias-verdes/sao-paulo-tera-onibus-a-hidrogenio-em-agosto-01072009-32.shl>. Acesso em jul. 2010
- ¹⁰² PAVARIN, Guilherme. São Paulo Terá Ônibus a Hidrogênio em Agosto. Disponível em <http://info.abril.com.br/noticias/tecnologias-verdes/sao-paulo-tera-onibus-a-hidrogenio-em-agosto-01072009-32.shl>. Acesso em jul. 2010
- ¹⁰³ Scania Presents the Bus of the Future: World Première for Scania's Ethanol Hybrid Bus. Scania. Disponível em <http://www.scania.com/media/pressreleases/n07031en.aspx>. Acesso em jul. 2010
- ¹⁰⁴ VALLE, Dimitri do. Ônibus a biodiesel reduz 30% da poluição. Folha de São Paulo. Disponível em <http://www1.folha.uol.com.br/fsp/cotidian/ff0108201011.htm>. Acesso em ago. 2010.
- ¹⁰⁵ Exajoule = 10^{18} Joules
- ¹⁰⁶ IEA, 2007. Tracking Industrial Energy Efficiency and CO2 Emissions.
- ¹⁰⁷ IEA, 2008. Worldwide trends in energy use and efficiency.
- ¹⁰⁸ IEA, 2009. Towards a more energy efficient future: applying indicators to enhance energy policy.
- ¹⁰⁹ Ávila, Fabiano. China ordena fechamento de 2000 indústrias poluidoras. CarbonoBrasil (apud Mercado Ético: 10/08/2010 14:13:53)
- ¹¹⁰ IEA, 2008. Worldwide trends in energy use and efficiency.
- ¹¹¹ Ibidem.
- ¹¹² Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Balanço Energético Nacional. 2009.
- ¹¹³ Eficiência energética e conservação de energia serão tratadas como equivalentes nesta seção, assim como é tratado pelo Plano Decenal de Expansão de Energia 2019 (EPE 2010).
- ¹¹⁴ A CNI, em parceria com a Eletrobrás, avaliou 217 projetos em 13 setores industriais entre agosto de 1999 e agosto de 2009 (foram considerados: duração média das ações de 10 anos, taxa de remuneração do capital de 12% a.a).
- ¹¹⁵ Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
- ¹¹⁶ Apoio a projetos de eficiência energética - PROESCO
- ¹¹⁷ Programa de Eficiência Energética da ANEEL.
- ¹¹⁸ Procel e Eletrobrás. Procel Avaliação: Resultado das Ações de Eficiência Energética. 2008.
- ¹¹⁹ De acordo com a Eletrobrás, em 2007, o Selo Procel de Economia de Energia foi outorgado a 2.341 modelos de equipamentos, divididos em 21 categorias

¹²⁰ Procel e Eletrobrás. Procel Avaliação: Resultado das Ações de Eficiência Energética. 2008.

¹²¹ De acordo com o Guia Técnico de Iluminação Pública Eficiente (PROCEL/IBAM), as lâmpadas de vapor de sódio de alta pressão apresentam eficiência luminosa entre 83 e 125 lm/W e vida útil mediana entre 16.000 e 24.000 horas.

¹²² Procel e Eletrobrás. Procel Avaliação: Resultado das Ações de Eficiência Energética. 2008.

¹²³ Ministério de Minas e Energia (MME): Departamento de Desenvolvimento Energético. La Eficiencia Energética en Brasil. 2009. Apresentado na Reunião Intergovernamental da América Latina e Caribe. Santiago, Chile. 2009.

¹²⁴ Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia (ABESCO). www.abesco.com.br. Consulta eletrônica em 01/07/2010.

¹²⁵ FRAGA, Érica. Múltis investem pouco em inovação no país. Folha de São Paulo. Disponível em <http://www1.folha.uol.com.br/fsp/mercado/me2607201003.htm>. Acesso em agosto de 2010.