

O DESAFIO DA ENERGIA SUSTENTÁVEL NO BRASIL

Mariana Cristina Lopes*
Fernando Henrique Taques**

71

Resumo: Com a conscientização sobre a finitude dos recursos naturais, os conceitos de sustentabilidade, política ambiental, políticas energéticas e como eles estão relacionados ao desenvolvimento econômico sustentável são amplamente discutidos no mundo. Desde 1968, esses conceitos são tratados em pautas de convenções mundiais, em busca de soluções para os problemas globais relacionados ao meio ambiente. Diante do exposto, o objetivo do trabalho é analisar a evolução da sustentabilidade ambiental no Brasil, com foco no setor energético. Com uma abordagem histórica mediante pesquisa bibliográfica, baseado na oferta interna de energia e fontes de energia primária fornecidas pelo Ministério de Minas e Energia e pelo Balanço Energético Nacional, o trabalho avalia a evolução percentual do fornecimento de energia renovável e a composição da matriz energética brasileira focado no período de 2003 a 2013. As conclusões observadas são de que o PROINFA pode ser considerado um sucesso do ponto de vista de crescimento sustentável. Porém, muitas questões ainda precisam evoluir, como o desenvolvimento de fontes alternativas no caso da biomassa e as pequenas centrais hidrelétricas.

Palavras-chave: Energia. Políticas ambientais. Desenvolvimento econômico sustentável.

Abstract: With awareness of the finiteness of natural resources, the concepts of sustainability, environmental policy, energy policies and how they relate to sustainable economic development are discussed widely in the world. Since 1968 these concepts are treated in patterns of global conventions, in search for solutions to global problems related to the environment. Given the above, the objective is to analyze the evolution of environmental sustainability in Brazil, focusing on the energy sector. With a historical approach through literature, and based on domestic energy supply sources and primary energy supplied by the Ministry of Mines and Energy and the National Energy Balance, research work evaluates the percentage change of the supply of renewable energy and the composition of the energy matrix Brazilian focused on the period 2003 to 2013 the conclusions are that the observed PROINFA can be considered a success from the point of view

*Bacharel em Ciências Econômicas pelas Faculdades Metropolitanas Unidas.

E-mail: mari_cris.lopes@hotmail.com.

**Mestre em Economia pelo PEPEP-PUC/SP e Professor das Faculdades Metropolitanas Unidas e do Centro Universitário do Senac/SP. E-mail: fernandohtaques@gmail.com.

of sustainable growth. However, many issues still need to evolve as the development of alternative sources in case of biomass and small hydro.

Keywords: Energy. Environmental policy. Sustainable economic development.

1 Introdução

Os assuntos relacionados ao meio ambiente, principalmente pela conscientização da sociedade e governo quanto à finitude dos recursos naturais, têm dado força à criação de políticas ambientais, de fundamental importância para que os agentes econômicos sejam menos agressivos ao meio ambiente (LUSTOSA; MAY; DA VINHA, 2010).

Nesse cenário, especificamente quando o assunto é energia, o incentivo às fontes de energia renováveis e eficiência energética são os principais instrumentos das políticas energéticas para contribuição ao desenvolvimento sustentável, que busca atender as necessidades atuais sem comprometer às necessidades futuras (ONU, 1987).

Com a sustentabilidade entrando recorrentemente na pauta das discussões em todo o mundo, o estudo de temas como políticas energética e ambiental, fontes renováveis de energia e diversificação de matrizes energéticas torna-se cada vez mais importante para a evolução do desenvolvimento sustentável, meio de crescimento através da manutenção de recursos naturais.

O objetivo geral da pesquisa é analisar as políticas ambientais adotadas no Brasil no setor de energia, focada no período entre 2003 e 2013, e como as mesmas estão relacionadas à evolução do desenvolvimento sustentável. Além de avaliar se as políticas em questão trouxeram um perfil mais sustentável para a matriz energética brasileira.

Como metodologia, a pesquisa possui abordagem histórica das políticas ambientais adotadas pelo Brasil, baseando sua construção em uma extensa pesquisa bibliográfica e levantamento de fontes de dados primários, especificamente indicadores relacionados à comparação de oferta de energia renovável x não renovável e a matriz energética brasileira, todos compreendendo o período de 1973 a 2013, com foco na análise da evolução percentual do período entre 2003 e 2013. Os indicadores de oferta interna de energia e fontes de energia primária tiveram como fontes o Ministério de Minas e Energia e o Balança Energético Nacional.

A pesquisa está estruturada em 3 seções, além de introdução e conclusão. A primeira trata dos conceitos teóricos relacionados à sustentabilidade, política ambiental e energia. A segunda contempla a evolução histórica acerca das questões

relativas ao meio ambiente, sustentabilidade acerca das nações e também das políticas implantadas no Brasil. A terceira analisa a matriz energética do Brasil e sua evolução.

2 Política pública ambiental

2.1 Conceito de sustentabilidade

São recorrentes na sociedade os assuntos ligados à preservação do meio ambiente. Este fato ocorre devido à conscientização, tanto por parte da sociedade como por parte do governo, de que os recursos disponíveis no meio ambiente são escassos e necessários para a vida humana.

O desenvolvimento sustentável é um conceito normativo que foi denominado como ecodesenvolvimento no começo da década de 1970. O surgimento decorre do argumento posto em debate sobre as relações entre crescimento econômico e meio ambiente. O mesmo emerge deste argumento como uma proposta conciliadora, onde se identifica que o desenvolvimento técnico é condição necessária, mas não suficiente para a eliminação da pobreza e desigualdades sociais (LUSTOSA; MAY; DA VINHA, 2010).

Para que o setor de energia se torne sustentável é fundamental que sua problemática seja abordada de forma compreensiva, incorporando não apenas o desenvolvimento e adesão de inovações e incrementos tecnológicos, mas também interessantes mudanças que vem sendo realizadas em todo o mundo. Essas mudanças abrangem tanto políticas que tentam redirecionar as escolhas tecnológicas e os investimentos no setor, como no suprimento da demanda, bem como no comportamento dos consumidores, quando se trata daqueles consumidores que têm acesso à energia (DOS REIS; FADIGAS; CARVALHO, 2009).

No debate acadêmico entre economistas e ecologistas é possível localizar duas importantes correntes de interpretação do problema da sustentabilidade ambiental. Estas duas correntes são caracterizadas como Economia Ambiental (de base neoclássica) e como Economia Ecológica (FERNANDEZ; KUWAHARA, 2006).

Segundo a abordagem teórica da economia ambiental, os recursos naturais (como fonte de insumos e como capacidade de assimilação dos ecossistemas) são infinitos, portanto, não simbolizam, em longo prazo, um limite absoluto à expansão da economia. Pelo contrário, no início estes recursos não apareciam nas representações analíticas da realidade econômica, como, por exemplo, na enumeração de função de produção que continha apenas os insumos capital e trabalho. Esta visão implícita

de infinitude dos recursos naturais na análise neoclássica foi criticada por Nicolas Georgescu-Roegen¹. O que vale ressaltar da obra deste autor é a introdução da ideia de não ser reversível e de limites na teoria econômica, que percorre na segunda lei da termodinâmica (lei da entropia) em oposição à primeira (sobre a transformação da matéria), na qual essa ideia não faz sentido e sobre a qual se baseia implicitamente a teoria econômica convencional (LUSTOSA; MAY; DA VINHA, 2010). A principal discussão da Economia Ambiental se refere ao desenvolvimento de mecanismos que materializem a alocação eficiente dos recursos naturais. Para tal corrente teórica, os mecanismos de mercado podem ser aplicados com vistas à determinação de alocação eficaz dos recursos naturais. Embora não existam mercados para tais recursos, investigam-se, através de métodos que têm como base a economia neoclássica, a construção de mercados hipotéticos para os mesmos, possibilitando assim, a determinação da alocação ótima dos mesmos (DE SOUZA, 2008).

A Economia Ecológica tem como fundamento que, além de designar de maneira eficiente os recursos, um sistema econômico deveria cuidar da distribuição justa e da escala de uso desses recursos. A mesma reconhece a importância da existência dos mercados, mas não lhe dá a habilidade de pensar em todos os desejos da sociedade. Defende também a ideia de que a não regulação dos mercados não seria adequada para a alocação de bens e serviços providos da natureza (DE SOUZA, 2008). Esta corrente vê o sistema econômico como um subsistema de um todo maior que o contém, impondo uma restrição absoluta à sua expansão. Capital e recursos naturais são essencialmente complementares. O Progresso científico e tecnológico é visto como fundamental para aumentar a eficiência na utilização dos recursos naturais em geral (renováveis e não renováveis) e nesse aspecto, esta corrente partilha com a primeira convicção de que é possível instituir uma estrutura regulatória baseada em incentivos econômicos capaz de aumentar imensamente esta eficiência (LUSTOSA; MAY; DA VINHA, 2010).

2.2 Política ambiental

Entende-se como política ambiental o conjunto de metas e instrumentos que visam reduzir os impactos negativos da ação antrópica – aquelas resultantes da ação humana – sobre o meio ambiente. A política ambiental é importante para induzir ou forçar os agentes econômicos a adotarem posturas e procedimentos menos agressivos ao meio ambiente (LUSTOSA; MAY; DA VINHA, 2010).

Na década de 90, o Brasil demonstrou avanços significativos nas políticas ambientais. Neste período houve aprovações de várias leis setoriais, como a Lei

Nacional de Política de Recursos Hídricos (1997), a de Crimes Ambientais (1998) e a da Política Nacional de Educação Ambiental (1999) (BOEIRA, 2004). Por sua vez, o setor energético brasileiro começou a dar seus primeiros passos já na década de 80, com a criação de dois grandes programas, o Programa de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL, criado em 1985 pelo Ministério de Minas e Energia (MME), coordenado pela Eletrobrás, e em 1991 com o Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados de Petróleo e do Gás natural (COMPET), coordenado pela Petrobrás (MENKES, 2004).

As políticas ambientais precisam ir muito além das soluções de problemas definidos como externalidadesⁱⁱ. É necessário pensar no desenvolvimento sustentável, para atender as necessidades do presente sem comprometer o atendimento das gerações futuras. Além disso, é preciso indicar caminhos para o desenvolvimento e crescimento econômico com a premissa de sustentabilidade. Uma alternativa para isso é a utilização de instrumentos de política ambiental.

3 Instrumentos de política ambiental

A política ambiental utiliza para alcançar os objetivos propostos dois tipos de instrumentos, os chamados instrumentos de comando e controle, normalmente os mais usados e os instrumentos econômicos, que vem adquirindo papel crescente no gerenciamento dos recursos naturais (DA VEIGA NETO, 2000).

A principal característica da política de comando e controle é que a mesma, em base legal, trata o poluidor como ecodelinquente e, como tal, não lhe dá chance de escolha: ele tem que obedecer a regra imposta, caso contrário se sujeita a penalidades em processos judiciais ou administrativos (ALMEIDA, 1997).

Os incentivos de mercado visam dar maior flexibilidade aos agentes envolvidos, sem comprometer a eficiência dos resultados relacionados ao meio ambiente. Se um agente poluidor fosse, por exemplo, taxado pela quantidade de poluição emitida, poderia optar por pagar esta taxa, ou então, caso o custo de controle de suas emissões de poluição fosse menor do que a taxa cobrada, seria possível diminuir a quantidade de poluição emitida (VARELA, 2001).

Enquanto os instrumentos de regulação direta definem o nível máximo de poluição permitido no ambiente (por meio de padrões ambientais), os instrumentos econômicos limitam a quantidade máxima de poluição que cada fonte poluidora pode emitir (por meio de padrão de emissões) (MENKES, 2001).

A decisão de escolher qual o melhor instrumento a ser utilizado depende de uma série de critérios, dentre eles:

- a) Qual é a informação necessária que a autoridade ambiental deve possuir para aplicá-la e a que custo?;
- b) qual é o monitoramento necessário para a efetividade do instrumento e através deste monitoramento, o cumprimento das metas da polícia, pode ser fiscalizado?;
- c) a influência do instrumento permanecerá a mesma ao longo do tempo, ficará mais forte, ou mais fraca?;
- d) o instrumento terá a capacidade de criar incentivos contínuos no sentido de melhorar produtos ou processos mais benéficos ao meio ambiente?;
- e) o instrumento é capaz de se adaptar rapidamente, a baixo custo, às novas informações, à mudança de condições e à mudança de metas ambientais?;
- f) qual a extensão que deve tomar o instrumento para dar conta dos objetivos da política proposta? Permanⁱⁱⁱ (1996 apud DA VEIGA NETO, 2000, p. 19).

Além de analisar todos os critérios mencionados acima, é necessário verificar quais são os problemas prioritários, quais são as causas e quais recursos que estão disponíveis. Ao verificar esses três fatores, a chance de escolher o melhor instrumento aumenta.

3.1 *Instrumentos de comando e controle*

Os instrumentos de regulação direta, também conhecidos como políticas de comando e controle, vêm predominando na política ambiental no mundo. São normalmente utilizados no controle da poluição atmosférica (MENKES, 2001).

A principal função desse instrumento é controlar e monitorar a qualidade ambiental. Para que isso se torne possível, é necessário o uso de sanções e penalidades, sempre autorizadas por normas legais (LEAL, 1997).

As desvantagens em se adotar esse tipo de instrumento são; a) Os poluidores não têm liberdade para selecionar e promover os ajustes no tempo que lhes convier; b) Não é regra justa, uma vez que não leva em consideração as distintas situações dos agentes individuais para cumprir a obrigação; c) Economicamente são ineficientes porque não consideram as diferentes estruturas de custos dos agentes privados para redução de poluição; d) Criam barreiras à entrada de novas empresas; e) Após atingir o padrão ou que a licença seja concedida, o poluidor não é encorajado a introduzir novos aprimoramentos tecnológicos (antipoluição) (PEREIRA; TAVARES, 1999).

Já as vantagens deste instrumento são: a) Elevada eficácia ecológica, uma vez fixada a norma (de modo apropriado) será cumprida (se os poluidores não violarem a lei) (PEREIRA; TAVARES, 1999).

3.2 Instrumentos econômicos ou de mercado

A utilização de instrumentos econômicos é recente na área ambiental, sobretudo àqueles voltados à conservação dos recursos naturais. O fomento desses instrumentos, via de regra, é exercido pelos formuladores de políticas públicas. Estes impulsionam o PSA (Pagamentos por Serviços Ambientais) a fim de assegurar o estado qualitativo e os estoques disponíveis dos serviços ecossistêmicos (COSTA, 2008).

O instrumento econômico tem diversas finalidades, induzir um determinado comportamento social, financiar uma atividade social e maximizar o bem-estar social^{iv} são algumas delas. O objetivo de induzir um determinado comportamento social não está relacionado com a geração de receita, mas sim em influenciar o padrão de uso do recurso. Neste caso, cobra-se mais para aqueles que reagem mais a preços (mais elásticos), para maximizar a redução de uso. Já a finalidade de financiar uma atividade social que é o caso da Taxa de Controle e Fiscalização Ambiental (TCFA), é exatamente ao contrário, a intenção é cobrar mais daqueles que reagem menos aos aumentos de preço (menos elástico) (DA RIVA; DA FONSECA; HASENCLEVER, 2007). E o propósito de maximizar o bem-estar social está relacionado à correção do preço de mercado de um recurso ambiental de tal forma que este preço passe a representar o custo social total do uso do recurso (MOTTA, 2005).

Alguns exemplos podem ser citados, as taxas ambientais por emissão de poluição atmosférica imputada a uma indústria será, ao mesmo tempo, um instrumento de política ambiental e de eficiência energética, pois induz a indústria a utilizar um combustível mais limpo, ou uma tecnologia de produção mais eficiente. Outro exemplo é o imposto sobre combustíveis. Se este for muito alto, com certeza haverá melhoria ambiental e menor gasto de energia. Nesse caso, pode ser estimulado o uso de veículos com combustíveis alternativos, por meio de preços e redução tributária. Outro exemplo também da interface entre a política ambiental e a de eficiência energética é a emissão de **gases causadores** de efeito estufa^v.

A diminuição de emissão de CO_2 pode ser amenizada por meio de taxaço do carbono contido nos combustíveis fósseis (MENKES, 2001).

Resumidamente, os indicadores econômicos são utilizados para corrigir falhas de mercado que estão relacionadas às externalidades e aos bens públicos.

Em um mesmo segmento é possível encontrar externalidades positivas e negativas, no caso do setor energético, a redução da poluição do ar decorrente da diminuição de gases por combustíveis fósseis ao substituí-los por fontes renováveis é considerada uma externalidade positiva. Por outro lado, é possível encontrar uma série de impactos ambientais devido à utilização dos combustíveis fósseis, como a poluição do ar em cidades e o efeito estufa, considerada com externalidades negativas (GOMES, 2002).

Os bens públicos são bens que podem ser disponibilizados a um custo baixo para muitos consumidores, mas, assim que são ofertados para alguns, torna-se muito difícil o controle por outros (PINDYCK; RUBINFELD, 2002). Aplica-se ao setor energético, pois a água (principal responsável pela geração de energia) é um bem privado, e a mesma fornece também bens (serviços) públicos no caso da geração de energia. Como estes bens são não rivais e não excludentes^{vi}, não são percebidos pelos mercados, que tendem a não considerar os seus custos e benefícios na definição dos preços econômicos.

A política energética tem como objetivo contribuir para o desenvolvimento sustentável da sociedade. De todas as opções de políticas de energia, o desenvolvimento de fontes de energia renováveis e a adoção da eficiência energética são os instrumentos mais afinados aos critérios do desenvolvimento sustentável (OECD^{vii}, 2000 apud MENKES, 2004).

4 Principais incentivos nacionais sobre a sustentabilidade energética

As políticas energéticas adotadas por diversos países geralmente parte do combustível fóssil como principal componente da matriz energética. Porém, quando esse componente começou a ficar escasso, o governo sentiu a necessidade de buscar fontes alternativas que pudessem substituir tal escassez (MAGALHÃES, 2009).

Para que essa mudança ocorresse de forma eficiente era necessário que o país aproveitasse ao máximo os recursos disponíveis que tivessem o menor impacto ambiental, além de analisar se os custos de produção eram compatíveis com a realidade econômica do país. Neste contexto, os países mais desenvolvidos tiveram vantagem por poderem contar com as soluções tecnologicamente mais avançadas (MAGALHÃES, 2009).

No Brasil, o grande passo para a sustentabilidade ocorreu em 2002, decorrente da Lei n. 10.438/2002, com a criação do maior programa do mundo de incentivo às fontes alternativas de energia elétrica, o PROINFA (Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica). A finalidade do programa era de promover a diversificação da Matriz Energética Brasileira, buscando alternativas para aumentar a segurança no abastecimento de energia elétrica, além de permitir a valorização das características e potencialidades regionais e locais (MME, 2014; ELETROBRAS, 2014).

Incentivo às fontes de energia alternativas, recompensa tarifária, expansão de energia elétrica emergência, redação de Leis como 9.427/1996, 9.648/1998, 3.890-A/1961, 5.655/1971, 5.899/1973, 9.991/2000, entre outras, foram disposições geradas pela Lei (GREENPEACE, 2008).

Até o final do ano de 2011, o PROINFA havia implantado 119 empreendimentos, constituído por 41 eólicas, 59 pequenas centrais hidrelétricas (PCHs) e 19 térmicas a biomassa. Juntos, os empreendimentos tinham a capacidade instalada de 2.649,87 MW, compreendendo 963,99 MW em usinas eólicas, 1.152, 54 MW em PCHs e 533,34 MW em plantas de biomassa (ELETROBRAS, 2014).

Tanto o Ministério de Minas e Energia (MME) como a Eletrobrás tiveram responsabilidades no programa, a responsabilidade de definir as diretrizes, elaborar o planejamento do Programa e definir o valor econômico de cada fonte ficou com o MME, enquanto o papel de agente executora, com a celebração de contratos de compra e venda de energia ficou com a Eletrobrás (MME, 2014).

Devido à sua inexperiência e falta de cultura tecnológica, o PROINFA apresentou falhas. As falhas foram desde problemas de aspecto legal (problemas relacionados à obtenção de licenças ambientais) como de mercado (demora na regulamentação do programa pelo governo) (GREENPEACE, 2008).

Contudo, é possível afirmar que o PROINFA foi importante não apenas para o Brasil, mas também para o mundo, visto que as externalidades positivas, decorrentes da redução dos gases de efeito estufa afetam o planeta como um todo. Antes da criação do PROINFA, o cenário da política energética baseava-se na preocupação de como o Governo consolidaria o conflito de interesse entre consumidores e investidores. Enquanto os consumidores desejavam energia abundante e barata, os investidores desejavam maximizar o retorno dos lucros (PEDROSA, 2005). Este conflito só foi resolvido com a implantação de um órgão regulador (ANEEL), responsabilidade do mesmo era de construir o equilíbrio entre estes interesses, protegendo consumidores e agentes do abuso de poder de mercado e garantindo rentabilidade adequada aos investidores (PEDROSA, 2005).



Figura 1 – Equilíbrio entre visões de governo, consumidores e investidores

Fonte: PEDROSA (2005)

Mas as questões do setor elétrico não eram sempre claras, o marco legal brasileiro possuiu uma evolução complexa e lenta. Os objetivos muitas vezes eram divergentes e uma série de mudanças de rumo dificultaram o cenário institucional (PEDROSA, 2005).

Mesmo que lenta, é possível identificar que houve uma evolução no que se diz respeito ao marco legal brasileiro, leis, decretos e órgãos reguladores foram criados ao longo desses anos com a premissa de sustentabilidade ambiental.

5 A evolução da eficiência energética no Brasil

5.1 Oferta interna de energia

A evolução da eficiência energética no Brasil a partir de 1970 pode ser analisada através do Balanço Energético Nacional (BEN) que apresenta a Oferta Interna de Energia (OIE) também conhecida como demanda total de energia.

Com as alterações estruturais ocorridas na economia do Brasil, a matriz energética passou por mudanças significativas, que vão desde o forte aumento da OIE, na qual atingiu o total de 200.875 milhões de tep (correspondente a 1,8% da energia do mundo) a mudanças nas participações relativas dos insumos energéticos, as quais constam na tabela 4.2 (GOLDEMBERG; LUCON, 2007).

Tabela 1 – Oferta Interna de Energia 1973 e 2003

IDENTIFICAÇÃO	1973		2003	
	10 ³ tep	%	10 ³ tep	%
ENERGIA NÃO RENOVÁVEL	40.355	49,1	112.669	56,1
PETRÓLEO E DERIVADOS	37.479	45,6	80.688	40,2
GÁS NATURAL	338	0,4	15.512	7,7
CARVÃO MINERAL E DERIVADOS	2.538	3,1	12.848	6,4
URÂNIO (U3O8)	0	0,0	3.621	1,8
ENERGIA RENOVÁVEL	41.802	50,9	88.206	43,9
HIDRÁULICA E ELETRICIDADE	4.975	6,1	29.477	14,7
LENHA E CARVÃO VEGETAL	31.897	38,8	25.973	12,9
DERIVADOS DA CANA DE AÇÚCAR	4.619	5,6	27.093	13,5
OUTRAS RENOVÁVEIS	311	0,4	5.663	2,8
TOTAL	82.157	100,0	200.875	100,0

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética (2014)

Em 2003, energias renováveis representavam 41,3% do consumo total no Brasil, ao passo que no mundo eram apenas 14,4%. O consumo médio de energia no Brasil era de 1,09 tep por habitante por dia, um pouco abaixo da média mundial. O consumo médio não representava adequadamente o que ocorre no mundo: em Bangladesh ele era onze vezes menor, e nos Estados Unidos, cinco vezes maior. O consumo total de energia no Brasil em 2004 foi de cerca de 216 milhões de tep (Mtep), ou 2% do consumo mundial, que foi de 11.223 Mtep (GOLDEMBERG; LUCON, 2007). A Tabela 4.2 destaca a contribuição porcentual das diversas fontes de energia à energia total consumida no Brasil e no mundo neste período.

Tabela 2 – Energia primária no Brasil e no mundo em 2003

Energia primária			Brasil	Mundo	
Total, bilhões de tep			0,193	10,7	
Participação das fontes (%)	Não-renováveis	Fósseis	Petróleo	43,6	35,3
			Gás Natural	6,6	20,9
			Carvão	6,8	24,1
		Nuclear	1,8	6,4	
		Subtotal	58,7	86,6	
	Renováveis	Tradicionais	Biomassa Tradicional	19	9,4
			Convencionais	Hidráulica	15,3
		Modernas “novas”	Biomassa Moderna	6,9	1,2
			Outras: Solar, eólica etc.	<0,1	1,7
		Subtotal	41,3	14,4	

Fonte: GOLDEMBERG e LUCON (2007)

Como a produção do petróleo estava acima do crescimento da demanda interna energética, ocorreu uma redução da dependência externa. O número de 12,9% em 2004 passou para 10,2% em 2005, o que significa uma queda de 21,0%. Contudo, ao analisar o Gráfico 1, ainda é possível verificar que o Brasil continua mantendo vantagens comparativas com o resto do mundo no que se refere a utilização de fontes renováveis (MME, 2006).

Devido ao alto índice de participação do Brasil na geração de energia hidráulica, as perdas de transformação e distribuição são de apenas 6% da OIE, enquanto os países com alta geração de eletricidade de origem térmica apresentam um montante entre 25% e 30%. Esta vantagem, acrescida por grande uso da biomassa, faz com que o Brasil apresente resultados ainda mais satisfatório. Enquanto o país exibe uma pequena taxa de emissão de CO_2 , de $1,58 tCO_2 / tep$, pelo uso de combustíveis, a média mundial é de $2,37$ (2006).

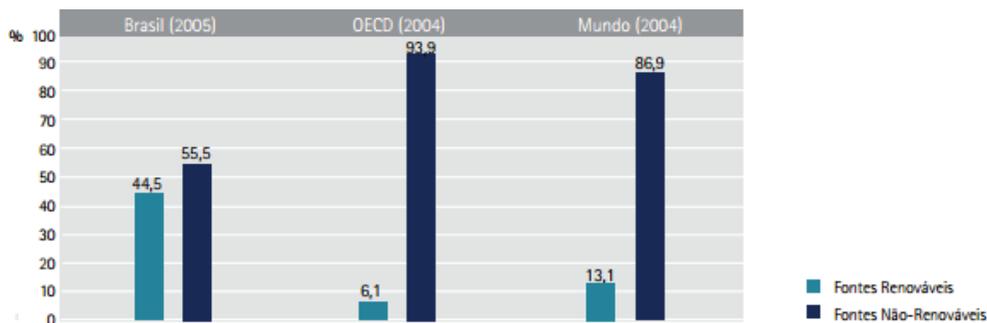


Gráfico 1 – Oferta Interna de Energia 2004 e 2005

Fonte: MME (2006)

Esta vantagem segue por muitos anos, em 2006 ainda é possível identificar essa diferença. Enquanto o Brasil possui a participação de 81% de energia hidráulica, os demais países possuem um pouco mais de 16%. Entre o período de 1973 a 2006 a formação da matriz mundial passou por importantes mudanças, o que resultou na diminuição de participação da geração por derivados de petróleo (de 24,7% para 5,8%) e da geração hidráulica (de 21% para 16%). Estas reduções foram compensadas pelo aumento nas participações do gás natural e do urânio (MME, 2006).

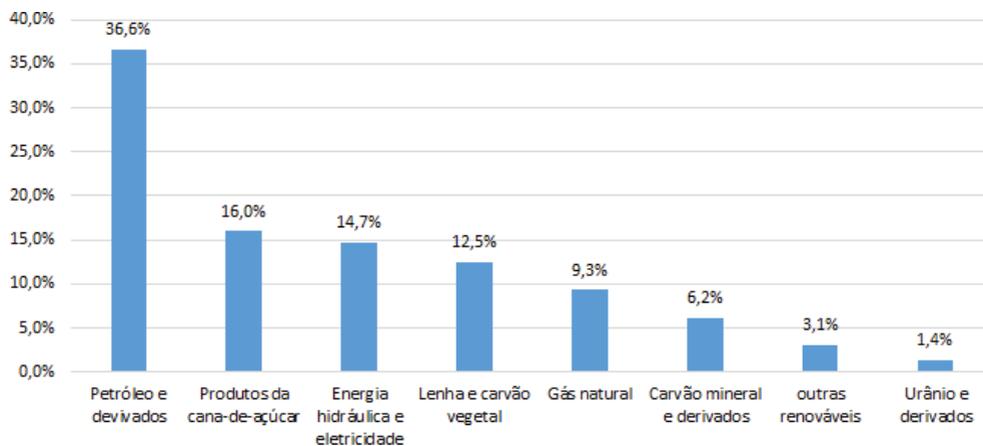


Gráfico 2 – Participação do gás natural na oferta primária de energia no Brasil em 2007.

Fonte: MME (2008) apud ANEEL (2008)

O esforço pelo gás natural é recorrente da busca pelo substituto do petróleo. No país, a evolução entre o período de 1973 e 2007 foi bastante significativa, em

torno de 5650% (passando de 0,2 bilhões de m³ para 11,3 bilhões de m³) segundo o *BP Statistical Review of World Energy 2008* (ANEEL, 2002).

Segundo a Aneel, em 2002 o número de centrais termelétricas em operação a gás natural no Brasil era de 31 unidades. Contudo nesse mesmo período havia mais 14 unidades em construção e 46 unidades outorgadas, ou seja, construção não iniciada.

Embora o gás natural apresente vantagens em relação ao petróleo e ao carvão mineral, causa impactos ambientais bastantes significativos. Esta fonte necessita de um resfriamento eficaz, onde o principal componente é a água, que por sua vez pertence a uma central termelétrica. O problema vai além do componente utilizado (água), o problema é a quantidade utilizada para este fim, visto que a perda pela evaporação é grande (BAJAY; WALTER; FERREIRA^{viii}, 2000 apud ANEEL, 2002).

Outro ponto a ser considerado também foi a evolução dos biocombustíveis no Brasil, que além de ser pequena (se comparada com a hidráulica) demonstra avanços significativos no que se diz respeito à sustentabilidade energética. Outro ponto positivo para o país é que o Brasil foi o pioneiro neste seguimento.



Figura 1 – Evolução dos biocombustíveis no Brasil

Fonte: ANP (2012)

Analisando os dados da Oferta Interna de Energia de 2003 a 2013 (Tabela 4), é possível identificar que a maior porcentagem de participação das energias renováveis ocorreu em 2009, com a participação de 47,3%. As maiores participações vieram dos derivados da cana de açúcar (18,1%), da energia hidráulica (15,2%) e da lenha e carvão vegetal (18,1%). Este resultado pode ser explicado pelo aumento de 11,2% na produção nacional de açúcar neste período (EPE, 2009).

Tabela 3 – Oferta Interna de Energia 2003 a 2013

IDENTIFICAÇÃO	2003		2005		2007		2009		2011		2013	
	10 ³ tep	%										
ENERGIA NÃO RENOVÁVEL	112.669	56,1	120.619	55,3	128.321	53,9	128.136	52,7	152.529	56,0	174.665	59,0
PETRÓLEO E DERIVADOS	80.688	40,2	84.553	38,8	89.239	37,5	92.263	37,9	105.172	38,6	116.500	39,3
GÁS NATURAL	15.512	7,7	20.526	9,4	22.199	9,3	21.329	8,8	27.721	10,2	37.792	12,8
CARVÃO MINERAL E DERIVADOS	12.848	6,4	12.991	6,0	13.575	5,7	11.110	4,6	15.449	5,7	16.478	5,6
URÂNIO (U308)	3.621	1,8	2.549	1,2	3.309	1,4	3.433	1,4	4.187	1,5	3.896	1,3
ENERGIA RENOVÁVEL	88.206	43,9	97.317	44,7	109.690	46,1	115.083	47,3	119.809	44,0	121.550	41,0
HIDRÁULICA E ELETRICIDADE	29.477	14,7	32.379	14,9	35.505	14,9	37.036	15,2	39.923	14,7	37.054	12,5
LENHA E CARVÃO VEGETAL	25.973	12,9	28.468	13,1	28.628	12,0	24.610	10,1	25.997	9,5	24.580	8,3
DERIVADOS DA CANA DE AÇÚCAR	27.093	13,5	30.150	13,8	37.852	15,9	43.978	18,1	42.777	15,7	47.603	16,1
OUTRAS RENOVÁVEIS	5.663	2,8	6.320	2,9	7.705	3,2	9.459	3,9	11.113	4,1	12.313	4,2
TOTAL	200.875	100,0	217.936	100,0	238.011	100,0	243.218	100,0	272.338	100,0	296.215	100,0

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética (2014)

Em 2009, a geração de energia do país atingiu 466,2, o que significa um aumento de 0,7% ao ano anterior (BEN, 2009). A principal fonte de energia utilizada ainda continua sendo a hidráulica e se estende até os dias de hoje. O Gráfico 3 apresenta os dados da Oferta Interna de eletricidade no ano de 2013.

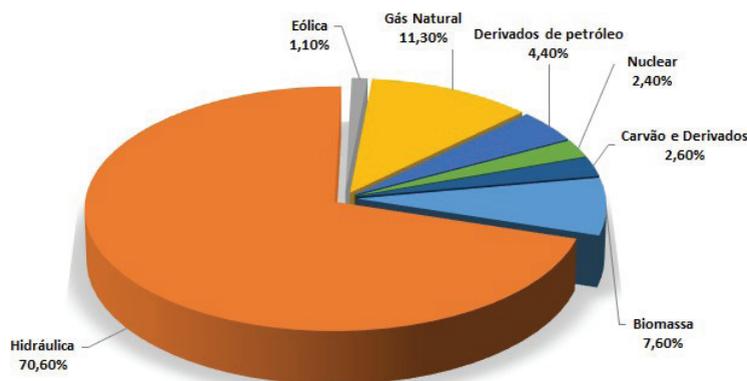


Gráfico 3 – Oferta Interna de Eletricidade em 2013

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética (2014)

Ao comparar o índice de participação das energias renováveis dos países, o Brasil se destaca com uma média de 45% do total de energia ofertada. A maior participação de energia renovável no Brasil vem da energia hidráulica, esse resultado é decorrente da geografia do país, onde o Brasil possui 12% de água doce superficial do mundo, fazendo com que o país consiga aproveitar o potencial energético das diversas bacias hidrográficas brasileiras. O potencial hidrelétrico brasileiro é em média 260GW, onde 40,5% ficam situados na Bacia Hidrográfica do Amazonas, fator esse que talvez impossibilite a expansão de maneira mais eficiente.

5.2 Outras fontes alternativas

Apesar de a matriz energética brasileira ser considerada limpa, não é possível afirmar que ela vem se tornando cada vez mais renovável. O Gráfico 4, apresenta um decréscimo nas fontes renováveis nos últimos 5 anos, enquanto a participação de fontes renováveis correspondia a 50,9% em 1973, a participação no século XXI foi de 47,3% em 2009 e 41% em 2013.

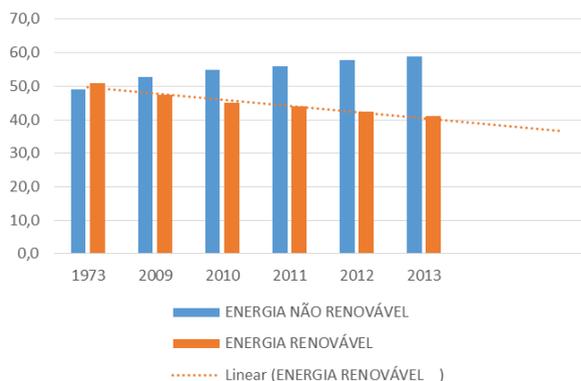


Gráfico 4 – Evolução da Energia Renovável.

Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados obtidos na Empresa de Pesquisa Energética (2014)

Além da diminuição da participação destas fontes, outro fator negativo é que as grandes usinas hidrelétricas (que são as principais geradoras de eletricidade no Brasil) mesmo que consideradas como energia limpa (devido aos baixos níveis de emissão de gases de efeito estufa) causam externalidades negativas como ocupar grandes áreas de produção de alimentos e florestas, impactando negativamente a vegetação local, a fauna e a flora.

No Brasil há regiões que possuem volume adequado para a implementação de energia eólica, o litoral possui 75 milhões de kW, o Sudeste 29,7 milhões de kW, e o Sul 22,8 milhões de kW. Esse volume equivale ao dobro da média mundial (WWF, 2012). Essa energia possui externalidades positivas nas políticas públicas ambientais, pois ajuda a diminuir a emissão de gases no efeito estufa o que facilitaria cumprir com o Protocolo de Kyoto. Por outro lado, além dos investimentos altos necessários na sua implantação, a mesma causa poluição sonora e visual.

A Biomassa, por sua vez, também corrobora para cumprir o Protocolo de Kyoto. Porém a sua produção emite material particulado na atmosfera. Se não tratado corretamente causa poluição do ar e do solo, que por sua vez poderá acarretar em uma elevação de preços nos produtos agrícolas. Esse *trade-off* deve ser analisado de forma cuidadosa.

O Brasil possui um cenário propício para pesquisa, desenvolvimento e implantação de projetos relacionados à energia solar. Sua extensão territorial expressiva e com grande incidência de radiação solar, agregado a sua grande reserva de silício, principal matéria-prima para desenvolvimento de painéis solares, são os fatores que em conjunto constroem esse cenário, além de contribuir para com o Protocolo de Kyoto. Porém, os preços são mais elevados (se comparada com outras fontes de energias), não atende de maneira eficaz algumas populações com as quais estão localizadas nas regiões com latitudes médias e altas (devido à ausência de sol, principalmente no inverno) e não há eficiência energética durante a noite. Além de haver a possibilidade de poluição ambiental, caso as baterias utilizadas não sejam descartadas adequadamente.

Para incentivar a geração solar fotovoltaica, a Aneel, em abril de 2012, concedeu até 31 de dezembro de 2017 um aumento de 30% de desconto nas tarifas de uso (TSUT e TSUD) para empreendimentos que injetem até 30 MW na rede por meio de energia solar (WWF, 2012).

6 A Evolução dos incentivos

A Rio-92 foi responsável por muitas mudanças em termos de sustentabilidade ambiental. No setor energético, a principal foi a Convenção Climática. A Convenção tem como objetivo principal estabilizar as concentrações de gases de efeito estufa. Estudos^{ix} comprovam que os setores de energia juntamente com outros setores, caminham para o cumprimento do compromisso nacional da lei nº 12.187/2009 e do Decreto nº 7.390.

Tabela 4 – Estimativas das emissões dos gases para o setor energético

Gás	Fonte	1990	1995	2000	2005	2010
		Gg				
CO ₂	II Inventário	179.948	221.986	289.958	313.695	
	Estimativas	179.948	221.986	289.958	313.695	382.698
CH ₄	II Inventário	427	363	388	541	
	Estimativas	427	363	388	541	577
N ₂ O	II Inventário	8	9	10	12	
	Estimativas	8	9	10	12	14

Fonte: MCTI, SEPED e CGMC (2013)

A partir da crise energética de 2001, o Brasil começa a contar efetivamente com projetos de leis e taxações sobre o uso da energia. Como por exemplo, a redução de impostos para produtos/equipamentos que aumentam a eficiência energética (Imposto de Importação, IPI, ICMS, entre outros), a redução de impostos (isenção de IPI, PIS e Cofins) para a compra de geradores de energia e equipamentos para usinas termelétricas e hidrelétricas e também a alteração do código de obras visando estipular parâmetros e classificação de eficiência energética (MENKES, 2001). Além disso, outras iniciativas foram realizadas, como a redução de 50% nas tarifas de utilização dos sistemas de transmissão e distribuição para empreendimentos hidrelétricos, solares, eólicos, de biomassa, entre outros (WWF, 2012). É possível contar também com a RGR (Reserva Global de Reversão), onde além de fornecer financiamentos para empreendimentos que usam fontes renováveis (eólica, a solar, a biomassa e a PCH), fornece recursos para outros fins, como para programa de fomento específico que utilizam equipamentos de uso individual e coletivo para a transformação de energia solar em energia elétrica, além de financiamentos de atividades de pesquisa e planejamento para evolução do sistema energético e evolução de serviços de distribuição para área de baixa renda (WWF, 2012).

O BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social) por sua vez, além de fornecer recursos destinados ao PROINFA, estimula também uma linha de crédito para empreendimentos de geração de energia por fontes renováveis alternativas. Com vantagens de financiar até 80% do total do investimento, utilizando taxas de juros de 4% ao ano, e fornecendo prazos de 10 a 14 anos para pagamento (WWF, 2012). Neste contexto, é possível afirmar que o Brasil possui recursos que possam auxiliar no investimento inicial caso a decisão seja expandir suas fontes renováveis.

7 Projeção de demanda de energia elétrica 2007-2017

A relação entre o consumo de energia elétrica e o PIB é conhecida como intensidade elétrica do PIB. Já a relação entre o aumento do consumo de eletricidade e o crescimento da economia é conhecida como elasticidade-renda da demanda de energia. Ou seja, quando houver desenvolvimento em um país, a renda e a produtividade tenderão a crescer.

Tabela 5 – Projeção da Demanda de Energia Elétrica. Indicadores selecionados

	2007	2008	2012	2017
PIB (10 ¹² R\$ [2007])	2,60	2,73	3,32	4,24
População (10 ⁶ hab)	184	186	194	204,5
Consumo final de energia elétrica (TWh)	412,6	435,1	544,2	706,4
PIB per capita (R\$/hab)	14.130	14.680	17.110	20.730
Consumo de energia per capita (kWh/hab)	2.240	2.340	2.805	3.455
Intensidade elétrica (kWh/R\$ [2007])	0,159	0,159	0,164	0,167
Elasticidade (ϵ)		1,14	1,07

Obs: Elasticidades calculadas para os períodos 2007-2012 e 2012-2017 Fonte: EPE (2008)

Para realizar a projeção de demanda de energia elétrica, a empresa EPE (Empresa de Pesquisa Energética) utiliza as seguintes premissas: Crescimento econômico com taxa de 5% ao ano (conforme divulgado pelo Banco Central), crescimento demográfico de 20,5 milhões de pessoas entre o período de 2007 e 2017 (conforme divulgado pelo IBGE), premissas setoriais (conforme descrito na Tabela 7) e auto-produção com crescimento de 11,2% ao ano. Neste contexto, é possível identificar os principais indicadores das projeções da demanda de eletricidade no país, entre o período de 2007 e 2017.

Tabela 6 – Evolução da capacidade instalada de setores industriais selecionados (10⁶ t)

Discriminação		2008	2017	Δ% a.a.
Alumínio	Bauxita	27,2	50,4	7,1
	Alumina	7,9	15,3	7,6
	Alumínio primário	1,7	2,1	2,4
Metalurgia	Siderurgia (aço bruto)	43,3	85,7	7,9
	Pelotização	50,5	80	5,2
	Ferroligas	1,4	2,0	4,0
	Cobre	0,6	2	14,3
Química e petroquímica	Soda	1,6	2,6	5,5
	Cloro	1,5	2,3	4,9
	Pólos petroquímicos (eteno)	3,7	7,1	7,5
Papel e celulose	Celulose	12,1	25,7	8,7
	Pasta de alto rendimento	0,5	1,1	9,2
	Papel	10,5	19,0	6,8
Cimento	(produção)	45,0	81,0	6,7

Fonte: EPE (2008)

Os setores industriais correspondem a 41% da demanda industrial de energia elétrica. Entretanto, a implantação de novos projetos de grande porte pode acarretar em mudanças não modeláveis no aumento da demanda, por esse motivo são utilizadas premissas específicas neste setor (EPE, 2008).

Apesar de adotar conceitos de políticas ambientais e energéticas, implantar incentivos fiscais e financiamentos a juros baixos para geração de energia renovável, além de seguir historicamente as ações recomendadas pelas principais conferências mundiais, nota-se uma retração no uso de energia renovável no Brasil.

Explorar de maneira eficiente todo o potencial hídrico, de produção de derivados de cana de açúcar e os ventos incidentes nas regiões do litoral nordeste, com o intuito de geração de energia renovável, bem como superar a complexidade gerada por suas políticas e incentivos é o grande desafio do Brasil para suprir o crescimento médio de 6,7% a.a. da demanda de energia para a indústria.

8 Considerações finais

O objetivo geral da pesquisa é avaliar os principais marcos das políticas ambientais relacionadas ao fornecimento de energia sustentável e como elas foram

adotadas no Brasil, bem como os principais avanços e resultados obtidos no setor econômico oriundos de tais políticas, com foco no período entre 2003 e 2013.

Desde 1968 com o Clube de Roma, passando por Estocolmo em 1972 e Rio de Janeiro em 1992, consideradas as principais conferências das Nações Unidas, até ações recentes como Rio+20, a presença da sustentabilidade na pauta das discussões torna-se recorrente em todo o mundo e tem trazido à tona, a preocupação com a finitude dos recursos naturais e sua relação com a expansão do sistema econômico. Preocupação essa, que detêm a atenção do Brasil, que apesar da queda, a partir de 2011, em seus indicadores de fornecimento de energia renovável ainda é destaque em âmbito mundial.

Apesar de uma combinação bem dosada de instrumentos de comando e controle, como a criação da Lei 10.428/2002 que deu origem ao PROINFA, o maior programa mundial de incentivo às fontes alternativas de energia, com instrumentos econômicos, como utilização de recursos do BNDES para financiar investimentos em empreendimentos de geração de energia alternativa a juros baixos e prazo estendido, o Brasil, a partir de 2003, tem um crescimento modesto no fornecimento de energia renovável.

A criação da ANEEL como órgão regulador do PROINFA, com a difícil tarefa de equilibrar interesses entre consumidores ávidos por energia a baixo custo, e investidores sempre em busca da maximização de seus resultados, deixa ainda mais obscura as diretrizes do marco legal brasileiro, com objetivos sem clareza e morosidade na evolução, ou seja, as externalidades atuam de forma negativa sobre as intenções de desenvolvimento sustentável.

Os resultados modestos no fornecimento de energia por meio de fontes renováveis podem ser notados no pequeno acréscimo de 3,4% ao longo de 6 anos, de 2003 para 2009, chegando à 47,3%, puxado principalmente por derivados da cana de açúcar e usinas hidrelétricas. A partir de 2011, ainda em posição mundialmente destacada, começa a mostrar sinais de retração e em 2013 perde 6,3% em números absolutos, mostrando que a política energética brasileira tem sido pouco eficiente.

Com um potencial hídrico que representa mais de 12% da água doce superficial do mundo, propício para instalação de hidrelétricas e PCH, desconsiderando o ônus dos impactos ambientais de suas instalações, com a conveniência de contar com as safras de cana de açúcar nos períodos de seca, aliado ainda a grande incidência de ventos nos litorais norte e nordeste, fica evidente a falta de efetividade das ações do governo brasileiro. A matriz energética brasileira, portanto acaba concentrada na utilização de combustíveis fósseis e energia hidrelétrica, apesar do cenário propício para sua diversificação.

A falta de efetividade, portanto, não é sinal de não evolução de políticas ambientais praticadas no país. Avaliando somente ações, sem a análise de seus resultados, ainda que existam oportunidades de implantação de usinas eólicas, maiores incentivos ao etanol, utilização da biomassa, todas podendo ser usadas de maneira complementar, é possível afirmar que existe uma preocupação do Brasil com suas políticas ambientais e seu crescimento sustentável.

Porém, os avanços em termos de políticas e controle não refletem os resultados inconsistentes, alavancados pela complexidade na definição do conjunto de indicadores de sustentabilidade energética, e demonstram em determinados momentos que sua complexidade, apesar de todos os incentivos, inibe investidores e gastam energia com o meio e não com o objetivo fim.

Notas

ⁱ Economista famoso pelas suas contribuições *mainstream*, publicou em 1971 a obra denominado *The Entropy Law and the Economic Process* que, embora tenha sido reconhecido por Paul Samuelson como uma obra revolucionária, passou por muito tempo sob o silêncio da maioria dos economistas convencionais, incluindo os trabalhos posteriores do próprio Samuelson (LUSTOSA; MAY; DA VINHA, 2010).

ⁱⁱ Externalidades são definidas como efeitos colaterais não intencionais de produção e consumo que afetam positivamente ou negativamente a terceiros (PEARSE; TURNER, 1990). De uma maneira mais geral, sempre que o comportamento de um agente econômico afeta para melhor ou para pior o bem-estar de outro, há imposição de uma externalidade (EATON, 1999).

ⁱⁱⁱ PERMAN, R. et al. **Natural Resource and Environmental Economics**, London, Longman, 1996, cap. 9.

^{iv} A economia do bem-estar está ligada com a política que melhora alocação dos recursos - com a distribuição de insumos para vários produtos e a distribuição dos produtos para vários consumidores. Isto só é feito, de maneira tal que, se alcance o ótimo definido por Vilfredo Pareto (DE SOUSA, 2011 pg 9).

^v Efeito estufa é um fenômeno natural essencial para a vida humana, se não houvesse a presença desses gases na atmosfera, a temperatura seria em torno de - 18°C. O efeito estufa bloqueia de uma parte da energia solar que chega na atmosfera e que deveria voltar ao espaço (MMA, 2014).

^{vi} Bens *não rivais*: quando o custo marginal da sua produção é zero, quando um consumidor é adicionado (para qualquer nível de produção); *não exclusivos*: quando as pessoas não podem ser excluídas do seu consumo. (PINDYCK; RUBINFELD, 2002).

^{vii} OECD. **Toward Sustainable Development. Indicators to measure progress. Proceedings of the OECD Rome Conference. Vol. II Frameworks and indicators**. OECD, 2000.

^{viii} BAJAY, S. V.; WALTER, A. C. S.; FERREIRA, A.L. **Integração entre as Regulações Técnico-Econômica e Ambiental do Setor Elétrico Brasileiro**. Relatório Técnico - fase 5: Otimização das práticas de planejamento e dos procedimentos regulatórios envolvidos no dimensionamento, construção e operação de usinas termelétricas, Campinas, 2000.

^{ix} Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil elaborados pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, pela Secretaria de Políticas e pelo Programa de Pesquisa e Desenvolvimento e pela Coordenação Geral de Mudanças Globais de Clima.

Referências

AGENDA 21. 2014. Disponível em: <www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/_arquivos/cap04.doc>. Acesso em: 17 out. 2014.

ALMEIDA, L. T. O Debate Internacional sobre os Instrumentos de Política Ambiental e Questões para o Brasil. In: **Anais do II Encontro Nacional da ECOECO**, 1997, Brasília. Disponível em: <http://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/ii_en/ Mesa1/3.pdf> Acesso em: 7 out. 2014.

ANEEL. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. Agencia Nacional de Energia Elétrica, Brasília, Aneel, 2002. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/livro_atlas.pdf> Acesso em: 19 out. 2014.

_____. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. Agencia Nacional de Energia Elétrica, Brasília, Aneel, 2008. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas3ed.pdf>>. Acesso em: 19 out. 2014.

ANP. **A Evolução dos biocombustíveis no Brasil**, 2012. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=60467&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1413381927997>>. Acesso em: 15 out. 2014.

BAJAY, S. V.; WALTER, A. C. S.; FERREIRA, A. L. **Integração entre as regulações técnico-econômica e ambiental do setor elétrico brasileiro**. Relatório Técnico – fase 5: Otimização das práticas de planejamento e dos procedimentos regulatórios envolvidos no dimensionamento, construção e operação de usinas termelétricas, Campinas, 2000.

BOEIRA, S. L. Política & Gestão Ambiental no Brasil: da Rio-92 ao Estatuto da Cidade. In: **Anais do II Encontro da ANPPAS**, 2004, Campinas. Disponível em: <http://www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro2/GT/GT16/gt16_sergio_boeira.pdf>. Acesso em: 7 out. 2014.

COSTA, R. C. **Pagamentos por serviços ambientais: limites e oportunidades para o desenvolvimento sustentável da agricultura familiar na Amazônia Brasileira**. Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

DA RIVA, A.L.M.; DA FONSECA, L.F.L.; HASENCLEVER, L. **Instrumentos econômicos e financeiros para a conservação ambiental no Brasil**: Uma análise do estado

da arte no Brasil e no Mato Grosso, 2007. Instituto Socioambiental (ISA), s/ numeração, Disponível em: <http://www.socioambiental.org/banco_imagens/pdfs/10295.pdf>. Acesso em: 16 out. 2014.

DA VEIGA NETO, F. C. **Análise de Incentivos Econômicos nas Políticas Públicas para o Meio Ambiente**: o caso do “ICMS ecológico” em Minas Gerais. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.

DE SOUSA, L. G. Economia do bem-estar. **Observatorio de la Economía Latinoamericana**, n. 158, 2011.

DE SOUZA, R. F. P. Economia do meio ambiente: aspectos teóricos da economia ambiental e da economia ecológica. In: **Anais do XLVI Congresso SOBER**, 2008, Volta Redonda. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/9/282.pdf>>. Acesso em: 27 set. 2014.

DOS REIS, L. B.; FADIGAS, E. A. A.; CARVALHO, C. E. **Energia, recursos naturais e a prática do desenvolvimento sustentável**. Barueri, 2009.

EATON, B. C. **Microeconomia**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 1999.

ELETROBRÁS. **PROINFA**, 2014. Disponível em: <<http://www.eletronbras.com/elb/Proinfa/data/Pages/LUMISABB61D26PTBRIE.htm>>. Acesso em 14 out. 2014.

EPE. **Projeção da demanda de energia elétrica para o plano decenal de expansão de energia 2008-2017**. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/S%C3%A9rie%20Estudos%20de%20Energia/20080416_3.pdf>. Acesso em: 19 out. 2014.

FERNANDEZ, R. N.; KUWAHARA, M. Y. O valor econômico dos recursos hídricos no uso turístico: O exemplo de Brotas. **Revista Jovens Pesquisadores**, São Paulo, v. 3, n. 1, 4, jan./jun. 2006.

GOLDEMBERG J.; LUCON O. Energia e o meio ambiente no Brasil, **Estudos Avançados**, v. 21, n. 59, 2007. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/proclima/files/2014/04/3_energia_meio_ambiente.pdf>. Acesso em: 15 out. 2010.

GOMES, R. D. M. **Pesquisa e desenvolvimento de interesse público e as reformas no setor elétrico brasileiro**. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

GREENPEACE. **A caminho da sustentabilidade energética**, 2008 Disponível em: <<http://www.greenpeace.org/brasil/Global/brasil/report/2008/5/a-caminho-da-sustentabilidade.pdf>>. Acesso em: 14 out. 2014.

Histórico Brasileiro, 2014. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/educacao-ambiental/politica-de-educacao-ambiental/historico-brasileiro>>. Acesso em: 27 set 2014.

Instrumentos econômicos aplicados em programas de eficiência energética. In: **Anais do IV Encontro Nacional da ECOECO**, 2001, Belém. Disponível em: <http://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/iv_en/mesa3/1.pdf>. Acesso em: 7 out. 2014.

LEAL, M. S. **Gestão ambiental de recursos hídricos por bacias hidrográficas: sugestões para o modelo brasileiro**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1997.

LUSTOSA, M. C.; MAY, P.; DA VINHA, V. **Economia do meio ambiente**. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2010.

MAGALHÃES, M. V. **Estudo de utilização da energia eólica como fonte geradora de energia no Brasil**. Monografia (Graduação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2009.

MCTI; SEPED; CGMC **Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil**. Centro de Estudos em Sustentabilidade da EAESP, Brasília, 2013. Disponível em: <<http://gvc.es.com.br/arquivos/177/EstimativasClima.pdf>>. Acesso em: 17 out. 2014.

MENKES, M. **Eficiência energética, políticas públicas e sustentabilidade**. Tese (Doutorado) Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Empresa de Pesquisa Energética. **Análise energética e dados agregados**, 2009. Disponível em: <<https://ben.epe.gov.br/BENSeriesCompleatas.aspx>>. Acesso em: 14 out. 2014.

_____. **Análise energética e dados agregados**, 2014. Disponível em: <<https://ben.epe.gov.br/BENSeriesCompleatas.aspx>>. Acesso em: 14 out. 2014.

MMA, **Protocolo de Quioto**, 2014 Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/protocolo-de-quioto>>. Acesso em: 27 set 2014.

MME. **Proinfra**, 2014. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/programas/proinfra>>. Acesso em: 14 out. 2014.

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL. 2006. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/publicacoes/BEN/7_Edicoes_Anteriores_BEN_e_Resenhas/1_-_BEN_Anteriores/3_-_BEN_2006_-_Ano_Base_2005.pdf>. Acesso em: 14 out. 2014.

MOTTA, R. S. Instrumentos econômicos e política ambiental. In: MAY, P. H.; AMARAL, C; MILLIKAN, B.; ASCHER, P. (Orgs.). **Instrumentos econômicos para o desenvolvimento sustentável na Amazônia brasileira**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005.

OECD. **Toward Sustainable Development. Indicators to measure progress. Proceedings of the OECD Rome Conference**. v. 2. Frameworks and indicators. OECD, 2000.

ONU. **Nosso Futuro Comum**, 1987. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/a-onu-em-acao/a-onu-e-o-meio-ambiente/>>. Acesso em: 27 set. 2014.

PEDROSA, P. J. B. M. **Desafios da regulação do setor elétrico, modicidade tarifária e atração de investimentos**. Brasília: ANELL, 2005. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Desafios%20da%20Regula%C3%A7%C3%A3o.pdf>>. Acesso em: 19 out. 2004.

PEREIRA J. S.; TAVARES V. E. Instrumentos de gestão ambiental: uma análise para o setor de recursos híbridos. **Análise Econômica**, Porto Alegre, v.17, 31, 1999.

PERMAN, R. et al. **Natural resource and environmental economics**. London: Longman, 1996.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. **Microeconomia**. 5. ed. São Paulo, 2002.

VARELA, C. A. **Instrumentos de políticas ambientais: casos de aplicação e seus impactos**. Relatório de Pesquisa n. 62/2001, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2001.

WWF-BRASIL, **Além de grandes hidrelétricas: Políticas para fontes renováveis de energia elétrica no Brasil**. In: **Anais do 8º Congresso Brasileiro de Planejamento Energético**, 2012, Curitiba. Disponível em: <<http://www.wwf.org.br/?32143/Alm-de-grandes-hidreltricas-polticas-para-fontes-renovveis-de-energia-eltrica-no-Brasil>>. Acesso em: 14 out. 2014.