

REGULAÇÃO ENERGÉTICA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: proposta para reestruturação do acesso à energia¹

Alexander Pibernat Cunha Cardoso

RESUMO: O presente trabalho aborda a questão do acesso à energia como um dos principais componentes para a criação de um paradigma de desenvolvimento sustentável. Dessa forma, foi realizada análise a respeito da importância do acesso à energia para o progresso das sociedades, em especial nos últimos dois séculos. Prosseguiu-se com breve estudo da extração dos recursos fósseis, em especial do petróleo, de novas fontes no século XXI. Constatou-se que o preponderante sistema energético, decorrente das referidas revoluções, é causa de profundos impactos ambientais e socioeconômicos da atividade humana, cuja relevância é preponderante não somente para o cenário atual, mas também para o futuro, uma vez que suas consequências agravam a iniquidade ao acesso aos recursos tanto dentro de uma sociedade quanto internacionalmente. Portanto, à luz da conclusão a respeito da insustentabilidade do presente paradigma, realizou-se análise da proposta de alteração para um baseado na geração distribuída a partir de fontes renováveis de energia. Nesse sentido, averiguou-se as políticas públicas presentemente utilizadas nos principais países que incentivam as tecnologias e estruturas chave para a adoção do paradigma energético de natureza sustentável. Por fim, abordou-se a importância dessas ferramentas regulatórias na promoção desta inovação energética, que apresenta capacidade de propiciar verdadeira revolução sustentável no país.

Palavras-chave: Direito e acesso à energia; Desenvolvimento sustentável; Direito regulatório; Geração distribuída de energia; Direito das energias renováveis; Políticas regulatórias da energia; Terceira Revolução Industrial.

¹ Artigo extraído do Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Ciências Jurídicas e Sociais pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Aprovação com grau máximo pela banca examinadora composta pelo orientador, Professor Juarez Freitas, pelo professor Alvaro V Paranhos Severo e pela professora Liane Tabarelli Zavascki, em 25 de Novembro de 2013.

INTRODUÇÃO

Esta pesquisa se insere em uma das questões mais complexas e multidisciplinares, que, em que pese iniciada ao fim do século XX, será em verdade um dos grandes desafios do século XXI. Esta questão é o imperativo do desenvolvimento socioeconômico e tecnológico sustentável.

De fato, os últimos dois séculos presenciaram um crescimento populacional, tecnológico e de inovação sem precedentes. Mais que isso, as ações do ser humano passaram a ser causa de grandes impactos ao meio ambiente e a todo complexo biogênico no planeta Terra. As inovações tecnológicas que marcaram este período elevaram esta espécie a um novo nível de desenvolvimento, de capacidade e de liberdades. As extensas infraestruturas de transporte permitem que se possa desfrutar, em larga escala, dos benefícios econômicos, culturais e de recursos naturais localizados a grandes distâncias não somente como povo, mas como indivíduos.

Entretanto, o preço para que a atual estrutura de desenvolvimento apresenta pode ser considerado demasiadamente cara: Uma grande parte da população vive ainda em condições de miserabilidade, sem acesso a recursos que se tem como fundamentais ao bom crescimento e à margem dos processos de comunhão social que as novas tecnologias propiciam. Mais que isso, esta estrutura é insustentável, demandando mais recursos, gerando mais resíduos e criando impactos negativos de maiores proporções que o meio ambiente tem condições de absorver. Em suma, se o atual paradigma se mantiver, não somente será cada vez mais difícil incluir as demais sociedades ainda em desenvolvimento, mas também será possível que as gerações futuras não tenham oportunidade de dispor dos mesmos recursos com a mesma quantidade e qualidade.

Neste prisma, o presente trabalho procura abordar uma das principais atividades humanas dotadas de insustentabilidade: a energia, componente central no desenvolvimento e principal impactante no meio ambiente. Assim, visando a substituição do atual paradigma por um sustentável e mais equânime, o presente trabalho aborda as propostas de reestruturação do acesso à energia, apresentando propostas de um novo paradigma energético, que têm recebido suporte tanto pela comunidade científica quanto pelos governos mais preocupados com o cenário de longo prazo para uma nova realidade energética, baseada em recursos renováveis cuja geração se dá de forma distribuída, com inovação tecnológica, menor dependência de fontes exauríveis e geograficamente concentradas e menor susceptibilidade às crises político-

energéticas que assolaram as nações no século XX. Por fim, procura-se apresentar a necessidade de construção de política regulatórias apropriadas à realização do potencial de inovação e desenvolvimento tecnológico e econômico que tal proposta apresenta.

1. Acesso à Energia e o Desenvolvimento

O acesso à energia é um dos mais importantes imperativos ao progresso humano, passível de ser considerado como um indicador de desenvolvimento². O acesso insuficiente a recursos energéticos, ressalta José Goldemberg, traz óbices ao progresso socioeconômico, entre eles o acesso insatisfatório à educação e à assistência médica, resultando na redução da capacidade de produção e conseqüentemente, em perdas econômicas. Por esse motivo o referido físico brasileiro conclui que a fim de que determinada sociedade mantenha seu crescimento, faz-se necessário acesso à energia progressivamente maior e em cada vez mais complexas e tecnologicamente avançadas estruturas de produção e distribuição desta³.

De fato, o acesso à energia é de tamanha relevância ao desenvolvimento econômico e tecnológico das sociedades que chegou a ser considerada por Leslie White o fator mais relevante ao progresso cultural humano⁴. Nesse sentido também é a tese apresentada por Manfred Weissenbacher, que analisa a o desenvolvimento das sociedades humanas a partir de sua dominação do acesso à energia, sob uma perspectiva histórica. O professor da Universidade de Malta divide a história em quatro eras: 1) era

² Conforme ressalta Arthur Lyon Dahl: “*Energy is perhaps the most essential resource for civilization, whether as food energy for ourselves or as the power to magnify human effort, manufacture what we need, derive our transport and communications and modify our environment*” (DAHL, Arthur Lyon: **The eco principle: ecology and economics in symbiosis**. Londres: Zed Books, 1996. p. 34). Em tradução livre: “Energia é talvez o mais importante recurso para civilização, tanto como alimento para nós mesmos quanto como energia para potencializar o esforço humano, bem como produzir o que necessitamos, prover nosso transporte e comunicação e modificar nosso ambiente.”

³ GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo. **Energy, environment and development**. 2. ed. New York: Earthscan, 2009. p. 90.

⁴ Segundo Leslie White: “*La cultura no es más que un medio para mantener el proceso de vida de una especie particular, Homo Sapiens. [...] Pero para satisfacer estas necesidades del hombre se requiere energía. De allí que la función primordial de la cultura sea la de embridar y dominar la energía a fin de que pueda a ser puesta a trabajar al servicio del hombre*” (WHITE, Leslie A. **La ciencia de la cultura: un estudio sobre el hombre y la civilización**. Buenos Aires: Paidós, 1964. p. 340). Em tradução livre: “A cultura não é mais que um meio para manter o processo de vida de uma espécie particular, *Homo Sapiens* [...] Mas, para satisfazer estas necessidades do Homem, se requer energia. Assim, a função primordial da cultura é a de conter e dominar a energia a fim de que possa ser posta a trabalhar ao serviço do Homem”.

das sociedades nômades; 2) era das sociedades agrárias; 3) era do carvão e 4) era do petróleo⁵.

Entretanto, maior relevância se dá aos processos percorridos nos últimos dois séculos, uma vez que durante este período ocorreram as mais drásticas alterações dos padrões de vida nas sociedades marcadas pelo avanço do progresso tecnológico, ocorrido a partir de meados do século XVIII. O processo de industrialização, iniciado na Inglaterra e se expandindo às demais nações europeias e à América do Norte em uma verdadeira *explosão de inovações*⁶, só foi possível com acesso a grandes quantidades de energia⁷.

2. O direito ao Desenvolvimento Sustentável e o Setor Energético

Ao limiar do século XX e ao início do seguinte, o próprio conceito de desenvolvimento, concebido como direito inerente às nações desde as décadas de 1960 e 1970⁸, começou a figurar nas relações e nos debates jurídicos e políticos internacionais dotado de novas definições do que envolvia o desenvolvimento humano seriam defendidos⁹.

⁵ WEISSENBACHER, Manfred. **Sources of Power: how energy forges human history**. Santa Barbara: Praeger Perspectives, 2009. p. XIV. Esta teoria encontra respaldo em Goldemberg, que apresenta diferenciação apenas na separação do homem primitivo e do caçador, bem como da etapa de avanço das sociedades agricultoras. (GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo. **Energy, environment and development**. 2. ed. New York: Earthscan, 2009., p. 36)

⁶ WEIGHTMAN, Gavin. **The Industrial Revolutionaries: the making of the modern world**. New York: Grove Press, 2007. p.2

⁷ GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo. op. cit. p. 66.

⁸ Nesse sentido, Guy Feuer e Hervé Cassan ressaltam que: *A partir des années soixante, le droit international du développement s'est affirmé en tant que tel. Le mouvement s'est alors amplifié, jusqu'à se confondre à partir de 1974 avec un droit du nouvel ordre économique international*. Em tradução livre: "A partir dos anos sessenta, o direito internacional do desenvolvimento se afirma como matéria. O movimento é então expandido, se confundindo, a partir de 1974, com um direito de uma nova ordem econômica internacional". De fato, a crise econômica e energética do período de 1970 a 1980 resultou em profundas alterações paradigmáticas no direito internacional do desenvolvimento. Nesta senda lecionam estes autores que: "*La crise [...] a relevé l'évidence de la complémentarité, voire de l'interdépendance entre les économies des Etats [...] le fait est que c'est à partir de la crise ouverte à l'automne de 1973 que s'est fait jour l'idée qu'il était possible d'instaurer un nouvel ordre économique international*" (FEUER, Guy; CASSAN, Hervé: **Droit international du développement**. 2. ed. Paris: Dalloz, 1991. p. 1-18). Traduzido: "A crise[...] ressaltou a evidencia de complementaridade, de interdependência entre as economias estatais [...], a partir da crise iniciada no outono de 1973 se fez nascida a ideia que seria possível instaurar uma nova ordem econômica internacional".

⁹ De grande relevância seria a edição, em 1990, do primeiro Relatório do Desenvolvimento Humano, pelo Programa das Nações Unidas pelo Desenvolvimento. Este ressaltava que, apesar dos grandes progressos que os países em desenvolvimento adquiriram no decorrer do século XX: "*This progress must be put in perspective [...] First, tremendous human deprivation remains. There still are nearly 900 million adults in the developing world who cannot read or write, 1.5 billion people without access to primary health care, 1.75 billion people without safe water, around 100 million completely homeless, some 800 million people who still go hungry every day and more than a billion who survive in absolute poverty*" (UNITED

Neste sentido, a importância de uma análise sobre o desenvolvimento de forma mais aprofundada foi amplamente defendida por Amartya Sen, em seu livro *Desenvolvimento como Liberdade*, no qual ressalta a importância final do desenvolvimento social como um processo pelo qual as pessoas têm suas liberdades expandidas. Segundo o nobelista, o processo de aumento das liberdades sociais e políticas é tanto o fim quanto o meio pelo qual as sociedades podem passar por um processo de desenvolvimento satisfatório¹⁰.

Nesta senda, utiliza-se, em conjunto com esta definição, o conceito de sustentabilidade apresentado por Juarez Freitas, que o considera como princípio que responsabiliza¹¹:

Estado e sociedade pela concretização solidária do desenvolvimento material e imaterial, socialmente inclusivo, durável e equânime, ambientalmente limpo, inovador, ético e eficiente, no intuito de assegurar, preferencialmente de modo preventivo e precavido, no presente e futuro, o direito ao bem-estar físico, psíquico e espiritual, em consonância homeostática com o bem de todos.

Assim, utilizando-se desses dois conceitos, corrobora-se com a louvável definição de desenvolvimento sustentável apresentada no relatório Brundtland, de 1987¹².

Em relação ao paradigma energético legado dos séculos XIX e XX, centralizado no consumo de recursos fósseis e em sistemas de geração centralizada e extensas redes de distribuição, em que pese tenha verdadeiramente revolucionado a fábrica social

NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME. **Human Development Report 1990**. New York: Oxford University Press, 1990. p. 17. Disponível em: <<http://hdr.undp.org/en/reports/global/hdr1990/chapters/>>. Acesso em: 08 set. 2013. Tradução livre: "Esse progresso deve ser posto em perspectiva [...] Primeiro, remanesce tremenda deprovação humana. Há ainda aproximadamente 900 milhões de adultos no mundo em desenvolvimento que são analfabetos, 1.5 bilhões que não têm acesso a tratamento de saúde básico, 1.75 bilhões sem acesso seguro a recursos hídricos, por volta de 100 milhões de desabrigados, perto de 800 milhões que ainda passam fome diariamente e mais de um bilhão que sobrevive em condições de absoluta pobreza".

¹⁰ Amartya Sen define essa relação meio-fim do desenvolvimento com a expansão das liberdades, como os aspectos constitutivo e instrumental da liberdade no processo de desenvolvimento. O primeiro se relaciona, às palavras do autor, com: "a importância da liberdade substantiva no enriquecimento da vida humana. (...) incluem capacidades elementares como por exemplo ter condições de evitar privações como a fome, a subnutrição, a morbidez, bem como a participação na vida política". Ademais, quanto à dimensão instrumental da liberdade como desenvolvimento, o economista ressalta que: "essas liberdades e direitos também podem contribuir muito eficazmente para o progresso econômico" (SEN, Amartya: **Desenvolvimento como liberdade**. São Paulo: Companhia de Bolso, 2010. p 55-56).

¹¹ FREITAS, Juarez. **Sustentabilidade: direito ao futuro**. 1. ed. Belo Horizonte: Fórum, 2011. p. 51.

¹² O relatório *Our Common Future*, publicado em 1987, é reconhecido como um marco do estudo sobre o desenvolvimento sustentável, conceituando-o como: "[D]evelopment that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs". (BRUNDTLAND, G. H. (ed.) *Our common future: The world commission on environment and development*. Oxford: Oxford University Press, 1987. p. 41). Em tradução livre: Desenvolvimento que alcança as necessidades das gerações atuais sem a inviabilização da habilidade daquelas das gerações futuras.

global, seus impactos socioeconômicos e ambientais de grande porte o tornaram um dos principais aspectos insustentáveis da ação humana.

Segundo Georgescu-Roegen, é preciso ultrapassar a concepção clássica das relações energéticas, porquanto estas não consideram as externalidades¹³ decorrentes dos processos econômicos do consumo e de transformação de recursos naturais preciosos em lixo sem valor apreciável¹⁴. Esse processo, analisado quanto o consumo de energia, transformando-a em forma não utilizável é conhecida como o efeito da entropia, a segunda lei da termodinâmica¹⁵.

Neste sentido, um dos principais estudos relativos às consequências das atividades humanas no planeta, levando em consideração o impacto da entropia na sustentabilidade das sociedades é a teoria da Pegada Humana (*Human Footprint*), ou Capacidade de Suporte de Humanos (*Human Carrying Capacity*). Esta teoria realiza, predominantemente, análise sobre dois aspectos de grande relevância, a dizer: a) o referido processo entrópico da energia e a capacidade de absorção e; b) reutilização dos resíduos gerados, a fim de tornarem-se novamente aproveitáveis. Esses dois aspectos, o processo de entropia e a assimilação de lixo na ecossfera são predominantes no estudo do impacto das atividades humanas no ambiente em que vive¹⁶.

Assim, tal teoria parte do pressuposto que o consumo de recursos naturais pelos seres humanos requer uma determinada capacidade de produção destes e de absorção

¹³ Adota-se aqui o conceito apresentado por Michael Parkin, no qual: “*externality is a cost or a benefit arising from an economic transaction that falls on a third party and that is not taken into account by those who undertake the transaction*” (PARKIN, Michael. **Economics**. Reading: Addison-Wesley, 1990. p 504). Traduzido: "Externalidade é o custo ou benefício advindo de uma transação econômica que é incumbida a um terceiro e que não é contabilizada na transação".

¹⁴GEORGESCU-ROEGEN, Nicholas. **La décroissance: entropie, écologie, économie**. 3 ed. Paris: Sang de la terre, 2008. p. 71.

¹⁵ O estudo de termodinâmica é de tamanha complexidade que torna-se impossível tratar aqui de forma apropriada. No entanto necessita menção em decorrência de sua relevância. Segunda suas leis físicas, toda energia pode ser convertida em diferentes formas. Entretanto, sempre há perda de energia “útil” no processo de conversão resulta na impossibilidade de retorno pleno, definido como efeito da entropia. (GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo. **Energy, environment and development**. 2. ed. New York: Earthscan, 2009. p. 25-26.). Assim, para que um sistema se dotado de sustentabilidade, é necessário que se realize a menor dissipação de energia e perda de matéria útil quanto possível.

¹⁶ Com efeito, William Rees e Mathis Wackernagel ressaltam que: “*mankind, through the industrial economy, has become the dominant consumer in most of the Earth's major ecosystems. By 1986, humankind [...] was 'appropriating' directly or indirectly, 40 per cent of the net product of terrestrial photosynthesis. [...] such trends as ozone depletion and greenhouse gas accumulation show that critical global waste sinks are filled to overflowing*” (WACKERNAGEL, Mathis; REES, William. **Our Ecological Footprint: reducing human impact on Earth**. Gabriola Island: New Society Publishers, 1996. p. 43-51). Traduzido: "A raça humana, por meio da economia industrial, se tornou o consumidor dominante na maior parte dos grandes ecossistemas da Terra. Aproximadamente em 1986, a raça humana [...] se apropriava, direta ou indiretamente, 40 por cento da produção total advinda de fotossíntese terrestre. [...] tendências como o esgotamento da camada de ozônio e o acúmulo de gases do efeito estufa demonstram que sistemas de absorção de resíduos globais críticos estão completamente lotados".

dos resíduos produzidos. Essa capacidade é mensurável pela dimensão da área natural necessária à manutenção do nível atividade, de forma indefinida¹⁷.

Ao utilizar essa análise, compreende-se então o efeito deficitário que a atual estrutura econômica global gera na relação entre consumo de recursos e a capacidade da natureza de reaproveitar os resíduos gerados¹⁸. A propósito, os principais relatórios apontam que a capacidade biológica total do planeta é aproximadamente 12 bilhões de hectares globais (gha), enquanto a demanda global é de 18.2 bilhões de gha¹⁹. Portanto, para que as necessidades humanas atuais fossem sanadas de forma sustentável, requerer-se-ia, ao menos uma vez e meia a capacidade do planeta de produzi-las.

Nada obstante o atual déficit ecológico, o qual já se apresenta muito acima do nível sustentável, as previsões de crescimento econômico global demonstram que a situação tenderá a se tornar ainda mais grave²⁰. Segundo estimativas apresentadas no

¹⁷ Em suma, Rees argumenta que: *[L]and or ecosystem area is a more appropriate accounting unit for the human economy than energy flux alone because it reflects both the quantity and quality of energy and matter available to the human economy. The key factor for human life is not the amount of solar energy that falls on Earth, but what nature can do with it [...] Land area not only captures planet's Earth finiteness, it can also be seen as a proxy for numerous essential life-support functions from gas exchange to nutrient recycling.* Traduz-se: "Terra, ou área de ecossistema é uma unidade de contabilidade mais apropriada para a economia humana que fluxo de energia em si uma vez que ela reflete tanto a qualidade quanto a quantidade da energia e matéria à disposição para a economia humana. O fator principal para a vida humana não é a quantidade de energia solar que cai na Terra, mas o que a natureza pode fazer com esta energia [...] Área de terra não só captura a finitude do planeta Terra, mas também serve como substituta para numerosas funções essenciais ao suporte da vida, da troca de gases à reciclagem de nutrientes (WACKERNAGEL, Mathis; REES, William. **Our Ecological Footprint: reducing human impact on Earth.** Gabriola Island: New Society Publishers, 1996, p. 53).

¹⁸ O déficit ecológico, ou *overshoot*, é provocado pelo consumo de recursos e produção de resíduos para além da capacidade ambiental de absorvê-los. Em outras palavras, a capacidade biológica (*biocapacity*) se refere à capacidade dos biomas de providenciar os bens materiais e imateriais que as sociedades requerem, bem como absorver os resíduos produzidos por estas (Ibdem, p. 151).

¹⁹ A unidade de medição da capacidade biológica é o hectare global (*global hectare*), definido como a relação entre hectares de área bioprodutiva com a produção média global (WORLD WIDE FUND FOR NATURE. **Living Planet Report 2012.** Gland: WWF International, 2012. p. 38. Disponível em: <http://awsassets.panda.org/downloads/1_lpr_2012_online_full_size_single_pages_final_120516.pdf>. Acesso em: 03 out. 2013).

²⁰ Neste sentido, o relatório *The Ecological Footprint Atlas 2010*, da organização não-governamental *Global Footprint Network*, resume as projeções futuras: "Access to ecosystem services will become an ever more critical factor for economic success and resilience in the 21st century. The reason is simple: current trends are moving us closer to a new era of peak energy and climate change. These effects will combine with food shortages, biodiversity loss, depleted fisheries, soil erosion and freshwater stress to create a global supply-demand crunch of essential resources. Humanity is already in "overshoot," using more resources than Earth can renew. Overshoot can persist for some time, since the human economy can deplete stocks and fill waste sinks. But eventually, this overshoot will be felt more widely, making apparent the emergence of a "peak everything" world." (EWING, B. et al. **The Ecological Footprint Atlas 2010.** Oakland: Global Footprint Network, 2010. p. 5). Traduzido livremente: "Acesso aos serviços do ecossistema serão fatores cada vez mais críticos para o sucesso e resistência econômica no século XXI. A razão é simples: as tendências atuais nos levam em direção a uma nova era de pico de energia e de mudanças climáticas. Esses efeitos combinarão escassez de alimentos, perda de biodiversidade, destruição de zonas de pesca, erosão do solo e estresse no suprimento de água e criarão um choque na relação de suprimento e demanda de recursos essenciais. A humanidade já ultrapassou a capacidade de absorção da Terra, usando mais recursos que a Terra pode renovar. Essa ultrapassagem pode persistir por

relatório, se se mantiverem as atuais práticas de exploração de recursos energéticos, a demanda por capacidade biológica equivalerá ao dobro do que o planeta dispõe por volta de 2030²¹.

O papel do setor energético nesse cenário é crucial, uma vez que a conversão de recursos fósseis em eletricidade é grande responsável pelas emissões de poluentes na atmosfera²². Adicionalmente, além dos impactos diretamente ligados àquele setor, o consumo dos recursos energéticos extraídos e produzidos por ele, em especial nos setores de transporte e indústria são os principais contribuintes para a criação do referido déficit ecológico²³.

Assim, afigura-se demonstrada a importância do setor energético na busca do desenvolvimento sustentável, baseado nos conceitos supramencionados, visando a redução dos impactos antropogênicos no ambiente e no aumento das capacidades socioeconômicas aos seres humanos de forma indiscriminada. Como observa o relatório *Clean Energy and Development*, do Banco Mundial, o impacto do setor energético no crescimento econômico é considerável, pois: A) o acesso à energia aumenta a competitividade dos demais setores da economia de uma nação; B) o alto desperdício de recursos em decorrência da fraca performance no setor elétrico resulta em enormes prejuízos financeiros²⁴.

um tempo, já que a economia humana pode findar com estoque e preencher os sistemas de absorção de resíduos. Entretanto, eventualmente, essa ultrapassagem será sentida mais fortemente, tornando aparente uma era de 'pico de tudo'

²¹ WORLD WIDE FUND FOR NATURE. **Living Planet Report 2012**. Gland: WWF International, 2012, p. 38.

²² Segundo análises da *International Energy Agency*, o setor de conversão de energia elétrica foi responsável por 11 bilhões de toneladas de emissões de gás carbônico em 2008 (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Climate & Electricity anual**: 2011. Paris: IEA, 2011. p 8. Disponível em: <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Climate_Electricity_Annual2011.pdf>. Acesso em: 03 out. 2013).

²³ O crescimento no consumo geral de energia entre 1973 e 2004 foi de 1.65% anualmente, enquanto o de transporte foi de 2.33%. Dessa forma, percebe-se uma expansão na participação dos transportes no impacto global, em especial nos países em desenvolvimento, onde o aumento foi ainda maior, em 3.38 % anualmente (GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo. **Energy, environment and development**. 2. ed. New York: Earthscan, 2009. p. 218). Ademais, as indústrias são também fonte preponderante de impactos e emissão de poluentes, em decorrência de sua grande demanda energética. Segundo a Agência Internacional de Energia: *Today, industry accounts for about one-third of total global energy use. The sector is responsible for about 22% of worldwide CO2 emissions, of which 26% are from the iron and steel industry, 25% from non-metallic minerals and 18% from petrochemicals*. Em tradução livre: "Atualmente, a indústria é responsável por aproximadamente um terço da demanda de energia. O setor é responsável por 22 % das emissões globais de CO2, dos quais mais de 26 % vêm da indústria do ferro e do aço, 25% dos minerais não metálicos e 18% dos petroquímicos" (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Energy Technology Perspectives: Scenarios & Strategies to 2050**. Disponível em: <<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/industry.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2013).

²⁴ Adiciona o Relatório que o consumo dos habitantes dos países desenvolvidos é mais de vinte vezes superior àquele das regiões mais pobres, o que resulta na perda de oportunidades de desenvolvimento socioeconômico (WORLD BANK. **Clean Energy and Development: Towards an Investment**

Assim, torna-se imprescindível que se utilize *environmental assessments, life-cycle analysis and full-cost accounting frameworks*²⁵ no processo de tomada de decisões estratégicas sobre o investimento no desenvolvimento energético, tanto a nível local quanto regional, nacional e global. Em suma, a alteração do *status quo* da economia atual²⁶ para uma dotada de sustentabilidade envolve, às palavras de Gallopín, muito mais que pequenos ajustes e medidas de mitigação²⁷.

Dessa forma, é evidente a necessidade da construção de estruturas de acesso e utilização de energia que preserve o princípio da sustentabilidade em todas suas dimensões²⁸.

3.A Criação De um Novo Paradigma Energético

A partir das conclusões acima é que se aborda a questão cerne deste trabalho: A necessidade de substituição da estrutura energética predominante, baseada nos recursos

Framework. [S.l.]: World Bank, 2006. p. 4. Disponível em: <[http://siteresources.worldbank.org/DEVCOMMINT/Documentation/20890696/DC2006-0002\(E\)-CleanEnergy.pdf](http://siteresources.worldbank.org/DEVCOMMINT/Documentation/20890696/DC2006-0002(E)-CleanEnergy.pdf)>. Acesso em: 08 set. 2013, p. 14-20).

²⁵ Em tradução: "Avaliações ambientais, análise de ciclo de vida e estruturas de contabilização de custo total. (MILLER, Peter. *Global Integrity and utility regulation: Constructing a sustainable economy*. In **Reconciling human existence with ecological integrity**: science, ethics, economics and law. WESTRA, Laura; BOSSELMANN, Klaus; WESTRA, Richard (eds.). London: Earthscan, 2008. p. 259).

²⁶ Juarez Freitas define como insustentáveis aquelas decisões que: "(a) [...] não realizem o sopesamento pertinente e satisfatório entre eficiência e equidade[...] (b) aquelas que, na crença na alternativa unívoca, não reconhecem alternativas melhores, a partir da experiência autocrítica e do alargamento das informações e (c) aquelas que deixam, por imaturidade ou medo infundado, de empreender as escolhas existenciais conducentes à continuidade do bem-estar" (FREITAS, Juarez. **Sustentabilidade**: direito ao futuro. 1. ed. Belo Horizonte: Fórum, 2011. p. 185-186).

²⁷ MARTINEZ-ALIER, Juan; O'CONNOR, Martin. *Ecological and economic distribution conflicts*. In: **Getting down to earth**: practical applications of ecological economics. COSTANZA, Robert; SEGURA, Olman; MARTINEZ-ALIER, Juan (eds.). Washington: Island Press, 1996. p. 186.

²⁸Essa conclusão obteve grande apoio em um dos primeiros grandes esforços internacionais na construção de um paradigma sustentável: a Agenda 21, documento final da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, de 1995, que ressalta que: "A energia é essencial para o desenvolvimento social e econômico e para uma melhor qualidade de vida. Boa parte da energia mundial, porém, é hoje produzida e consumida de maneiras que não poderiam ser sustentadas caso a tecnologia permanecesse constante e as quantidades globais aumentassem substancialmente. A necessidade de controlar as emissões atmosféricas de gases que provocam o efeito estufa e de outros gases e substâncias deverá basear-se cada vez mais na eficiência, produção, transmissão, distribuição e consumo da energia, e em uma dependência cada vez maior de sistemas energéticos ambientalmente saudáveis, sobretudo de fontes de energia novas e renováveis. Todas as fontes de energia deverão ser usadas de maneira a respeitar a atmosfera, a saúde humana e o meio ambiente como um todo"(BRASIL. **Agenda 21**: conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento. 2. ed. Brasília: Senado Federal, 1997. p. 137).

fósseis, por uma dominada pelas fontes renováveis, de forma a viabilizar a construção de uma nova estrutura social sustentável²⁹.

Esta alteração sistemática se mostra vantajosa em decorrência dos menores impactos ambientais e dos maiores benefícios sociais inerentes à exploração dos recursos renováveis³⁰.

Entretanto, o principal fator que deve ser computado nas análises para exploração desses recursos é sua dispersão geográfica a nível global, contrastando com a alta concentração regional dos hidrocarbonetos³¹. A utilização desta característica de forma apropriada resultará, resume Herman Scheer, em grandes ganhos socioeconômicos e ambientais em nível internacional:

As diferenças entre as cadeias de abastecimento ou aproveitamento fósseis e solares abrem forçosamente possibilidades muito distintas na disponibilidade e otimização econômica, incluindo aspectos tais como eficácia dos recursos e o financiamento. [...] as disparidades de suas cadeias mostram o absurdo que é centrar o cálculo das possibilidades econômicas das fontes energéticas unicamente na comparação de custos de investimento no conceito de instalações transformadoras³².

²⁹ Nesta senda é a recente Declaração de São Petersburgo, do G20, no qual os países pronunciaram que: *"We welcome efforts aimed at promoting sustainable development, energy efficiency, inclusive green growth and clean energy technologies and energy security for the long term prosperity and well being of current and future generations in our countries. [...] It is our common interest to assess existing obstacles and identify opportunities to facilitate more investment into more smart and low-carbon energy infrastructure, particularly in clean and sustainable electricity infrastructure where feasible"*. (G20. **G20 LEADERS' DECLARATION**. São Petersburgo: 2013. Disponível em: < <http://www.g20.org/news/20130906/782776427.html> > Acesso em 17.10.2013.). Em tradução livre: "Nós acolhemos esforços visando a promoção de desenvolvimento sustentável, eficiência energética, crescimento verde inclusivo e tecnologias de energia verde e segurança energética para prosperidade e bem estar de longo prazo, para as presentes e futuras gerações em nossos países. [...] É nosso interesse comum analisar obstáculos existentes e identificar oportunidades para facilitar mais investimentos em infraestrutura energética mais inteligente e de baixa emissão de carbono, em particular a infraestrutura de eletricidade sustentável e limpa, quando viável".

³⁰ Nesta senda, Marcia e David Pimentel: *The implementation of renewable energy technologies would reduce many of the current environmental problems associated with fossil fuel production and use. [...] A combination of the renewable technologies [...] should be able to provide this much energy without interfering with required food and forest production. To ensure a reasonable standard of living in the future, there must be a fair balance between human population density and use of energy, land, water, and biological resources*. Em tradução livre: "A implementação de tecnologias de energia renovável reduziria muitos dos problemas ambientais associados a produção e consumo de combustíveis fósseis. [...] Uma combinação de tecnologias renováveis [...] seria capaz de providenciar a quantidade de energia sem interferir na produção de alimentos e de floresta. Para garantir um padrão de vida decente no futuro, deve haver um balanço entre densidade populacional humana e uso de energia, terra, água e recursos biológicos" (PIMENTEL, Marcia H; PIMENTEL, David. **Food, Energy, and Society**. 3. ed. Boca Raton: CRC Press, 2007. p. 271-272).

³¹ SCHEER, Hermann. **Economia solar global**: estratégias para a modernidade ecológica. Rio de Janeiro: CRESESB, 2002. p. 66.

³² (Ibidem, p.78). Com efeito, Scheer pondera que a utilização dos recursos renováveis demonstra-se superior aos fósseis, uma vez que se realize análise da conjuntura das características particulares às diferentes cadeias energéticas.

Scheer chega a três conclusões, as quais aqui se resumem de forma simplificada³³:

a) A diminuta quantidade de processos da produção de energia até o acesso ao consumidor final dos recursos renováveis resulta em redução de custos de fornecimento, em razão dos menores investimentos em infra-estrutura de produção e distribuição e na maior eficiência energética, o que torna as fontes renováveis tanto ecológica quanto economicamente mais adequadas³⁴; b) ao tornar viável a utilização das variadas formas de energia, critérios mais específicos de disponibilidade, viabilidade e demanda da região a ser abastecida passarão a ser melhor valorizados, apresentando maiores ganhos à comunidade regional³⁵ e; c) A geração de eletricidade de forma mais eficiente³⁶ e

³³Idem.78-79

³⁴Neste prisma, Graedel e Alleby ressaltam que: “*a now noticeable trend is the decline of interest in large power stations with long distribution systems and a concomitant increase in small energy-generation modules (e.g. cogeneration facilities, fuel cells, batteries, photovoltaics) located nearer the customer. [...] The structural transformations in themselves reduce power use as well as cost, to the extent that they minimize transmission losses and decrease the use of obsolescent power-generation facilities.*” (GRAEDEL, T.E; ALLENBY, B.R. **Industrial Ecology**. Upper Saddle River: AT&T, 1995. p. 329). Traduzido: uma tendência notável é a redução no interesse por grandes estações elétricas com longos sistemas de distribuição e um concomitante aumento no uso de módulos de geração de energia pequenos. (a exemplo estruturas de cogeração, células de combustível, baterias, painéis fotovoltaicos) localizados perto do consumidor [...] As transformações estruturais por si reduzem uso de energia bem como custo, à medida que diminuem as perdas na transmissão e no uso de estruturas obsoletas de geração de energia.

³⁵A possibilidade de exploração dos recursos mais adequados e viáveis para a demanda da região abastecida, valendo-se da natureza distribuída das fontes renováveis, se converte na possibilidade de internalização das externalidades relacionadas com a geração de energia. Para tanto, torna-se de grande valia a realização de análise do ciclo de vida das tecnologias empregadas no setor. Neste sentido, John Vail Farr define tal análise como: “*all the anticipated costs associated with a project or program throughout its life. They are the sum total of the direct, indirect, recurring, nonrecurring, and other related costs incurred, or estimated to be incurred, in design, research and development (R&D), investment, operations, maintenance, retirement, and other support of a product over its life cycle*” (FARR, John Vail. **Systems life cycle costing: economic analysis, estimation, and management**. Boca Raton: CRC Press, 2011. p. 2). Traduzido: Todos os custos antecipados associados com a projeção ou programação através de sua vida. Eles são a soma total de custos diretos, indiretos, recorrentes, não-recorrentes, bem como outros estimados ou efetivados, no *design*, pesquisa e desenvolvimento (P&D), investimento, operações, manutenção, desativação e demais suportes de um produto por seu ciclo de vida.

³⁶ O aumento da eficiência energética é por si só, uma enorme vantagem para o desenvolvimento sustentável. Neste sentido, é de relevo a sucinta e precisa definição do conceito proporcionada pelo Grupo de Eficiência Energética da Faculdade de Engenharia desta Universidade. Consiste na: “*redução dos desperdícios, utilizando a energia de forma racional. É determinada pela relação entre a energia consumida ou recebida e a energia produzida.*” (USE- Uso Sustentável de Energia: **Manual de Economia de Energia** / PUCRS, FENG, GEE, PU; coord. PROAF- Porto Alegre: Edipucrs, 2009. p. 10). Neste sentido, ressalta o Grupo que a busca por soluções mais eficientes, em especial através na substituição dos recursos não renováveis, resultará em mudanças de grande porte no setor. Yergin vai mais longe ao estabelecer que: “*Rapid economic expansion in emerging market nations means a major surge in world energy consumption [...] improved energy efficiency is required for sustaining this economic growth without putting unsustainable burdens on the world’s energy supplies and its capacity to invest in a timely way.* (YERGIN, Daniel. **The Quest: Energy, Security, and the Remaking of the Modern World**. Nova Iorque, EUA: Penguin Books, 2012. p. 614). Traduzido: Expansão econômica acelerada nos mercados das nações em desenvolvimento significam um grande crescimento no consumo energético global. [...] aumento de eficiência energética é demandado para a sustentação de tal crescimento sem impor fardos insustentáveis nos suprimentos energéticos e na sua capacidade de investimento adequada.

tecnicamente mais adequada será capaz de satisfazer as necessidades energéticas, tornando-a *cada vez mais solicitada, em detrimento de outras formas de energia*.

Assim, a substituição da base energética fóssil para aquelas dos recursos renováveis, como sintetiza Scheer, torna possível a construção de uma *globalização ecologicamente sustentável*, a qual promoverá a satisfação dos direitos humanos e que propiciará *efeitos no espaço e tempo (que) só serão comparáveis aos da revolução industrial*³⁷.

Corroboram com esse posicionamento as três teses empiricamente verificáveis apresentadas por Stefan Vöegle, Wilhelm Kuckshinrichs e Peter Markewitz, nas quais: 1) Os potenciais de pequeno e médio termo para as alterações estruturais no setor energético não só dependem de fatores econômicos, mas também nas condições tecnológicas; 2) Mudanças no sistema energético podem ter um efeito na estrutura econômica nacional. Assim, por vezes, altos investimentos são necessários a fim gerar medidas que reduzem o consumo de energia, o que por sua vez, tende a aumentar as atividades produtoras de bens de capital e no setor de construção; e 3) Alterações nas atividades econômicas de determinados setores geralmente resultam em efeitos nas suas demandas de energia, e assim, alterando a economia da energia³⁸.

É, portanto, notória que uma alteração estrutural do setor energético a partir do uso de tecnologias renováveis tem o condão de possibilitar ou catalisar um intenso período de desenvolvimento tecnológico e econômico. Neste mesmo sentido, Jeremy Rifkin, enfatiza que a alteração paradigmática da estrutura energética predominantemente fóssil por uma renovável, juntamente com as novas tecnologias de comunicação por meio da internet provocarão alterações socioculturais altamente consequenciais³⁹. Não para menos é que conceitua sua proposta de reestruturação dos

³⁷ SCHEER, Hermann. **Economia solar global**: estratégias para a modernidade ecológica. Rio de Janeiro. CRESESB. 2002. p. 34-35.

³⁸ VÖEGLE, Stefan. KUCKSHINRICHS, Wilhelm. MARKEWITZ, Peter. A Hybrid IO Energy Model to Analyze Co2 Reduction Policies: A Case of Germany. In: SUH, Sangwon (Ed.). **Handbook of input-output economics in industrial ecology**. Nova Iorque: Springer, 2010. p 339.

³⁹ O economista americano ressalta que a conexão das emergentes tecnologias de comunicação da internet com as formas de produção de energia gerarão profundas alterações sociais: “*Great economic transformation in history occur when new communication technology converges with the new energy systems. The new forms of communication become the medium for organizing and managing the more complex civilizations made possible by the new sources of energy.*” (RIFKIN, Jeremy. **Third Industrial Revolution** : How lateral power is transforming energy, the economy, and the world. Nova Iorque: Palgrave Macmillian, 2011. p 35). Traduzido: Grandes transformações econômicas na história ocorrem quando novas tecnologias de comunicação convergem com novos sistemas de energia. As novas formas de comunicação se tornam mídia para organizar e gerir as civilizações mais complexas, estas possibilitadas pelas novas fontes de energia.

fatores sociais e energéticos como a *Terceira Revolução Industrial*, a qual baseia em cinco pilares⁴⁰:

- I.A substituição das fontes fósseis por aquelas renováveis;
- II.A transformação dos complexos prediais a nível global em micro usinas que captarão a energia *in loci*;
- III.A utilização de hidrogênio e outras tecnologias de armazenamento distribuídas à infraestrutura a fim de estocar a energia produzida em excesso;
- IV.A utilização da tecnologia da internet- a transmissão de dados- realizando uma rede de partilha de energia;
- V.A substituição das frotas de veículos de transporte por veículos elétricos;

Em suma, é crescente o apoio à proposta de completa substituição da estrutura energética centralizada em grandes usinas e dependente de recursos fósseis. Economistas e engenheiros⁴¹ propõem o desenvolvimento de sistemas de geração de distribuída, nos quais os usuários finais- os setores industrial, residencial e comercial- produzem energia elétrica de forma localizada, comercializando o excesso produzido em na rede de energia. Tal estrutura, aliada com o desenvolvimento de novos combustíveis não poluentes para as aplicações que necessitam de mobilidade têm o condão de causar profundas alterações na fábrica social global⁴².

⁴⁰ RIFKIN, Jeremy. op. cit. p. 37

⁴¹Ann Chambers ressalta que: “*With relatively low capital costs and short construction times, these technologies have much to offer. [...] Distributed generation could very well change the face of the entire industry, if it lives up to its potential.*” (CHAMBERS, Ann: **Distributed generation**: a nontechnical guide. Stephanie Hamilton. Tulsa. Penn Well. 2001 p. 185-186). Em tradução livre: Com relativamente pequenos custos de capital e tempo de construção menores, essas tecnologias têm muito a oferecer. [...] Geração distribuída poderia alterar completamente toda a indústria, se ela atingir seu potencial. Neste mesmo sentido, Borbely e Kreider ressaltam que: “*(A)ll participants in the energy industry- buyers and sellers alike- must be more responsive to market forces. Central utilities suffer from the burden of significant “stranded costs” [...] DG avoids this cost.* (BORBELY, Ann-Marie. KREIDER, John F. **Distributed generation** : the power paradigm for the new millennium. Boca Raton: CRC, 2001. p. 18) Traduzido: Todos participantes da indústria de energia – vendedores e compradores- devem ser mais responsivos às forças de mercado. Centrais elétricas sofrem pelo fardo de custos fixados [...] Geração distribuída evita este custo.

⁴² Segundo o relatório da IEA: “*Secure, reliable and affordable energy supplies are fundamental to economic stability and development. The threat of disruptive climate change, the erosion of energy security and the growing energy needs of the developing world all pose major challenges for energy and environmental decision makers.*” (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Combined Heat and Power**: Evaluating the benefits of greater global investment. Paris: IEA, 2008. p. 8. Disponível em: <http://www.iea.org/papers/2008/chp_report.pdf> Acesso em: 07 out. 2013.) Traduzido: Suprimentos de energia seguros, confiáveis e bancáveis são fundamentais para a estabilidade econômica e desenvolvimento. A ameaça de mudanças climáticas disruptivas, a erosão da segurança energética e o aumento na demanda de energia para os países em desenvolvimento se demonstram grandes desafios para os tomadores de decisões sobre energia e ambiente.

4. Conceito de recursos energéticos distribuídos e tecnologias aplicáveis

O conceito de geração distribuída de energia não é uma criação do século XXI. Como ressaltam Anne-Marie Borbely e Jan Kreider, até a construção das grandes estruturas de produção e distribuição de larga escala na primeira metade do século XX, *all energy was produced near the device or service requiring that energy*⁴³. O que é novo, segundo Willis e Philipson, é a tecnologia utilizada e a intenção a qual se promove, qual seja, a substituição do sistema centralizado pela produção dispersa⁴⁴.

Entretanto, há que se ressaltar que o conceito de geração distribuída não é incontroverso. De fato, a literatura especializada não apresenta consenso a respeito do que constitui geração distribuída nem quais são suas tecnologias integrantes⁴⁵. Não obstante, é possível encontrar rigor conceitual bastante ao dizer que geração distribuída:

[I]s electric [...] power generation at or near the user's facility as opposed to the normal mode of centralized power generation and utilization of large transmission and distribution lines.⁴⁶

Este conceito, focando na distinção com sistemas centralizados, é desejável uma vez que não invalida subdivisões dos sistemas de geração distribuída nem exclui quaisquer tecnologias passíveis de serem empregadas, evitando possíveis arbitrariedades na imposição de limites em abstrato.

De qualquer forma, a utilização de sistemas distribuídos como forma primária de geração de energia proporcionará um rompimento com a estrutura atual. Esta pode e deve ser dada de forma gradual, assumindo aplicações paralelas aos sistemas

⁴³ Tradução livre: toda energia era produzida perto do equipamento ou serviço que demandava a energia. (BORBELY, Ann-Marie. KREIDER, Jan F. **Distributed generation: the power paradigm for the new millennium**. Boca Raton: CRC Press, 2001. p. 3).

⁴⁴ PHILIPSON, Lorrin. WILLIS H. Lee: **Understanding Electric Utilities and De-Regulation**. Boca Raton: CRC Press, 2005. p. 204

⁴⁵ (SOTKIEWICZ, Paul M. VIGNOLO, Jesús Mario. Distributed Generation. in: CAPEHART, Barney L. (Org). **Encyclopedia of Energy Engineering and Technology**. Boca Raton: CRC Press, 2007. p. 297.) Nesse sentido, enquanto Paul Sotkiewicz e Jesús Vignolo consideram como tal a produção usada *in loco* ou conectada à rede de baixa voltagem, Borbely e Kreider definem geração distribuída a partir de suas dimensões menores com potência de até 10 megawatts, em decorrência de sua natureza de abastecimento local e de menor necessidade de infraestrutura de transmissão. Adicionalmente, desconsideram estes o uso de energia eólica ou hidráulica para a geração distribuída, por considerarem tratar-se de tecnologias muito intermitentes. (BORBELY, Ann-Marie. KREIDER, John F. **Distributed generation : the power paradigm for the new millennium**. Boca Raton: CRC, 2001. p. 2)

⁴⁶ Traduzido livremente: É energia elétrica [...] no local do usuário, ou próximo dele, em oposição ao método tradicional de geração de energia centralizada e utilização de grandes linhas de transmissão e distribuição. (MEHTA, Paul. CAPEHART, Barney L. e TURNER, Wayne C. Distributed Generation: Combined Heat and Power. in: CAPEHART, Barney L. (Org). **Encyclopedia of Energy Engineering and Technology**. Boca Raton: CRC Press, 2007. p. 303).

tradicionais, beneficiando os usuários finais com suas características que lhe permitem aperfeiçoar a manutenção e qualidade do acesso à energia. Esta possibilidade de aplicação conjunta com as estruturas centrais é considerada um nicho de mercado expressivo para as tecnologias descentralizadas, até mesmo por aqueles que permanecem céticos quanto à capacidade da geração distribuída de influir na construção de um novo paradigma energético. Nesta senda, Philipson e Willis ressaltam as vantagens dessa aplicação paralela:

*First, DG will continue to fill its traditional niche as backup generation for power outages. Additionally, when DG is bundled with distributed storage, a backup DG unit can provide very high levels of reliability and power quality [...] Second, there are situations [...] where utility grid service is costly, and DG has a big cost advantage, a noticeable market segment. Third, [...] to reduce the overall price of power.*⁴⁷

Capehart *et al.*, por outro lado, lembram que as vantagens inerentes à geração de energia distribuída devem ser analisadas consoante as perspectivas dos usuários, das indústrias geradoras e da sociedade em geral⁴⁸. Em síntese, segundo os autores, as previsões para as estruturas descentralizadas são maiores que aquelas por vezes atribuídas⁴⁹.

⁴⁷ Em tradução livre: Primeiro, geração distribuída vai continuar a preencher seu nicho tradicional como geração de *backup* em caso de falha no sistema elétrico. Adicionalmente, quando geração distribuída é combinada com armazenamento distribuído, uma unidade reserva de geração distribuída pode providenciar grandes níveis de confiabilidade e qualidade da energia [...] Segundo, há situações [...] onde sistemas de transmissão são caros e geração distribuída tem uma grande vantagem econômica, perceptível no mercado. Terceiro [...] reduzir preço total da energia. (LEE, Willis H. SCOTT, Walter G. **Distributed power generation** : planning and evaluation. Nova Iorque: Marcel Dekker, 2000. p. 214).

⁴⁸ Neste cerne, segundo o autor, o usuário pode demandar acesso à energia de forma mais confiável, de maior qualidade e mais econômica. As indústrias, por sua vez, devem requerer menores investimentos em sistemas de distribuição. Por fim, a sociedade em geral se beneficia das tecnologias distributivas em decorrência da utilização de recursos renováveis e da drástica redução no impacto ambiental (MEHTA, Paul. CAPEHART, Barney L. e TURNER, Wayne C. Distributed Generation: Combined Heat and Power. in: CAPEHART, Barney L. (Org). **Encyclopedia of Energy Engineering and Technology**. Boca Raton: CRC Press, 2007. p. 304).

⁴⁹As palavras destes: “(T)here is already a large base of DG units nationally, and that the growth will be significant. [...], the potential market could be broken into three components. They are (1) large and medium, (2) small, and (3) smaller. [...] The large and medium market is often 25 MW and larger (sometimes hundreds of megawatts) and is a mature market because there have been plants operating for many years. Typically these are in the larger process industries [...] this mature market probably still offers the largest immediate growth potential. There is much more that could be done. The small market will range somewhere between 50 (or 100) kW and 25 MW. Important to their success is the need for thermal energy and electricity (or shaft power) and the relative sizes of those needs might dictate which technology is appropriate. This market is virtually untouched today [...] The growth possibility here is extremely large, but will likely take a few years to realize its full potential. The smaller market would include those small manufacturing plants or commercial facilities that need less than 50 (or 100) kW and do not have large thermal needs [...] The market potential here is tremendous in numbers of applications, but small in numbers of total megawatts.” (Ibidem. p. 304) Em tradução livre: Já há grande base para unidades de geração distribuída nacionalmente, e esse crescimento será significativo [...] o mercado potencial pode ser dividido em três componentes. Eles são (1) grandes e médios, (2) pequenos e (3) muito pequenos [...]. Os mercados grandes e médios são geralmente 25 MW ou mais (às vezes contados em centenas de MW) e é um mercado maduro pois estas plantas têm operado há longo prazo. [...] Geralmente esses processos ocorrem nas indústrias de maior porte [...] Este mercado provavelmente pode

À parte da redução de custos de distribuição, outra grande vantagem dos sistemas de geração distribuída é que estes são capazes de utilizar as formas de produção de energia mais adequadas às particularidades técnicas e econômicas da região à qual abastece. Dessa forma, as principais tecnologias aplicáveis à geração distribuída são: 1) os geradores à combustão de pequeno e médio porte; 2) as fontes renováveis e; 3) as células de combustíveis.

A geração distribuída de energia à partir da queima de combustíveis fósseis é a menos controversa uma vez que utilizam tecnologias mais maduras e tecnicamente mais conhecidas^{50 51}.

Entretanto, apesar da geração distribuída a partir de microgeradores apresentar grande potencial, sua dependência de combustíveis fósseis, com custos de extração, produção e transporte e com impactos ambientais consideráveis a torna um meio-termo entre a atual conjectura e o novo paradigma energético⁵².

oferecer o maior potencial de crescimento a curto prazo. Há muito que pode ser feito. O mercado pequeno varia entre 50 (ou 100) KW e 25 MW. É importante para seu sucesso a utilização de sistemas de cogeração e o tamanho relativo dessas demandas podem ditar qual tecnologia é apropriada. Este mercado é ainda virtualmente intocado. [...] A possibilidade de crescimento aqui é extremamente grande, mas provavelmente levará alguns anos para realiza-la. O mercado de pequeno porte incluirá aquelas pequenas indústrias e empresas que demandam menos que 50 ou (100) KW e não têm grandes necessidades de aquecimento. [...] Este mercado tem potencial tremendo em numerosos de aplicação, mas ainda permanece em pequenos números de total de MW. De forma semelhante, em Tom Short: “*Distributed generation technologies continue to advance: cost comes down, performance improves. Projections of penetration of distributed generation into the electrical system vary widely. [...] Utilities must prepare for several scenarios and consider distributed generators as another tool for supplying end users with electric power.*” (SHORT, Tom A. Distributed Generation. In: _____, **Electric Power Distribution Handbook**. Boca Raton: CRC Press, 2003 p. 713.) Em tradução: Tecnologias de geração distribuída continuam a avançar: custo é reduzido, performance aumenta. Projeções de penetração da geração distribuída no sistema elétrico varia significativamente [...] Empresas concessionárias devem se preparar para diferentes cenários e considerar geração distribuída como outra ferramenta para suprir usuários finais com eletricidade.

⁵⁰LORA, Electo Eduardo Silva. *et al.* Tecnologias de Geração Distribuída Utilizando Combustíveis Fósseis. In: LORA, Electo Eduardo Silva. HADDAD, Jamil (Ed.) **Geração Distribuída: Aspecto Tecnológicos, Ambientais e Institucionais**. Rio de Janeiro: Interciência, 2006. p. 31. Encontram-se inclusos nesta classificação, de forma geral, todos os tipos de motores à combustão interna, entre eles: a) os motores à explosão, movidos a diesel ou outros derivados de petróleo, à gás natural ou até mesmo à biodiesel; b) as turbinas, geralmente utilizando gás natural mas podendo utilizar outros combustíveis líquidos

⁵¹ Encontram-se inclusos nesta classificação, de forma geral, todos os tipos de motores à combustão interna, entre eles: a) os motores à explosão, movidos a diesel ou outros derivados de petróleo, à gás natural ou até mesmo à biodiesel; b) as turbinas, geralmente utilizando gás natural mas podendo utilizar outros combustíveis líquidos. (UNITED STATES DEPARTMENT OF ENERGY. **Using Distributed Energy Resources: A How-To Guide for Federal Facility Managers**. Washington: DOE, 2002. Disponível em: < <http://www.nrel.gov/docs/fy02osti/31570.pdf> >. Acesso em: 02 dez. 2013.)

⁵² Segundo o Institute of Electrical and Electronics Engineers: “*The integration of renewable energy sources is most important to the deployment of distributed generation technology*” (Institute of Electrical and Electronics Engineers. **Power Systems of the Future: The Case for Energy Storage, Distributed Generation, and Microgrids**. [S.l.]: IEEE, 2012. p. 9. Disponível em: <<http://der.lbl.gov/sites/der.lbl.gov/files/THE%20CASE%20FOR%20ENERGY%20STORAGE,%20DIS>

Assim, enquanto essa tecnologia oferece ótimo complexo para a promoção da geração distribuída em médio prazo, uma análise de maior amplitude temporal demonstra que de maior benefício é a utilização de fontes renováveis. Em especial, se destacam as fontes eólica e fotovoltaica e o uso de biocombustíveis⁵³.

É de se ressaltar que, no decorrer da primeira década do século XXI, estas fontes tiveram próspero período, com aumento de grandes proporções na capacidade instalada⁵⁴. A geração de energia eólica, em particular, é atualmente uma das formas mais econômicas de produção de energia⁵⁵ e tem sido uma das principais fontes renováveis no século XXI, com mais de 280 megawatts instalados e valor mercadológico avaliado em 75 bilhões de dólares em 2012⁵⁶.

Há, ainda, enormes possibilidades de crescimento no uso dessa tecnologia. A Associação Mundial de Energia Eólica estima que a capacidade instalada mundial ultrapassará a marca de 1 Terawatt⁵⁷.

A energia fotovoltaica, por outro lado, ainda em fases de menor maturidade industrial e não tendo atingido plena competitividade com as demais fontes, é, no entanto, proposta como a principal fonte para a geração distribuída para as próximas décadas. Segundo Uppugunduri Aswathanarayana:

TRIBUTED.pdf>. Acesso em: 08 set. 2013). Em tradução: A integração das fontes renováveis [à rede] é muito importante para a instalação de tecnologia de geração distribuída.

⁵³Há que se ressaltar a possibilidade de utilização de outros recursos renováveis de grande potencial de exploração. São exemplos as fontes maremotriz, as pequenas centrais hidroelétricas, a energia geotérmica e a solar térmica. Entretanto, estas não serão abordadas de forma expressiva neste trabalho uma vez que encontram maiores limitações de aplicabilidade técnicas em conjunto com seus níveis de desenvolvimento tecnológico menor. Todavia, políticas de incentivo devem encorajar a pesquisa e desenvolvimento dessas tecnologias e sua utilização quando mais favorável.

⁵⁴No continente Europeu, como será analisado posteriormente, é líder na exploração destas fontes de energia, com mais de 70% das novas instalações utilizam recursos renováveis (EUROPEAN WIND ENERGY ASSOCIATION. **Wind in Power: 2012 European Statistics**. [S.l.]: EWEA, 2013. Disponível em:

<
http://www.ewea.org/fileadmin/files/library/publications/statistics/Wind_in_power_annual_statistics_2012.pdf>. Acesso em: 08 set. 2013).

⁵⁵MUKUND R .Patel. *Wind and Solar Power Systems: Design, Analysis, and Operation*. 2 Ed. Boca Raton: CRC Press, 2005. p. 11

⁵⁶No entanto, é de se ressaltar que grande parte dos investimentos são realizados em um pequeno grupo de países. A Associação Mundial de Energia Eólica ressalta que cinco grandes mercados, China, Estados Unidos, Alemanha, Espanha e Índia, são responsáveis por mais de 73% da capacidade instalada de energia eólica (WORLD WIND ENERGY ASSOCIATION. **2012 Annual Report**. Bonn: [S.l.]: WWEA, 2013. p. 5-7. Disponível em: <http://www.wwindea.org/webimages/WorldWindEnergyReport2012_final.pdf>. Acesso em 08 set. 2013.).

⁵⁷Ibidem, p. 17. Nesta senda, Electo Lora e Jamil Haddad observam que após o setor elétrico de um país ultrapassar a marca de 100 MW de capacidade eólica instalada, o desenvolvimento da indústria se dá de forma mais acelerada. (HADDAD, Jamil, *et. al.* *Tecnologias De Geração Distribuída Utilizando Fontes Renováveis in: Oportunidades e Barreiras da Geração Distribuída para a Distribuidora de Energia Elétrica: Aspectos Tecnológicos, Ambientais, Comerciais e Legais*. LORA, Electo Eduardo Silva e HADDAD, Jamil (coord). Rio de Janeiro: Interciência, 2006. p. 86).

*Among all the energy systems, solar energy is projected to grow the fastest. Between now and 2050, solar energy is expected to grow a thousand-fold, [...] It is assumed that during the next ten years, there will be sustained support to the solar energy sector to enable it to become competitive*⁵⁸.

De fato, a conversão direta de energia solar em elétrica é considerada a mais adequada para a geração distribuída de energia, em decorrência de sua grande modularidade, virtual inexistência de poluentes e resíduos durante sua operação e dispersão da fonte de energia⁵⁹. Assim, são mais adequados às regiões altamente urbanizadas, nas quais é possível a construção de sistemas fotovoltaicos interligadas aos prédios⁶⁰.

Não obstante, a curva de aprendizagem dos sistemas fotovoltaicos tem contribuído grandemente para as projeções otimistas quanto às futuras instalações⁶¹.

Ademais, de forma semelhante à energia eólica, a tecnologia fotovoltaica tem recebido maiores incentivos nos países membros da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico, dos quais se destacam Alemanha, Itália, China, Estados

⁵⁸ Traduzido livremente: Entre todos sistemas energéticos, a fonte solar tem projeção de mais rápido crescimento. Entre agora e 2050, a energia solar tem como expectativa o crescimento na ordem de mil vezes [...]. É esperado que nos próximos dez anos, haverá suporte sustentado para o setor de energia solar, de forma a torná-lo competitivo. (ASWATHANARAYANA, Uppugunduri. SAHINI, K .M. Thayyib. Solar energy. In: _____. **Green Energy: Technology, Economics and Policy**. Boca Raton: CRC Press, 2010. p. 21.

⁵⁹ (RIFKIN, Jeremy. **Third Industrial Revolution : How lateral power is transforming energy, the economy, and the world**. Nova Iorque: Palgrave Macmillian, 2011. p. 108)

⁶⁰ A propósito, Deo Prasad e Mark Snow conotam a esta inovação tecnológica, a dizer as Edificações Solares Interligadas à Rede, a consequência de se tornar significativa mudança paradigmática no setor de construção e de energia. (PRASAD, Deo. SNOW, Mark. **Designing with solar power: a source book for building integrated photovoltaics: BiPV**. Londres: Earthpress, 2005. p. 217)

⁶¹ Consoante o relatório *Renewable Energy Technologies: Cost Analysis Series: Solar Photovoltaics*, da Agência Internacional de Energia Renovável: *PV system costs for residential systems are projected to decline from USD 4 200 to USD 6 000/kW in 2010 to between USD 1 800 to USD 2 700/kW by 2020 and to USD 1 500 to USD 1 800/kW by 2030 [...]. Utility scale systems can expect to achieve similar reductions from between USD 3 600 to USD 4 000/kW in 2010 to USD 1 800/kW in 2020 and as low as USD 1 060 to USD 1 380/kW by 2030. These projections might be too conservative in the medium- to long-term given that they are based on a learning rate of 18%, which is less than the historical rate of 22%.*(INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY. **Renewable Energy Technologies: costs analysis series: solar photovoltaics**. Abu Dhabi: IRENA, 2012. p. 40. Disponível em: <http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/RE_Technologies_Cost_Analysis-SOLAR_PV.pdf>. Acesso em: 08 set. 2013.).

Em tradução: O custo para sistemas fotovoltaicos domésticos tem projeção de queda de US\$ 4.200 a US\$ 6.000 por KW para em torno de US\$ 1.800 a US\$ 2.700 em 2020 e US\$ 1.500 a US\$ 1.800 em 2030 [...]. Sistemas de porte industrial devem ter redução similar, de por US\$ 3.600 A 4.000 por KW, para 1.800 em 2020 e até US\$ 1.060 a US\$ 1.380, em 2030. Estas projeções, que tiveram como base uma taxa de aprendizado de 18%, podem ser muito conservadoras se a médio e longo prazo se mantiver taxa de aprendizagem histórica de 22%. (INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY. **Renewable Energy Technologies: costs analysis series: solar photovoltaics**. Abu Dhabi: IRENA, 2012. p. 40. Disponível em: <http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/RE_Technologies_Cost_Analysis-SOLAR_PV.pdf>. Acesso em: 08 set. 2013.).

Unidos Japão e França, detendo quase 86% das instalações em 2011⁶². Desta forma, é evidente a grande possibilidade de crescimento ante as demais regiões e países, em especial aqueles em desenvolvimento.

É também de grande relevância a utilização de recursos advindos da biomassa na geração distribuída. Com as novas tecnologias e processos de geração, é possível transformar os resíduos biogênicos gerados em fontes de energia socialmente e ecologicamente benéficas. O relatório *Clean Energy for Development and Economic Growth*, do Programa para o Desenvolvimento das Nações Unidas defende tais sistemas:

*If widely implemented, such technologies can enable biomass energy to play a far more significant role in the future than it does today, especially in developing countries. In addition, modernized biomass energy is projected to play a major role in the future global energy supply*⁶³.

Em contraste às tecnologias de geração de energia por combustão de hidrocarbonetos, as fontes renováveis de energia apresentam enorme potencial de crescimento, uma vez que ainda não atingiram estado de maturidade técnico-mercadológico⁶⁴.

Além disso, sua exploração é vantajosa uma vez que se beneficia da inexauribilidade e, em relação àquelas que não dependem de combustíveis, da virtual inexistência de custos

⁶²Não obstante, ressalta o Programa de Sistemas de Energia Fotovoltaica da Agência Internacional de Energia que: “*Continued dramatic growth of annual grid-connected PV installations was evident, with significant growth of the annual market in a number of the largest markets. (almost 11) countries rank in the GW cumulative installed PV capacity grouping (up from five the previous year). Nine countries have, or are close to achieving, annual markets exceeding 1 GW*” (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Trends In Photovoltaic Applications**. [S.l.]: IEA, 2012. p. 41. Disponível em: <http://apache.solar.ch/pdf/trends_2012.pdf>. Acesso em: 08 set. 2013.). Em tradução: Crescimento dramático continuado das instalações de sistemas fotovoltaicos conectados à rede é evidente, com significativo crescimento do mercado anual em vários dos maiores mercados (Quase 11) países estão do *ranking* de capacidade instalada superior a 1 GW (Dos quais nove já figuravam na lista no ano passado). Nove outros países estão próximos de atingir a referida marca.

⁶³ Traduzido: Se amplamente implementadas, tais tecnologias podem permitir que energia de biomassa se torne muito mais significativa no futuro que atualmente, em especial nos países em desenvolvimento. Adicionalmente, energia de biomassa moderna tem projeção de um papel predominante no suprimento energético global no futuro (UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME. **Clean Energy for Development and Economic Growth: biomass and other renewable energy options to meet energy and development needs in poor nations**. [S.l.]: UNDP, [2002?]. p. 19. Disponível em: <http://www.undp.org/content/dam/aplaws/publication/en/publications/environment-energy/www-ee-library/sustainable-energy/clean-energy-for-development-and-economic-growth/CleanEnergy_2002.pdf>. Acesso em: 12 set. 2013.).

⁶⁴ SCHEER, Hermann. **Economia solar global: estratégias para a modernidade ecológica**. Rio de Janeiro. CRESESB. 2002. p. 148

de transporte desses recursos⁶⁵. Por fim, as fontes renováveis são as com menores níveis de emissão de poluentes⁶⁶.

As tecnologias renováveis podem propiciar novas estratégias e nichos de mercado para demais setores da economia. Tal potencial transformador das energias renováveis distribuídas é facilmente ilustrado no setor de construção civil, consoante Deo Prasad e Mark Snow. Ressaltam estes que as novas gerações de prédios estruturas integradas de geração e aproveitamento de energia solar terão como um de seus principais atributos a conotação estética renovada⁶⁷.

5. Direito regulatório energético para o novo paradigma

A proposta apresentada no decorrer deste trabalho depende sobremaneira de política pública imbuída do intuito de propiciar a requerida segurança jurídica ao investimento de longo prazo necessário para a reestruturação do setor energético, bem como para viabilizar as demais inovações socioeconômicas advindas do novo paradigma e internalizar as externalidades provocadas pela disponibilização e utilização de energia.

Destarte, apresenta-se como dever fundamental do Estado a criação de ações estatais que efetivem propostas de desenvolvimento tecnológico e sustentável como a aqui apresentada, a partir da utilização de diferentes ferramentas e estratégias, entre elas as políticas regulatórias, de forma a criar o desejado cenário ⁶⁸.

⁶⁵ INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY. **Renewable Energy Technologies: costs analysis series: solar photovoltaics**. Abu Dhabi: IRENA, 2012. Disponível em: <http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/RE_Technologies_Cost_Analysis-SOLAR_PV.pdf>. Acesso em: 08 set. 2013. p. 4.

⁶⁶ OHADI, Michael M. QI, Jianwei. Alternative Energy Technologies: Price Effects. In: CAPEHART, Barney L. (Ed.) **Encyclopedia of Energy Engineering and Technology**. 3 Vol. Boca Raton: CRC Press, 2007. p 31

⁶⁷ Às palavras dos autores: “[I]t can support and enhance a highly contemporary architectural idiom while countering the sense of profligacy with which this type of architecture is often associated” (PRASAD, Deo. SNOW, Mark. **Designing with solar power: a source book for building integrated photovoltaics: BiPV**. Londres: Earthpress, 2005. p. 20). Traduzido: [A geração distribuída] pode auxiliar e expandir um idioma arquitetônico altamente contemporâneo enquanto reduzindo a sensação de prodigalidade com a qual este tipo de arquitetura é normalmente associada.

⁶⁸ Segundo o relatório da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) versando a respeito das políticas regulatórias: *There is little doubt that most governments can substantially reduce regulatory costs, while increasing benefits, by making wiser regulatory decisions. A wide range of anecdotal and analytical evidence supports the conclusion that governments often regulate badly, with too little understanding of the consequences of their decisions, and with little or no assessment of any alternatives other than traditional forms of law and regulations.* (ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT. **OECD Reviews of Regulatory Reform Regulatory Policies in OECD Countries: From interventionism to regulatory governance**. Paris: OECD, 2002. p. 42.). Em tradução livre: Há pouca dúvida que a maioria dos governos podem reduzir

Assim, para que se realize substancial ganho qualitativo e quantitativo das externalidades positivas decorrentes de políticas públicas mais adequadas ao desenvolvimento sustentável, torna-se necessário que se realize análise aprofundada das alternativas disponíveis em políticas regulatórias, visando à consecução dos benefícios advindos de uma nova estrutura energética, entre eles o incentivo à inovação, o crescimento econômico, a geração de empregos de alto valor agregado, a maximização das vantagens competitivas nacionais e uma maior relação com as forças de mercado.⁶⁹

Neste sentido, segundo a OCDE, torna-se prioridade a atuação das agências regulatórias, que têm como missão o impedimento de intervenções estatais voltadas somente à benefícios de curto prazo⁷⁰. A propósito, a experiência daqueles países⁷¹ tem demonstrado a particular importância de uma das estruturas de maior efeito na criação de políticas públicas: a Análise de Impacto Regulatório⁷².

Esta ferramenta possibilita a construção de políticas regulatórias mais eficientes e eficazes⁷³, analisando questões principais, como o problema a ser solvido, os objetivos

substancialmente os custos regulatórios, enquanto aumentando os benefícios, ao realizar decisões regulatórias mais sábias. Uma ampla gama de evidências analíticas e anedotais corroboram com a conclusão que governos com frequência regulam de forma errônea, com muito pouco entendimento das consequências de suas decisões e com pouco ou nenhuma análise de alternativas outras que as tradicionais formas de leis e regulações.

⁶⁹ *Ibidem* p. 8

⁷⁰ *Idem*. p. 15

⁷¹ Esta análise comparada é relevante à medida que as tendências iniciadas por aqueles países em matéria de direito regulatório serviu de referência ao Brasil para sua reforma institucional em meados da década de 1990 e primeiros anos da primeira década do século XII (*Idem*. p 16-18).

⁷² Neste sentido, recomenda-se a leitura do artigo de Cass Sunstein, *Empirically Informed Regulation*, no qual o autor ressalta a importância das descobertas sobre economia comportamental. Em síntese, no que é diretamente pertinente a este trabalho, Sunstein ressalta: “*Some noteworthy recent efforts allow people to see the nature and effects of their own past choices and to understand the likely effects of different choices in the future. In all cases, disclosure is most useful if it informs people of what, precisely, they might do in order to avoid significant risks or obtain significant benefits. [...] People are far more likely to respond when certain facts, risks, or possibilities are salient; effective warnings take account of this fact. Finally, regulation can work in concert with social norms, helping to promote agreed-upon public goals and to increase compliance with legal requirements. Public-private partnerships, enlisting the initiative and the creativity of the private sector, can be especially helpful in this regard*” (SUNSTEIN, Cass. *Empirically Informed Regulation*. **University of Chicago Law Review**, Chicago, v. 78, n. 4, p. 1349-1429, 2011. p. 1411. Disponível em: < <http://ssrn.com/abstract=2128806>>. Acesso em: 08. set. 2013). Traduz-se: Alguns esforços notáveis permitem que as pessoas percebam a natureza e os efeitos de suas próprias escolhas passadas e entendam os efeitos prováveis das diferentes escolhas no futuro. Em todos os casos, divulgação é mais útil ao se informar as pessoas sobre o que, precisamente, elas podem fazer para responder a certos fatos, riscos ou obter benefícios significativos. [...] As pessoas são mais suscetíveis quando certos fatos, riscos ou possibilidades são salientes; avisos efetivos contabilizam esse fato. Por fim, a regulação pode trabalhar em conjunto a normas sociais, ajudando a promover os objetivos públicos acordados e a aumentar a adesão aos requerimentos legais.

⁷³ No intuito de promover tal prática, a OCDE publicou em 2008 o Manual Introdutório para a Criação de Análise de Impacto Regulatório, no qual definiu a ferramenta como: [A] *process of systematically identifying and assessing the expected effects of regulatory proposals, using a consistent analytical method, such as benefit/cost analysis*. [Regulatory Impact Analysis] *is a comparative process: it is based*

específicos que se procura alcançar, as diferentes alternativas para tanto, considerando os efeitos, positivos e negativos, que cada alternativa apresentará nos grupos da sociedade, nos impactos provocados, na magnitude e temporalidade desses efeitos, na relevância do problema, entre outros⁷⁴.

Em suma, a proposta apresentada no decorrer deste trabalho da construção de novo paradigma energético de uma possível nova revolução industrial necessitará das adequadas estruturas de incentivo governamental até que suas relações de mercado se tornem suficientemente maduras para suplantar as tradicionais indústrias energéticas⁷⁵.

6. Políticas públicas em análise comparada

Ao se abordar, em análise comparada, as ações governamentais dos principais países proponentes da mudança no acesso à energia, torna-se possível maior compreensão das formas mais eficientes de transpor os obstáculos que se prostram ao desenvolvimento da nova estrutura energética. Assim, procede-se com breve explanação a respeito das políticas de incentivo mais adequadas ao progresso da geração distribuída e demais aspectos do novo paradigma energético, sendo abordados aqui, de maneira geral, os principais incentivos à expansão do uso de sistemas descentralizados de geração de energia, em especial quanto ao uso de fontes renováveis⁷⁶.

on determining the underlying regulatory objectives sought and identifying all the policy interventions that are capable of achieving them. These “feasible alternatives” must all be assessed, using the same method, to inform decision-makers about the effectiveness and efficiency of different options and enable the most effective and efficient options to be systematically chosen. (ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT. **Introductory Handbook for Undertaking Regulatory Impact Analysis**. Paris: OECD, 2008. p. 4.) Em tradução: Um processo de identificação e análise sistemática dos efeitos previstos das propostas regulatórias, usando um método analítico consistente, como análise de custo-benefício. [Análise de impacto regulatório] é um processo comparativo: Baseado na determinação dos objetivos regulatórios almejados e na identificação de todas as políticas interventoras que são capazes de alcançá-los. Estas “alternativas alcançáveis” devem ser analisadas, usando o mesmo método, informando os promotores de políticas públicas a respeito da eficiência e efetividade de diferentes opções e permitir as opções mais adequadas a serem sistematicamente escolhidas.

⁷⁴ ibdem. p. 5

⁷⁵ RENEWABLE ENERGY NETWORK FOR THE 21st CENTURY. **Renewables 2013: Global Status Report**. Paris: REN21, 2013. p. 92. Disponível em: <http://www.ren21.net/Portals/0/documents/Resources/GSR/2013/GSR2013_lowres.pdf>. Acesso em: 16.10.2013

⁷⁶ Em decorrência das limitações impostas à este trabalho, torna-se inviável a análise das políticas públicas particulares a cada país. Adicionalmente, ao se ter em vista que estes tendem a utilizar combinações dos mecanismos introduzidos em outros, apresenta-se mais adequada a análise dos principais incentivos que os governos têm utilizado para propiciar cenário favorável ao novo paradigma, do que se analisar separadamente as ações estatais em espécie.

De fato, conforme ressaltam Fernando Almeida Prado Jr. *et al.*, a intervenção estatal em favor aos sistemas distribuídos de energia pode ocorrer por meio de uma gama de institutos, entre eles legislações de incentivo, criação de subsídios, estabelecimento de regras de financiamento mais adequadas, ou tributos⁷⁷.

De qualquer forma, centrado no prisma do investidor, Carlos Roberto Cervantes Rodríguez resalta que os principais determinantes são os custos de capital e financiamento associado, fatores que decorrem de relações de mercado e contratos com instituições financeiras e do setor de energia⁷⁸. Esses dois fatores, segundo a literatura especializada⁷⁹, foram abordadas na experiência normativa estrangeira a partir de alguns mecanismos de incentivo⁸⁰, entre eles os de promoção direta das fontes renováveis⁸¹ e os de incentivo indireto, nos quais se busca a redução das disparidades econômicas entre as tecnologias responsáveis pela mudança paradigmática proposta e os sistemas centralizados tradicionais^{82 83}.

⁷⁷ Os referidos autores identificam quatro categorias nas quais os aparatos normativos podem ser classificados, a dizer: “1) Legislações seminais- aquelas que introduzem o mercado e transformam a maneira como a indústria de energia elétrica funciona; 2) Legislações regulamentadoras- aquelas que regulamentam e dão forma de execução à legislação que induz e transforma o mercado; 3) Legislações normativas- aquelas que detalham a legislação regulamentadora, podendo facilitar ou inibir o desenvolvimento da indústria e; 4) Legislações indutoras- aquelas que surgem em um ambiente já transformado e que pela sua concepção permitem um avanço na transformação do mercado, ampliando e solidificando as iniciativas propostas por legislações seminais” (PRADO JR. Fernando Almeida *et. al.* Oportunidades e barreiras para a geração distribuída. *in: Oportunidades e Barreiras da Geração Distribuída para a Distribuidora de Energia Elétrica: Aspectos Tecnológicos, Ambientais, Comerciais e Legais.* LORA, Electo Eduardo Silva e HADDAD, Jamil (coord). Rio de Janeiro: Interciência, 2006, p. 137-138).

⁷⁸ RODRÍGUEZ, Carlos Roberto Cervantes. **Mecanismos regulatórios, tarifários e econômicos na geração distribuída: o caso dos sistemas fotovoltaicos conectados à rede.** Campinas: [s.n.], 2002. p. 52.

⁷⁹ ACKERMANN, Thomas; *et. al.* Overview of government and market driven programs for the promotion of renewable power generation. **Renewable Energy**, v.22, n.1–3, jan.-mar., 2001, p. 197-204. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S09601481000015X>>. Acesso em: 02 out. 2013.

⁸⁰ Tendo em vista que os países utilizam combinações dos mecanismos mais utilizados, apresenta-se como forma mais adequada a análise das principais formas que os governos podem incentivar o novo paradigma do que ações estatais em espécie.

⁸¹ Os mecanismos de promoção direta, consoante classificação apresentado por Tatjana Tupy em artigo para a Organização para a Segurança e Cooperação na Europa, são aqueles que viabilizam a competição direta das energias renováveis com os bens energéticos tradicionais e incluem: 1) *Dual metering e net metering*; 2) *feed-in tariffs*; 3) programas de *buy-down*. (TUPY, Tatjana. **The Importance of the Legal and Regulatory Framework for the Development of Renewable Energy.** Baku: OSCE, 2009. p. 6. Disponível em: <<http://www.osce.org/baku/41263>>. Acesso em: 02 out. 2013.)

⁸² Isto será realizado ao se direcionar ações visando o combate das duas principais vantagens econômicas destas estruturas, quais seja, a redução ou extinção dos subsídios às fontes fósseis e a internalização de suas externalidades negativas. Segundo Liebreich, a redução destes incentivos, comuns na maioria dos países contribuirá para a criação de um ambiente mais competitivo entre as fontes energéticas (LIEBREICH, Michael. **The New Energy ROI: Resilience, optionality, intelligence.** **Bloomberg:** New Energy Finance, [S.l.], 27 fev. 2013. Disponível em: <<http://about.newenergyfinance.com/about/white-papers/liebreich-the-new-energy-roi-resilience-optionality-intelligence-2/>>. Acesso em: 03 out. 2013)

⁸³ Entretanto, resalta-se que à parte destas ferramentas, devem ser consideradas as formas indiretas de incentivo ao novo paradigma energético, assim consideradas por eliminar as vantagens indevidas dos

Os dois primeiros tipos de mecanismos diretos de incentivo, o *dual metering* e o *net metering*⁸⁴, foram especialmente utilizados nos Estados Unidos, onde a primeira instância de aplicação deste incentivo se deu à luz da *Public Utilities Regulatory Act* (Lei de regulamentação de serviços públicos).

A referida lei estabeleceu que as empresas prestadoras de serviço público de eletricidade deveriam comprar a energia proveniente de geradores independentes a partir de fontes renováveis ou de cogeneradores quando os custos evitados com essa aquisição fossem maiores que caso a empresa fosse construir novas empreitadas para disponibilização de energia⁸⁵.

Por outra senda, no continente europeu, a maioria dos países⁸⁶ têm desenvolvido ambiciosos projetos para o desenvolvimento energético sustentável, tanto em iniciativas internas quanto através de projetos sob os auspícios da Declaração do Parlamento

sistemas centralizados tradicionais. Estas formas devem ser vistas não como distintas às diretas, mas como sobrepostas às mesmas (TUPY, Tatjana. **The Importance of the Legal and Regulatory Framework for the Development of Renewable Energy**. Baku: OSCE, 2009. Disponível em: <<http://www.osce.org/baku/41263>>. Acesso em: 02 out. 2013. p. 6).

⁸⁴ A primeira prevê o emprego de dois medidores em cada local produtor, de forma a ser mesurados, separadamente, o excesso de energia produzida e injetada na rede e o consumo de energia advinda da rede. Entretanto, este sistema apresenta problemas consideráveis. Em primeiro lugar, gera custos adicionais à empresa contratante, uma vez que precisa disponibilizar dois contadores de energia por produtor, financiar os cálculos da energia a ser paga e realizar a leitura dos medidores. (RODRÍGUEZ, Carlos Roberto Cervantes. Mecanismos regulatórios, tarifários e econômicos na geração distribuída: o caso dos sistemas fotovoltaicos conectados à rede. Campinas: [s.n.], 2002. p.53.) Por outro lado, o *Net metering*, estabelecido em legislação de 23 estados americanos, apresenta vantagens em relação àquele. Ao utilizar um medidor único, gera maiores incentivos, à medida que o produtor poderá injetar na rede sua energia não utilizada, podendo consumir em outro local ou momento sem custos maiores. Sanya Carley apresenta análise empírica na qual conclui que: “*net metering protocols are one of the only factors that has a positive and statistically significant marginal effect on overall DG [Distributed generation] adoption*” (CARLEY, Sanya. Distributed generation: An empirical analysis of primary motivators, **Energy Policy**, [S.l.], v. 37, n. 5, p. 1657, mai. 2009. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030142150900010X>>. Acesso em: 02 out. 2013.). Em tradução: “Protocolos de *net metering* são um dos poucos fatores que tem efeito marginal positivo e estatisticamente significativo na adoção de geração distribuída.”

⁸⁵ Ibidem. p.53. Promulgada no período de grandes crises energéticas, tal lei buscava o incentivo ao uso de fontes alternativas e do aumento da eficiência energética das concessionárias. Segundo Fernando Prado Jr. e Haddad, esta, em conjunto com subsequentes aparatos normativos:[P]rovocaram importante alteração no mercado de energia nos EUA e de certa forma pode-se afirmar se constituíram no divisor de águas de um novo modelo de indústria de energia elétrica em todo mundo. Esta evolução não foi pacífica de parte das concessionárias que se sentiam ameaçadas no seu “direito” de monopólio (PRADO JR. Fernando Almeida *et. al.* Oportunidades e barreiras para a geração distribuída. *in: Oportunidades e Barreiras da Geração Distribuída para a Distribuidora de Energia Elétrica: Aspectos Tecnológicos, Ambientais, Comerciais e Legais*. LORA, Electo Eduardo Silva e HADDAD, Jamil (coord). Rio de Janeiro: Interciência, 2006. p. 144.)

⁸⁶ Entretanto, há que se ressaltar que muitos países têm suspenso estímulos às energias renováveis no ano de 2013 em resposta ao agravamento da crise econômica na União Europeia.

Europeu sobre Energia e Economia, na qual o órgão legislativo endossou o plano econômico de Jeremy Rifkin⁸⁷.

Nestes cenários, a principal ferramenta utilizada têm sido as *feed-in tariffs*⁸⁸. Esses incentivos, de maior complexidade, apresentam grandes vantagens quanto aos demais. Em decorrência de sua modularidade, objetivos maiores ou menores podem ser integrados à ação desejada⁸⁹.

Entretanto, enquanto esta ferramenta apresenta grandes benefícios, sua complexidade requer estudos adequados, uma vez que a instituição de tarifa de valor incorreto pode resultar em grandes externalidades negativas.

Por outro lado, ambas iniciativas apresentadas têm em comum determinados óbices, entre eles a necessidade de elevado investimento de capital, a inexistência de um aparato regulamentador adequado e a falta de conhecimento geral dos benefícios da geração distribuída.

Ao final da primeira década do século XXI, outra forma de incentivo direto passou a ser utilizada. Combatendo a grave crise financeira de 2008, o governo federal

⁸⁷ EUROPEAN UNION PARLIAMENT. **EU Parliament Declaration on Energy and the Economy**. Bruxelas: European Parliament, 2007. Disponível em: <http://www.ueapme.com/IMG/pdf/EU_PARLIAMENT_DECLARATION_ON_ENERGY_AND_THE_ECONOMY_final.pdf>. Acesso em: 02 out. 2013.

⁸⁸ Estas são resumidas por Ackerman *et al.* como: “[T]he price per kWh that the local distribution company has to pay for local renewable power generation fed into the local distribution grid. In many European countries utilities have the obligation to connect local renewable power generation and to pay the corresponding feed-in tariff.” (UNITED STATES DEPARTMENT OF ENERGY. **A Policymakerk’s Guide to Feed-in Tariff Policy Design**. Washington: NREL, 2010. p. 7. Disponível em: <<http://www.nrel.gov/docs/fy10osti/44849.pdf>>. Acesso em: 02 out. 2013.) Em tradução livre: “Se o objetivo é a maximização da instalação, as tarifas podem ser dispostas de forma agressiva. Se o objetivo for a limitação dos custos da política, os criadores de políticas públicas de *Feed-in tariffs* podem estabelecer níveis de pagamentos visando somente as tecnologias mais eficientes em custo-benefício. ou limitar as áreas de instalação com a melhor combinação de atributos, incluindo recurso, proximidade com a transmissão etc. Tanto se os pagamentos são dispostos agresivamente quanto se forem mais conservadores, criadores de política públicas podem dispor de tarifas desenvolvidas para capturar um maior espectro de projetos de energias renováveis, ao dispor de diferentes regulações para tecnologias, tamanhos, localização geográfica, etc.”.

⁸⁹ A propósito, o Guia para Legisladores para *Feed-in tariffs*, do Laboratório de Energias Renováveis do Departamento de Energia dos Estados Unidos, ressalta: *If maximizing deployment is the primary objective, the tariffs can be set aggressively. If a further objective is to limit policy costs, FIT policymakers may want to establish payment levels targeting only the most cost-effective technologies, or limit deployment to areas with the best combination of attributes, including resource, proximity to transmission, etc. Whether payments are set aggressively or more conservatively, policymakers can cast the net wider to capture a greater spectrum of RE projects by designing tariffs for a greater variety of technologies, project sizes, geographic locations, etc.* (ACKERMANN, Thomas; et. al. **Renewable Energy**, v.22, n.1-3, jan.-mar., 2001, p. 197-204. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S09601481000015X>>. Acesso em: 02 out. 2013. p.204) Adicionalmente, tais taxas deve ser reduzida em ciclos, de forma a incentivar sua implementação mais rapidamente, a fim de que sejam recebidos maiores benefícios. Essa característica evita também, a manutenção de altos preços pelos produtores dos sistemas.

americano promoveu o pacote de estímulo conhecido por *American Recovery and Reinvestment Act of 2009*, sob o qual mais de US\$ 787 bilhões foram designados para a reestruturação da economia do país⁹⁰. Desta soma, uma quantia de US\$ 40 bilhões fora reservada ao desenvolvimento de fontes renováveis de energia. Nesta, além do uso dos incentivos apresentados anteriormente, que podem ser classificados como crédito tarifário por produção (em inglês, *production tax credit*)⁹¹, oportunizaram, alternativamente, créditos tarifários por investimento (em inglês *investment tax credit*). Estes visam abordar os entraves que não ultrapassados com os supramencionados incentivos, sendo, dessa forma, alternativas ou complementares àquelas ações governamentais⁹².

Tais programas de *buy-down* e de oferta de financiamento específico à geração distribuída, que se propõem a reduzir a necessidade de capital inicial para custear a instalação do referido sistema.

Estes incentivos consistem em fundos governamentais para a concessão de subsídios à instalação dos sistemas qualificados no programa e objetivam promover a comercialização dos sistemas e a subsequente redução no custo de instalação⁹³.

⁹⁰ BOLINGER, Mark et al. **PTC, ITC, or Cash Grant?** An Analysis of the Choice Facing Renewable Power Projects in the United States. Berkley: NREL, 2009. p. 2. Disponível em: <<http://www.nrel.gov/docs/fy09osti/45359.pdf>>. Acesso em: 03 out. 2013.

⁹¹ Esta classificação se dá em decorrência de serem nestes incentivos oferecidos benefícios baseados na capacidade de produção da tecnologia e do projeto apresentados. (idem)

⁹² Bolinger *et al.* ponderam que: “*the choice between PTC or ITC [...] will depend, at least in part, on the relative financial value of each incentive. Relative value, in turn, will depend on two Project-specific factors: installed Project costs and expected capacity factor (i.e. production)*” (idem. p 4). Em tradução: “A escolha entre *production tax credit* e *investment tax credit* [...] dependerá, ao menos em parte, no valor financeiro relativo de cada incentive. Valor relativo, por sua vez, dependerá de dois fatores específicos de projeto: custos de instalação e fator de produção esperada.” Para um análise detalhada a respeito da escolha mais adequada, referencia-se o presente texto dos autores.

⁹³ Segundo Rodríguez, podem apresentar as seguintes características: “1) Período de tempo em que o programa estará disponível, podendo ser de apenas um ano bem como se estender por vários anos. 2) A forma em que o valor do incentivo é calculado, podendo ser estabelecido em função de uma percentagem dos custos de capital ou ser expressado de outra maneira. 3) Se o nível de pagamento é constante durante a existência inteira do programa de incentivo ou se muda com o tempo, tipificam ente diminuindo de maneira previsível. 4) A quem serão feitos os pagamentos, podendo serem outorgados aos fabricantes para afetar os preços no atacado ou, de preferencia, serem outorgados a varejistas ou consumidores para influenciar, de maneiras mais direta, os preços no varejo. 5) A programação dos pagamentos, podendo ser efetivados na forma de um único pagamento antes, durante ou depois do sistema fotovoltaico ou, em vez disso, poderão ser feitos como alíquotas anuais predeterminadas ou em pagamentos periódicos, baseados na quantidade de energia produzida. 6) A maneira em que serão feitos os pagamentos. Uma forma é conceder os descontos a cada sistema individualmente, segundo a ordem em que o projeto seja apresentado. A outra forma é efetivar esses pagamentos diretamente aos fabricantes ou comerciantes através de processo de leilões competitivos de equipamentos. 7) O critério adotado na determinação dos níveis de incentivos. Se o custo inicial de aquisição é o critério adotado para determinar o incentivo, este pode variar segundo quais custos são considerados ou excluídos” (RODRÍGUEZ, Carlos Roberto Cervantes. **Mecanismos regulatórios, tarifários e econômicos na geração distribuída: o caso dos sistemas fotovoltaicos conectados à rede.** Campinas: [s.n.], 2002. p.65). O grande benefício desse sistema

CONCLUSÃO

O presente trabalho procurou discursar a respeito da necessidade de mudança no acesso à energia e no paradigma energético. Assim, procurou-se entender como a atual estrutura se desenvolveu e quais são suas principais características.

O principal objetivo foi a demonstração de que um sistema energético baseado nas fontes renováveis permite o necessário desenvolvimento econômico e inovação tecnológica para as nações, em especial aquelas em desenvolvimento, sem o resultante impacto negativo no ambiente, nas suas populações e nas suas relações com as demais sociedades. De fato, estas fontes, por serem esparsas geograficamente, permitem que se utilize de geração distribuída, evitando a centralização dos impactos regionais, os custos e perdas com grandes linhas de transmissão e distribuição, bem como o investimento de forma gradual e mais interligada com as regras de mercado, em especial quanto à imprevisíveis saltos na demanda que por vezes ocorrem em tempo menor que a indústria atual pode suprir, criando crises econômicas de grandes proporções.

A geração distribuída, como visto, apresenta grandes vantagens à centralizada, além das supramencionada, pode resultar em grande crescimento endógeno, o que beneficia em grande medida as nações em desenvolvimento sem resultar em conflito de interesses com as nações industriais. Adicionalmente, por sua profunda interligação com o mercado, atrai interesse da iniciativa privada, o que resulta em redução no tamanho e complexidade do complexo governamental.

Todavia, como visto, o grande desafio não é de ordem técnica, mas regulatória e jurídica, uma vez que as estruturas de regulação dificultam o crescimento de novo paradigma baseado em tecnologias, que é de se dizer, ainda não apresentam plena maturidade mercadológica. Assim, mais que uma necessidade de pesquisa e inovação, faz-se demanda por recursos jurídicos e incentivos regulatórios que permitam que as tecnologias necessárias se desenvolvam.

Por fim, procurou-se apresentar de forma breve as estruturas regulatórias utilizadas no cenário internacional.

Conclui-se que a criação de uma estrutura de incentivo para o uso descentralizado de fontes de energia renovável tem o condão de revolucionar o papel dos países em desenvolvimento, gerando riqueza, fonte de emprego qualificado e inovação

é percebido em curto prazo, uma vez que sua principal vantagem é no auxílio ao alcance da economia de escala na fabricação e instalação dos equipamentos e no avanço das indústrias relevantes.

tecnológica, de forma a reduzir a distanciamento entre as referidas nações e aquelas em estado avançado de desenvolvimento. Nesta senda, o presente trabalho cumpre sua meta de incentivar a discussão a respeito de um novo marco regulatório para o Brasil, o que se propõe analisar em futuros trabalhos.

REFERÊNCIAS

ACKERMANN, Thomas; et. al. Overview of government and market driven programs for the promotion of renewable power generation. **Renewable Energy**, v.22, n.1-3, jan.-mar., 2001, p. 197-204. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096014810000015X>>. Acesso em: 02 out. 2013.

ASWATHANARAYANA, Uppugunduri. SAHINI, K .M. Thayyib. Solar energy. *In*: _____. **Green Energy: Technology, Economics and Policy**. Boca Raton: CRC Press, 2010.

BORBELY, Ann-Marie. KREIDER, John F. **Distributed generation** : the power paradigm for the new millennium. Boca Raton: CRC, 2001

BOLINGER, Mark et al. **PTC, ITC, or Cash Grant?** An Analysis of the Choice Facing Renewable Power Projects in the United States. Berkley: NREL, 2009. Disponível em: <<http://www.nrel.gov/docs/fy09osti/45359.pdf>>. Acesso em: 03 out. 2013

BRASIL. **Agenda 21**: conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento. 2. ed. Brasília: Senado Federal, 1997.

BRUNDTLAND, G. H. (ed.) Our common future: The world commission on environment and development. Oxford: Oxford University Press, 1987

CARLEY, Sanya. Distributed generation: An empirical analysis of primary motivators, **Energy Policy**, [S.l.], v. 37, n. 5, p. 1657, mai. 2009. Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030142150900010X>>. Acesso em: 02 out. 2013

CHAMBERS, Ann: **Distributed generation**: a nontechnical guide. Stephanie Hamilton. Tulsa. Penn Well. 2001

DAHL, Arthur Lyon: **The eco principle**: ecology and economics in symbiosis. Londres: Zed Books, 1996.

EUROPEAN UNION PARLIAMENT. **EU Parliament Declaration on Energy and the Economy**. Bruxelas: European Parliament, 2007. Disponível em: <http://www.ueapme.com/IMG/pdf/EU_PARLIAMENT_DECLARATION_ON_ENERGY_AND_THE_ECONOMY_final.pdf>. Acesso em: 02 out. 2013.

EUROPEAN WIND ENERGY ASSOCIATION. **Wind in Power**: 2012 European Statistics. [S.l.]: EWEA, 2013. Disponível em: <http://www.ewea.org/fileadmin/files/library/publications/statistics/Wind_in_power_annual_statistics_2012.pdf>. Acesso em: 08 set. 2013).

EWING, B. et al. **The Ecological Footprint Atlas 2010**. Oakland: Global Footprint Network, 2010.

FARR, John Vail. **Systems life cycle costing**: economic analysis, estimation, and management. Boca Raton: CRC Press, 2011

FEUER, Guy; CASSAN, Hervé: **Droit international du développement**. 2. ed. Paris: Dalloz, 1991

FREITAS, Juarez. **Sustentabilidade**: direito ao futuro. 1. ed. Belo Horizonte: Fórum, 2011.

G20. **G20 LEADERS' DECLARATION**. São Petersburgo: 2013. Disponível em: <<http://www.g20.org/news/20130906/782776427.html>> Acesso em 17.10.2013

GEORGESCU-ROEGEN, Nicholas. **La décroissance**: entropie, écologie, économie. 3 ed. Paris: Sang de la terre, 2008

GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo. **Energy, environment and development**. 2. ed. New York: Earthscan, 2009.

GRAEDEL, T.E; ALLENBY, B.R. **Industrial Ecology**. Upper Saddle River: AT&T, 1995

HADDAD, Jamil, *et. al.* Tecnologias De Geração Distribuída Utilizando Fontes Renováveis *in*: **Oportunidades e Barreiras da Geração Distribuída** para a Distribuidora de Energia Elétrica: Aspectos Tecnológicos, Ambientais, Comerciais e Legais. LORA, Electo Eduardo Silva e HADDAD, Jamil (coord). Rio de Janeiro: Interciência, 2006.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Climate & Electricity anual**: 2011. Paris: IEA, 2011. Disponível em: <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Climate_Electricity_Annual2011.pdf>. Acesso em: 03 out. 2013

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Combined Heat and Power**: Evaluating the benefits of greater global investment. Paris: IEA, 2008. Disponível em: <http://www.iea.org/papers/2008/chp_report.pdf> Acesso em: 07 out. 2013.

_____. **Energy Technology Perspectives: Scenarios & Strategies to 2050**. Disponível em: <<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/industry.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2013

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Trends In Photovoltaic Applications**. [S.l.]: IEA, 2012. Disponível em: < http://apache.solarch.ch/pdf/trends_2012.pdf>. Acesso em: 08 set. 2013.

INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY. **Renewable Energy Technologies: costs analysis series: solar photovoltaics**. Abu Dhabi: IRENA, 2012. Disponível em: <http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/RE_Technologies_Cost_Analysis-SOLAR_PV.pdf>. Acesso em: 08 set. 2013

Institute of Electrical and Electronics Engineers. **Power Systems of the Future: The Case for Energy Storage, Distributed Generation, and Microgrids**. [S.l.]: IEEE, 2012. p. 9. Disponível em: <<http://der.lbl.gov/sites/der.lbl.gov/files/THE%20CASE%20FOR%20ENERGY%20STORAGE,%20DISTRIBUTED.pdf>>. Acesso em: 08 set. 2013

LEE, Willis H. SCOTT, Walter G. **Distributed power generation : planning and evaluation**. Nova Iorque: Marcel Dekker, 2000.

LIEBREICH, Michael. The New Energy ROI: Resilience, optionality, intelligence. **Bloomberg: New Energy Finance**, [S.l.], 27 fev. 2013. Disponível em: <<http://about.newenergyfinance.com/about/white-papers/liebreich-the-new-energy-roi-resilience-optionality-intelligence-2/>>. Acesso em: 03 out. 2013

LORA, Electo Eduardo Silva. *et al.* Tecnologias de Geração Distribuída Utilizando Combustíveis Fósseis. In: LORA, Electo Eduardo Silva. HADDAD, Jamil (Ed.) **Geração Distribuída: Aspecto Tecnológicos, Ambientais e Institucionais**. Rio de Janeiro: Interciência, 2006.

MARTINEZ-ALIER, Juan; O'CONNOR, Martin. Ecological and economic distribution conflicts. In: **Getting down to earth: practical applications of ecological economics**. COSTANZA, Robert; SEGURA, Olman; MARTINEZ-ALIER; Juan (eds.). Washington: Island Press, 1996

MEHTA, Paul. CAPEHART, Barney L. e TURNER, Wayne C. Distributed Generation: Combined Heat and Power. in: CAPEHART, Barney L. (Org.) **Encyclopedia of Energy Engineering and Technology**. Boca Raton: CRC Press, 2007

MILLER, Peter. Global Integrity and utility regulation: Constructing a sustainable economy. In **Reconciling human existence with ecological integrity: science, ethics, economics and law**. WESTRA, Laura; BOSSELMANN, Klaus; WESTRA, Richard (eds.). London: Earthscan, 2008

MUKUND R .Patel. Wind and Solar Power Systems: Design, Analysis, and Operation. 2 Ed. Boca Raton: CRC Press, 2005.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT. **OECD Reviews of Regulatory Reform Regulatory Policies in OECD Countries: From interventionism to regulatory governance**. Paris: OECD, 2002.

OHADI, Michael M. QI, Jianwei. Alternative Energy Technologies: Price Effects. *In: CAPEHART, Barney L. (Ed.) Encyclopedia of Energy Engineering and Technology*. 3 Vol. Boca Raton: CRC Press, 2007.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT. **Introductory Handbook for Undertaking Regulatory Impact Analysis**. Paris: OECD, 2008

PARKIN, Michael. **Economics**. Reading: Addison-Wesley, 1990.

PHILIPSON, Lorrin. WILLIS H . Lee: **Understanding Electric Utilities and De-Regulation**. Boca Raton: CRC Press, 2005.

PIMENTEL, Marcia H; PIMENTEL, David. **Food, Energy, and Society**. 3. ed. Boca Raton: CRC Press, 2007.

PRADO JR. Fernando Almeida *et. al.* Oportunidades e barreiras para a geração distribuída. *in: Oportunidades e Barreiras da Geração Distribuída para a Distribuidora de Energia Elétrica: Aspectos Tecnológicos, Ambientais, Comerciais e Legais*. LORA, Electo Eduardo Silva e HADDAD, Jamil (coord). Rio de Janeiro: Interciência, 2006,

PRASAD, Deo. SNOW, Mark. **Designing with solar power: a source book for building integrated photovoltaics: BiPV**. Londres: Earthpress, 2005

RENEWABLE ENERGY NETWORK FOR THE 21st CENTURY. **Renewables 2013: Global Status Report**. Paris: REN21, 2013. Disponível em: <http://www.ren21.net/Portals/0/documents/Resources/GSR/2013/GSR2013_lowres.pdf>. Acesso em: 16.10.2013

RIFKIN, Jeremy. **Third Industrial Revolution : How lateral power is transforming energy, the economy, and the world**. Nova Iorque: Palgrave Macmillian, 2011.

RODRÍGUEZ, Carlos Roberto Cervantes. **Mecanismos regulatórios, tarifários e econômicos na geração distribuída: o caso dos sistemas fotovoltaicos conectados à rede**. Campinas: [s.n.], 2002

SCHEER, Hermann. **Economia solar global: estratégias para a modernidade ecológica**. Rio de Janeiro: CRESESB, 2002

SEN, Amartya: **Desenvolvimento como liberdade**. São Paulo: Companhia de Bolso, 2010. p 55-56

SHORT, Tom A. Distributed Generation. In: _____. **Electric Power Distribution Handbook**. Boca Raton: CRC Press, 2003 p. 713

SOTKIEWICZ, Paul M . VIGNOLO, Jesús Mario. Distributed Generation. in: CAPEHART, Barney L. (Org). **Encyclopedia of Energy Engineering and Technology** . Boca Raton: CRC Press, 2007

SUNSTEIN, Cass. Empirically Informed Regulation. **University of Chicago Law Review**, Chicago, v. 78, n. 4, p. 1349-1429, 2011. p. 1411. Disponível em: <<http://ssrn.com/abstract=2128806>>. Acesso em: 08. set. 2013

TUPY, Tatjana. **The Importance of the Legal and Regulatory Framework for the Development of Renewable Energy**. Baku: OSCE, 2009. p. 6. Disponível em: <<http://www.osce.org/baku/41263>>. Acesso em: 02 out. 2013

VÖEGLE, Stefan. KUCKSHINRICHS, Wilhelm. MARKEWITZ, Peter. A Hybrid IO Energy Model to Analyze Co2 Reduction Policies: A Case of Germany. In: SUH, Sangwon (Ed.). **Handbook of input-output economics in industrial ecology**. Nova Iorque: Springer, 2010.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME. **Human Development Report 1990**. New York: Oxford University Press, 1990. Disponível em: <<http://hdr.undp.org/en/reports/global/hdr1990/chapters/>>. Acesso em: 08 set. 2013.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME. **Clean Energy for Development and Economic Growth: biomass and other renewable energy options to meet energy and development needs in poor nations**. [S.l.]: UNDP, [2002?]. Disponível em: <http://www.undp.org/content/dam/aplaws/publication/en/publications/environment-energy/www-ee-library/sustainable-energy/clean-energy-for-development-and-economic-growth/CleanEnergy_2002.pdf>. Acesso em: 12 set. 2013.

UNITED STATES DEPARTMENT OF ENERGY. **Using Distributed Energy Resources: A How-To Guide for Federal Facility Managers**. Washington: DOE, 2002. Disponível em: < <http://www.nrel.gov/docs/fy02osti/31570.pdf> >. Acesso em: 02 dez. 2013

. **A Policymakerk's Guide to Feed-in Tariff Policy Design**. Washington: NREL, 2010. p. 7. Disponível em: <<http://www.nrel.gov/docs/fy10osti/44849.pdf>>. Acesso em: 02 out. 2013

USE- Uso Sustentável de Energia: **Manual de Economia de Energia** / PUCRS, FENG, GEE, PU; coord. PROAF- Porto Alegre: Edipucrs, 2009

YERGIN, Daniel. **The Quest: Energy, Security, and the Remaking of the Modern World.** Nova Iorque, EUA: Penguin Books, 2012

WACKERNAGEL, Mathis; REES, William. **Our Ecological Footprint: reducing human impact on Earth.** Gabriola Island: New Society Publishers, 1996.

WEIGHTMAN, Gavin. **The Industrial Revolutionaries: the making of the modern world.** New York: Grove Press, 2007.

WEISSENBACHER, Manfred. **Sources of Power: how energy forges human history.** Santa Barbara: Praeger Perspectives, 2009.

WHITE, Leslie A. **La ciencia de la cultura: un estudio sobre el hombre y la civilización.** Buenos Aires: Paidós, 1964.

WORLD WIDE FUND FOR NATURE. **Living Planet Report 2012.** Gland: WWF International, 2012. Disponível em: <http://awsassets.panda.org/downloads/1_lpr_2012_online_full_size_single_pages_final_120516.pdf>. Acesso em: 03 out. 2013

WORLD WIND ENERGY ASSOCIATION. **2012 Annual Report.** Bonn: [S.l.]: WWEA, 2013. p. 5-7. Disponível em: <http://www.wwindea.org/webimages/WorldWindEnergyReport2012_final.pdf>. Acesso em 08 set. 2013

WORLD BANK. **Clean Energy and Development: Towards an Investment Framework.** [S.l.]: World Bank, 2006. p. 4. Disponível em: <[http://siteresources.worldbank.org/DEVCOMMINT/Documentation/20890696/DC2006-0002\(E\)-CleanEnergy.pdf](http://siteresources.worldbank.org/DEVCOMMINT/Documentation/20890696/DC2006-0002(E)-CleanEnergy.pdf)>. Acesso em: 08 set. 2013