

**A ENERGIA SOLAR ENQUANTO RECURSO NATURAL
ECONOMICAMENTE VIÁVEL SEGUNDO O FÍSICO MICHIO KAKU**

Joel de Souza
joel.souza@posgrad.ufsc.br
Universidade Federal de Santa Catarina
Campus Reitor João David Ferreira Lima
Florianópolis - Santa Catarina - Brasil
CEP: 88040-900

A ENERGIA SOLAR ENQUANTO RECURSO NATURAL ECONOMICAMENTE VIÁVEL SEGUNDO O FÍSICO MICHIO KAKU

RESUMO

Com base nos pensamentos do físico Michio Kaku, a respeito da energia solar e sua viabilidade econômica de exploração, este estudo propôs uma breve análise do atual estágio de utilização desta fonte renovável de energia bem como das suas perspectivas de incremento na economia a partir da realidade nacional brasileira com implicações mundiais. Foram empregadas, na presente pesquisa, técnicas de análise de conteúdo para extração de subsídios que possibilitaram compreender as concepções de autores interdisciplinares chegando-se à conclusão de que, apesar do alto grau de insolação do Brasil, este não figura nem entre as dez nações que mais utilizam o sol como energia limpa e renovável. A desculpa sempre foi o custo das operações para captar energia solar, no entanto, as inovações tecnológicas caminham para desmistificar tal situação.

PALAVRAS-CHAVE: Energia Solar; Recursos Naturais; Michio Kaku; Economia; Ciência.

ABSTRACT

Based on Michio Kaku's physical thoughts about solar energy and its economic viability of exploitation, this study proposed a brief analysis of the current state of use of this renewable energy source and its growth prospects in the economy from the reality Brazilian national with global implications. Have been used in this research, content analysis techniques to subsidies extraction that made it possible to understand the conceptions of interdisciplinary authors coming to the conclusion that, despite the high level of insolation in Brazil, does not figure even among the ten nations most use the sun as a clean, renewable energy. The excuse was always the cost of operations to capture solar energy, however, technological innovations go to demystify the situation.

KEYWORDS: Solar Energy; Natural Resources; Michio Kaku; Economy; Science.

1 INTRODUÇÃO

Na série de documentários “Futuro Energético” do canal Discovery (2010) uma das várias informações interessantes é a que diz que podemos, por exemplo, captar até 1.000 watts de energia solar por cada metro quadrado de painel de captação. Segundo o documentário, ainda assim seria necessário um Estado de Nova Iorque inteiro para prover energia para o mundo todo. E ainda que existam soluções massivas construídas por governos, é necessária também uma reflexão sobre o estilo de vida extrativista que levamos.

Parafraseado Santos (2007) chegamos a conclusão de que há uma notória inversão de valores como quando o mesmo afirma que “...o consumo é que é o verdadeiro fundamentalismo”.

Michio Kaku é um pesquisador renomado que desde cedo se encantou com a ciência pelo seu envolvimento intuitivo com a física teórica motivada por filmes (Flash Gordon) e personalidades da infância (Albert Einstein), desenvolvendo rústicos mecanismos na garagem de seus pais que posteriormente, eram exibidos em feiras de ciências escolares nos EUA de onde é proveniente apesar de sua descendência nipônica.

Atualmente, é professor da Universidade de New York, onde é um dos co-autores da Teoria das Cordas que versa sobre a existência de universos paralelos. Dada sua habilidade midiática, profere palestras extremamente didáticas e participa de programas televisivos ao redor do mundo expondo sua visão sobre o futuro e as revoluções que a ciência, como um todo, proporcionará aos seres humanos.

Em Kaku (2011) autor que serve de referência para este trabalho, são abordados em seu “A Física do Futuro”, temas que envolvem o leitor na área do conhecimento da física de forma intuitiva, multidisciplinar e acessível tanto para especialistas quanto para leigos.

O pesquisador nos apresenta em sua obra, como será o futuro da raça humana até meados do final do século, nos mostrando como a sociedade passará por transformações, para melhor, e nos incitando a refletir sobre novas questões éticas e filosóficas. Baseado não apenas em especulações, mas em protótipos que hoje mesmo se encontram ou em fase de desenvolvimento ou em fase de teste, o leitor é impelido a imaginar o amanhã, na perspectiva do livro, despertando a curiosidade e o interesse por uma ciência essencial, que moldou e continuará a moldar nosso universo, planeta e mais especificamente, a sociedade humana.

A temática da energia solar é abordada no capítulo intitulado “Ai Vem o Sol” que descreve de forma sucinta o estado da arte (até 2011) das aplicações tecnológicas para os recursos advindos da energia solar que está contida em grande parte dos materiais que absorveram radiação do sol, mesmo os combustíveis fósseis.

1.1 Descrição do Tema

A partir do tema: “Ai Vem o Sol: a energia solar enquanto recurso natural economicamente viável” espera-se compreender, com a realização deste trabalho, a

importância que a matriz energética solar representa ao cenário nacional e internacional enquanto recurso natural inesgotável pelo menos durante a existência humana.

Outro aspecto relevante ao empreendimento desta pesquisa, diz respeito ao fato de que cada vez mais a geração de energia limpa para suprimento dos processos produtivos mundiais vem se tornando essencial do ponto de vista da sustentabilidade, o que nos remete diretamente ao desenvolvimento de novas tecnologias que possibilitem a quebra dos paradigmas atuais de eficiência energética em prol da preservação do meio ambiente.

Segundo Udaeta (1997) a possibilidade de desenvolvimento sustentável no setor energético é, portanto dinâmica, uma vez que esta envolve diretamente, questões socioeconômicas e de ecologia, implicando em respostas das dimensões: social, econômica, política e ambiental.

Quanto à questão econômica, existem vários fatores a serem explorados que equacionam a energia solar num patamar de viabilidade, desde que questões técnicas ligadas ao seu armazenamento e os custos de sua geração sejam constantemente reduzidos. Pode-se imaginar a abordagem deste tema por duas vertentes, partindo da sua aplicação em escala industrial até processos que visem a sua popularização, chegando e sendo até mesmo gerada a partir das residências.

Estudar a energia solar e suas possíveis aplicações, bem como todo o universo de questões que envolvem este recurso essencial à subsistência de toda a cadeia de vida no planeta, constitui tema instigante para pesquisadores de várias e distintas áreas do conhecimento. Sendo assim, este trabalho pretende contribuir para a gama de fóruns de discussão científica bem como para a bibliografia já produzida e disponível tanto na rede mundial de computadores quanto em obras (livros, periódicos e artigos) acadêmicas.

Goldemberg e Villanueva (2003) sobre a temática da sustentabilidade colocam que, as agressões ao meio ambiente se tornaram significantes após o advento da revolução industrial, e particularmente no século XX, devido ao aumento populacional e ao acréscimo no consumo *per capita*, principalmente nos países industrializados. Após este período, iniciou-se uma exploração desenfreada dos recursos naturais em larga escala para obtenção de energia, sem apreensões ou conhecimento das consequências disso. A preocupação maior era obter crescimento econômico-tecnológico, com majoração na oferta e ampliação dos mercados.

1.2 Relevância do Tema para a Economia

No quesito matriz energética o Brasil destoa da maioria dos países por possuir grande parte de sua geração de eletricidade, principalmente oriunda da fonte hidráulica aproveitando seus abundantes recursos hídricos e esta, por sua vez, baseia-se, principalmente, em grandes e médios empreendimentos, os quais para sua realização implicam em inúmeros problemas socioambientais. No setor de transportes desenvolveu-se tecnologia para uso em grande escala do álcool combustível e foi criado recentemente um programa para utilização de outros tipos de biocombustíveis. Por outro lado, ampliou-se a utilização do gás natural e a indústria petrolífera é como que uma locomotiva da economia nacional, sendo elemento fundamental de geração de renda e desenvolvimento econômico de algumas regiões.

O tema deste trabalho está intrinsicamente ligado às questões de âmbito econômico não só locais, bem como mundiais pelo fato de que diversos países por não poderem contar com sua exuberância natural, necessitam recorrer a formas alternativas de geração de energia com fins de abastecer sua população e seus setores produtivos.

A energia solar tem se mostrado esta via que possibilita compor com as demais matrizes, uma complementação considerável que, com o progresso gradativo do desenvolvimento de novas tecnologias, tende a reduzir custos de geração em larga escala.

Kaku (2011) salienta que, agora o problema está concentrado na redução de custos, onde cálculos breves demonstram que se deve otimizar cada dólar investido no sentido de fazer com que empreendimentos no setor se tornem rentáveis economicamente. Embora a energia solar ainda não tenha consolidada sua maior promessa, a instabilidade recente nos preços do petróleo estimulou esforços para finalmente trazer esta matriz para o mercado de geração mundial, ou seja, a maré pode estar virando.

Recordes sucessivos no setor estão sendo quebrados a cada período, medidos agora em meses e não mais em décadas. A produção voltaica solar está crescendo em 45 por cento por ano, quase dobrando a cada dois anos, e estima-se que em todo o mundo, a instalação fotovoltaica está agora em 15 bilhões de watts, com crescimento de 5,6 mil milhões de watts só em 2008, onde como exemplo prático, somente a *Florida Power & Light* anunciou o maior projeto de planta de energia solar nos Estados Unidos.

Neste segmento de geração de energia a partir da matriz solar, praticamente tudo converge para a economia que por sua característica multidisciplinar, abarca praticamente todas as áreas do conhecimento, desde as engenharias até as de cunho social, adentrando à questões de âmbito filosófico.

1.3 Conceito Teórico Envolvido no Estudo

Partindo-se do pressuposto da multidisciplinaridade da economia enquanto ciência social, a variedade de teorias aplicáveis ao presente estudo, possibilita o vislumbre de questões inerentes ao imperialismo no que diz respeito às tecnologias envolvidas no processo de geração de energia em larga escala. Estas tecnologias, pelo volume de investimentos empregados, demandam bens de capitais de grande porte, além de atividades intensivas em conhecimento que envolvem massivos aportes financeiros em pesquisa e desenvolvimento. Tais características são peculiares aos países centrais que historicamente, detêm grande parte dos recursos envolvidos no processo (conhecimento, fundos e logística) de produção em larga escala. Os autores que versam sobre a linha teórica escolhida para nortear este trabalho, vão desde Chang (2004) com seu “Chutando a Escada” à Bellamy (2007) em “O Redescobrimento do Imperialismo”, entre outros autores e obras não menos relevantes.

No âmago da perspectiva do desenvolvimento que permeia a questão do imperialismo tecnológico, autores com arcabouço metodológico não neoclássico e adotando princípios econômicos de Petty (1662) observaram este processo de mudança na estrutura produtiva, na tecnologia e nas instituições e em particular na problemática específica da industrialização como fatores diferenciadores das trajetórias nacionais.

Este enfoque ressalta a relevância da acumulação de capital, a natureza não mecânica do progresso tecnológico, a importância central do Estado e das instituições na elaboração de estratégias nacionais e na coordenação dos investimentos, mas também ressalta aspectos ligados à forma como sutilmente, ou mesmo velada em determinados casos, países centrais estabelecem condições de domínio sobre todo o conhecimento gerado para a otimização dos processos produtivos que envolvem tecnologias inovadoras como é o caso para a geração de energia a partir da matriz solar.

Guimarães (2013) nota que o capitalismo está sempre à véspera de crises de superprodução, sobretudo quando a população decresce ou permanece estagnada, quando o avanço tecnológico não gera novos produtos, ou quando não brotam grandes conflitos militares (Oriente Médio e África) que estimulem a produção de armas e geração de empregos.

O militarismo, outra forma de imperialismo (PENNACCHI, 2006) incita o investimento em bens de capital, pesquisa e desenvolvimento tecnológico, onde as

encomendas do setor na economia americana são decisivas para a indústria da Defesa Nacional e de Comunicações.

Assim, a emergência de novos mercados e a perspectiva de novos conflitos, são fundamentais para adiar a crise, bem como gerar expectativas de lucro capazes de superar incertezas, a investimentos em mercados emergentes, distantes e exóticos.

2 O PODER ECONÔMICO DA ENERGIA SOLAR

Em Silva (2015) encontramos subsídios para afirmar que o Brasil, além das condições naturais favoráveis, tem potencial para desenvolvimento da energia solar acima de outras nações em que essa fonte já é utilizada.

Os incentivos existentes no país para essa fonte, alguns exclusivos, são insuficientes para torná-la viável no atual momento. Além da inviabilidade econômica, para a micro e mini-geração distribuídas, a capacidade de investimento inicial é um obstáculo, principalmente em residências.

No entanto se observarmos a prática do mercado mundial, conforme Kaku (2011) descreve que atualmente grandes investidores internacionais, aplicam vultosos recursos na construção de gigantescos parques solares no deserto do Arizona, já voltados para a satisfação das necessidades de consumidores europeus, apesar dos entraves que a energia solar ainda enfrenta do ponto de vista técnico e de custos.

Ainda conforme o autor, conforme dados apresentados em sua obra “Física do Futuro” de 2011, a produção solar fotovoltaica cresce 45% a.a. praticamente dobrando a cada dois anos com as instalações mundiais de geração produzindo 15 bilhões de watts e tendo crescido somente em 2008, cerca de 5,6 bilhões de watts.

Informações mais atuais contidas em estudo elaborado e publicado pela *Morgan Stanley* (2014) dão conta de que haverá até 2020, adição de 47 gigawatts na geração de energia a partir da matriz solar o que representa 33% a mais na capacidade atual.

O relatório concebido com base em informações de modelos econométricos, aponta ainda o potencial para exploração no mundo destacando seis regiões/países, aspectos regulatórios e climáticos. Nele, ressaltam-se aspectos que atestam o rápido declínio dos custos relacionados aos insumos que compõem os projetos solares em contraponto a elevação do preço da energia convencional fornecida pelas distribuidoras, sendo dada como certa uma

forte tendência de acréscimo dos investimentos no setor de geração de energia limpa oriunda da matriz solar nos próximos anos, o que tende a se traduzir em política efetiva para o futuro.

Hollanda (2003) disserta que uma grande vantagem da energia solar é a sua possibilidade de utilização de forma distribuída com a geração sendo realizada próxima do local do consumo, promovendo o desenvolvimento social e econômico em todas as regiões e evitando gastos e impacto ambiental com linhas de transmissão.

No entanto, a sociedade capitalista é orientada à maximização de lucros, onde produções em larga escala são mais atrativas economicamente do que sistemas descentralizados.

2.1 O Aporte de Capitais Oriundos do Mercado Financeiro

Renner (2013) destaca no Portal Baguete, especialista em notícias do segmento energético, que o fundo de *Private Equity Actis* investiu R\$ 385 milhões na compra de 60% do capital social da Atlantic Energias Renováveis, empresa independente de geração de energia renovável, com sede em Curitiba/PR, e que detém uma plataforma de geração de energia com 220 MW em projetos de contratos de venda de energia de longo prazo, além de áreas com potencial para o desenvolvimento de até 1 milhão e 800 GW.

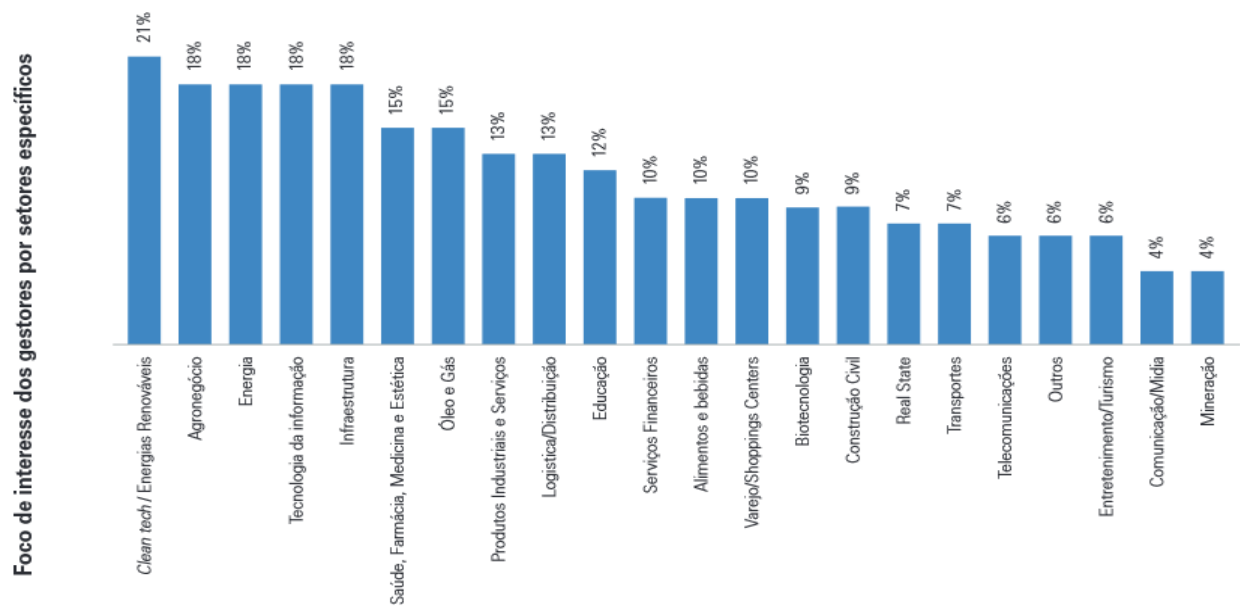
Este foi o quinto investimento no setor de energia na região e recentemente (julho 2013), a Actis investiu mais US\$ 290 milhões para desenvolver o maior parque de geração de energia solar e eólica do Chile.

O fundo espera investir ainda, outros R\$ 200 milhões nos próximos cinco anos a fim de atingir 620 MW de capacidade instalada total de geração de energia renovável, suficiente para atender a uma demanda de aproximadamente 200 mil residências.

O interesse tem aumentado diante da demanda crescente no Brasil, somada ao fato de que projetos de energia renovável têm um processo de implantação mais rápido, com a obtenção de licenças ambientais mais simples do que hidrelétricas e térmicas.

De acordo com dados da Associação Brasileira de *Private Equity & Venture Capital* – ABVCAP e KPMG (2013), mais de 21% dos gestores estão com foco nesse setor, conforme demonstra a figura 1.

Figura 1 – Investimentos de *Private Equity* e *Venture Capital* por setor.



Fonte: KPMG/ADVCAP, 2013.

2.2 Empresas Líderes no Segmento

Kaku (2011) descreve grandes empresas que operam de forma incisiva no setor de geração de energia, tais como a Florida Power & Lights com a pretensão de construir a maior planta solar dos EUA; a SunPower com o projeto de gerar 25 megawatts de potência; a Base Aérea Norte-Americana que é a atual detentora do recorde de produção com 15 megawatts; a Bright Source Energy que planeja construir 14 usinas de energia solar; a First Solar que é a maior fabricante de células solares e tem o propósito de construir a maior usina do mundo na Mongólia com capacidade de abastecer 3 milhões de lares.

Os custos envolvendo todas as etapas necessárias para a geração de energia são computados no momento em que se compara a energia solar com as demais fontes convencionais e devido à sua simplicidade, esta forma renovável de obter eletricidade possui vantagens econômicas que são percebidas pelas grandes empresas preocupadas com a sustentabilidade do planeta ao mesmo tempo em que visam o lucro responsável e consciente.

Segundo o Portal Energias Renováveis (2015) no Brasil, a Conergy, grupo de geração de energia limpa, principalmente de base fotovoltaica, está recebendo injeção de capitais de risco da ordem de 45 milhões de dólares contando ainda com o “*know how*” da alemã *RWE Supply & Trading*, uma das maiores geradoras e distribuidoras na Europa. Controlada pela gestora de investimentos *KAWA Capital Management*, com sede em Miami, nos Estados

Unidos, a Conergy, prevê fechar o ano de dois mil e quinze com um faturamento superior aos 700 milhões de dólares operando em mais de 15 países com rede própria.

Estes empreendimentos de grande vulto contribuem para uma economia de escala, para a construção de uma expertise operacional no segmento e para a redução do preço da tecnologia fotovoltaica, entretanto a geração de energia não pode ser vista independentemente do aspecto social e de desenvolvimento da população que é o nobre propósito a que se prestam os ideais de origem na concepção do termo energia limpa.

Outra empresa líder em tecnologia solar é a Sanyo, que vislumbra num futuro próximo, com seu projeto GENESIS (*Global Energy Network Equipped with Solar Cells and International Superconductor Grids*), a instalação, ao redor do planeta, de um cinturão de centrais solares interconectadas com hipercondutores, para por meio do da disseminação do conhecimento, suprir de energia grande parte do planeta. Tal solução, ainda contribui para eliminar tecnicamente a grande deficiência na geração durante o período noturno ou pelas grandes oscilações na incidência de luminosidade entre as estações do ano (SCHEER, 2002).

2.3 Nações Solares

Ainda sobre o relatório da Morgan Stanley (2013) este aponta que: China, Japão, EUA, Europa, Índia e Brasil serão responsáveis por mais de 80% da energia gerada no mundo. Na China, a energia solar compõe uma das 3 fontes de carbono zero, juntamente com a energia nuclear e a eólica, matrizes que vem contando com fortes subsídios nacionais para o suprimento da demanda adicional por energia.

Modelo pioneiro de método centralizado de geração de energia, empregando o calor do sol para esquentar um fluido que mobiliza turbinas, é o projeto-piloto SOLAR TWO, localizado no deserto do Mojave, na Califórnia/EUA, que entrou em operação precursora em 1997, aproveitando tecnologia de concentração solar do tipo torre apropriada para produzir até 10 MW de potência (ALDABÓ, 2002). Ainda nos EUA, agraciado com muito sol e muito interesse em reduzir sua dependência do petróleo importado, o Havaí passou a ocupar o primeiro plano na instalação de energia solar em residências. Mas entraves financeiros e técnicos estão atrasando o impulso do estado para gerar 40% de sua eletricidade a partir de fontes de energia renováveis até 2030.

No segundo semestre de 2004 foi concebido o maior sistema fotovoltaico do mundo interligado à rede elétrica, com potência de 5 MW no pico, situado próximo de Leipzig, na

Alemanha, abastecendo de energia 1.800 residências. Em 2005, na Bavária foi iniciada a construção de um sistema com o dobro da potência (10 MW), podendo abastecer cerca de 3.300 residências alemãs. Muitos outros países tem investido em sistemas solares de grande porte, como a Índia, com a instalação de uma usina de 5 MW próxima a Nova Delhi, e a Coreia do Sul, que iniciou, em novembro de 2005, a construção de sua maior usina solar, com 1,2 MW.

Na Austrália foi concebido projeto baseado em uma Torre Solar, capaz de gerar 200 MW de energia fototérmica por meio de uma estrutura de 1000 metros de altura por 150 de diâmetro, com cálculos de investimento da ordem de 800 milhões de dólares (SOLAR MISSION, 2006). Chadler (2015) afirma que nenhuma outra nação tem uma presença solar nas residências tão alta como a Austrália, onde uma de cada cinco dispõe de energia solar. E ainda que o governo tenha reduzido os incentivos/subsídios, esta continua crescendo, graças a uma forte queda no custo dos painéis fotovoltaicos e à abundante luz solar do país.

No Brasil, as médias de irradiação solar (4KWh/m²/dia) são bem maiores que muitos países considerados avançados na disseminação dos ideais solares, o que representa um potencial significativo para desenvolvimento do setor da ordem de 5 GW de 2014 a 2020.

2.4 O Envolvimento da Academia

O tema da energia solar é uma seara explorada tanto pela iniciativa privada por meio das possibilidades de exploração comercial, quanto pela academia no sentido de desenvolvimento de tecnologias e principalmente, conhecimentos que propiciem uma melhor compreensão deste recurso natural responsável pela manutenção da vida em nosso planeta mesmo antes do advento da raça humana. Para registrar o nível de envolvimento da academia com a temática objeto deste estudo, nada melhor que recorrer a trecho do prólogo do documento: “Um Futuro com Energia Sustentável”, financiado pela FAPESP (2007), com a colaboração da Academia Brasileira de Ciências e a *InterAcademy Council*:

... Esse problema global exige soluções globais. Até agora, não se tem feito bom proveito dos melhores cientistas mundiais e de suas importantes instituições, mesmo sendo essas instituições um recurso poderoso para se comunicar além das fronteiras nacionais e para se alcançar um consenso sobre abordagens racionais para se tratar dos problemas de longo prazo desse tipo. As academias de ciência e de engenharia do mundo – cujas opiniões se baseiam em evidências e análises objetivas – têm o respeito de seus governos nacionais, mas não são controladas pelos governos. Assim, por exemplo, os cientistas de todas as partes geralmente concordam mesmo quando seus governos têm agendas diferentes. Muitos líderes políticos reconhecem o valor de basear suas decisões nos melhores conselhos científicos e tecnológicos e

cada vez mais convocam suas próprias academias de ciência e engenharia para obter orientações para suas nações. Mas a possibilidade e o valor de tal orientação em nível internacional – de uma fonte análoga baseada em associações de academias – é um desenvolvimento mais recente. Na verdade, apenas com o estabelecimento do InteAcademy Council (IAC – Conselho InterAcademias) em 2000 essa orientação pode se tornar um assunto objetivo. Até agora, três importantes relatórios foram liberados pelo InterAcademy Council: sobre a formação de capacidade institucional em todas as nações para ciência e tecnologia (C&T), sobre agricultura africana e sobre mulheres para a ciência. A pedido do governo da China e do Brasil, e com forte apoio do Secretário Geral das Nações Unidas, Sr. Kofi Annan, a Diretoria do IAC reuniu a expertise de cientistas e engenheiros de todo o mundo para produzir Um futuro com energia sustentável: iluminando o caminho. Chamamos aqui atenção especial para as mensagens importantes dos três relatórios. Primeiramente, a ciência e a engenharia fornecem princípios críticos de orientação para se atingir um futuro de energia sustentável. Como afirma o relatório, “a ciência fornece a base para um discurso racional sobre compensações e riscos, para selecionar prioridades de pesquisa e desenvolvimento (P&D), e para identificar novas oportunidades – a abertura é um de seus valores dominantes. A engenharia, através da inexorável otimização das tecnologias mais promissoras, pode apresentar soluções – aprender fazendo está entre seus valores dominantes. Pode-se obter melhores resultados se muitos caminhos forem explorados paralelamente, se os resultados forem avaliados com medidas de desempenho real, se esses resultados forem ampla e detalhadamente relatados, e se as estratégias estiverem abertas para revisão e adaptação”. Em segundo lugar, atingir um futuro de energia sustentável exigirá um esforço intensivo de formação de capacidade, bem como a participação de um amplo número de instituições e de grupos de apoio. O relatório enfatiza que “críticas para o sucesso de todas as tarefas à frente, são as habilidades dos indivíduos e instituições para efetuar mudanças nos recursos energéticos e seu uso”. A formação de capacidade de expertise individual e efetividade institucional devem se tornar uma prioridade urgente de todos os principais atores – organizações multinacionais, governos, corporações, instituições educacionais, organizações sem fins lucrativos e a mídia. Acima de tudo, o público em geral pode receber informações confiáveis...

3 A VIABILIDADE EM DISCUSSÃO

O custo, mais do que a viabilidade tecnológica, torna-se o problema central de viabilidade das energias renováveis, no entanto, a questão da sustentabilidade tem se mostrado essencial nas discussões envolvendo diversos atores ao redor do mundo. Um futuro de energia limpa pode ser mais facilmente alcançado se fontes renováveis se tornarem uma parte significativa do portfólio de oferta de energia contribuindo para baratear métodos e insumos.

Neste processo, ciência e tecnologia são ingredientes essenciais para melhor equacionamento destas variáveis, onde avanços significativos na conversão de energia solar em eletricidade são necessários, enquanto o desenvolvimento de tecnologias econômicas e de grande escala de armazenagem e de transmissão de longa distância permitiriam que recursos transitórios como eólico, fotovoltaico solar e geração térmica se tornassem parte da base de geração de energia.

Diante do quadro 1, pode-se ter conhecimento do crescimento da demanda nacional por energia elétrica ao longo das décadas de 70 a meados de 2010:

Quadro 1 – Evolução do consumo de eletricidade no Brasil.

BRASIL – EVOLUÇÃO DO CONSUMO DE ELETRICIDADE (GWh)					
SETOR	1970	1980	1990	2000	2009
CONSUMO TOTAL	39.668	122.705	217.657	331.638	426.029
SETOR ENERGÉTICO	2.080	4.171	6.837	10.479	18.756
RESIDENCIAL	8.365	23.263	48.666	83.613	101.779
COMERCIAL	5.158	13.804	23.822	47.510	64.329
PÚBLICO	3.565	10.386	18.133	29.200	36.893
AGROPECUÁRIO	317	2.038	6.666	12.856	16.600
TRANSPORTES	648	823	1.194	1.250	1.591
INDUSTRIAL	19.535	68.220	112.339	146.730	186.280

Fonte: Balanço Energético Nacional, 2010.

Observa-se na tabela 1 que o Brasil possui potencial para crescimento energético, visto que a relação entre energia primária e população é menor que a média de outros países.

Tabela 1 – Médias de Energia Primária per capita no mundo em 2010.

País	Energia primária per capita (tep)	País	Energia primária per capita (tep)
Índia	0,3	Coréia	4,1
Indonésia	0,5	Rússia	4,2
China	0,7	OECD	4,7
Brasil	0,8	Nova Zelândia	4,8
México	1,5	Austrália	5,7
Mundo	1,5	Canadá	8,2
Japão	4,1	Estados Unidos	8,3

Fonte: *International Energy Agency*.

3.1 A Legislação Propositiva e o Papel dos Agentes Políticos

Um dos entraves para o desenvolvimento da microgeração de energia é a falta de uma legislação que, ao mesmo tempo, regule e incentive essa prática. O tema foi abordado pelo deputado Pedro Uczai (2014), que acompanha, no Congresso Nacional, a tramitação de uma Medida Provisória (MP) sobre o tema das energias renováveis.

“Queremos incentivar a geração de energia descentralizada, mas não temos uma legislação clara, que estimule o cidadão, as empresas, os municípios”, afirma o parlamentar. Além da energia solar, os biodigestores, a energia eólica e as PCHs (Pequenas Centrais Hidrelétricas) estão entre as fontes para a microgeração.

(UCZAI, 2014)

Para o deputado engajado na causa da sustentabilidade, a legislação deve tratar principalmente de dois pontos:

- O primeiro é o financiamento de projetos de instalação de painéis solares incorporado ao financiamento dos imóveis do programa habitacional Minha Casa - Minha Vida, o que aumentaria muito pouco o valor de cada prestação, mas, em compensação, a residência seria autossuficiente em energia;
- O segundo ponto a ser abordado na legislação é a criação de uma política de certificação da comercialização da energia produzida por esses microgeradores, de tal forma que eles possam receber pela venda da eletricidade excedente em moeda corrente e não apenas em crédito. “Ao se incentivar a energia descentralizada, passa-se a atender à demanda crescente por eletricidade, oferecendo uma energia limpa que não agride o meio ambiente, nem colabora com o aquecimento global, e proporcionando uma alternativa de renda para várias famílias.

Outra iniciativa que ressalta o papel do Estado em promover a criação de legislação propositiva no âmbito do fortalecimento de entidades de pesquisa que desenvolvem subsídios à tomada de decisões estratégicas no setor de energias renováveis é a do Ministério de Minas e Energia com a criação da Empresa de Pesquisa Energética – EPE, empresa pública, instituída nos termos da Lei nº 10.847, de 15 de março de 2004, e do Decreto nº 5.184, de 16 de agosto de 2004.

Sua finalidade é prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinados a subsidiar o planejamento do setor energético, tais como energia elétrica, petróleo e gás natural e seus derivados, carvão mineral, fontes energéticas renováveis e eficiência energética, dentre outras. A Lei nº 10.847, em seu Art. 4º, inciso II, estabelece entre as competências da EPE a de elaborar e publicar o Balanço Energético Nacional – BEN.

3.2 O Imperialismo Tecnológico e a Submissão pelo Conhecimento

Foster (2007) é autor central para o enquadramento deste trabalho nos preceitos do imperialismo, onde o mesmo versa que o conceito de imperialismo reaparece de maneira inesperada a partir de seu "centro", os EUA, com a "guerra ao terrorismo".

Os termos "império" e "imperialismo" econômico, militar ou cultural são retomados na mídia e na academia norte-americana e mundial, mas vistos como separados, dissociados do capitalismo, podendo ter inclusive uma conotação benévola.

Garcia (2010) acrescenta o termo hegemonia e associa-o ao conceito de imperialismo:

Os conceitos de hegemonia e imperialismo são usados por autores representantes dos três principais paradigmas das Relações Internacionais (realismo, institucionalismo e marxismo) de formas diferentes, muitas vezes para explicar o mesmo: o estabelecimento de uma determinada ordem internacional sob dominação de uma potência. Algumas vezes, "dominação", "império" e "hegemonia" são usados de maneira intercalada, sem diferenciação; em outras, os mecanismos e meios com os quais a ordem dominante é estabelecida e mantida se distinguem, diferenciando uma ordem hegemônica de uma imperial. Alguns autores enfatizam os elementos do "consenso" na construção e manutenção da ordem; outros colocam à frente as diferentes formas de "coerção". Ambas as caracterizações da ordem mundial podem ser tratadas de forma positiva (como uma liderança benévola) ou negativa (uma imposição de poder e subordinação de uns perante outros), dependendo das visões de mundo e do posicionamento de cada autor.

(GARCIA, 2010)

Lênin (2005) é outro pensador central para a cunhagem do conceito de imperialismo, onde para este, o imperialismo do final do século XIX é consequência direta da fase de monopólio do capitalismo nos países avançados, ou seja, a combinação, em uma só empresa, de diferentes ramos da indústria.

Este desenvolvimento leva também a uma centralização de capital-dinheiro em alguns bancos, que passam de simples operadores e intermediários a "monopólios onipotentes", que dispõem do capital-dinheiro da maior parte das indústrias, conferindo-lhes nova função: a capacidade de controle da economia de toda a sociedade (LÊNIN).

O expoente do marxismo explica ainda que a relação entre banqueiros e industriais se funde numa "união pessoal". Se os industriais só têm acesso a seu capital por meio dos bancos, também estes precisam colocar tal capital em investimentos de retorno, formando o capital financeiro.

Mello (2004) constrói a ideia de submissão pela qualificação da força de trabalho em detrimento da maioria desqualificada o que, em se tratando da tecnologia de ponta inserida nos processos de concepção da energia solar, empregadora de atividades intensivas em conhecimento, justifica o imperialismo tecnológico que o "centro" impõe aos países periféricos:

Estas novas tecnologias, que vão sendo incorporadas aos processos produtivos de indústrias dinâmicas a partir dos anos 1970, desloca o centro de gravidade das indústrias “tradicionais” que caracterizaram o desenvolvimento industrial do século XIX e de boa parte do século XX – siderúrgica, química, mecânica, têxtil – para os ramos industriais que requerem altas tecnologias – energia atômica, solar, eólica, atividade aeroespacial e uma outra composição qualitativa do trabalho, que dispensa o trabalho manual e passa a exigir uma massa considerável de trabalho altamente qualificado, mantendo a tendência de concentração, nos países centrais, dessas indústrias e transferindo para a periferia aquelas que se tornaram, inclusive por questões ambientais, menos interessantes, ou parte do processo produtivo de montagem de componentes de alta tecnologia, ficando nos países centrais o trabalho mais intensivo em conhecimento, importante para a pesquisa e desenvolvimento de novos produtos. Este tipo de divisão do trabalho se realiza cada vez mais sobre a base da desigualdade das qualificações de mão-de-obra.

(MELO, 2004)

Oliveira (2002) publicou artigo na Gazeta Mercantil, discorrendo sobre o tema Imperialismo Tecnológico em crítica aberta ao sistema de registro de patentes:

Está em curso, no âmbito da Organização Mundial de Propriedade Intelectual (OMPI), uma manobra norte-americana que poderá aniquilar as chances de desenvolvimento tecnológico do terceiro mundo. Trata-se de agrupar os centros nacionais de decisão de patentes em três grandes entidades, sob domínio respectivamente dos EUA, União Europeia e Japão.

A primeira, e mais grave, consequência disso é que os países em desenvolvimento perderão o poder de deliberar sobre questões de mérito em patentes, ficando inteiramente à mercê da ditadura tecnológica do primeiro mundo.

A situação brasileira já não é das melhores nessa área. Além do sucateamento progressivo do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), temos uma política equivocada de desenvolvimento tecnológico, que acaba facilitando a apropriação de nossa produção científica pelos países de primeiro mundo, inclusive mediante financiamentos e bolsas de estudo concedidos por governos de países desenvolvidos e instituições de fomento à pesquisa.

Entregamos o resultado de nossa pesquisa científica a preço de banana, como se fosse uma 'commodity' qualquer, para que o primeiro mundo a converta em tecnologia e nos venda produtos cobrando royalties.

Na contramão do primeiro mundo, que aposta na capacidade empresarial como o grande agente do desenvolvimento tecnológico, o Brasil inventou a moda de centralizar na Universidade os mecanismos de apoio à tecnologia.

Aqui se faz apologia do sistema patentário como incentivo aos pesquisadores universitários, ignorando-se que 80% das patentes registradas no mundo constituem propriedade de empresas privadas, e que não mais que 2% delas são registradas por pesquisadores acadêmicos. E, mais ainda, que os titulares de 96% das patentes registradas no mundo são residentes nos países desenvolvidos.

Título patentário não é 'maná' caído do céu, que vai enriquecer da noite para o dia seu titular. Além disso, há elevados custos envolvidos no registro e na manutenção da patente industrial.

Os países em desenvolvimento necessitam, antes de mais nada, de salvaguardas legais para evitar o uso abusivo das patentes registradas no primeiro mundo, que formam a quase totalidade desse universo. Infelizmente, o INPI não cumpre esse

papel. Embora a lei determine que o órgão seja custeado por sua própria arrecadação, o Tesouro Nacional retém esses recursos com evidentes propósitos políticos.

O saldo é desastroso: para examinar cerca de 16 mil pedidos de patente/ano, o órgão dispõe de 80 técnicos, o que dá uma média de 200 processos/ano por examinador, contra 79 na Europa (EPO), 92 nos EUA (USPTO) e 117 no Japão (JPO).

Grosso modo, o INPI necessitaria duplicar de imediato seu contingente de especialistas, admitindo técnicos de nível superior com formação nas diferentes áreas tecnológicas, que deveriam ser selecionados por concurso público específico para a Carreira de Ciência e Tecnologia e treinados durante não menos de dois anos.

O mercado de trabalho brasileiro não dispõe, hoje, de profissionais com perfil técnico adequado para imediata contratação, o que desqualifica a estratégia de terceirização de serviços adotada pela instituição.

Em vez de lutar junto ao Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão Administração pela realização dos concursos públicos para atender essa necessidade, o INPI optou pela acomodação, aparentemente recepcionando as intenções imperialistas da OMPI.

Esta organização, por meio das contratações de serviços e outras regalias oferecidas a especialistas dos países em desenvolvimento, procura cooptar autoridades e profissionais ligados à propriedade intelectual no terceiro mundo, 'convencendo-os' a tornar tais instituições públicas em meros escritórios de busca e certificação.

O Brasil não pode renunciar à sua soberania no campo do conhecimento, aceitando submeter-se aos critérios e conveniências do primeiro mundo. Temos de tudo, em matéria de legados materiais; falta-nos apenas a vontade política para enfrentar de forma autônoma as pressões que nos distanciam do almejado acesso ao primeiro mundo.

(OLIVEIRA, 2002)

Diante de tais argumentos, a reflexão sobre o tema do imperialismo tecnológico a partir do sistema de patentes fica clara no sentido de que o conhecimento gerado no “centro” não chega à periferia sob a égide da transferência de tecnologia de forma aberta e compartilhada.

Outra face do imperialismo é o militarismo. Que hoje não tem tanto como objetivo derrubar fronteiras, conquistar territórios e converter povos, ainda que o perigoso desvio neoconservador ainda preserve essa visão imperial.

O seu objetivo é mais a afirmação do poder político inquestionável e ilimitado sobre a economia global, exibindo o poder militar massivo e a violência inapelável que confirmem o domínio global do capital e a salvaguarda de interesses dos países centrais que via mercado financeiro, submetem nações inteiras ao subjugo e a submissão total de seus caprichos em detrimento de populações inteiras que tem como última fronteira o êxodo transnacional.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O livro de Michio Kaku foi o ponto de partida para esta reflexão que possibilitou revisitar obras de pensamento diverso, mergulhando o leitor numa pequena mostra do estado da arte dos sistemas de geração de energia limpa, provenientes da vertente solar.

O espírito visionário do físico formado em Harvard conduziu a pesquisa ora finalizada, por áreas multidisciplinares que contribuíram para um melhor entendimento da dinâmica de viabilização econômica, tecnológica e política, perpassando questões de cunho ambiental e social que envolve atores centrais no processo de geração de energias limpas.

O drama atual da estiagem que assola vários estados brasileiros não preocupa o país somente pela falta de água nas torneiras, mas também porque nossa matriz energética é hídrica. Ou seja, quanto menos água nos reservatórios, e muitos deles mesclam as funções hidrelétrica e de captação de água para consumo, maiores as possibilidades de colapso no sistema que já está sobrecarregado.

Apesar do alto grau de insolação de nosso país tropical, o Brasil não figura nem entre as dez nações que mais utilizam o sol como energia limpa e renovável. A desculpa sempre foi o custo das operações para captar energia solar, no entanto, as inovações tecnológicas caminham para desmistificar tal situação.

A intermitência da geração é um dos obstáculos da utilização em escala da energia solar, que vai depender da sua combinação com outras fontes de energia, com geração flexível, para equilibrar a oferta e a demanda em tempo real. Isto se justifica pela impossibilidade de prever a quantidade de energia que será produzida a cada dia quando se tem uma fonte exclusiva de geração solar.

Por fim, para que a energia fotovoltaica se estabeleça nas próximas décadas como uma das principais fontes na matriz energética mundial deverá vencer mais um desafio, talvez o maior deles: “A necessidade da mudança de mentalidade para se calcular a viabilidade dos projetos de geração de energia no mundo”.

Comparada com outras fontes, como por exemplo as instalações de gás natural, o custo da geração de energia elétrica ainda é maior. Porém, neste tipo de comparação não se tem levado em consideração os gastos que a sociedade tem, para fazer frente aos impactos e prejuízos decorrentes do aquecimento global por conta das emissões dos gases de efeito estufa provenientes das soluções “mais baratas” com combustíveis fósseis.

REFERÊNCIAS

A REVOLUÇÃO ENERGÉTICA. Direção de Paul Gasek. Produção de Sydni Dreher. Realização de Robin L. Sestero. Coordenação de Michael Cavaiola. Roteiro: Andrea Barrick. Música: Miss You By Frank Schubert. Maryland, USA: Discovery Channel, 2010. Episódio 3 (44 min.), HD, son., color. **Série Futuro Energético**. Legendado. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=ZvUop5q5RUw>>. Acesso em: 08 nov. 2015.

ADVCAP/KPMG (Brasil). ApexBrasil. **Consolidação de dados da indústria de *Private Equity e Venture Capital* no Brasil**: 2011; 2012; 2013. Foco de interesse dos gestores por setores específicos. 2013. Disponível em: <<http://www.abvcap.com.br/Download/Estudos/2716.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2015.

ALDABÓ, Ricardo. **Energia solar**. São Paulo: Artliber editora, 2002. 155 p.

CHANDLER, J. Apesar dos obstáculos, a energia solar na Austrália é forte demais para morrer: relatório. 2015. **Yale Enviroment 360**. Disponível em: <<http://e360yale.universia.net/apesar-dos-obstaculos-a-energia-solar-na-australia-e-forte-demais-para-morrer/?lang=pt-br>>. Acesso em: 13 nov. 2015.

EPE (Brasil). Ministério de Minas e Energia. **Balanço energético nacional**: série histórica completa, 2010. Disponível em: <<https://ben.epe.gov.br/BENRelatorioSintese.aspx?anoColeta=2015&anoFimColeta=2014>>. Acesso em: 13 nov. 2015.

FAPESP (São Paulo). Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação. **Um futuro com energia sustentável**: iluminando o caminho. 2007. Disponível em: <<http://www.fapesp.br/publicacoes/energia.pdf>>. Acesso em: 13 nov. 2015.

FOSTER, J. Bellamy. O Redescobrimto do imperialismo. **In**: A Teoria marxista hoje: problemas e perspectivas. Buenos Aires: Campus, 2007.

GARCIA, A. S. Hegemonia e imperialismo: caracterizações da ordem mundial capitalista após a Segunda Guerra Mundial. **Contexto Int.**, Rio de Janeiro, v. 32, n. 1, p. 155-177, Jun. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-85292010000100005&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 13 nov. 2015.

GOLDEMBERG, J; VILLANUEVA, L. D. **Energia, meio ambiente e desenvolvimento**. São Paulo: EDUSP, 2003.

GUIMARÃES, Samuel Pinheiro. **O Imperialismo, o sistema internacional e o Brasil**: reflexões sobre a política internacional. São Paulo: Editora da Fundação Perseu Abramo, 2013. Disponível em: <http://www.fpabramo.org.br/forum2013/wp-content/uploads/2014/05/O-imperialismo_final.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2015.

HOLLANDA, Jayme Buarque de. O Potencial da geração distribuída. ” In: **Revista Eletricidade Moderna**, São Paulo: Aranda Editora, ano XXXII, n. 356, p. 220, nov. 2003.

IEA – International Energy Agency. **World energy**. 2010. Disponível em: <<http://www.iea-pvps.org>>. Acesso em: 13 nov. 2015.

KAKU, Michio. **Physics of the future**: how science will shape human destiny and our daily lives by the year 2100. New York: DoubleDay, 2011.

LÊNIN, V. I. **O Imperialismo**: fase superior do capitalismo. 3. ed. São Paulo: Centauro, 2005.

MELLO, N. B. Subdesenvolvimento, imperialismo, educação, ciência e tecnologia no Brasil: a subordinação reiterada. **Tese de Doutorado**. Niterói: UFF, 2004. Disponível em: <http://www.uff.br/pos_educacao/joomla/images/stories/Teses/novalbenaion04.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2015.

MORGAN STANLEY. **Solar power & energy storage**: policy factors vs improving economics. New York, 2014. Blue Paper. Disponível em: <<http://forms.greentechmedia.com/Extranet/95679/Morgan%20Stanley%20Solar%20Power%20&%20Energy%20Storage%20Blue%20Paper%20July%2029%202014.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2015.

OLIVEIRA, Nelson Brasil de. **O Imperialismo tecnológico**. 2002. Gazeta Mercantil. Disponível em: <http://lges.iqm.unicamp.br/canal_cientifico/pontos_vista/pontos_vista_artigos_opiniaol0-1.html>. Acesso em: 13 nov. 2015.

PENNACCHI, Andrea M. T. Imperialismo e militarismo: o conflito ideológico da democracia norte-americana. **ETIC: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**, Presidente Prudente, SP, v. 2, n. 2, p.1-12, 08 jul. 2006/2009. Anual. ISSN 21-76-8498. Disponível em: <<http://intertemas.unitoledo.br/revista/index.php/ETIC/article/view/1255/1197>>. Acesso em: 08 nov. 2015.

PETTY, W. **A Treatise of taxes & contributions**. Printed for C. Wilkinson and T. Burrell, at their shops in Fleetstreet. 1662. London.

PORTAL ENERGIA. Energias Renováveis. **Grupo Conergy recebe novo aporte de capital e acelera projetos**: Brasil. 2015. Disponível em: <<http://www.portal-energia.com/grupo-conergy-recebe-novo-aporte-de-capital-e-acelera-projetos-brasil/>>. Acesso em: 12 nov. 2015.

RENNER, Maurício. Energia limpa: Atlantic recebe aporte de R\$ 385 milhões. 2013. **Portal Baguete**. Disponível em: <<http://www.baguete.com.br/noticias/09/09/2013/atlantic-recebe-aporte-de-r-385-milhoes>>. Acesso em: 12 nov. 2015.

SANTOS, Milton. **Por uma outra globalização**: do pensamento único à consciência universal. São Paulo: Ed. Record, 2007.

SCHEER, H. **Economia solar global**. Rio de Janeiro: CRESESB/CEPEL, 2002.

SILVA, R. M. **Energia Solar no Brasil:** dos incentivos aos desafios. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, Fevereiro/2015 (Texto para Discussão nº166). Disponível em: <<http://www12.senado.gov.br/publicacoes/estudos-legislativos/tipos-de-estudos/textos-para-discussao/td166>>. Acesso em 10 de novembro de 2015.

SOLAR MISSION TECHNOLOGIES. **Solar tower project.** Sedo, 2015. Disponível em: <<http://www.solarmissiontechnologies.com>>. Acesso em: 13 de nov. de 2015.

UDAETA, M.E.M. Planejamento integrado de recursos energéticos para o setor elétrico - PIR: pensando o desenvolvimento sustentado. **Tese de Doutorado**, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Brasil, 1997. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3143/tde-09082001-113018/pt-br.php>>. Acesso em: 08 nov. 2015.