

FONTES ALTERNATIVAS E RENOVÁVEIS DE ENERGIA NO BRASIL: MÉTODOS E BENEFÍCIOS AMBIENTAIS

Raphael Santos do Nascimento¹, Prof. Dra. Geziele Mucio Alves²

Centro Universitário Ingá - Uningá/Engenharia Elétrica, Rodovia PR 317, nº 6114, Maringá-PR
raphael_caixa@hotmail.com¹, geziele.alves@gmail.com²

Resumo- Atualmente, os recursos renováveis tem sido o foco de inúmeras pesquisas, devido à preocupação com o meio ambiente. Nesse sentido, várias são as razões para a implementação de fontes renováveis de energia. Assim, o objetivo desse estudo foi identificar os diferentes tipos de energias renováveis existentes no Brasil, bem como, a aplicabilidade e o impacto ambiental gerado por essas fontes. O trabalho foi desenvolvido sobre os preceitos do estudo exploratório por meio de uma pesquisa bibliográfica. Foram identificados cinco tipos de energias alternativas renováveis no Brasil, Biomassa, Eólica, Geotérmica, Hidráulica, Marítima e Solar. A energia Solar foi considerada a mais viável em função de sua aplicabilidade, mesmo em locais isolados, do potencial encontrado em todo território, e, a redução dos impactos ambientais. Foram consideradas expressivas as diferenças de impacto ambiental entre as fontes estudadas e as fontes não-renováveis. Ainda, identificou-se que mesmo com diversas alternativas energéticas e um imenso potencial de recursos renováveis, a utilização desses recursos no Brasil deve ser considerada insuficiente para geração de energia.

Palavras-chave: Fontes alternativas, energias renováveis, impactos ambientais.

Área do Conhecimento: Engenharias

Introdução

O desenvolvimento da humanidade, ao longo de muitos anos, garantiu melhores índices de conforto e longevidade devido a avanços na agricultura, na medicina, dentre outros. A partir destes, a densidade populacional no planeta vem aumentando e, com isso, também aumenta a procura por mais recursos energéticos, causando impactos ambientais que vem sendo discutido mundialmente, mediante a conscientização da gravidade da questão. Nesse sentido, a crescente preocupação com as questões ambientais e a conscientização mundial sobre a promoção do desenvolvimento em bases sustentáveis vêm estimulando a realização de pesquisas de desenvolvimento tecnológico que visam à incorporação dos efeitos da aprendizagem e a consequente redução dos custos de geração dessas tecnologias (FREITAS & DATHEIN, 2013).

Mundialmente, a fonte energética mais utilizada para a produção de energia elétrica é proveniente de fontes fósseis e não renováveis como o petróleo, o carvão mineral e o gás natural. As grandes dependências de fontes não renováveis de energia têm acarretado, além da preocupação permanente com o seu esgotamento, a emissão de gases tóxicos e poluentes e material particulado. Dos gases liberados para a atmosfera, os mais preocupantes do ponto de vista mundial são os "gases do efeito estufa", destacando-se o dióxido de carbono (FREITAS & DATHEIN, 2013).

Assim, várias são as razões para o fomento às fontes renováveis alternativas. Atualmente, os recursos naturais e renováveis tem sido o foco de inúmeras pesquisas, impulsionadas pelo aumento das preocupações com o meio ambiente, devido aos problemas ecológicos e do aquecimento global, gerados pela utilização de combustíveis fósseis. O aproveitamento correto das fontes renováveis é um excelente modo de substituir as "energias sujas" e evitar danos ao planeta (AZEVEDO, 2013).

As fontes renováveis de energia são aquelas em que os recursos naturais utilizados são capazes de se regenerar, ou seja, são considerados inesgotáveis, além de diminuir o impacto ambiental e contornar o uso de matéria prima que normalmente é não renovável. Dentre as energias alternativas renováveis, mais conhecidas atualmente encontram-se a energia eólica, energia hidráulica, energia do mar, energia solar, energia geotérmica e biomassa. A utilização dessas energias alternativas renováveis em substituição aos combustíveis fósseis é viável e vantajosa. Além de serem praticamente inesgotáveis, as energias renováveis podem apresentar impacto ambiental muito baixo, sem afetar o balanço térmico ou a composição atmosférica do planeta. O desenvolvimento das tecnologias para o aproveitamento das fontes renováveis poderá beneficiar comunidades rurais e

regiões afastadas, bem como a produção agrícola através da autonomia energética e consequente melhoria global da qualidade de vida dos habitantes (COSBEY, 2011).

Tendo em vista que as fontes alternativas renováveis de energia produzem benefícios para a sociedade e reduzem os impactos ambientais, este estudo teve como objetivo identificar os diferentes tipos de energias alternativas renováveis existentes no Brasil, bem como, a aplicabilidade e o impacto ambiental gerado por essas fontes de energia.

Metodologia

O projeto foi desenvolvido sobre os preceitos do estudo exploratório (adaptado de Gil (2008)), por meio de uma pesquisa bibliográfica, utilizando-se das seguintes etapas: 1) definição das palavras-chave para a pesquisa bibliográfica; 2) Levantamento de artigos, livros, teses, dissertações e monografias referentes ao tema proposto; 3) Coleta de dados: leitura e registro das informações extraídas das fontes bibliográficas obtidas; 4) Análise e interpretação dos resultados; 5) Discussão dos resultados: 6) Redação do artigo científico.

Resultados e discussão

Fontes alternativas de energia

Biomassa

A biomassa é todo insumo renovável proveniente de matéria orgânica produzida em um ecossistema (animal ou vegetal), que pode ser utilizada na produção de energia elétrica, sendo apenas uma parte dessa matéria utilizada como biomassa, devido ao que o ecossistema absorve para sua própria manutenção. E assim como outras fontes renováveis de energia, é uma forma indireta da energia solar. Assim, para definir a biomassa para geração de energia elétrica, exclui-se os combustíveis fósseis. (EDUARDO & MOREIRA, 2010; MONTEIRO et al., 2013).

Existem vários tipos de tecnologias empregadas para a produção de energia elétrica a partir da biomassa, porém todas elas estimam-se a conversão de matéria orgânica em um produto mediatário que será utilizado em uma máquina motriz, fazendo com que esta máquina gere energia mecânica movendo-se o gerador de energia elétrica. De maneira geral todas as tecnologias existentes são aplicadas em processo de co-geração. Esse sistema de co-geração permite produzir sincronicamente energia e calor e assim permitem configurar estes sistemas à forma mais coerente para a utilização de combustíveis. No entanto dentre os principais processos de conversão da biomassa em energéticos e seu aproveitamento, podemos citar a combustão direta, gaseificação, pirólise, digestão anaeróbica, fermentação e a transesterificação (ATLAS, 2008; WWF, 2012; CEMIG, 2012).

A biomassa é uma das fontes que tem crescido muito no Brasil com sistemas de co-geração do setor industrial e de serviços e possivelmente tende a crescer muito mais aos longos dos anos. Vários são os fatores para esse crescimento sendo os principais deles a capacidade já instalada até agora e o aumento do potencial da produção de cana-de-açúcar, motivado pelo consumo crescente do etanol (EDUARDO & MOREIRA, 2010).

Energia Eólica

A energia cinética contida nas massas de ar em movimento (vento) vem sendo usado pelo homem há mais de 3.000 anos. O conceito de gerar energia elétrica a partir dos ventos teve início no século XIX, naquela época eram usados os moinhos para moer grãos, transportar mercadorias em barcos a vela e bombear água, sendo utilizado o mesmo método até os dias de hoje, onde o vento atinge a hélice da qual gira um eixo impulsionando gerador (ATLAS, 2008).

As tecnologias de aproveitamento para a geração de energia eólica, se dá através dos aerogeradores eólicos que têm por objetivo principal maximizar o aproveitamento do vento para geração de eletricidade, obedecendo os seguintes aspectos como locais com muito ou pouco vento, conexão aos sistemas elétricos locais, desempenho aerodinâmico, desempenho acústico, situações climáticas extremas, integração com o meio ambiente e impacto visual. As turbinas são classificadas como pequenas, médias e grandes (ATLAS, 2008; CEMIG, 2012).

Apesar deste tipo de tecnologia não queimar combustíveis fósseis e conseqüentemente não produzir emissões atmosféricas poluentes, a sua implantação com fazendas eólicas não é plenamente privada dos impactos ambientais, visto que elas modificam as paisagens com suas grandes torres e hélices e ainda ameaçam as aves se forem implantados em rotas migratórias. Sem contar os ruídos emitidos (baixa frequência) que podem causar incomodo e até mesmo interferências nas TVs. Outro problema grande também enfrentado é o alto custo dos geradores eólicos e ainda assim com esses custos elevados acaba sendo uma fonte de alternativa viável, pois tem um retorno financeiro a curto prazo (CEMIG, 2012; SILVA & BRITO, 2016).

Assim no âmbito nacional e em relação à crise energética existente, as perspectivas quanto ao uso dessa energia são cada vez maiores e apesar de estarem em crescimento no Brasil, no mundo ela já movimentada cerca de 2 bilhões de dólares. No Brasil o Ceará foi o primeiro estado a se manifestar em relação a essa energia e assim estimulou vários outros estados brasileiros que hoje tem 20,3MW de capacidade instalada em território nacional conectadas a rede elétrica (ANEEL, 2016; SILVA & BRITO, 2016).

Energia Geotérmica

A energia geotérmica ou geotermal é proveniente do calor existente no interior da terra e existe desde que o planeta foi criado. Ela surgiu na Itália em 1904 com tentativas de gerar eletricidade a partir dessa energia, porém não foi bem-sucedido devido substâncias encontradas no vapor absorvido. Assim, os principais recursos desta energia são os gêiseres (fontes de vapor no interior da terra que demonstra erupções frequentemente) e onde existem água ou rochas a temperaturas altas, possibilitando o seu aproveitamento de energia térmica e conseqüentemente energia elétrica. Portanto, esta água a temperaturas altas produz o vapor que posteriormente alimenta os geradores de turbina e produz a eletricidade. Essa fonte alternativa de energia é possível em razão da capacidade natural da terra em reter calor em seu interior, onde acha-se magma que constitui-se em rochas derretidas. Atualmente existem três formas de aproveitamento da energia geotérmica dentre elas a utilização direta, centrais geotérmicas e as bombas de calor (CEMIG, 2012; PIMENTA-NETO & ARAUJO, 2014).

Este tipo de energia possui muitos benefícios em relação aos impactos ambientais como não agredir o solo, custo baixo para manutenção, não é vulnerável ao clima, benefícios em áreas afastadas, porém também gera impactos ambientais como liberação de dióxido de enxofre que é prejudicial à saúde e altamente corrosivo gerando também um odor desagradável, eventual afundamento do terreno, possível contaminação de lagos e rios e a principal desvantagem é que só pode ser operada em áreas propícias (PIMENTA-NETO & ARAUJO, 2014).

No Brasil existem poucas áreas para esse tipo de aproveitamento de energia, e mesmo as que existem praticamente não são utilizadas. Não há produção de energia geotérmica no Brasil, o país aproveita apenas o calor gerado por águas termais e utiliza as mesmas para o turismo como encontrado nas cidades de Poços de Caldas (MG) e Caldas Novas (GO) (ATLAS, 2008).

Energia hidráulica

A energia hidráulica teve origem desde os tempos remotos no século II a.C, onde utilizavam-se as famosas “noras” (rodas de água do tipo horizontal), na qual começaram-se a substituir o trabalho animal pelo trabalho mecânico. E assim com o desenvolvimento tecnológico no século XVIII surgiram as primeiras turbinas e os motores hídricos o que favoreceu na transformação de energia mecânica em energia elétrica. Essa energia tinha como parâmetros a acumulação, a aceleração e a evaporação da água, características estas causadas pela energia gravitacional e pela irradiação solar, tornando estes responsáveis pela geração de energia elétrica (ATLAS, 2008; CEMIG, 2012).

A constituição de uma usina hidroelétrica, se dá de forma conjunta e integrada sendo formada basicamente pelo sistema de captação e adução da água, pela barragem, pela casa de força e pelo vertedouro. A finalidade da barragem é interceptar água, formando um reservatório onde será armazenada a água. Afóra o armazenamento de água este reservatório facilita para que a vazão do rio seja adequada, tanto em dias chuvosos quanto em dias de estiagem, acarretando na captação da chuva em volume adequado e em uma diferença de altura de modo que se torna essencial para a geração de energia hidroelétrica (EDUARDO & MOREIRA, 2010; CEMIG, 2012).

Mesmo com o alto custo para implantação de usinas hidroelétricas, o preço do seu combustível principal (a água) é zero o que o torna uma energia renovável e não poluidora de gases poluentes na atmosfera, contribuindo para a luta contra o aquecimento global. Entretanto apesar de ser uma energia renovável e não liberar gases poluentes, as usinas hidroelétricas causam grandes impactos ambientais e sociais na sua implantação como a destruição vegetal natural, o assoreamento do leito dos rios, o desmoronamento de barreiras, a extinção de certas espécies de peixes, além dos impactos sociais relacionados ao deslocamento das populações que ali viviam (QUEIROZ et al., 2013).

O Brasil hoje desfruta das hidroelétricas como sendo sua principal fonte de energia, composto atualmente por 1220 usinas hidroelétricas com capacidade total de 92.415MW instalada correspondendo a 61,34% na matriz elétrica brasileira, e esses números tendo a subir nos próximos anos com mais sete empreendimentos em construção e seis para iniciar (ANEEL, 2016).

Energia do Mar

Assim como algumas energias a energia dos oceanos é indiretamente oriunda da energia solar, visto que o sol aquece a superfície da terra provocando os ventos que de modo em contato com a água transfere energia através da operação das tensões cisalhantes, que por sua vez resulta na formação e crescimento das ondas. Essa energia teve origem no século XII na Europa, onde usavam-se moinhos submarinos nas entradas de estreitas baías (o fluxo e o refluxo movimentavam as pedras de moer). A energia proveniente do mar demonstra grandes quantidades de energia armazenada no deslocamento das suas massas de água, sendo essa energia uma grande oportunidade em todo o mundo, visto que é uma energia limpa sem agredir ao meio ambiente (ATLAS, 2008).

Para o aproveitamento dessa energia existem no momento basicamente 4 tecnologias envolvidas, energia das ondas, energia das marés, energia térmica dos oceanos e energia cinética através das correntes marítimas. Contudo há perspectivas de aperfeiçoamento de diferentes tecnologias, que ainda estão a dar os primeiros passos, que serão aprimoradas e posteriormente expandidas em todo o mundo ao longo dos anos (CEMIG, 2012).

Este tipo de energia ainda não tem um grande avanço mundial, entretanto em nosso país estudos feitos pela Coordenação de Pós-Graduação de Engenharia (COOPE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), visam um potencial de geração de 40GW existente. Desta forma foi instalado um protótipo de forma experimental no Porto de Pécem no estado do Ceará e é a primeira usina da América Latina movida pela força das ondas, tendo a capacidade de geração de 50kW (ATLAS, 2008; CEMIG, 2012).

Energia Solar

O mundo tem ligação com a energia desde os tempos primórdios, mais especificamente no século VII a.C, visto que já naquela época o sol era utilizado para secar peles e alimentos e até mesmo para fazer fogo na qual usavam lentes para concentrar o sol e assim queimar pequenos pedaços de madeira. O sol é o maior potencial de energia que supre a terra, sendo uma fonte indireta de quase todas as outras formas de energia (hidráulica, biomassa, eólica, combustíveis fósseis e energia dos oceanos). O processo de energia oriunda sol acontece com o aquecimento da atmosfera desproporcional, produzindo a circulação atmosférica e o ciclo das águas, de forma a serem aproveitados nos parques eólicos e com seu represamento posteriormente proporcionando a geração hidroelétrica. Existem duas formas para o aproveitamento do potencial de sendo elas a sistemas de altas temperaturas e as sistemas de coletores solares (EDUARDO & MOREIRA, 2010; DANIEL et al., 2016).

O Brasil, em relação à energia solar, é considerado privilegiado, visto a imensa incidência de raios solares emitidos em seu território e pelas reservas de quato para a produção do silício, utilizados na fabricação de células solares. Ainda em razão disso vários são os benefícios como gases não poluentes na atmosfera comparada a outras energias, a mínima manutenção em suas centrais, a sua utilização em lugares remotos ou de difícil acesso, e uma grande vida útil de seus sistemas implantados. Entretanto, ainda causa alguns impactos ambientais como emissões de produtos tóxicos durante a produção do insumo utilizado para a produção dos módulos e componentes periféricos, não podendo ser usado nos períodos de chuva e noturno (AGUILAR et al., 2012).

Com a grande e acelerada crescente da energia solar, o Brasil atualmente possui atualmente 39 usinas solares com capacidade de 22.952kW representando 0,0150% na matriz elétrica brasileira conectadas a rede elétrica e as não conectadas a rede estima-se o consumo entre 300 a 500kWh/mês (ANEEL, 2016).

Custo das fontes alternativas renováveis de energia

O Brasil possui um gigantesco potencial de geração de energia e possui vantagem em relação aos outros países no que se refere a alternativas renováveis de energia, porém quando se trata da implementação das tecnologias dessas fontes encontramos ainda algumas dificuldades. Essas dificuldades geralmente são as mesmas em todas as novas tecnologias de implantação dessas fontes, pois as fontes em nosso país ainda estão em desenvolvimento. Na maioria das vezes encontramos um mercado limitado junto a essas tecnologias influenciando diretamente no custo dessas fontes como ilustrado na tabela abaixo, o que favorece constantemente a importação de tecnologias de outros países (CEMIG, 2012; WWF, 2012).

Tabela 1 - Custo estimado para implantação das fontes renováveis de energia (adaptado WWF, 2012) (Símbolos: ↑= Aumentar, ↓= Diminuir, → = Manter-se).

Fonte	Custos de Instalação (R\$/KW)	Tendência da evolução dos custos nos próximos 10-15 anos
Biomassa (cana-de açúcar)	3.000,00	↓
Eólica	3.350,00	↓
Geotérmica	3.000,00	→
Hidráulica (UHEs)	3.450,00	↑
Hidráulica (PCHs)	5.000,00	→
Mar (Ondas)	9.800,00	↓
Mar (Correntes marítimas)	7.770,00	↓
Solar (UFV)	5.100,00	↓

Impactos ambientais e sociais das energias alternativas renováveis

As fontes de energias alternativas renováveis vêm numa crescente aceleração e motivadas em todos os países por conta das consequências severas em relação aos impactos ambientais produzidos pelas energias não renováveis como o petróleo, gás natural, carvão mineral e combustíveis nucleares, em razão da luta contra o aquecimento global. Visto essa preocupação com as energias não renováveis em relação aos seus impactos ambientais causados e a crescente demanda de energia em todo o mundo, o grande desafio aos longos dos anos será a produção de mais energia emitindo menos gases de efeito estufa (AGUILAR et al., 2012; SANTOS, 2015).

O Planejamento de Recursos Integrados (PRI) se inclui nesse processo como forma de minimização dos custos, impactos ambientais e sociais das energias renováveis levantadas anteriormente, possibilitando um planejamento a curto ou a longo prazo observando as dimensões sociais, políticas, técnico-econômicas e ambientais (TUNDISI & MATSUMURA-TUNDISI, 2011).

O aproveitamento da energia sempre gera algum tipo de impacto ambiente seja ela renovável ou não renovável, de pequena ou grande proporção. Porém, esses impactos podem ser minimizados quando associados o planejamento de recursos integrados, visto que eles visam um mundo mais sustentável, promovendo medidas políticas e econômicas (TUNDISI & MATSUMURA-TUNDISI, 2011; FREITAS & DATHEIN, 2013; SANTOS, 2015).

Contudo, com um Planejamento de Recursos Integrados bem estruturado, desenvolvido e adequadamente avaliado é praticável a realização de uma análise e exploração da real necessidade de uma implantação de um projeto energético possibilitando a minimização dos impactos sociais provenientes na implantação dessas energias e assim promovendo o desenvolvimento sustentável.

Conclusão

Foram identificados seis tipos de energias alternativas renováveis no Brasil, Biomassa, Eólica, Geotérmica, Hidráulica, Marítima (energia do mar) e Solar. A energia solar é a que mais se viabiliza aos mecanismos existentes no Brasil em função de sua aplicabilidade mesmo em locais isolados, devido ao imenso potencial energético dessa fonte, encontrado em todo território e quanto a redução

dos impactos ambientais, em comparação com as outras fontes de energia. Quanto aos impactos ambientais identificados nas diferentes fontes renováveis de energia, concluiu-se que esses são considerados de baixa escala e com uma expressiva minimização desses impactos quando comparados as fontes não renováveis de energia. Embora as novas tecnologias de aproveitamento de energia ainda tenham um alto custo de implantação, vale ressaltar que algumas delas como a energia eólica, biomassa e a solar, apresentam um curto prazo, tanto de implantação, quanto de retorno financeiro, além de minimizar o impacto no meio ambiente. Deste modo, este estudo evidenciou que mesmo com diversas alternativas energéticas e um imenso potencial de recursos naturais renováveis, o Brasil ainda utiliza pouco dos seus recursos naturais, ainda que as crescentes implantações das energias eólica e solar estejam em expansão, quando analisado o imenso potencial existente em território brasileiro, o potencial instalado de energias renováveis podem ser consideradas insuficientes para a geração de energia.

Referências

- ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>. Acessado em 28 jun. 2016.
- AGUILAR, R.S; OLIVEIRA, L.C.S; ARCANJO, G.L.F. Energia Renovável: Os Ganhos E Os Impactos Sociais, Ambientais E Econômicos Nas Indústrias Brasileiras. In: XXXII Encontro Nacional De Engenharia De Producao. Bento Gonçalves. Rio Grande do Sul: UFRGS, 2012
- Atlas de energia elétrica do Brasil / Agência Nacional de Energia Elétrica. 3. Ed. – Brasília: ANEEL, 2008.
- AZEVEDO, P.J.S. Uma análise dos efeitos da crise econômica-financeira sobre as políticas de incentivo às energias renováveis. [Dissertação] Universidade do Porto, 2013.
- CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais. Alternativas energéticas: Uma visão da Cemig. Belo Horizonte: CEMIG, 2012.
- COSBEY, A. Trade, sustainable development and a green economy: Benefits, challenges and risks. The Transition to a Green Economy: Benefits, Challenges and Risks from a Sustainable Development Perspective, p. 40, 2011.
- DANIEL P et al. Paradigmas da energia solar no Brasil e no mundo. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 20, n. 1, p. 241-247, 2016.
- EDUARDO, C.; MOREIRA, S. Fontes alternativas de energia renovável, que possibilitam a prevenção do meio ambiente. Revista de Divulgação do Projeto Universidade PETROBRAS/IF Fluminense, v. 1, p. 397-402, 2010.
- FREITAS, G.C.; DATHEIN, R. As energias renováveis no Brasil: uma avaliação acerca das implicações para o desenvolvimento socioeconômico e ambiental. Revista Nexos Econômicos, v. 7, n. 1, p. 71-94, 2013.
- GIL, Antonio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. São Paulo: Atlas, 2008.
- MONTEIRO, M.; FERREIRA, M.; SANTOS, D. Energia da Biomassa. Revista de Divulgação do Projeto Universidade PETROBRAS/IF Fluminense, v. 3, 2013.
- PIMENTA-NETO, F.; ARAUJO, M.S.T. Abordagem contextualizada do conceito de energia utilizando o enfoque CTSA. In: Anais do Encontro de Produção Discente PUCSP/Cruzeiro do Sul. São Paulo: UNICSUL, v.2, n. 1, 2014.
- QUEIROZ, R. et al. Geração de energia elétrica através da energia hidráulica e seus impactos ambientais. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 13, n. 13, p. 2774-2784, 2013.
- SANTOS, H. M. Impacto da Produção de Energias Renováveis nas Emissões de CO2. [Trabalho de Conclusão de Curso] Faculdade de Economia Universidade de Porto, 2015.
- SILVA, M.S.T.; BRITO, S.O. Impactos ambientais associados à construção de empreendimentos elétricos no setor de distribuição de energia. Revista Faroeciência, v. 1, n. 1, p. 266-280, 2016.
- TUNDISI, J.G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Recursos hídricos no Século XXI, São Paulo: Oficina de Textos, 2011.
- WWF - Fundo Mundial para a Natureza. Além de grandes hidrelétricas: Políticas para fontes renováveis de energia elétrica no Brasil. Relatório Técnico. Brasília, 2012.