

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE O ABASTECIMENTO ELÉTRICO NO NORDESTE

Francisco Felipe de Brito Correia (*), Daniel de Andrade Moura

* Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo; felipedreamcorreia@hotmail.com

RESUMO

A presente pesquisa visa apresentar uma revisão bibliográfica a partir de um levantamento de estudos que discutem questões relacionadas à geração de energia elétrica no Nordeste do Brasil, sob a perspectiva de entender a matriz energética dessa região e investigar a eficiência de programas federais voltados para a ampliação do abastecimento elétrico. Para isso, foram identificadas, e estudadas, publicações pertinentes a temas correlatos, como fontes alternativas de energia limpa, sustentabilidade ambiental, recursos renováveis, potencial energético, dentre muitos outros assuntos de relevância para os setores ambiental e elétrico. Como resultados, a região Nordeste apresentou-se com potencial de expansão para a geração de energia elétrica, levando em consideração a diversificação da matriz energética, assim como a boa proposta das políticas públicas para a melhoria do abastecimento elétrico, porém, precisa-se de mais ações neste sentido para identificar as necessidades reais de consumo de energia elétrica.

PALAVRAS-CHAVE: Abastecimento elétrico, geração de energia, sustentabilidade ambiental, Nordeste.

INTRODUÇÃO

A energia é um elemento fundamental na vida de várias pessoas. No mundo atual, ela é utilizada para diversos fins e tem forte impacto cultural e econômico. Ter uma matriz energética renovável e diversificada, bem como sustentável, para gerar energia com eficiência pode promover desenvolvimento econômico. Além de desenvolvimento econômico, o acesso a este recurso é requisito básico para as necessidades de cada ser humano urbanizado e isso deve ser considerado para se construir sustentabilidade ambiental na geração de energia elétrica.

O Brasil passou por uma das mais graves crises no setor elétrico das últimas décadas, apresentando problemas de diversas naturezas (SAUER, 2015). Condições climáticas desfavoráveis, política energética equivocada, dentre outros fatores acabaram por gerar “apagões” e prejuízos a vários setores, além de manter uma parcela da sociedade brasileira, principalmente no Norte e Nordeste, sem acesso à rede elétrica do SIN (Sistema Interligado Nacional). Seca prolongada, distribuição irregular de energia e preço tarifário são alguns motivos que contribuem para a problemática em questão. A região Nordeste possui um dos maiores déficits de abastecimento de energia elétrica, mesmo tendo características privilegiadas para investimentos em geração de energia limpa e renovável.

Além do contexto exposto no parágrafo anterior, há problemas na diversificação da matriz energética que atende ao país. A energia hidráulica é a maior dominante na matriz elétrica brasileira, cerca de 68% de participação da oferta interna, o que se torna um problema devido às oscilações pluviométricas comuns no Brasil. Na região Nordeste não é diferente, as chuvas são concentradas em poucos meses do ano. Segundo documentos da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), o volume de chuvas é menor que o índice de evaporação, que pode atingir cerca de 3000mm por ano, bem acima do índice pluviométrico, inferior à média de 1000mm anuais em 72,24% do Nordeste, resultando no déficit hídrico de grande parte da região (SUDENE, 2017). Essa sazonalidade de chuvas afeta a geração de energia hidráulica, deixando grande parte do setor elétrico refém desse modelo de geração. Por essas razões a matriz elétrica do Nordeste, e do Brasil, tem recebido mais atenção no sentido de encontrar novas formas de aproveitamento dos recursos existentes.

Outro problema é o acesso ao SIN (Sistema Interligado Nacional). O Brasil possui dimensões continentais e grandes diferenças ambientais, o que complica o atendimento a 100% da sua população via rede elétrica convencional. De acordo com o ONS (Operador Nacional do Sistema), 1,7% da demanda por eletricidade encontra-se fora do SIN, em regiões remotas, consideradas como sistemas isolados. O programa *Luz Para Todos*, do governo Federal, tem a finalidade de fornecer energia para esses sistemas que não estão no sistema nacional transmissão e distribuição (ABRADEE, 2015).

É importante destacar o potencial energético brasileiro, inclusive na região Nordeste. Segundo a Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEólica), a região Nordeste representa 84% da fonte eólica do Brasil, elevando o país ao top 10 mundial em capacidade eólica (ABEEólica, 2017). Em níveis de irradiação solar, o Nordeste apresenta o maior potencial solar disponível entre as regiões brasileiras, sua alta incidência de irradiação solar global média é de 5,49 kWh/m² do total diário (INPE, 2017). O índice elevado de irradiação é o principal fator que viabiliza a aplicação de tecnologias para geração de energia na região.

Pela complexidade envolvida na questão energética na região Nordeste, faz-se necessário investigar e pesquisar tal tema. Neste contexto o presente trabalho apresenta uma revisão bibliográfica sobre o abastecimento elétrico na região nordeste do Brasil, com o intuito de auxiliar pesquisadores na obtenção de informações sobre esta temática. Para isso, o presente texto foi estruturado da seguinte forma:

- Inicialmente é apresentada uma caracterização da região, de forma a informar o leitor sobre a região investigada.
- Em seguida são apresentados os objetivos da pesquisa realizada.
- A metodologia é apresentada logo após, com o intuito de mostrar de qual forma fora realizada a pesquisa.
- Os resultados apresentam categorização realizada a partir das leituras dos textos levantados no Google acadêmico.
- Por fim, a conclusão fecha o trabalho apresentando as considerações finais.

Caracterização da região Nordeste

A região Nordeste do Brasil é a terceira maior região em extensão territorial do país. Sua área corresponde a 18,2% do território nacional, que equivale a 1.554.291,107km², compondo nove unidades federativas: Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia. É a região que possui o maior número de estados da federação (IBGE, 2016).

A região é dividida em sub-regiões ou domínios geoambientais, que são: Meio-Norte, Sertão, Agreste e Zona da Mata. Dependendo da sub-região, o Nordeste tem diferentes biomas com rica vegetação que vai desde Mangue, Mata Atlântica, vegetação de Dunas, Cerrado, Caatinga, Restinga, Floresta Amazônica e Mata dos Cocais. Em algumas áreas a vegetação escassa deixa o solo frágil e permite que ocorra processos erosivos, causados pelo vento ou pela água, que arrasta minerais e não deixa haver evolução qualitativa do solo, causando efeitos severos na vegetação local (ARAÚJO, 2011).

O relevo nordestino é formado por planaltos, depressões, planícies e tabuleiros costeiros, possuindo características típicas de estruturas geológicas como escudos cristalinos e bacias sedimentares. A oeste da região localizam-se os planaltos e chapadas da bacia do Parnaíba, mais ao centro da região fica a depressão sertaneja e do São Francisco, ao sul são os planaltos e serras do atlântico-Leste-Sudeste, e toda a extensão litorânea, que corresponde às planícies e tabuleiros costeiros.

O clima do Nordeste é predominantemente semiárido com altas temperaturas e com baixos índices pluviométricos, tomando quase todos os estados da região, com exceção do Maranhão que recebe o clima úmido em transição com a região Norte, bem como a faixa litorânea que tem clima tropical por conta do oceano Atlântico.

Um fator determinante nas condições climáticas da região Nordeste é o conjunto de serras e chapadas que formam o Planalto da Borborema. Essas formações geológicas com elevadas altitudes impedem a entrada de umidade do oceano atlântico, fazendo com que as áreas do interior da região tenham elevadas temperaturas e baixos níveis de chuva, agravando a hidrografia da região.

As bacias hidrográficas do Nordeste equivalem a 18% das bacias brasileiras, é a terceira maior hidrografia do país, ficando atrás apenas das regiões Norte e Centro-Oeste. A hidrografia da região é composta por cinco bacias, sendo elas: bacia do Atlântico Nordeste Ocidental, bacia do Parnaíba, bacia do Atlântico Nordeste Oriental, bacia do São Francisco e a bacia do Atlântico Leste. Devido à escassez de recursos hídricos, em determinadas áreas, os governos construíram muitos açudes no Nordeste para abastecer a população e fornecer água para atividades de irrigação (ANA, 2018).

A rede hidrográfica do Atlântico Nordeste Ocidental abrange os estados do Maranhão e do Pará, no entanto, sua maior área se encontra em território Maranhense. A rede começa no rio Gurupi, formado pelos rios Açailândia e Itinga, na serra do Gurupi, no estado do Maranhão. Esse rio é o divisor natural dos estados do Maranhão e Pará com 70% de sua área contida no Maranhão. Percorre vasto terreno de baixada na direção Norte do estado, aproximadamente 720km, até chegar à sua foz no Oceano Atlântico (NUGEO, 2010). A região é formada pelas sub-bacias dos rios Mearim e Itapecuru, que são as principais, onde se concentra a maior demanda por vazão de água, pois quase metade da necessidade por água nessa região é para consumo humano.

Entre os estados do Maranhão e Piauí, na bacia do Parnaíba, localiza-se o maior rio genuinamente nordestino, o rio Parnaíba, que tem nascente na chapada das Mangabeiras no Sul do Piauí, é o mais importante curso fluvial a oeste da região. Os principais afluentes do rio Parnaíba são alimentados por águas superficiais e subterrâneas, destacando-se os rios Balsas, Gurguéia, Piauí, Canindé, Poti e Longá (MMA, 2005).

A bacia do Atlântico Nordeste Oriental é composta por pequenas bacias costeiras, caracterizadas pela pouca vazão e pequenas extensões. Essa bacia abrange núcleos urbanos e polos industriais importantes para a região, que tem demanda de 179,17m³/s (11% da demanda nacional), em que mais da metade dessa vazão é destinada para a irrigação. Dessa forma, a região tem uma baixa segurança hídrica, insuficiente frente à disponibilidade regional de 0,43% do total do país, principalmente nos períodos de estiagem sazonal.

A bacia hidrográfica do São Francisco é uma das mais importantes bacias nacionais, ocupa área de drenagem acima de 645.000km². O São Francisco representa cerca de dois terços da disponibilidade de água doce da região Nordeste, recebe água de mais de 160 afluentes, é o principal curso hídrico dessa bacia extensa e complexa por diversos fatores, dentre eles a crescente urbanização e expansão industrial nos arredores. O São Francisco é o maior rio genuinamente brasileiro com 3.160km de extensão, nasce na Serra da Canastra, no município de São Roque de Minas, em Minas Gerais.

A região hidrográfica do Atlântico Leste abrange as capitais de Sergipe e Bahia, núcleos urbanos e um polo industrial. Nela, estão inseridos aproximadamente 526 municípios numa área de 388.160km², quase 10% da população brasileira vive nessa área. Essa região também contempla parte dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, embora a maior parte dessa bacia se localize no Nordeste. Os principais rios dessa bacia são: Vaza-Barris, Baixa do Tubarão, Real, Itapicuru-Açu, Inhambupi, Paraguaçu, Mucuri Jacuípe, Salgado, Duas Barras, Contas, Pardo, Jequitinhonha e Gavião. A vazão média chega a 1.484m³/s para uma demanda total de 112,3m³/s, o que equivale a 5% da demanda nacional. Como todas as regiões hidrográficas do Brasil, quase metade dessa demanda é destinada para atividades de irrigação (MMA, 2006).

Algumas bacias da região Nordeste são inexpressivas em termos de potencial hidrelétrico, como a bacia do Atlântico Nordeste Oriental, estimada em apenas 158MW de potencial, segundo estudos da EPE. Existem somente duas geradoras na região com pouca capacidade de geração. Por outro lado, a bacia do São Francisco tem grande potencial hidrelétrico, seu potencial estimado passa de 25.000MW.

As usinas hidrelétricas em operação na região hidrográfica do São Francisco são de fundamental importância para o abastecimento do Nordeste. De acordo com o Plano Nacional de Energia (PNE 2030), mais de 10.000MW já foram aproveitados em usinas de grande porte (MME, 2007). A maioria das hidrelétricas instaladas na região Nordeste aproveitam o potencial dessa bacia. A tabela 1 mostra as principais hidrelétricas que compõem a matriz hidrelétrica do Nordeste.

Tabela 1. Principais usinas hidrelétricas na região Nordeste.
Fonte: Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), 2018.

Usina	Município/Estado	Capacidade (MW)	Rio	Administrador
Estreito	Estreito-MA	1087	Tocantins	CIA Energética Estreito
Boa Esperança	Guadalupe-PI	272	Parnaíba	CHESF
Sobradinho	Sobradinho-BA	1050	São Francisco	CHESF
Luiz Gonzaga	Petrolândia-PE	1480	São Francisco	CHESF
Paulo Afonso IV	Paulo Afonso-BA	2462	São Francisco	CHESF
Xingó	Canindé do São Francisco-SE	3162	São Francisco	CHESF
Pedra do Cavalo	São Félix/Cachoeira-BA	160	Paraguaçu	Votorantim Cimentos Ltda
Itapebi	Itapebi-BA	462	Jequitinhonha	ITAPEBI Geração de Energia S.A.
Santa Clara	Aracaju-SE	60	Mucuri	CIA Energética Santa Clara
Apolônio Sales	Delmiro Gouveia-AL	400	São Francisco	ITAPEBI Geração de Energia S.A.

OBJETIVOS

Esse trabalho tem o intuito de investigar o abastecimento elétrico da região Nordeste do Brasil, e da situação atual de sua matriz energética, a fim de compreender as melhorias no abastecimento promovidas por ampliação ou diversificação da matriz e programas federais com tal objetivo.

METODOLOGIA

A pesquisa é um estudo exploratório-descritivo, de acordo com os objetivos, e de caráter bibliográfico com uma abordagem qualitativa. O estudo exploratório-descritivo possibilita descrever completamente determinado tema, a qual se propõe a pesquisa em foco, quando define realizar a caracterização e o levantamento da matriz energética do Nordeste, com intuito de discutir os trabalhos estudados (MARCONI e LAKATOS, 2010).

Para tanto, recorre-se à técnica de análise de conteúdo de Bardin (1977), para classificar categorias de trabalhos científicos, segundo descrito por Carlomagno e Rocha (2016). Inicialmente, foram selecionados 20 artigos sobre o tema para que as observações fossem realizadas de acordo com cada categoria, de forma a subsidiar as análises posteriores. Dessa forma, os resultados foram classificados e tabulados para otimizar a análise e discussão das principais informações obtidas. Em seguida, são mostradas as referências dos artigos estudados:

[A] DASSIE, Adriana Maria. Programa Luz para Todos: avaliação da cobertura com os dados disponíveis. *Anais*, p. 1-21, 2017.

[B] DE FREITAS, Gilmar Fialho; DE OLIVEIRA, Marcelo Leles Romarco. Uma análise do programa luz para todos do Governo Federal. *Revista de Extensão e Estudos Rurais*, v. 6, n. 2, p. 143-155, 2017.

[C] MAGALHÃES, A. L. C.; SOARES, GABRYEL FIGUEIREDO; LIRA, MARCOS ANTONIO TAVARES. Evolução Histórica do Potencial de Energia Renovável do Piauí. In: *Foz do Iguaçu-Paraná. CONTEC-Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia*. 2016.

- [D] NETO, CALISTO ROCHA OLIVEIRA; LIMA, Elaine Carvalho. MERCADO EÓLICO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL: PERSPECTIVAS DE FORMAÇÃO DE UMA INDÚSTRIA EÓLICA MOTRIZ PARA O NORDESTE BRASILEIRO. *Orbis Latina*, v. 6, n. 2, p. 129-153, 2017.
- [E] PEREIRA, Marcelo Divino Ribeiro; ARÉVALO, Jorge Luis Sánchez. A Política Energética e seu Efeito nas Comunidades Ribeirinhas: O Caso dos Atingidos pela Usina Hidrelétrica de Estreito-Maranhão. *Revista de Economia Regional, Urbana e do Trabalho*, v. 2, n. 2, 2016.
- [F] DE ARAÚJO, Rogério César Pereira. Análise da atitude dos turistas com relação ao desenvolvimento da energia eólica no litoral Cearense, Brasil. *Turismo e Sociedade*, v. 7, n. 2, 2014.
- [G] CAMPÊLO, Jaerle Rodrigues. Energias Renováveis e Sustentabilidade: um olhar geográfico para o parque eólico de Marcolândia, estado do Piauí, Brasil. *Revista de Geociências do Nordeste*, v. 2, p. 904-912, 2016.
- [H] MOREIRA, ROSEILDA NUNES et al. Impactos Socioambientais e Econômicos da Energia Eólica no interior do Ceará. *São Paulo: Engema*, sd, 2015.
- [I] LOUREIRO, Caroline Vitor; GORAYEB, Adryane; BRANNSTROM, Christian. Implantação de energia eólica e estimativa das perdas ambientais em um setor do Litoral Oeste do Ceará, Brasil. *Geosaberes: Revista de Estudos Geoeducacionais*, v. 6, n. 1, p. 24-38, 2015.
- [J] GORAYEB, Adryane. Caminhos para uma gestão participativa dos recursos energéticos de matriz renovável (parques eólicos) no nordeste do Brasil. *Mercator-Revista de Geografia da UFC*, v. 15, n. 1, 2016.
- [K] SANTOS, Wiliam Souza. Nordeste e sua disponibilidade para o consumo sustentável através de energias renováveis. *Anais do VII SIMPROD*, 2015.
- [L] DA SILVA ROCHA, Leonardo et al. O Potencial De Geração De Energia Fotovoltaica Integrada A Rede Pública De Distribuição: “Um Exemplo De Açailândia Para O Maranhão”. *Revista Brasileira de Energias Renováveis*, v. 3, n. 2, 2014.
- [M] CARNEIRO, Tatiane Carolyne; DE CARVALHO, Paulo Cesar Marques. Caracterização de potencial eólico: estudo de caso para Maracanaú (CE), Petrolina (PE) e Parnaíba (PI). *Revista Brasileira de Energia Solar*, v. 6, n. 1, 2015.
- [N] FEITOSA, ERIALDO DE OLIVEIRA et al. SIMULAÇÃO DO APROVEITAMENTO DA ENERGIA EÓLICA PARA IRRIGAÇÃO NO DISTRITO DE IRRIGADO BAIXO-ACARAÚ-CE. *Revista Brasileira de Energias Renováveis*, v. 3, n. 2, 2014.
- [O] ALBIERO, Daniel et al. Sistema Híbrido Renovável de Geração de Energia Elétrica para o Semiárido. *Conexões-Ciência e Tecnologia*, v. 11, n. 1, p. 43-48, 2017.
- [P] SANTOS, Fernanda Barbosa. VIABILIDADE DA MAREMOTRIZ EM ALGUMAS DAS REGIÕES LITORÂNEAS DO NORDESTE DO BRASIL. *Revista Eletrônica de Energia*, v. 5, n. 2, 2016.
- [Q] PAES OLIVEIRA, Thays et al. Estudo da produção de energia eólica a partir de medições anemométricas da estação de craíbas/AL e simulações com o modelo WASP. *Ciência e Natura*, v. 38, 2016.
- [R] HUNT, Julian David; FREITAS, Marcos Aurélio Vasconcelo; JUNIOR, Amaro Olímpio Pereira. Usinas Hidrelétricas Reversíveis Sazonais no Rio São Francisco: aumentando o armazenamento energético e diminuindo a evaporação. *Sustentabilidade em Debate*, v. 7, n. 3, p. 18-33, 2016.
- [S] DO NASCIMENTO, Antonia Tatiana Pinheiro; MACAMBIRA, Allison Gurgel; MEDEIROS, Pedro Henrique Augusto. Efeito da Rede de Reservatórios sobre a Energia Hidráulica Acumulada em Bacia Hidrográfica de Meso-Escala no Semiárido Brasileiro. *Conexões-Ciência e Tecnologia*, v. 10, n. 5, p. 49-56, 2017.
- [T] ARAÚJO, A. M.; PEREIRA, D. I. Mapeamento do Potencial dos Recursos Hídricos e da Geodiversidade do Estado do Ceará (Brasil) com base em SIG. 2016.

RESULTADOS

A Tabela 2 apresenta a categorização dos artigos pesquisados e estudados sobre a matriz energética do Nordeste tomando por base o sugerido por Carlomagno e Rocha (2016).

Tabela 2. Categorização dos artigos pesquisados.
Fonte: Autor (es) do trabalho, 2018.

Categoria	Artigo
Desenvolvimento socioeconômico	<ul style="list-style-type: none"> Programa Luz para Todos: avaliação da cobertura com os dados disponíveis (DASSIE, 2017) Uma análise do programa luz para todos do Governo Federal (FREITAS <i>et al.</i>, 2017) Evolução Histórica do Potencial de Energia Renovável do Piauí (MAGALHÃES <i>et al.</i>, 2016) Mercado eólico e desenvolvimento regional: perspectivas de formação de uma indústria eólica motriz para o Nordeste brasileiro (NETO e LIMA, 2017)
Sustentabilidade e responsabilidade	<ul style="list-style-type: none"> A Política Energética e seu Efeito nas Comunidades Ribeirinhas: O Caso dos Atingidos pela Usina Hidrelétrica de Estreito-Maranhão (PEREIRA e ARÉVALO,

socioambiental	<p>2016)</p> <ul style="list-style-type: none"> Análise da atitude dos turistas com relação ao desenvolvimento da energia eólica no litoral Cearense, Brasil (ARAÚJO, 2014) Energias Renováveis e Sustentabilidade: um olhar geográfico para o parque eólico de Marcolândia, estado do Piauí, Brasil (CAMPÊLO, 2016) Impactos Socioambientais e Econômicos da Energia Eólica no interior do Ceará (MOREIRA <i>et al</i>, 2015) Implantação de energia eólica e estimativa das perdas ambientais em um setor do Litoral Oeste do Ceará, Brasil (LOUREIRO <i>et al</i>, 2015) Caminhos para uma Gestão Participativa dos Recursos Energéticos de Matriz Renovável (Parques Eólicos) no Nordeste do Brasil (GORAYEB, 2016)
Fontes alternativas de energias renováveis	<ul style="list-style-type: none"> Nordeste e sua disponibilidade para o consumo sustentável através de energias renováveis (SANTOS, 2015) O potencial de geração de energia fotovoltaica integrada a rede pública de distribuição: “um exemplo de Açailândia para o Maranhão” (ROCHA <i>et al</i>, 2014) Caracterização de potencial eólico: estudo de caso para Maracanaú (CE), Petrolina (PE) e Parnaíba (PI) (CARNEIRO e CARVALHO, 2015) Simulação do aproveitamento da energia eólica para irrigação no distrito de Irrigado Baixo-Acaraú-CE (FEITOSA <i>et al</i>, 2014) Sistema Híbrido Renovável de Geração de Energia Elétrica para o Semiárido (ALBIERO <i>et al</i>, 2017) Viabilidade da maremotriz em algumas das regiões litorâneas do Nordeste do Brasil (SANTOS, 2016) Estudo da produção de energia eólica a partir de medições anemométricas da estação de Craíbas/AL e simulações com o modelo WASP (OLIVEIRA <i>et al</i>, 2016)
Potencial hídrico	<ul style="list-style-type: none"> Usinas Hidrelétricas Reversíveis Sazonais no Rio São Francisco: aumentando o armazenamento energético e diminuindo a evaporação (HUNT <i>et al</i>, 2016) Efeito da Rede de Reservatórios sobre a Energia Hidráulica Acumulada em Bacia Hidrográfica de Meso-Escala no Semiárido Brasileiro (DO NASCIMENTO <i>et al</i>, 2017) Mapeamento do Potencial dos Recursos Hídricos e da Geodiversidade do Estado do Ceará (Brasil) com base em SIG (ARAÚJO, A. M. e PEREIRA, D. I., 2016)

Adiante há uma abordagem sobre os resultados a partir de cada categoria presente na tabela 2.

Desenvolvimento socioeconômico

De acordo com os artigos estudados, os pesquisadores constataam a importância do programa *Luz para Todos* como política pública de inclusão social. No entanto, para Freitas *et al* (2017), o processo de expansão do abastecimento elétrico deveria estar ligado a outras ações para estimular atividades de melhorias como saúde e educação, por exemplo. Os autores ressaltam ainda que as ações do programa *Luz para Todos* deveriam ter mais participação de agentes do governo para identificar necessidades reais da população, tornando mais eficiente a noção de demanda por abastecimento elétrico.

Sustentabilidade e responsabilidade socioambiental

Diante dos avanços nos últimos anos, o mundo tem sofrido impactos ambientais de diversas naturezas. Esse fenômeno fez surgir o conceito de sustentabilidade ambiental no mundo atual, devido a degradação dos recursos naturais e a nossa necessidade, cada vez maior, pelo consumo de energia elétrica.

Os trabalhos analisados mostram os benefícios da geração de energia através de fontes renováveis e de forma sustentável. Campêlo *et al* (2016), destaca o promissor Complexo Eólico em Marcolândia-PI, onde a energia é gerada de forma limpa, com responsabilidade e compromisso no tocante aos aspectos socioambientais e econômicos da região, comprovando a necessidade de busca por alternativas sustentáveis na geração de energia limpa.

A investigação de Moreira *et al*. (2015), constata fortes impactos ambientais e econômicos nos parques eólicos de Itarema e Acarau, interior do Ceará. Nessa região há consequências sérias, pois a comunidade local utilizava o ambiente como fonte de renda através do manguezal. No entanto, a causa principal dessa problemática se encontra na falta de compromisso com responsabilidade social que as empresas não cumprem.

Fontes alternativas de energias renováveis

Energia renovável é mais limpa, segura e saudável para o planeta. Por essa razão, há muitos estudos nessa área para melhorar e ampliar as fontes alternativas de energias renováveis. No trabalho de Santos (2015) é mostrado, de forma sucinta, que o Nordeste tem uma matriz energética diversa e com capacidade para investimentos em fontes alternativas de energia.

Os artigos demonstram a eficácia de se diversificar a matriz energética por meio de projetos que integrem sistemas de parques eólicos ou sistemas fotovoltaicos à rede pública de distribuição. Dessa forma, o abastecimento se torna viável e as tecnologias dessas fontes ficam mais acessíveis frente aos investimentos iniciais.

Potencial hídrico

Nos artigos estudados é possível perceber problemáticas relacionadas ao planejamento de recursos hídricos de bacias importantes do Nordeste. Hunt *et al* (2016), apresenta em seu trabalho questões sobre o armazenamento energético em reservatórios hídricos do Brasil, em específico na bacia do São Francisco.

No artigo ele fala sobre o potencial dos reservatórios do São Francisco e os problemas de alta evaporação. Fala também da importância do reservatório de Sobradinho-BA na geração de energia e termina propondo outro reservatório para regular o potencial hídrico da região.

CONCLUSÕES

Segundo os estudos realizados, a região Nordeste mostra-se potencialmente importante para o setor elétrico brasileiro. Tem capacidade de diversificação da matriz energética e ampliação do abastecimento de energia elétrica local, com abundância de recursos renováveis, como boa radiação solar e vento suficiente para grandes projetos de parques eólicos. Os trabalhos levantados identificam sucesso quanto às políticas públicas de inclusão e desenvolvimento social. Apesar de problemas quanto a identificação de necessidades reais de abastecimento, as políticas públicas mostram-se boas, no entanto, precisa-se de mais ações para melhoria, tanto na expansão do abastecimento elétrico, quanto na diversificação da matriz energética.

Foi visto, também, a importância do potencial das fontes alternativas presentes no Nordeste. A quantidade de artigos sobre energia eólica e fotovoltaica é uma forte evidência da mudança que estamos passando. Com todas as colaborações científicas, espera-se que nos próximos anos as expectativas de melhorias tornem-se benefícios reais para o Nordeste, bem como para o Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. SAUER, Ildo Luís. **A gênese e a permanência da crise do setor elétrico no Brasil**. Revista USP. São Paulo: n. 104, p. 145-174, janeiro/fevereiro/março de 2015. Disponível em <http://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/106763>. Acesso: 06 de junho de 2017.
2. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE). **Hidrografia**. Recife: SUDENE, 2017. Disponível em: http://www.sudene.gov.br/images/2017/arquivos/NOTA_T%C3%89CNICA_n%C2%BA__05_-_2017.pdf. Acesso: 22 de maio de 2018.
3. Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica (ABRADEE). **Sistema Interligado**. Brasília: ABRADEE, 2015. Disponível em: <http://www.abradee.com.br/setor-eletrico/sistema-interligado>. Acesso: 30 de agosto de 2018.
4. Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEólica). **Boletim anual de Geração Eólica**. São Paulo: ABEEólica, 2017. Disponível em: <http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2018/04/Boletim-Anual-de-Geracao-2017.pdf>. Acesso: 26 de maio de 2018.
5. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. Laboratório de Modelagem e Estudos de Recursos Renováveis de Energia (LABREN). São José dos Campos: INPE, 2017. Disponível em: http://ftp.cptec.inpe.br/labren/publ/livros/Atlas_Brasileiro_Energia_Solar_2a_Edicao.pdf. Acesso: 26 de agosto de 2018.
6. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Área Territorial Brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. Disponível em: https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default_territ_area.shtm. Acesso: 12 de abril de 2018.
7. ARAÚJO, SMS de. **A Região Semiárida do Nordeste do Brasil: questões ambientais e possibilidades de uso sustentável dos recursos**. Rios Eletrônica-Revista Científica da FASETE. Ano, v. 5, 2011.
8. Agência Nacional de Águas (ANA). **Divisões hidrográficas do Brasil**. Brasília: ANA, 2018. Disponível em: http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/aguas-no-brasil/panorama-das-aguas/copy_of_divisoes-hidrograficas. Acesso: 25 de maio de 2018.



9. Núcleo Geoambiental (NuGeo). **Bacias Federais**. Maranhão: NuGeo, 2018. Disponível em: http://www.nugeo.uema.br/?page_id=259. Acesso: 25 de maio de 2018.
10. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Caderno da Região Hidrográfica do Parnaíba**. Brasília: Grafimaq, 2005. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/161/_publicacao/161_publicacao03032011023605.pdf. Acesso: 26 de maio de 2018.
11. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Caderno da Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental**. Brasília: Grafimaq, 2006. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/161/_publicacao/161_publicacao03032011024510.pdf. Acesso: 27 de maio de 2018.
12. Ministério de Minas e Energia (MME). **Plano Nacional de Energia**. Brasília: EPE, 2007. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-165/topico-173/PNE%202030%20-%20Proje%C3%A7%C3%B5es.pdf>. Acesso: 29 de maio de 2018.
13. Operador Nacional do Sistema (ONS). Mapa Dinâmico do SIN. Brasília: ONS, 2018. Disponível em: <http://ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/mapas>. Acesso: 29 de maio de 2018.
14. MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. Ed. São Paulo: Atlas, 2010.
15. CARLOMAGNO, Márcio C.; DA ROCHA, Leonardo Caetano. **Como criar e classificar categorias para fazer análise de conteúdo: uma questão metodológica**. Revista Eletrônica de Ciência Política, v. 7, n. 1, 2016.