



ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NO ESTADO DO CEARÁ: IDENTIFICANDO CATEGORIAS DE ANÁLISE

PHOTOVOLTAIC SOLAR ENERGY AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN THE STATE OF CEARÁ: IDENTIFYING ANALYSIS CATEGORIES

Alex Bizarria Bezerra¹

Adriana Teixeira Bastos²

Fabiana Pinto de Almeida Bizarria³

Resumo

Considera-se a energia um dos principais pilares do padrão de vida das sociedades modernas. A energia é fator essencial para o desenvolvimento, pois tem capacidade de ampliar a eficiência e o rendimento do trabalho humano (Sachs, 2012). A adoção de energias alternativas tornou-se fator de segurança para o desenvolvimento sustentável (DS) de vários países (Romano, 2014). A partir deste entendimento, a pesquisa objetiva identificar as variáveis relacionadas aos cenários prospectivos da energia solar fotovoltaica, no estado do Ceará, a partir da perspectiva do DS. Para tanto, faz uso das dimensões do DS (Social, Cultural, Ecológica, Territorial, Econômica e Política), propostas por Sachs (2007, 2009) por considerar, assim como o autor, que as dimensões produzem um desafio para a elaboração de políticas públicas, e da noção de inovação sustentável. Foi desenvolvida pesquisa exploratória, de onde foram extraídas subcategorias de cinco entrevistas, com suporte em roteiro semiestruturado, realizadas com especialista do setor de Energia Solar Fotovoltaica, com suporte na Análise Temática de Conteúdo. Como resultado da codificação, foram identificadas 40 subcategorias que relacionam a ESF ao DS. A pesquisa revelou que a ESF se destaca como inovação sustentável e estratégia viável para o DS. Investimento em processos educativos favoráveis à adoção de outros padrões consumo, bem como amplo envolvimento de governos e empresas no alinhamento dessas estratégias na superação de entraves relacionados aos custos, à segurança política, à mão-de obra qualificada, por exemplo, representam caminhos para uma ampla disseminação da ESF no Estado.

Manuscript first received/Recebido em: 03/08/2020 Manuscript accepted/Aprovado em: 26/03/2021

1 Mestre em Administração pelo Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza, Ceará, Brasil. E-mail: alex_bizarria@hotmail.com.

2 Doutora em Administração de Empresas. Professora do Curso de Administração e do Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza, Ceará, Brasil. E-mail: adriana.bastos@uece.br.

3 Doutora em Administração de Empresas. Professora do Curso de Administração da Faculdade Luciano Feijão e professora colaboradora do Programa de Pós-Graduação em Gestão Pública da Universidade Federal do Piauí. Fortaleza, Ceará, Brasil. E-mail: bianapsq@hotmail.com.

Palavras-chave: Energia Solar Fotovoltaica. Energia Renovável. Desenvolvimento Sustentável. Inovação Sustentável. Ceará.

Abstract

Energy is one of the main pillars of the standard of living in modern societies. Energy is an essential factor for development, as it has the capacity to increase the efficiency and performance of human work (Sachs, 2012). The adoption of alternative energies has become a security factor for the sustainable development of several countries (Romano, 2014). Based on this understanding, the research aims to identify the variables related to the prospective scenarios of photovoltaic solar energy, in the state of Ceará, from the perspective of the DS. To do so, it makes use of the dimensions of sustainable development (Social, Cultural, Ecological, Territorial, Economic and Political) proposed by Sachs (2007, 2009), for considering, as well as the author, that the dimensions produce a challenge for the elaboration of public policies, and more of the notion of sustainable innovation. Exploratory research was carried out, from which subcategories of five interviews were extracted, supported by a semi-structured script, accomplish with a specialist in the sector of Photovoltaic Solar Energy, supported by the Thematic Content Analysis. As a result of the codification, 40 subcategories were identified that relate the ESF to the DS. The research revealed that the ESF stands out as a sustainable innovation and viable strategy for sustainable development. Investment in educational processes favorable to the adoption of other consumption patterns, as well as broad involvement of governments and companies in the alignment of these strategies in overcoming obstacles related to costs, political security, to qualified labor, for example, represent paths for a wide dissemination of the FHS in the State.

Keywords: Photovoltaic Solar Energy. Renewable Energy. Sustainable Development. Sustainable Innovation. Ceara.

1 INTRODUÇÃO

Considera-se a energia um dos principais pilares do padrão de vida das sociedades modernas e, com o incremento populacional, ampliam-se os serviços para atender suas demandas, o que influencia o aumento da dependência energética. Além disso, a energia é fator essencial para o desenvolvimento, pois tem a capacidade de ampliar a eficiência e o rendimento do trabalho humano (Sachs, 2012).

Com base em recursos não renováveis, a energia tende ao esgotamento e, por isso, se privilegiam as energias renováveis como opção ao problema energético mundial (Rüther, 2010). A busca por alternativas energéticas, portanto, se tornou vital para promover a sustentabilidade das organizações, bem como vantagens competitivas por meio de investimentos crescentes em fontes renováveis de energia para suprir necessidades econômicas e, também, produzir menor influência ambiental negativa (Goldemberg & Lucon, 2007).

Com efeito, a adoção de energias alternativas tornou-se fator de segurança para o Desenvolvimento Sustentável (DS) de vários países (Romano, 2014). No Brasil, avalia-se como urgente a necessidade de utilização de outras fontes energéticas, considerando que o cenário prospectivo da oferta de energia elétrica, baseada em recursos não renováveis, aponta para o não

atendimento do volume de demanda, o que impõe desafio à diversificação e ampliação da matriz energética nacional em adotar fontes renováveis (Andrade Guerra, Dutra & Andrade, 2015; Salamoni, Rütther & Zilles, 2009).

Entre as opções de energias renováveis, o Brasil possui ampla disponibilidade de centrais eólicas, oceanos, biomassa, Energia Solar Fotovoltaica (ESF) (Pereira, Martins, Abreu, & Rütther, 2006) e hidrelétrica, assim como historicamente possui um balanço energético favorável a fontes renováveis (Porto, Finamore & Ferreira, 2013).

Em relação à ESF, o Brasil possui localização geográfica particularmente favorável à sua utilização, inclusive com irradiação solar superior à maioria das nações desenvolvidas (Pereira *et al.*, 2006). A ESF é, indiscutivelmente, a fonte de energia renovável mais abundante entre todas as outras vertentes da mesma categoria (Zhang, Sivakumar, Yang, Enever & Ramezaniyanpour, 2018). Sua produção envolve aproveitamento da radiação solar por meio da conversão desta radiação em eletricidade com o uso de células fotovoltaicas.

Além disso, como lembra Sachs (2012), a energia é fator essencial para o desenvolvimento, pois tem capacidade de ampliar a eficiência e o rendimento do trabalho humano. Portanto, a adoção de energias alternativas tornou-se fator de segurança para o DS de vários países (Romano, 2014).

Diante deste contexto, em que se destaca a relevância da disseminação do uso das energias renováveis como um dos mecanismos disponíveis para auxiliar no alcance do DS, a presente pesquisa objetiva identificar as variáveis relacionadas aos cenários prospectivos da energia solar fotovoltaica, no estado do Ceará, na perspectiva do DS.

Destaca-se que o estado, desde 2010, oferece programas de incentivo para que os empresários tomem iniciativas em prol da energia “limpa” (Agência de Desenvolvimento do Ceará [ADECE], 2010). Além disso, há regiões onde esta tecnologia é a solução mais adequada, técnica e economicamente, em decorrência do baixo consumo energético das unidades consumidoras (Salamoni *et al.*, 2009).

O Estado do Ceará, ainda, destaca-se pela sua localização em uma das regiões com maior incidência de radiação solar do País (Pereira *et al.*, 2006). Inclusive, é a unidade federada onde foi instalada a primeira usina fotovoltaica do Brasil, inaugurada em 2011 no Município de Tauá e possui capacidade de geração de 1MWp (Empresa de Pesquisa Energética [EPE], 2016).

Quanto à relevância da investigação sob relato, aponta-se sua contribuição prática porque considera-se que estudos desta natureza podem contribuir para mudança do setor e de outros segmentos, por ser uma fonte de informação auxiliar no processo decisório, visando a adoção de práticas que conduzam ao DS. Identifica-se também importância teórica, haja vista que não foi identificado na literatura pesquisada qualquer trabalho desta natureza.

Cabe ainda esclarecer que a presente pesquisa se constitui em etapa inicial de uma pesquisa mais ampla que visa explicitar os cenários prospectivos da energia solar fotovoltaica no estado do Ceará na perspectiva do DS no período de 2019 a 2030.

2 SUSTENTABILIDADE: ESTUDOS E DIMENSÕES DE ANÁLISE

Em levantamento bibliométrico realizado por Lizuka e Peçanha (2014), observou-se que, no âmbito brasileiro, a produção científica sobre sustentabilidade, no período de 2008 a 2011, abordou

principalmente os temas: sustentabilidade, gestão e ecoeficiência; responsabilidade socioambiental corporativa e modelos de gestão da inovação, entre outros e ainda indicaram a emergência dos temas ecoeficiência e inovação.

Froehlich (2014), por sua vez, analisou 20 artigos publicados em periódicos internacionais, com o objetivo de identificar categorias relacionadas à sustentabilidade. A autora organizou o tema sustentabilidade em quatro categorias: a dimensão social/responsabilidade social, o alinhamento das três dimensões da sustentabilidade (econômica, social e ambiental), mensuração das três dimensões e o relacionamento com os *stakeholders*.

Froehlich (2014) indica que a dimensão social da sustentabilidade é a mais referenciada, embora a maioria dos estudos reforce a noção de que a sustentabilidade é fruto do alinhamento das três dimensões (social, ambiental e econômica), devendo cada uma ser estudada sob o ponto de vista da estratégia empresarial, como reforça Elkington (2012) com o modelo *Triple Bottom Line* (TBL).

Evidencia-se, portanto, que o tema assume leitura plural, com variados sub temas, e que tem duas principais preocupações: a integração do assunto ao estudo das organizações e seu desenvolvimento e a melhoria das condições de vida e bem-estar, sob a preocupação o desenvolvimento social.

Portanto, apesar do modelo do *TBL*, particularmente na perspectiva de Elkington seja o mais referenciado na literatura pesquisada, esta pesquisa considera a multidimensionalidade do fenômeno, assumindo a contribuição de Sachs, pelo fato de este autor considerar um número maior das dimensões para compreender a sustentabilidade e as possibilidades de desenvolvimento, inclusive abraçando os pilares propostos por Elkington.

A concepção de Sachs (2007, 2009) sobre DS amplia a análise econômica, social e ambiental inserindo a estas as esferas cultural, política, territorial e ecológica. Por compreender a complexidade da relação da sociedade com um projeto de desenvolvimento, o autor internaliza a dimensão política de participação pública, ao passo que defende a necessidade de selecionar/identificar/criar técnicas capazes de otimizar a utilização de recursos sintonizada com a ecologia.

Para Sachs (2007), o desafio do ecodesenvolvimento reside em mudanças institucionais, investimentos públicos multidimensionais e redirecionamento tecnológico; ou seja, que incorpora técnicas ambientalmente adequadas, com escolhas favoráveis à dinâmica de cada região, em atenção às demandas por um desenvolvimento menos agressivo ao ambiente. A esse respeito, o autor evidencia que “[...] com a contribuição da ciência contemporânea, pode-se pensar em uma nova forma de civilização, fundamentada no uso sustentável dos recursos renováveis” (Sachs, 2009, p. 69).

A Tabela 1, a seguir, demonstra as dimensões de análise da sustentabilidade sugeridas pelo autor.

Tabela 1 - Dimensões da Sustentabilidade

Dimensões	Definição
Social	Obtenção de um patamar razoável de igualdade social; distribuição justa de renda; emprego pleno e ou autônomo com qualidade de vida decente; acesso igualitário aos recursos e serviços sociais.
Cultural	Mudanças no interior da continuidade (equilíbrio entre respeito à tradição e inovação); capacidade de autonomia para desenvolvimento de um projeto nacional integrado e endógeno (em contrariedade às reproduções servis dos modelos externos); autoconfiança somada com a abertura para o mundo.
Ecológica	Preservação do capital natural na produção de recursos renováveis; restrição do uso de recursos não-renováveis; respeito à capacidade de tempo para a renovação dos recursos naturais.

Territorial	Configurações urbanas e rurais equilibradas (eliminação das inclinações urbanas na alocação do investimento público); melhoria do ambiente urbano; superação das diferenças inter-regionais; estratégias de desenvolvimento ambientalmente eficazes para áreas ecologicamente comprometidas (conservação da biodiversidade pelo ecodesenvolvimento).
Econômica	Desenvolvimento econômico entre setores de forma equilibrada; segurança alimentar; capacidade de modernização constante dos instrumentos de produção; significativo nível de autonomia na pesquisa científica e tecnológica; inserção soberana na economia internacional.
Política (nacional)	Democracia regida nos moldes de apropriação universal dos direitos humanos; desenvolvimento da capacidade do Estado para instaurar o projeto nacional, em parceria com todos os empreendedores; destacado nível de coesão social.
Política (internacional)	No tocante às políticas internacionais, a sustentabilidade passaria pela garantia de paz assegurada pelo fortalecimento da ONU, controle do sistema financeiro internacional, verdadeira cooperação científica e diminuição das disparidades sociais norte-sul.

Fonte: Adaptado de “Caminhos Para o Desenvolvimento Sustentável,” de I. Sachs, 2009.

A sustentabilidade social antecede as outras dimensões e se destaca por ser a própria finalidade do desenvolvimento. Ela objetiva proporcionar melhores condições de vida para as pessoas, com a redução das desigualdades sociais (Sachs, 2009).

A cultural, configura as características endógenas dos modelos de modernização e dos sistemas integrados de produção. Apóia processos de mudança no sentido da continuidade cultural e que resguardem as especificidades de cada ecossistema, de cada cultura e de cada local (Sachs, 2009).

A sustentabilidade ecológica conforma a ampliação da capacidade de regeneração da natureza, por meio da substituição de combustíveis fósseis por produtos renováveis, redução do volume de resíduos, redução da poluição e ampliação do consumo consciente.

A territorial leva em conta as configurações econômicas, sociais e culturais para a aplicação de estratégias para o desenvolvimento. Essas estratégias, na sua formulação, devem contar com a participação de todos os agentes envolvidos para que consigam solucionar problemas e atender às aspirações de cada comunidade, considerando, inclusive, as especificidades dos ambientes urbanos e rurais.

A sustentabilidade econômica é considerada necessária, porém, com valor apenas instrumental, considerando que o desenvolvimento ocorre apenas com o crescimento econômico. O crescimento, todavia, por si, não garante o desenvolvimento (Sachs, 2009).

A política, (nacional) ou governabilidade política também é apontada como condição para o desenvolvimento, de maneira que ela possa implementar um projeto nacional de reconciliação do desenvolvimento com a preservação da biodiversidade (Sachs, 2009). Já a sustentabilidade política (internacional) representa a manutenção da paz entre as nações, defesa do patrimônio comum da humanidade, equidade e justiça nas relações internacionais e controle institucional dos sistemas internacionais financeiros e de negócios (Sachs, 2009).

Embora Sachs (2009), deliberadamente, não exprima a inovação como dimensão do DS, em se tratando do objeto desta pesquisa objetiva identificar as variáveis relacionadas aos cenários prospectivos da energia solar fotovoltaica na perspectiva do DS, assume-se a importância de também acrescentar a dimensão da inovação relacionada ao DS, haja vista as considerações do autor que apontam a ciência e a tecnologia como instrumentos possíveis para o estabelecimento de uma nova modalidade de civilização, fundamentada no uso sustentável dos recursos renováveis.

Com efeito, a inovação sustentável é concebida como um novo paradigma (Pinsky *et al.*, 2015), ao passo que se utiliza de novas tecnologias para satisfazer, sustentavelmente, as demandas sociais. Para exemplificar tal proposição, cita-se as inovações relacionadas ao estabelecimento de uma economia de baixo carbono, objetivando o DS por meio de iniciativas de redução dos impactos ambientais, principalmente aqueles relacionados às mudanças climáticas (Pinsky *et al.*, 2015). Essa constatação da relação do DS com a inovação também é ratificada no texto do Acordo de Paris quando considera que “[...] acelerar, encorajar e possibilitar a inovação é fundamental para uma resposta eficaz, global e de longo prazo às mudanças climáticas e para promover o crescimento econômico e o DS [...]” (Nações Unidas, 2015, p. 34).

Desta forma, o uso de novas tecnologias originadas com suporte em inovações sustentáveis exerce papel crucial na substituição de matrizes energéticas que se utilizam de combustíveis fósseis ou minerais, provocadores de uma profusão de efeitos ambientais negativos (Goldenberg & Lucon, 2007; Nascimento, Mendonça & Cunha, 2012). Considera-se, portanto, que as tecnologias agregadas às energias renováveis se expressam como inovações sustentáveis (Cooper, 2016).

Em acréscimo, ainda é bom lembrar, que conforme Pinsky *et al.* (2015), existem variados determinantes para a inovação sustentável, que estão relacionados à oferta, à demanda e a influências políticas e instituições.

3 PANORAMA DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO CEARÁ

No Estado do Ceará, as principais instituições financeiras que atuam com opções de financiamento para pessoas físicas e/ou jurídicas, especificamente para aquisição e instalação de equipamentos geradores de energia solar fotovoltaica, são: Banco do Brasil (BB), Banco do Nordeste do Brasil (BNB), Caixa Econômica Federal (CEF) e Banco Santander. O BNB oferece, para pessoas físicas o CDC Energias Renováveis (Banco do Nordeste do Brasil [BNB], 2019) (Banco do Brasil [BB], 2019) (Santander, 2019) (Caixa Econômica Federal [CEF], 2019).

No tocante às políticas públicas de incentivo à disseminação do uso de energias renováveis, o Estado do Ceará dispõe de alguns dispositivos, como o Fundo de Incentivo à Eficiência Energética (FIEE) (Fiec Online, 2017), a isenção de Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços (ICMS) para a energia gerada por micro e minigeração (Ceara, 2016; 2017) e o Programa de Incentivos da Cadeia Produtiva Geradora de Energias Renováveis (PIER) (Ceara, 2017; 2018).

Quanto a geração de energia, o Ceará conta com 1.378 unidades consumidoras de energia elétrica com registro de geração distribuída na modalidade solar fotovoltaica espalhadas em 100 municípios, somando um total de 21,6 GW de potência instalada. Do total das unidades de micro e minigeração distribuída instalados no Ceará, 298 são da classe comercial, 34 da classe industrial, 21 do setor público, 994 de classe residencial e 31 de classe rural (Agência Nacional de Energia Elétrica [ANEEL], 2018). Em referência à geração centralizada, o estado possui 05 usinas de energia solar fotovoltaica em operação em: Tauá (01) e Quixeré (04); 03 em construção em Aquiraz e com previsão de construção de mais 14 em: Limoeiro do Norte (09) e Caucaia (05) (Agência Nacional de Energia Elétrica [ANEEL], 2019).

Estes números situam o Ceará entre os quatro estados do Brasil com os maiores projetos de

geração centralizada (Diário Do Nordeste, 2019). Em relação à geração distribuída, o Ceará ocupa a oitava colocação no Brasil, com potência instalada correspondente a apenas 3,8% do total do País (Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica [ABSOLAR], 2019).

4 MÉTODOS E TÉCNICAS EMPREGADOS

A pesquisa assume caráter exploratório (Severino, 2007), pois busca levantar informações sobre o relacionamento entre as categorias de análises que ligam a ESF ao DS.

A pesquisa se alinha à investigação qualitativa, haja vista a busca compreender um fenômeno em profundidade e deste derivar categorias compreensivas do fenômeno social estudado (Minayo, 2014). Neste sentido, foram realizadas cinco entrevistas semiestruturadas, com suporte em roteiro de 10 questões abertas, com sujeitos que estão no campo de influência desse tipo de fonte energética (Marcial & Grumbach, 2008), além do que se buscou a seleção de sujeitos que tenham um equilíbrio entre imparcialidade e interesse pelo tópico (Grishan, 2009). Sendo assim, a fase qualitativa envolveu a execução, codificação e análise das entrevistas com base nas dimensões teóricas da sustentabilidade propostas por Sachs (2007, 2009) e a elaboração do questionário.

As entrevistas foram realizadas de 26 de novembro de 2018 e 17 de janeiro de 2019, na cidade de Fortaleza, e foram gravadas com a devida autorização dos entrevistados por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e transcritas sem qualquer tipo de alteração. Os entrevistados possuem os perfis destacados na Tabela 2.

Tabela 2 - Sujeitos da pesquisa

Especialista	Atribuição	Formação	Instituição
E1	Conselheiro/Professor	Doutor em Física	ADECE ^a / UECE ^b
E2	Consultor	Engenheiro Eletricista e Mecânico	FIEC ^c
E3	Empreendedor do ramo	Mestre em Física	ENERGY GREEN ^d / SINDIENERGIA ^e
E4	Professor	Doutor em Engenharia Mecânica	UECE ^b
E5	Empresário (usuário da energia solar)	Ensino médio	Bar/Restaurante ^f

Nota. ^aAgência de Desenvolvimento do Estado do Ceará. ^bUniversidade Estadual do Ceará. ^cFederação das Indústrias do Estado do Ceará. ^dEmpresa que atua no Setor de ESF. ^eSindicato das Empresas Prestadoras de Energia do Estado do Ceará. ^fEmpreendimento que utiliza a ESF.

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

As perguntas contidas no roteiro foram balizadas pelas categorias da pesquisa (sustentabilidade social, sustentabilidade ecológica, sustentabilidade territorial, sustentabilidade econômica, sustentabilidade política e inovação sustentável) apontadas previamente com base no referencial teórico e abordaram questões relacionadas à atual situação da ESF no Ceará no sentido de extrair variáveis para análises futuras. Excluiu-se a categoria da sustentabilidade política (internacional) por ir além do escopo deste trabalho.

A apreciação das entrevistas foi realizada com inspiração nos fundamentos da análise temática de conteúdo, proposta por Bardin (2011) guiada pelas três fases: pré-análise; exploração do material; e tratamento dos resultados, inferência e interpretação dos dados. A respeito dessa técnica, a autora

ensina que “[...] consiste em descobrir os “núcleos de sentido” que compõem a comunicação e cuja presença ou frequência de aparição podem significar alguma coisa para o objeto analítico escolhido” (Bardin, 2011, p. 135). Diferentemente do que propõe Bardin (2011), considerando-se a quantidade de entrevistas realizadas e os enfoques distintos de cada entrevistado, os códigos ou núcleos de sentido foram extraídos não da recorrência dos termos e sim na presença das ideias extraídas das falas dos especialistas.

Com o objetivo de auxiliar a tarefa de organização e categorização dos dados, utilizou-se o *software* denominado Atlas/TI, que pertence a um grupo de *softwares* mais utilizados para análise de dados qualitativos (Bandeira-De-Melo, 2006). Esse programa facilita a formação das categorias para o exame, do ponto de vista da análise de conteúdo (Bandeira-De-Melo, 2006).

5 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As entrevistas buscaram captar distintas visões sobre o tema pesquisado de forma que as informações extraídas pudessem dar suporte à codificação e levantamento de dimensões de análise, sob a óptica do modelo de DS proposto por Sachs (2007, 2009). Para a definição das subcategorias, considerou-se segmentos do texto transcrito das entrevistas, no sentido de captar a presença de núcleos de sentido (temas) para o procedimento de categorização. Assim, a Tabela 3 ilustra os principais segmentos relacionados à cada subcategoria extraída.

Tabela 3 - Categorias e subcategorias da pesquisa

SUBCATEGORIAS	SEGMENTOS DE TEXTO
SUSTENTABILIDADE SOCIAL	
Ampliação da oferta de empregos	[...] você vai ter sim um aumento na demanda por profissionais (E1).
	É um sistema que requer pouquíssima manutenção. Por conta disso a quantidade de empregos gerados, diretos, é bem baixa (E1).
	[...]existe realmente esse papel social de ampliar a oferta de empregos [...] (E2)
Ampliação da quantidade de pequenas empresas	Eu acho que isso pode acontecer, com um número maior assim, pra causar empregos na cidade [...] (E5)
	[...] envolver a quantidade de negócios com pequenos empresários (E2).
Melhoria da qualidade de vida	[...] Você tem melhoria de qualidade de vida porque ele pode destinar os recursos que antes eram, fortemente, destinados a energia elétrica, a conta de energia elétrica, você tem esse benefício (E1)
	Porque se você não tiver energia, você não tem qualidade de vida [...] (E4)
SUSTENTABILIDADE POLÍTICA	
Desburocratização	As políticas de facilitação, de agilidade no trâmite de processos nos órgãos ambientais foram melhoradas (E1).
Financiamento público	Rapaz, a desvantagem é o governo, a burocracia (E5).
	Eu acho que uma política pública de financiamento para o pequeno... eu acho que se tipo o Banco do Nordeste fazer um Crediamigo para energia solar (E3)
	Eu fui atrás do BNB e passei seis meses esperando e nada (E5).

Segurança política/jurídica	Então se eu coloco placas fotovoltaicas na minha residência sabendo que daqui a dez anos o governo vai criar situações pra mim ser penalizado pelo fato de ter placas fotovoltaicas porque eles estabelecem lei e convencem políticos a mudar, daqui a pouco você vai falar: “pô, eu fiz papel de trouxa!” (E4).
	Fundo de Incentivo à Eficiência Energética [...] vai administrar um programa de eficiência energética que permite que os prédios públicos, a partir de um fundo que foi criado, permite que os prédios públicos instalem a sua geração distribuída [...] (E1)
	Subsídios diretos É fácil até entender que o desenvolvimento se deu mais rapidamente, a gente pode citar o caso da Europa, dos Estados Unidos e Japão, normalmente ocorreram subsídios diretos para incentivar consumidores a produzirem a sua energia (E2).
Incentivos	Isonção/redução de impostos Então hoje, por exemplo, nós já conseguimos a isenção do ICMS no estado do Ceará pra quem gera energia [...] (E3)
	Políticas para atração de investimentos Se você tem energia, você tem condições de atrair novos investimentos com a indústria (E1).
	Políticas municipais de incentivo Criação de políticas, principalmente municipais que possam incentivar a energia solar nas residências (ES). Condições de maior isenção, sobretudo municipal, por exemplo, sei lá (...) a gente tem trabalhado isso, mas a criação do IPTU verde, não é? (E3)

SUSTENTABILIDADE TERRITORIAL

Desenvolvimento local	A energia solar no estado do Ceará hoje está mudando o cenário em muitos municípios com relação a, não a geração distribuída, mas a geração centralizada (E3). porque não sei se você sabe, onde você pode instalar grandes usinas de energia solar são locais onde não se consegue plantar ou se criar calango, como diz o cearense (E3). Então ela pode te dar, inclusive, uma capacidade de ser independente, uma comunidade, uma cidade independente [...] (E4) Eu consigo, consigo ver a ESF instalada em qualquer local. Até se você quiser ter uma comunidade isolada no meio da caatinga onde não tem acesso nenhum, você pode ter, porque você vai ter energia ali, e com energia você consegue processar, por exemplo, uma das coisas mais importantes na caatinga que é a água (E4). [...] a ESF associada a essas outras tecnologias, naturalmente, do desenvolvimento das técnicas que permitem você fazer controle de carga, controle de micro redes, a internet das coisas, o <i>big data</i> , tudo isso aí vai causar uma transformação da estrutura de fornecimento de energia. Então essa estrutura hoje, que você tem uma geração, uma transmissão, uma distribuição para o consumidor, isso vai mudar (E2).
Estrutura de fornecimento de energia	[...] você vai ter condições em que os consumidores podem se inserir como produtores e como consumidores ao mesmo tempo e isso vai transformar completamente essa estrutura de formação, de distribuição de energia (E2). Isso aí vai transformar, vai transformar as cidades, vai transformar a economia, não é? (E2) [...] nordeste é um dos maiores consumidores em potencial, pelo seu potencial de energia solar e eólica [...] (E1)
Potencial da região	O estado do Ceará e o Nordeste como um todo, tem condições excepcionais pra produção de energia eólica e a energia solar (E2). O Nordeste, ele por natureza, ele tem um potencial incrível na energia eólica, na ESF (E4). O Ceará é uma situação extremamente favorável porque a gente tem altíssima eficiência, altíssima eu quero dizer quatorze, quinze por cento. Porque nós temos aqui regime de vento e o vento resfria a placa, resfriando a placa ela aumenta a eficiência, mas esse aumento é de dois, três por cento (E4). Aqui tem sol o ano inteiro (E5).

SUSTENTABILIDADE ECONÔMICA

Cadeia de suprimentos e serviços	<p>Na realidade vamos falar de cadeia de negócios associada a ESF, você vai ter sim impacto na economia (E1).</p> <p>Que a gente tem que dar atenção não só a venda de painéis solares, mas a cadeia de serviço que vem posterior a essa venda de painéis solares [...] (E1)</p>
Competitividade do setor produtivo	<p>Porque se a energia elétrica é barateada você também acaba fortalecendo a competitividade do teu setor produtivo (E1).</p> <p>Depende das condições de financiamento (E1).</p>
Condições de financiamento	<p>Aí, o primeiro grande desafio do empresário que trabalha na área é conseguir linhas de financiamento que possam ser compatíveis com o cliente, né? (E3)</p> <p>Eu preferiria usar outro termo que tem a ver com o preço dela. Hoje ele é proibitivo (E1).</p>
Custo dos equipamentos	<p>[...] a barreira que ocorre é só porque pra você usufruir desse benefício precisa fazer um investimento inicial e não são... não é todo mundo que dispõe de recursos e de crédito para fazer esse investimento inicial [...] (E2)</p>
Redução do custo de energia	<p>[...] aí você vai ficar do quinto ano até o trigésimo ano tendo energia de graça (E4).</p> <p>E1 - Porque eu reduziria meus custos de produção.</p>
Qualificação da mão-de-obra	<p>Hoje você tem uma quantidade gigante de cursos de instaladores de painéis fotovoltaicos, cursos que são de fim de semana e que formam de modo extremamente deficiente alguns profissionais e esses profissionais tendo sido formados de maneira deficiente, eles têm o potencial enorme de manchar essa cadeia de negócios em renováveis. Manchar por um serviço mal feito (E1).</p> <p>Nós temos de ter engenheiros especializados, nós temos de ter técnicos especializados [...] (E4)</p>
Independência energética	<p>Mas você imagina que hoje você paga um aluguel a Enel, mas é um aluguel que você não sabe o preço amanhã, porque ela tá um preço hoje o teu KW, ano que vem tá outro preço mais caro e sempre mais caro. No momento em que ele gera energia, ele zera isso porque a moeda dele passa ser o KW/h, não é? (E2)</p> <p>O KW/h da energia elétrica aqui no Ceará é um dos mais caros do Brasil, teve uma época que chegou a 82, 83 centavos cada KW/h. Quase três o KW/h dos Estados Unidos, o dobro de alguns estados do Brasil. Então, se o empresário tem a sua independência energética [...] (E4)</p>

SUSTENTABILIDADE ECOLÓGICA

Acordo de Paris	<p>[...] no caso aqui do Ceará e dos estados do Nordeste que dispõem de um potencial gigantesco de geração renovável, então nos interessa muito que esses conceitos do Acordo de Paris sejam preservados (E2).</p> <p>Então é uma busca de todos os países, principalmente depois que assinaram aquele Acordo de Paris para substituir as suas... nas suas matrizes energéticas [...] (E2)</p>
Descarte dos equipamentos	<p>O que fazer com isso daqui a 25, 30 anos? É um problema sério. Vai ser lixo (E4).</p>
Propaganda ecológica	<p>[...] a empresa se tornar uma empresa verde, uma empresa que tá contribuindo com o meio ambiente (E5).</p>
Segurança energética	<p>Porque até quando ainda era alternativa ainda se tinha muita insegurança dela entrando na matriz energética do Brasil e hoje já não se tem mais (E3)</p> <p>De longe ela é vantajosa em termos de preço e em termos de impactos ambientais (E1)</p> <p>[...] nos interessa muito a redução da emissão de gases poluentes [...] (E2)</p>
Impacto Ambiental	<p>[...] hoje a ESF ela tende ser o maior potencial não só de geração de energia, mas de não contaminação e de não emissão de gases poluentes [...] (E3)</p> <p>Então energia solar ela tende a fazer esse trabalho, que é um trabalho de melhoria da matriz energética e limpeza realmente da nossa matriz energética [...] (E3)</p>

SUSTENTABILIDADE CULTURAL	
Consumo consciente	[...] olhe, é uma forma de energia que tá sendo disseminada no mundo todo, todos os consumidores aceitam, entende? (E2)
Exemplo do setor público	Tem uma espécie de, de impacto formativo, porque se nos seus prédios você... nos prédios públicos você instala, você, por exemplo, cria uma cultura de uso dessas energias, dessas fontes energéticas (E1) A pessoa já nasce e cresce vendo isso como uma coisa natural (E4) [...] as pessoas têm a energia solar ainda, infelizmente como algo novo, né? (E3)
Falta de conhecimento	[...] só não tá tendo mais investimento assim mais agressivamente, é porque o pessoal tem ignorância disso (E4). [...] quando você vê um sistema fotovoltaico, você não acredita que aquilo consiga produzir eletricidade (E4)
INOVAÇÃO SUSTENTÁVEL	
Baterias	E1 - Há uma promessa gigante aí de inovação que é com baterias, aquela empresa Tesla tá propagando muito.
Carros Elétricos	E2 - um fator primordial nesse processo é a mobilidade elétrica, que tá vindo aí com tudo e aí a mobilidade elétrica só se justifica também porque a fonte de energia vem a ser uma energia renovável.
Design dos Painéis	E3 - Hoje a gente tá vendo painéis em cima do telhado, daqui a pouco você vai ver as fachadas dos edifícios com vidro solar, tá certo?
Eficiência dos Painéis	E3 - Então tem criado tecnologias onde cada vez mais os painéis têm com potências maiores e, conseqüentemente, geram mais energia.
Eficiência dos Inversores	E3 - Mas eu acho que a grande virada tecnológica foi em termos de inversores, que é praticamente o coração de um sistema [...]
Inversores Híbridos	E3 - Porque ainda não foi permitido pela, pelos órgãos que controlam essa área. Mas, por exemplo, inversores híbridos, inversores que geram energia de modo <i>on grid</i> e <i>off grid</i> , ou seja, ligado e desligado à rede, você não fica dependendo da rede elétrica.

Fonte: Dados extraídos da pesquisa (2019).

Sobre a categoria Sustentabilidade Social (SS), foram definidas três subcategorias: Ampliação da quantidade pequenas empresas; Ampliação da oferta de empregos; e Melhoria da qualidade de vida.

A visão de Sachs (2007) sobre o desenvolvimento é norteada por alguns princípios básicos, dentre os quais estão a elaboração de um sistema social que garanta emprego e segurança social. Assim, os entrevistados E1, E2, E5 concordam com a noção de que a expansão da geração de ESF tem o potencial de elevar a quantidade de empregos no Estado do Ceará. E1, no entanto, ressalva que os empregos demandados serão basicamente para a instalação dos equipamentos, tendo em vista que o sistema, quando em operação plena, requer pouquíssima manutenção, aspecto também observado por Lacchini e Santos (2013).

No tocante à melhoria da qualidade de vida, E1 e E4 concordam que a ampliação do uso da ESF pode melhorar a vida das pessoas de forma direta e/ou indireta. Para E1, a ESF melhora a qualidade de vida indiretamente, pois a economia na conta de luz pode liberar mais recursos financeiros para as famílias gastarem com outras opções de consumo, como lazer, por exemplo. Além disso, a vida das pessoas pode ser melhorada quando as famílias ampliam o acesso a recursos tecnológicos que, por sua vez, são cada vez mais dependentes da energia elétrica (E4).

Sobre a Sustentabilidade Política (SP), considera-se o protagonismo desta como direcionadora do DS (Sachs, 2007). Em função desta categoria foram agrupadas nove subcategorias: desburocratização e agilidade nos processos, financiamento por bancos públicos, FIEE, instalação em prédios públicos, isenção/redução de impostos, políticas para atração de investimentos, políticas municipais de incentivo, segurança política/jurídica e subsídios diretos.

O entrevistado E1, como representante do setor público, explicitou algumas ações do Governo do Estado do Ceará consideradas relevantes para maior disseminação das energias renováveis. Dentre elas, destaca-se a criação do FIEE, que tem, entre outros, o objetivo de implantar a ESF nos prédios da Administração Pública Estadual. Esta ação influi também, diretamente, na sustentabilidade cultural, ao passo que possui um caráter formativo e exemplar (E1; E4).

Outro ponto relevante destacado pelos especialistas é a política tributária no âmbito estadual e municipal, uma vez que os impostos incidentes (ICMS e ISS) contribuem com encarecimento dos equipamentos e serviços associados à instalação dessa fonte de energia. E3, por exemplo, afirma que o SINDIENERGIA, exerceu influência determinante junto ao Governo do Estado do Ceará para isentar a alíquota de ICMS incidente sobre a energia gerada por geração distribuída. E3 também afirma que o foco agora do sindicato é reduzir o Imposto Territorial Urbano (IPTU) dos imóveis que tenham instalado fontes de energia renovável, o chamado IPTU verde.

Nessa linha, E2 faz referência à países como Alemanha e Japão, que estão mais avançados do que o Brasil em termos de capacidade instalada de ESF, para apontar o efeito impulsionador das políticas federais de incentivo à geração de energia renovável por meio de subsídios diretos. Como exemplo dessa política, Mundo-Hernández, Alonso, Hernández-Álvarez, & Celis-Carrillo (2014) apontam o Governo da Alemanha, que assegurou a aquisição de eletricidade de fontes renováveis aos produtores a um preço fixo durante 20 anos.

A questão dos altos custos dos equipamentos foi levantada por todos os entrevistados. Assim, o financiamento por bancos públicos foi mencionado pelos entrevistados E1, E3 e E5 como possível alternativa para essa barreira, uma vez que, geralmente, os bancos públicos fazem o financiamento com recursos subsidiados, e, dessa forma, as taxas de juros tendem a ser mais atraentes. Porém, o excesso de exigências e burocracia de um determinado banco público foi apontado por E5 como um entrave à concretização do negócio, tendo a sua usina solar fotovoltaica sido financiada pela própria empresa instaladora. A esse respeito, Carvalho, Abreu e Correia Neto (2017) reforçam a tese de que melhores condições de financiamento e subsídios governamentais são relevantes para impulsionar a disseminação da geração distribuída.

Outro aspecto considerado relevante pelos entrevistados E1 e E2 foi a disponibilidade de energia elétrica como meio de atração de novos investimentos para o Estado do Ceará, uma vez que a falta de regularidade no fornecimento ou a insegurança energética prejudicam o processo produtivo e geram prejuízos às organizações. De efeito, políticas públicas de incentivo à ampliação da oferta de energia elétrica mostram-se fundamentais para garantir o crescimento dos setores da indústria, comércio e serviços no Estado. Tal constatação encontra suporte no estudo de Lacchini e Santos (2013), quando acentuam que o desenvolvimento contínuo da sociedade revela sua intensiva dependência em energia elétrica para sustentar o crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) anual.

A atração de investidores, bem como a ampliação da quantidade de usuários da ESF, também depende do compromisso do poder público em não alterar as regras do setor elétrico à medida que surjam novas pressões de grupos dos diversos grupos de interesse. Nesse aspecto, E4 aponta a segurança jurídica/política como aspecto significativo nesse processo de disseminação da ESF.

No que tange à categoria Sustentabilidade Territorial (ST), foram definidas as subcategorias: o desenvolvimento local, a estrutura de fornecimento de energia e o potencial da região.

A distribuição equilibrada de assentamentos humanos e atividades é considerada por Sachs (2009) como um dos objetivos do desenvolvimento territorial. Nesse aspecto, a redução de desigualdades entre as regiões é ponto importante de análise. Sendo assim, E3 e E4 mencionaram o potencial da geração centralizada de ESF de ajudar a alavancar o desenvolvimento de regiões mais pobres do estado. E3 afirma que grandes usinas de ESF podem ser construídas em locais onde, geralmente, não se planta nada devido à seca que assola o Nordeste do Brasil, aspecto também mencionado por Lacchini e Santos (2013).

E2 relaciona a melhoria do ambiente urbano com as possíveis alterações na estrutura de fornecimento de energia, com a eliminação das grandes redes de distribuição que poderão se tornar desnecessárias, à medida que a geração distribuída de energia seja mais amplamente disseminada. Ele mencionou não só a alteração das estruturas de fornecimento, como também a dinâmica envolvida na comercialização de energia elétrica, de forma que os consumidores se tornarão também produtores de energia.

Outro aspecto abordado pelos entrevistados foi o potencial do Estado do Ceará para a geração de ESF. Para E1, E2, E4 e E5 o Ceará tem condições de sol e vento privilegiadas, de forma que se consegue aproveitar significativamente a eficiência dos módulos solares, fato esse que poderá fazer com que o Estado seja menos dependente do acionamento de usinas termelétricas, por exemplo.

Sobre a Sustentabilidade Econômica (SE), Sachs (2009) considera que o crescimento econômico é condição necessária para o efetivo desenvolvimento, embora considere restrições ao mercado na condução desse processo. Assim, considera desafio combater o mau desenvolvimento, que enseja desigualdades sociais, pobreza e desemprego e estimular o desenvolvimento endógeno, autossuficiente, orientado para as necessidades e em harmonia com a natureza (Sachs, 2004, 2009).

No sentido de estímulo à economia ocasionado pelo crescimento do setor de ESF, E1, E2 e E4 apontam quatro possíveis consequências: o desenvolvimento da cadeia de suprimentos e serviços; a ampliação da competitividade das empresas; a redução dos custos de energia e o aparecimento de mais empreendedores. A primeira vem para suprir a necessidade por itens acessórios como suportes, cabos, conectores e os serviços associados. Com isso, pode-se encorajar novos empreendedores a atuar na área e pode gerar um ciclo de crescimento ao redor do setor da ESF. Outra consequência associada ao crescimento do setor apontada por E1 é que a própria redução da conta de energia, no caso para as empresas adotantes, faz com que os seus custos de produção diminuam e esse fato pode influenciar diretamente na competitividade dessas empresas por meio da diminuição dos preços dos produtos e/ou serviços por elas ofertados, representando uma vantagem competitiva (Hansen, Groose-Dunker & Reichwald, 2009).

Foi narrado pelos especialistas E1, E2, E3 e E4, que, para haver a efetiva expansão da ESF algumas condições são necessárias, tais como condições de financiamento mais favoráveis e redução

dos custos dos equipamentos. Tal observação é corroborada por Borges, Chotoe e Varela (2014) quando explicam que os critérios econômicos ainda prevalecem na decisão sobre a adoção de práticas sustentáveis.

Nesse sentido, apesar de Lacchini e Santos (2013) afirmarem que os custos de geração fotovoltaica diminuíram consideravelmente nos últimos anos em razão do desenvolvimento tecnológico continuado e da expansão do mercado, E1 e E2 ainda apontam o elevado preço dos equipamentos como uma barreira para maior disseminação dessa fonte energética. Como possível solução para esse problema, E1 e E3 indicam a necessidade de melhorias nas condições de financiamento, como taxas de juros mais atraentes e prazos mais alongados, sendo este fator um dos mais relevantes para impulsionar a geração solar fotovoltaica distribuída (Carvalho *et al.*, 2017).

Em relação à necessidade de mão de obra qualificada, E1 e E4 indicaram a urgência da existência de cursos de boa qualidade para a formação dos profissionais que atuarão no segmento, profissionais tanto de nível técnico como de nível superior. E1 aponta que profissionais mal qualificados podem atrapalhar de maneira significativa a expansão desse setor. No entanto, E1 afirma que já existe uma iniciativa do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) no sentido de melhorar a qualidade do trabalho dos profissionais.

Sobre a categoria Sustentabilidade Ecológica, Sachs (2004, 2009) a define como a capacidade de regeneração da natureza, por meio da substituição de combustíveis fósseis por opções renováveis, diminuição do volume de resíduos, redução da poluição e expansão do consumo consciente.

Para E2, dada a nova conjuntura política do País, foi suscitado o risco de o Brasil sair do Acordo de Paris. Para o especialista, como consultor na área de energias da FIEC, ele admite que é do interesse do Ceará a permanência do Brasil no acordo, não só pela promoção da limpeza da matriz energética, como também por questões estratégicas de desenvolvimento econômico, considerando o grande potencial do estado para a ESF.

No tocante à possível poluição ocasionada pelos equipamentos de geração de ESF, Lacchini e Santos (2013) afirmam que é difícil encontrar efeitos negativos no processo de geração de energia; no entanto, E4 demonstrou considerável preocupação com o descarte dos equipamentos obsoletos após a sua vida útil, considerado a existência de metais pesados em sua constituição.

O discurso da sustentabilidade e da responsabilidade social está cada vez mais ocorrente nas corporações, seja para demonstrar maior transparência ou comprometimento com o bem-estar da comunidade ou elevar a possibilidade de maximização dos lucros (Banerjee, 2003, 2008). Nessa lógica, E5, como empresário adotante da ESF, apontou o *marketing* verde um dos motivos para a decisão de utilizar essa fonte energética.

A progressiva substituição de uma matriz energética poluidora para uma limpa depende também da confiabilidade desta última. Sobre o tema da segurança energética, Borges *et al.* (2014, p. 104) entendem que “[...] as condições de disponibilidade de energia elétrica em quantidade, qualidade e custos competitivos determinam a capacidade das sociedades assegurarem determinado padrão de vida”. Nesse sentido, E3 opina que a ESF deixou de ser alternativa e atualmente é uma fonte segura e confiável, dadas a existente e as condições geográficas e climáticas favoráveis da região Nordeste.

Existe um amplo consenso de que as energias renováveis, especialmente na modalidade de geração distribuída, estão aptas a responder às mudanças climáticas (Cooper, 2016). Desse modo, os

especialistas E1, E2 e E3 concordaram com ideia de que a ampliação do uso da ESF exerce esse papel de reduzir os impactos ambientais por não emitir gases de efeito estufa durante a geração.

Sobre a Sustentabilidade Cultural, Sachs (2009) a define na corrente das mudanças no interior da comunidade, respeitando o equilíbrio entre tradição e inovação, capacidade de autonomia para a formulação de um projeto nacional integrado e endógeno e autoconfiança associada a abertura para o mundo. Assim, percebe-se a relevância da introdução gradual das inovações tecnológicas no âmbito das comunidades. Nesse sentido, os especialistas E1, E2 e E4 apontaram a disseminação do costume do consumo consciente, inclusive pelo ente público, e as políticas públicas como potenciais apoiadores da mudança no padrão de consumo da ESF.

Referindo-se ao consumo consciente, E1 e E2 afirmam que as energias renováveis já são uma realidade em muitos países desenvolvidos. Para E1 a mudança da matriz energética é algo inexorável e a sociedade ou adotará uma fonte renovável por consciência ambiental ou pela própria escassez de outras fontes não renováveis.

Já com relação às políticas públicas como indutoras do processo de mudança cultural, E1 e E4 concordam que a instalação da ESF em prédios públicos pode ser um facilitador para o processo de “aculturação psicológica” da sociedade, no sentido de um processo aprendizado e adaptação de longo prazo que ocorrem em um indivíduo ou grupo em resposta às demandas ambientais (Berry, 1997).

Outro fator relacionado à sustentabilidade cultural extraído das entrevistas com os especialistas foi, ainda, a falta de conhecimento da população sobre a ESF. Acerca desse aspecto, E3 e E4 afirmaram que o desconhecimento e a incredulidade sobre a confiabilidade desse tipo de energia ainda são barreiras para sua maior disseminação. E3, como empreendedor do setor, chega a afirmar que o primeiro obstáculo que enfrenta não é o custo dos equipamentos e sim o próprio desconhecimento sobre o sistema.

No tocante a Inovação Sustentável (IS), Sachs (2009) adverte sobre a contribuição fundamental da ciência e da tecnologia para se pensar um novo formato de civilização baseada no uso sustentável dos recursos naturais e é nesta perspectiva que os especialistas E1, E2 e E3 identificam uma intensiva correlação entre o desenvolvimento de baterias mais eficientes e leves e a indústria de carros elétricos ou híbridos. Na opinião deles, o elevado investimento em pesquisa, principalmente por parte da indústria automobilística Tesla, tende a beneficiar o setor da energia solar fotovoltaica.

Para tanto, vale lembrar que a energia solar fotovoltaica funciona de modo intermitente, dependendo, obviamente, da luz do sol para gerar a energia. Assim, a energia gerada durante o dia poderá ser armazenada nessas baterias para utilização no período noturno ou em dias chuvosos. Isto posto, percebe-se que o benefício do surgimento de baterias mais eficientes será mais percebido no caso dos sistemas fotovoltaicos que funcionam *off grid*, ou seja, a sua utilização poderá, em um futuro próximo, desobrigar os consumidores do uso da energia elétrica oriunda das concessionárias públicas e, assim, isentá-los de pagar a conta de energia, bem como protegê-los das variações de preço da tarifa.

Outro aspecto referente aos carros elétricos levantado pelo especialista E2 foi a própria essência desse meio de transporte. Como uma inovação sustentável, desenvolvido para ser ambientalmente correto (Pinsky *et al.*, 2015), só se justifica a sua existência se ele for alimentado por fontes renováveis de energia.

Quanto à concepção de artigos que convergem para a incorporação de novas tecnologias

ao escopo do DS, o especialista E3 apontou as principais tendências ligadas aos equipamentos de geração da energia solar fotovoltaica, tais como painéis fotovoltaicos e inversores de frequência mais eficientes. Tal observação encontra amparo no trabalho de Moro *et al.* (2018), quanto às principais pesquisas na área da energia solar fotovoltaica.

Com relação aos painéis fotovoltaicos disponíveis comercialmente na atualidade, E4 afirma que a eficiência, no melhor dos casos, se aproxima de 15%: “[...] em função da tecnologia de hoje, que te tá dando uma eficiência de quatorze, quinze por cento aqui no Ceará [...]” (E4, 2018). No entanto, Nazeerudin (2016) e Kumar e Kumar (2017) informam que há pesquisas em andamento sobre células fotovoltaicas que podem atingir eficiência de até 32%. Outro exemplo de inovação sustentável, impulsionado pela demanda (Pinsky *et al.*, 2015), são os painéis solares mais finos e flexíveis que podem ser incorporados aos vidros e fachadas dos prédios. Essa é outra tendência apontada por E3 e corroborada pelo trabalho de Moro, Boelman, Joanny e Garcia (2018).

Nessa mesma linha de redução de custos, E3 também apontou a modernização dos inversores de frequência, itens fundamentais para a transformação da corrente contínua (gerada pelas células fotovoltaicas) em corrente alternada (utilizada pela maioria dos equipamentos elétricos de uma residência). Observa-se que o inversor de frequência é um dos itens mais caros que compõem o sistema de geração fotovoltaica (Carvalho *et al.*, 2017) e pesquisas que apontem a criação de equipamentos mais modernos e eficientes também tendem a baratear o custo total do sistema. E3 também mencionou a possibilidade de chegarem ao mercado brasileiro os inversores híbridos. Tal acontecimento, segundo ele, depende apenas da autorização dos órgãos reguladores.

6 CONCLUSÕES

Com o objetivo de identificar as variáveis relacionadas aos cenários prospectivos da energia solar fotovoltaica, no estado do Ceará, na perspectiva do DS, foram definidas 40 subcategorias/variáveis, alinhadas às dimensões do DS de Sachs (2009) e à noção de inovação sustentável.

De maneira geral, depreende-se que a sustentabilidade social envolvida no setor da ESF surge ante à possibilidade de ampliação da oferta de empregos, bem como a melhoria das condições de vida das pessoas em decorrência do menor custo da energia utilizada, bem como um maior acesso à equipamentos à base de energia. A Política, por sua vez, envolve a necessidade de ampliar a agilidade dos processos de financiamento e de atração de investimentos, o que coloca o Governo como protagonista na ampliação da oferta da ESF.

Sobre a sustentabilidade territorial observa-se alinhamento entre o potencial do Estado do Ceará para a ESF e a visão de desenvolvimento proposta por Sachs (2007) quanto às escolhas favoráveis à dinâmica de cada região, utilizando-se tecnologias adequadas e menos agressivas ao meio ambiente. Em relação à econômica, evidencia-se a percepção de que a ESF envolve um elevado custo, e existe mão-de-obra qualificada, aspectos que precisam ser melhorados no Estado.

A sustentabilidade ecológica enfatiza a importância da permanência do Brasil no Acordo de Paris, bem como a observância ao devido descarte de matérias associados à ESF e enfatiza que progressivamente essa fonte de energia vai se apresentando segura e confiável. Já a dimensão cultural demonstrou como aspectos que geram maior dificuldade na disseminação da ESF o desconhecimento

e incredibilidade. A dimensão cultural reforça ainda a importância no consumo consciente, no caso, com amplo envolvimento educativo no sentido informativo, de incentivo e de mudança de padrões de consumo.

Ante o exposto, percebe-se a relevância da implantação de uma conscientização da população sobre a necessidade de se adotar fontes renováveis de energia e clarificar o seu funcionamento para que a população se sinta segura e confortável em adotá-las. No entanto, esse processo deve ser conduzido de forma natural e gradual de modo que não haja imposição e se respeitem as especificidades culturais de cada região.

A pesquisa esbarrou na limitação de discutir um grande volume de subcategorias no sentido de empreender o esforço de tornar esse levantamento em estudo futuro sobre cenários, bem como na elaboração de escalas sobre o tema. Com isso, aprofundar a leitura de cada subcategoria na possibilidade de elaboração de variáveis pode significar um avanço para estudos futuros.

REFERÊNCIAS

Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará [ADECE]. (2010). *Atração de Investimentos no Estado do Ceará: Relatório de Energia Solar*. Fortaleza.

Agência Nacional de Energia Elétrica [ANEEL]. (2019). *BIG - Banco de Informações de Geração: Capacidade Instalada por Estado*. 2019. Recuperado em 18 fevereiro, 2019, de <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/ResumoEstadual/ResumoEstadual.cfm>.

Agência Nacional de Energia Elétrica [ANEEL]. (2018). *Geração Distribuída: Unidades consumidoras com geração distribuída da Unidade da Federação/CE*. 2018. Disponível em: http://www2.aneel.gov.br/scg/gd/gd_estadual_detalhe.asp?uf=CE. Acesso em: 18 fev. 2019.

Andrade Guerra, J. B. S. O., Dutra, L., Schwinden, N. B. C., & Andrade, S. F. (2015). Future scenarios and trends in energy generation in Brazil: supply and demand and mitigation forecasts. *Journal of Cleaner Production*, 103, 197-210.

Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica [ABSOLAR]. (2019). *Infográfico Absolar*. Recuperado em 18 fevereiro, 2020, de <http://www.absolar.org.br/infografico-absolar-.html>.

Bandeira-De-Mello, R. (2006). Softwares em pesquisa qualitativa. In Godoi, C. K., Bandeira-De-Mello, R., & Silva, A. B. (Org.). *Pesquisa Qualitativa em Estudos Organizacionais: paradigmas, estratégias e métodos*. São Paulo: Saraiva.

Banerjee, S. B. (2003). Who sustains whose development? sustainable development and reinvention of nature. *Organization Studies*, 24, 143-180. Recuperado em 6 janeiro, 2020, de <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0170840603024001341>.

Banerjee, S. B. (2008) Corporate social responsibility: the good, the bad and the ugly. *Critical Sociology*,

34 (1), 51-79. Recuperado em 6 janeiro, 2020, de <https://doi.org/10.1177/0896920507084623>.

Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70.

Banco do Brasil [BB]. (2019). *Banco do Brasil*. Recuperado em 6 de janeiro, 2020, de https://www.bb.com.br/pbb/pagina-inicial#.

Berry, J. W. (1997). Immigration, acculturation and adaptation. *Applied psychology: An International Review*, 46 (1), 5-30, 1997. Recuperado em 6 janeiro, 2020, de <https://doi.org/10.1111/j.1464-0597.1997.tb01087.x>.

Banco do Nordeste do Brasil [BNB]. (2019). *Banco do Nordeste*. Recuperado em 6 de janeiro, 2020, de <https://www.bnb.gov.br/>.

Borges, F. Q., Chotoe, J. R., & Varela, L. B. (2014). Administração energética e análise tendencial de custos econômicos de fontes de geração no Brasil. *Revista de Administração da UNIMEP*, 12 (3), 100-121. Recuperado em 6 janeiro, 2020, de <https://doi.org/10.15600/1679-5350/rau.v12n3p100-121>.

Bresser-Pereira, L. C. (2013). Sachs e a nave espacial Terra. *Brazilian Journal of Political Economy*. 33 (2), 360-366. Recuperado em 6 janeiro, 2020, de <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31572013000200010>.

Caixa Econômica Federal [CEF]. (2019). *Caixa*. Recuperado em 6 de janeiro, 2020, de <https://www.caixa.gov.br/Paginas/home-caixa.aspx>.

Carvalho, F. I. A., Abreu, M. C. S., & Correia Neto, J. F. (2017). Financial alternatives to enable distributed microgeneration projects with photovoltaic solar power. *RAM - Rev. Adm. Mackenzie*, 18 (1), 120-147. Recuperado em 6 janeiro, 2020, de <http://dx.doi.org/10.1590/1678-69712017/administracao.v18n1p120-147>.

Ceará [Estado]. (2016) Lei nº 170, de 28 de dezembro de 2016. Altera a Lei Complementar nº 81, de 2 de setembro de 2009. Fortaleza, Ceará. *Diário Oficial do Estado*.

Ceará [Estado]. (2017). Decreto n. 32.438, de 08 de dezembro de 2017. Regulamenta a Lei nº 10.367, de 7 de dezembro de 1979, que dispõe acerca do Fundo de Desenvolvimento Industrial do Ceará (FDI), e dá outras providências. *Diário Oficial do Estado*. Fortaleza, n. 229, p. 3, 08 dez. 2017. Série 3.

Cooper, M. (2016). Renewable and distributed resources in a post-Paris low carbon future: The key role and political economy of sustainable electricity. *Energy Resource & Social Science*, 19, 66-93. Recuperado em 6 janeiro, 2020, de <https://dx.doi.org/10.1016/j.erss.2016.05.008>.

- Diário do Nordeste. (2019). Mesmo com investimento robusto, CE perde espaço na geração de energia solar fotovoltaica. Fortaleza, 21 de jan. 2019. Negócios. Disponível em <http://diariodonordeste.verdesmares.com.br/editorias/negocios/mesmo-com-investimento-robusto-ce-perde-espaco-na-geracao-de-energia-solar-1.2052265> . Acesso em: 18 fev. 2019.
- Elkington, J. (2012). *Sustentabilidade: canibais com garfo e faca*. São Paulo: M. Books do Brasil.
- Empresa de Pesquisa Energética [EPE] (2016). *Energia renovável: hidráulica, biomassa, eólica, solar, oceânica*. Rio de Janeiro. Recuperado em 6 janeiro, 2020, de <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/livro-sobre-energia-renovavel-hidraulica-biomassa-eolica-solar-oceanica>.
- FIEC Online. (2017). Federação das Indústrias do Estado do Ceará. *Energias renováveis: Camilo sanciona Fundo de Incentivo à Eficiência Energética*. 2017. Recuperado em 6 janeiro, 2020, de <https://www1.sfiac.org.br/fiec-noticias/101646/energias-renovaveis-camilo-sanciona-fundo-de-incentivo-a-eficiencia-energetica>.
- Froehlich, C. (2014). Publicações internacionais sobre sustentabilidade: uma revisão de artigos com o uso da técnica de análise de conteúdo qualitativa. *Revista de Administração da UFSM*, 7 (2), 178-195. Recuperado em 6 janeiro, 2020, de <http://www.spell.org.br/documentos/ver/32698/publicacoes-internacionais-sobre-sustentabilidade--uma-revisao-de-artigos-com-o-uso-da-tecnica-de-analise-de-conteudo-qualitativa>.
- Goldemberg, J., & Lucon, O. (2007). Energia e meio ambiente no Brasil. *Estudos Avançados*, 21 (59), 7-20. Recuperado em 6 janeiro, 2020, de <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142007000100003>>. Acesso em: 06 jan. 2020.
- Grishan, T. (2009). The Delphi technique: a method for testing complex and multifaceted topics. *International Journal of Managing Projects in Business*, 2 (1), 112-130. Recuperado em 6 janeiro, 2020, de <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142007000100003>
- Hansen, E. G., Grosse-Dunker, F., & Reichwald, R. (2009). Sustainability innovation cube: a framework to evaluate sustainability-oriented innovations. *International Journal of Innovation Management*, 13 (4), 683-713. Recuperado em 6 janeiro, 2020, de <https://doi.org/10.1142/S1363919609002479>.
<http://www.fia.com.br/labfin/pesquisa/artigos/arquivos/1.pdf>
- Kumar, M.; Kumar, A. (2017). Performance assessment and degradation analysis of solar photovoltaic technologies: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 78, p. 554-587.

- Lacchini, C., & Santos, J. C. V. (2013). Photovoltaic energy generation in Brazil e Cost analysis using coal-fired power plants as comparison. *Renewable Energy*, 52, 183-189.
- Lizuka, E. S., & Peçanha, R. S. (2014). Análise da produção científica brasileira sobre sustentabilidade entre 2008 e 2011. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, 3 (1), 1-17. Recuperado em 6 janeiro, 2020, de <https://doi.org/10.1016/j.renene.2012.10.033>.
- Lucon, O., & Goldemberg, J. (2009) Financial crisis, energy and sustainability in Brazil. *Estudos Avançados*, 23 (65), 121-130. Recuperado em 6 janeiro, 2020, de http://www.scielo.br/pdf/ea/v21n59/en_a02v2159.pdf.
- Marcial, E. C.; Grumbach, R. J. S. (2008). *Cenários prospectivos: como construir um futuro melhor*. Rio de Janeiro: FGV.
- Minayo, M. C. S. (Org.) (2014). *O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde*. São Paulo: Vozes.
- Moro, A.; Boelman, E.; Joanny, G.; Garcia, J. L. (2018). A bibliometric-based technique to identify emerging photovoltaic technologies in a comparative assessment with expert view. *Renewable Energy*, v. 123, p. 407-416.
- Mundo-Hernández, J., Alonso, B. C., Hernández-Álvarez, J., & Celis-Carrillo, B. (2014). An overview of solar photovoltaic energy in Mexico and Germany. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 31, 639-646, 2014. Recuperado em 6 janeiro, 2020, de <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.12.029>.
- Nações Unidas (2015, dezembro). *Acordo de Paris*. Recuperado em 6 janeiro, 2020, de <https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2016/04/Acordo-de-Paris.pdf>.
- Nascimento, T. C., Mendonça, A. T. B.; & Cunha, S. K. (2012). Inovação e sustentabilidade na produção de energia: o caso do sistema setorial de energia eólica no Brasil. *Cadernos EBAPE. BR*, 10 (3), 630-651.
- Nazeeruddin, M. K. (2016). Twenty-five years of low-cost solar cells. *Nature*, 538, 463-464.
- Pereira, E. B., Martins, F. R., Abreu, S. D., & Rüther, R. (2006). Brazilian solar energy atlas (atlas brasileiro de energia solar). *INPE: São José dos Campos*, 60. Recuperado em 06 janeiro, 2020, de http://www.zonaeletrica.com.br/bsp/apresentacoes/plenaria1/Palestra_ABSolar_28062016.pdf

- Pinsky, V. C.; Moretti, S. L. A.; Kruglianskas, I.; Plonski, G. A. (2015). Inovação sustentável: uma perspectiva comparada da literatura internacional e nacional. *RAI - Revista de Administração e Inovação*, 12 (3), 226-250. Recuperado em 6 janeiro, 2020, de <http://www.revistas.usp.br/rai/article/view/101486>.
- Porto, M. F. S.; Finamore, R.; Ferreira, H. (2013). Injustiças da sustentabilidade: conflitos ambientais relacionados à produção de energia “limpa” no Brasil. *Revista Crítica de Ciências Sociais*, 100, 37-64. Recuperado em 6 de janeiro, 2020 de <https://journals.openedition.org/rccs/5217>.
- Romano, G. (2014). Segurança energética e mudanças climáticas na União Europeia. *Contexto Int.*, 36 (1), 113-143, Rio de Janeiro. Recuperado em 6 janeiro, 2020 de <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-85292014000100004>.
- Rüther, R. (2010, jul./dez). Relatório da sessão “Energias alternativas e potencial da energia solar fotovoltaica no Brasil”. *Parc. Estrat.*, 15 (31), 273-286.
- Sachs, I. (2009). *Caminhos para o desenvolvimento sustentável*. Rio de Janeiro: Garamond.
- Sachs, I. (2012). De volta à mão visível: os desafios da Segunda Cúpula da Terra no Rio de Janeiro. *Estud. Av.*, 26 (74), 5-20, São Paulo. Recuperado em 6 janeiro, 2020 de <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142012000100002>.
- Sachs, I. (1993). *Estratégias de transição para o século XXI – desenvolvimento e meio ambiente*. São Paulo: Studio Nobel Fundap, 1993.
- Sachs, I. (2004). *Desenvolvimento Includente, Sustentável, Sustentado*. Rio de Janeiro: Garamond.
- Sachs, I. (2007). *Rumo à ecossocioeconomia: teoria e prática do desenvolvimento* [Org. Paulo Freire Vieira]. São Paulo: Cortez.
- Salamoni, I. T., Rüther, R., & R. Zilles. (2009, jan./jun.). Uma oportunidade para o desenvolvimento da indústria fotovoltaica no Brasil: eletricidade solar para os telhados. *Parc. Estrat. ed. Esp.*, 14 (28), 219-243, Brasília-DF. Recuperado em 6 janeiro, 2020 de http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/343/336.
- Santander. (2019). *Santander*. Recuperado em 6 de janeiro, 2020, de <https://www.santander.com.br/>.
- Severino, A. J. (2007). *Metodologia do trabalho científico* (7ª ed.). Cortez editora.
- Zhang, Y., Sivakumar, M., Yang, S., Enever, K., & Ramezani-pour, M. (2018). Application of solar energy in water treatment processes: a review. *Desalination*, 428, 116-145. Recuperado em 6

janeiro, 2020 de <https://doi.org/10.1016/j.desal.2017.11.020>.

Dados dos autores:

Alex Bizarria Bezerra

 <https://orcid.org/0000-0002-7607-196X>

Mestre em Administração pelo Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza, Ceará, Brasil. E-mail: alex_bizarria@hotmail.com.

Adriana Teixeira Bastos

 <https://orcid.org/0000-0003-3789-9956>

Doutora em Administração de Empresas. Professora do Curso de Administração e do Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza, Ceará, Brasil. E-mail: adriana.bastos@uece.br.

Fabiana Pinto de Almeida Bizarria

 <https://orcid.org/0000-0001-8365-8593>

Doutora em Administração de Empresas. Professora do Curso de Administração da Faculdade Luciano Feijão e professora colaboradora do Programa de Pós-Graduação em Gestão Pública da Universidade Federal do Piauí. Fortaleza, Ceará, Brasil. E-mail: bianapsq@hotmail.com.

Como citar este artigo:

Bezerra, A., Bastos, A., & Bizarria, F. (2021) Energia Solar Fotovoltaica e Desenvolvimento Sustentável no Estado do Ceará: identificando categorias de análise. *AOS - Amazônia, Organizações e Sustentabilidade*. 10(1), 2-19. <http://dx.doi.org/10.17648/aos.v10i1.2154>

FINANÇAS E CONTABILIDADE