



GRUPO DE ESTUDO DE ASPECTOS EMPRESARIAIS E DE GESTÃO CORPORATIVA E DA INOVAÇÃO E DA EDUCAÇÃO E DE REGULAÇÃO DO SETOR ELÉTRICO - GEC

POSSÍVEIS CONTRIBUIÇÕES POSITIVAS DA ENERGIA SOLAR PARA O NOVO PERFIL DO CONSUMIDOR DE ENERGIA ELÉTRICA DECORRENTE DOS IMPACTOS CAUSADOS PELA PANDEMIA DE COVID-19

**ALINE SANT'ANA DE SOUZA(1); FEDERICO BERNARDINO MORANTE TRIGOSO(2)
PATRICIA TEIXEIRA LEITE ASANO(3); MARÍA CLEOFÉ VALVERDE(4)**

RESUMO

Com a chegada da pandemia do Covid-19, o perfil de consumo de energia sofre diversas alterações, entre elas, mudanças de comportamento econômico e social que resultam na redução de consumo de energia elétrica em comércios e indústrias, aumentando o consumo nas residências. Com a necessidade de diminuir o valor da conta de energia, uma das alternativas viáveis ambientalmente e economicamente é a geração de energia solar distribuída. Este informe técnico apresenta uma metodologia para disseminação de minigeração fotovoltaica e a tendência de aumento de novos consumidores e um balanço, através de dados georreferenciados disponíveis nas agências reguladoras e fiscalizadoras.

PALAVRAS-CHAVE

Energia Solar, Mudança no perfil de consumo energético, Covid-19, Geração distribuída, Energia Solar Fotovoltaica.

1.0 INTRODUÇÃO

Medidas como isolamento social, lockdowns, mudanças de comportamento econômico e social, foram adotadas em prol da contenção da pandemia de Covid-19, alterando o padrão do consumo energético em todo o mundo e concomitantemente houve a necessidade de reformulação em diversos setores. Em decorrência das restrições de distanciamento social e isolamento obrigatório, muitas empresas e instituições de ensino se adaptaram ao sistema de home-office, enquanto indústrias e comércios fecharam temporariamente suas portas. A economia brasileira apresentou queda de 9,1% no setor industrial, 2,5% no comércio e 6,9% no setor de serviços, conforme dados disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em março de 2020, e no fim de abril de 2020 a indústria automotiva possuía 74% dos trabalhadores em regime de jornada de trabalho reduzida ou contrato suspenso (1).

De acordo com o Ministério de Minas e Energia (MME) em relatório publicado, denominado o **BALANÇO COVID-19: Impactos nos mercados de energia no Brasil - 1º semestre de 2020** que disponibiliza dados sobre os impactos no mercado de energia do Brasil no primeiro semestre de 2020 nos meses de janeiro a maio, o consumo de energia elétrica caiu em aproximadamente 4,5% no país em relação ao mesmo período de 2019 (consumo de 243 TWh em 2019 e 235 TWh em 2020) e ao contrário dos setores Comércio, Indústrias e Outros que apresentaram queda no consumo (9,6%, 5,6% e 2,1%, respectivamente), o consumo no setor Residencial teve um acréscimo de 0,3% (2). Uma das consequências da redução de jornada de trabalho, foi a redução salarial, grande parte da população passou a ter a necessidade de diminuir gastos, entre eles na conta de energia elétrica. Uma alternativa viável é a geração de energia solar fotovoltaica distribuída, que além de colaborar com a queda no valor da conta de energia, contribui para o despertar da sociedade para um padrão de consumo mais consciente, aliado à contenção do aquecimento global e as mudanças climáticas. Uma vez que o uso de energia solar colabora para a redução da concentração de gases de efeito estufa na atmosfera e na preservação de recursos naturais e no Brasil mesmo as regiões com menores índices de radiação solar apresentam grande potencial de aproveitamento energético, fator importante para a implantação de sistemas que utilizam energia solar (16).

De forma sucinta, pode-se dizer que a geração centralizada (GC) é a energia elétrica oriunda de grandes usinas que produzem energia e enviam aos consumidores através das linhas e redes de transmissão e distribuição, enquanto a geração distribuída (GD) se caracteriza na possibilidade de qualquer consumidor gerar grande parte da sua energia, como por exemplo, por módulos fotovoltaicos instalados na residência. Embora a energia solar seja difundida há algum tempo em outros países, no Brasil começou a ganhar força apenas em 2012 com a Resolução Normativa N°482 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). A Energia solar fotovoltaica é uma das fontes de geração distribuída, para sistemas de microgeração (até 75 kW) e minigeração (acima de 75kW até 5 MW) e geração

centralizada com potência instalada (MW) e usinas solares fotovoltaicas outorgadas no mercado regulado e mercado livre por estado. Em 24 de novembro de 2015 foi lançada a Resolução Normativa N°687/2015 que altera a Resolução Normativa N° 482/2012 em alguns pontos e os Módulos 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição - PRODIST. Essas duas resoluções são muito importantes para fontes de energias alternativas, como a solar, pois cria mecanismos para obter permissão de gerar energia própria. A energia elétrica gerada sobressalente (caso o sistema gere mais energia do que a energia consumida) pode ser convertida em créditos de energia junto à concessionária, desde que atenda a legislação e regulamentação vigente. Desde 2018 tramita na Câmara o projeto de lei PL 10370/2018 que institui a Política Nacional de Energia Solar Fotovoltaica-PRONASOLAR e dá outras providências. Entre outros fatores, a Política Nacional de Energia Solar Fotovoltaica se trata de um projeto de iniciativa para aproveitar o potencial solar disponível no território brasileiro, alinhado com os compromissos do Brasil no âmbito do Acordo de Paris sob a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima. Este projeto de lei visa a ampliação da sustentabilidade socioambiental, desenvolvimento econômico, aumento da segurança e diversificação da matriz energética, bem como atração de novos investimentos.

Neste contexto, este informe técnico apresenta uma metodologia para disseminação de minigeração fotovoltaica e a tendência de aumento de novos consumidores uma vez que seus vizinhos optaram por este tipo de geração. Finalmente apresenta um balanço, através de dados georreferenciados disponíveis nas agências reguladoras e fiscalizadoras, por regiões do aumento das instalações durante a pandemia.

2.0 PERFIL DO CONSUMIDOR DE ENERGIA ELÉTRICA NO CENÁRIO ATUAL

Provavelmente mesmo após o término da pandemia, ainda se mantenham alguns padrões adquiridos por este cenário, como o aumento da demanda de energia elétrica consumida na classe residencial, além de ser reinstaurado um modelo de consumo próximo ao cenário anterior à pandemia nas outras classes, como comércio e indústrias, quando as medidas de segurança forem extintas. Algumas empresas que tinham dogmas conservadores sobre horários e local de trabalho pré-determinados, viram seu crescimento de produção aumentar com a eficiência do home-office, além da diminuição de diversos custos para a empresa (aluguel ou compra de local para sede de trabalho, pagamentos de despesas fixas como água, energia, internet, consertos e manutenções ou benefícios como o vale-transporte pago ao trabalhador, por exemplo). Caso o modelo de home-office seja instaurado e o modelo de ensino a distância continue em crescimento, para o consumidor residencial a geração de energia solar fotovoltaica distribuída, seria uma forte aliada para a redução do consumo de energia elétrica da rede concessionária. Conforme a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR), o uso de energia solar pode acarretar em uma grande economia na conta de luz, representando redução de até 95% (6).

A Empresa de Pesquisa Energética (EPE), através do relatório BALANÇO COVID-19, elaborou um gráfico de consumo (Figura 1) com dados obtidos pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), que elucida o impacto no consumo de energia elétrica oriundo da pandemia de Covid-19 no Brasil e faz um comparativo dos meses nos últimos cinco anos. Em 11/03/2020 a Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou pandemia de COVID-19 e a partir da segunda quinzena de março, variadas medidas foram adotadas no intuito de conter a pandemia. Conforme a Figura 1, é possível inferir que no Brasil para o ano de 2020, houve queda no consumo de energia de forma significativa a partir de abril e em junho, o consumo começou a subir novamente.

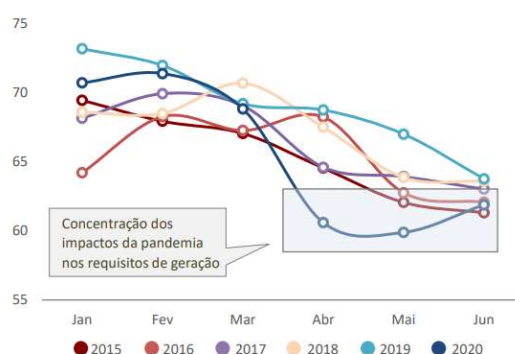


Figura 1- Sistema Integrado Nacional – SIN. Carga de Energia mensal no 1º semestre em GW médio.
Fonte: EPE, 2020.

A EPE também coleta e disponibiliza relatórios com dados mensais de consumo por classe e região (além de outras informações) no prazo de 30 dias após o fechamento do mês vigente, através do documento "Resenha Mensal do Mercado de Energia Elétrica" (7). Na Figura 2 foram compilados e comparados os dados dos anos de 2019 e 2020, por classe em território nacional. Através desses dados foi verificado que o consumo médio de energia em 2020 obteve uma queda de 1,6% (aproximadamente 7.588 GWh) no território nacional, que corresponde a um decréscimo

de 10,5% (aproximadamente 9.667 GWh) no setor comercial, queda de 1,1% no setor industrial (aproximadamente 1.869 GWh) e queda de 2,3 % (aproximadamente 1.863 GWh) em setores diversos denominado como outros (rural, serviço público e iluminação pública), enquanto o setor residencial teve acréscimo no consumo equivalente a 4.1% (aproximadamente 5.812 GWh). Também pode-se verificar que apenas no mês de maio de 2020 houve queda de consumo na classe residencial e conforme explicado na resenha completa disponibilizada pela EPE, a queda na classe residencial foi apenas no índice da região Sudeste, pois o clima foi mais ameno (temperaturas mais baixas nesse período, sendo um dos fatores contribuintes. A partir de agosto pode-se inferir as retomadas das atividades industriais com o acréscimo do consumo de energia, enquanto o setor do comércio avança lentamente no percentual de consumo de energia que entre outros fatores pode-se destacar desempenho negativo no país do setor de vendas no varejo e de serviços.

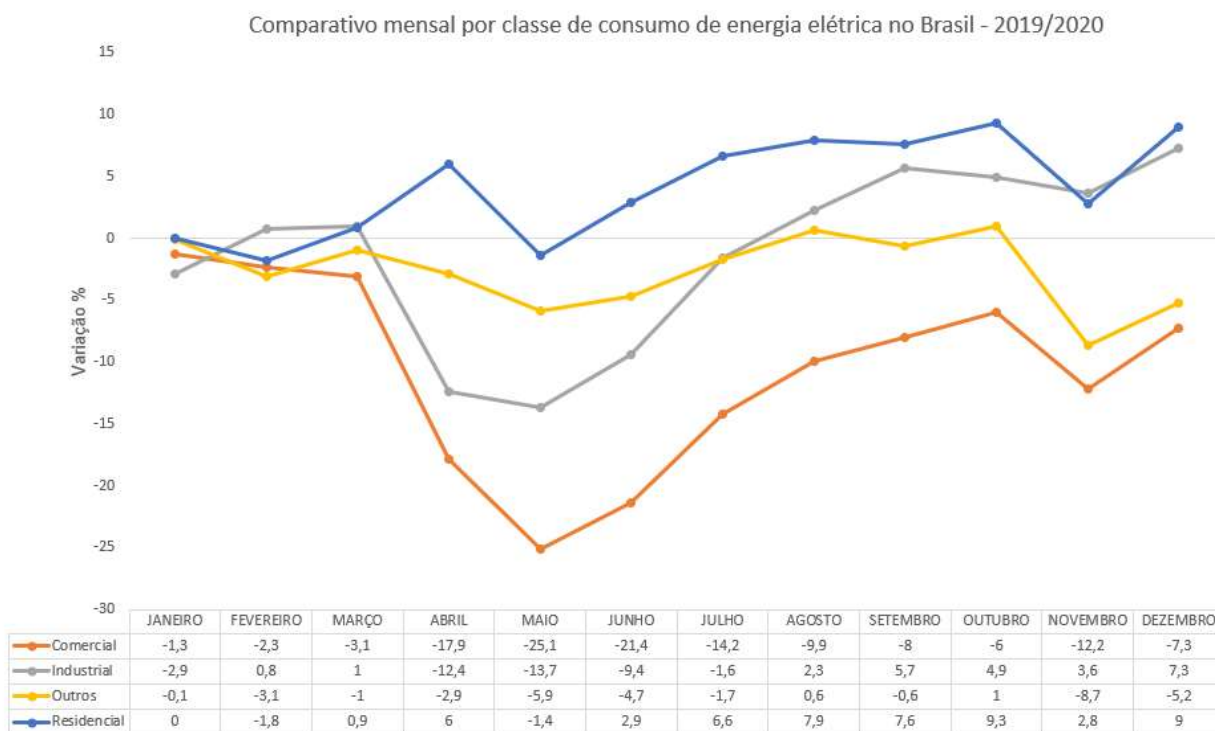


Figura 2- Comparativo mensal de consumo de energia elétrica no Brasil - 2019/2020.

Fonte: adaptado de EPE, 2020.

2.1 Consumo por fonte de energia elétrica

Conforme o Balanço Energético Nacional 2021 (BEN 2021), que possui como ano base 2020, a matriz elétrica brasileira em 2020 apresentou estrutura semelhante a 2019, com aumento em quase todas as fontes, exceto carvão e derivados, gás natural e nuclear (9). Em 2020 a oferta interna de energia elétrica proveniente do recurso solar (GD e GC) subiu cerca de 0,7% equivalente a 1,7%, enquanto que em 2019 equivalia a 1% das fontes geradoras de energia. Para as demais fontes de energia, comparando 2019 e 2020 respectivamente, a principal geração de energia é proveniente de hidrelétricas (64,9% e 65,2%), seguida de biomassa (8,4% e 9,1%), gás natural (9,3% e 8,3%), eólica (8,6% e 8,8%), carvão (3,3% e 2,7%), nuclear (2,5% e 2,2%) e derivados de petróleo (2,0% e 2,1%) (2). Na Figura 3 é possível verificar que nos meses mais afetados pela pandemia do Covid-19, comparado com os mesmos meses no ano de 2019, houve crescimento na geração de energia elétrica por fonte de energia solar fotovoltaica e reduções expressivas nas gerações térmica (março e abril) e hidroelétrica (abril e maio), com influência da redução da demanda. Segundo a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR), a classe residencial, comercial e de serviços representam 76% do total dos empreendimentos de geração distribuída solar fotovoltaica, seguidos dos consumidores rurais (13,2%), industriais (8,9%), poder público (1,2%) e outros como serviços públicos (0,1%) e iluminação pública (0,02%) (10).

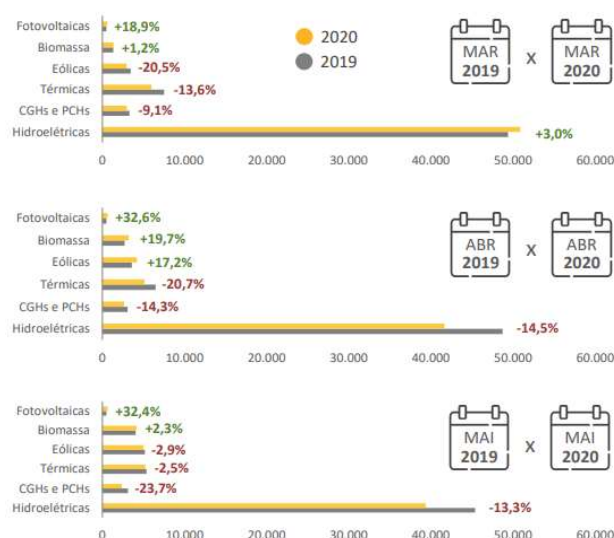


Figura 3- Comparação da geração por fonte de energia, para os meses de março, abril e maio de 2019 e 2020.
Fonte: EPE, 2020.

3.0 RECURSO SOLAR NO BRASIL

A energia proveniente da radiação solar pode ser utilizada de diversas formas, por exemplo, como fonte de energia térmica para aquecimento de fluidos e ambientes, geração de potência mecânica ou elétrica e iluminação natural para ambientes. A energia solar se caracteriza por ser uma fonte intermitente, com condicionantes meteorológicas locais e fatores astronômicos, sendo assim um dos pré-requisitos para utilização da energia solar é a caracterização do recurso solar da região. De acordo com Atlas Brasileiro de Energia Solar - 2ª Edição (2017), a duração do dia e a quantidade de energia solar incidente em um ponto qualquer da superfície terrestre apresenta variabilidade temporal característica de dois ciclos: o ciclo anual (consequência da inclinação em 23,45 graus do eixo axial da Terra com relação ao plano orbital do planeta em torno do Sol) e o ciclo diário (relacionada com as estações do ano e varia para diferentes latitudes) e variabilidade espacial, onde o fotoperíodo apresenta maior variabilidade à medida que a localidade está mais próxima dos polos e menor variabilidade quando a localidade está mais próxima da linha do Equador (8).

Grande parte do território brasileiro está localizada relativamente próxima da linha do Equador, de forma que não se observam grandes variações na duração solar do dia, apenas com esse dado analogamente pode-se inferir que o território brasileiro é propício para a implantação de sistemas solares, porém se faz necessário um estudo de caracterização do recurso solar da região, levando em consideração os diversos fatores que podem influenciar na geração de energia elétrica além da radiação solar (por exemplo, presença de partículas suspensas na atmosfera, nebulosidade, entre outros). De acordo com a Figura 4, pode-se verificar que o Brasil possui grande potencial para a geração fotovoltaica, onde é exposto o rendimento energético anual máximo (medido em kWh de energia elétrica gerada por ano para cada kWp de potência fotovoltaica instalada) em todo o território nacional, tanto para usinas de grande porte centralizadas e instaladas em solo, como para a geração fotovoltaica distribuída integrada em telhados e coberturas de edificações. A taxa de desempenho médio anual de 80% foi adotada para simplificar a análise e representa o desempenho de um gerador solar fotovoltaico bem projetado e instalado com equipamentos de boa qualidade e etiquetados pelo INMETRO.

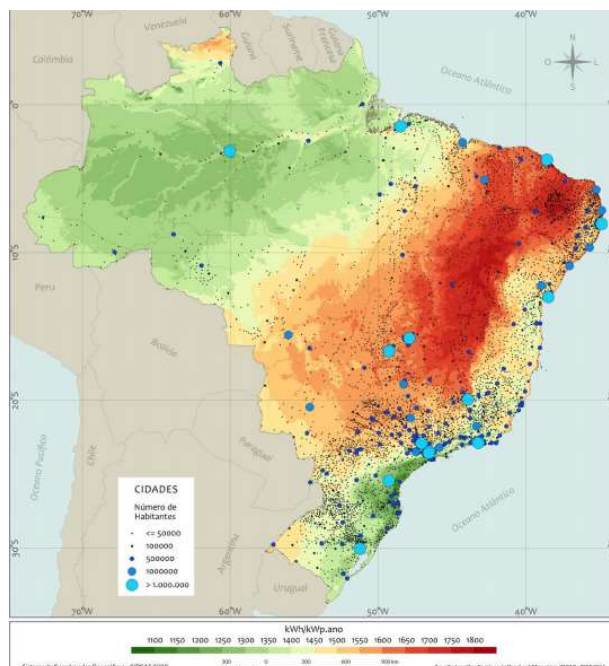


Figura 4 – Mapa do potencial de geração solar fotovoltaica em termos do rendimento energético anual para todo o Brasil (medido em kWh/kWp.ano no perfil de cores). Atlas Brasileiro de Energia Solar (2017).

Visando o parâmetro apenas de irradiação solar, quase todo território nacional está apto para instalação de equipamentos solares fotovoltaicos para geração de energia, pois em comparação com a Alemanha – um dos países com maior capacidade instalada fotovoltaica – segundo o Relatório Fraunhofer Ise em 2020 (12), sua participação total na capacidade fotovoltaica acumulada global total instalada foi de 7,6% com 53,6 GW de 707,5 GW. No Brasil, mesmo as áreas com a menor irradiação no Brasil são de mais elevada insolação que os melhores sítios da Alemanha (13).

A linha do Equador está delimitada na latitude 0°, passando por parte do Amazonas, Roraima, Pará e Amapá, nessas regiões seria esperado o maior potencial energético, mas como pode ser verificado no mapa, essas regiões não são as regiões com maior potencial (em torno de 1300 a 1400 kWh/kWp.ano) e dentre alguns fatores pode-se destacar as características climáticas desta região, onde a nebulosidade frequente reduz a irradiação solar que incide na superfície. Por isso se faz necessário um estudo minucioso do microclima de cada região a ser explorada para a geração de energia solar fotovoltaica.

4.0 GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

A maior vantagem da geração distribuída se caracteriza na possibilidade de qualquer consumidor gerar grande parte da sua energia, além de diminuir a perda de energia na transmissão, pois está sendo gerada no local de consumo e a energia gerada sobressalente pode virar crédito em conta. A maior desvantagem se trata da burocracia inicial para a implantação do sistema e o investimento inicial. Embora o mercado de energia elétrica no Brasil tenha caráter de monopólio natural, a geração de energia solar se trata de um mercado mais abrangente e menos monopolizado. A geração distribuída no Brasil, se torna mais viável à medida que a tarifa de eletricidade fornecida de forma convencional pela distribuidora local encarece. Os sistemas solares fotovoltaicos integrados à rede (On-Grid) geram energia elétrica de forma descentralizada, junto ao local de consumo da energia elétrica e injetam na rede pública a energia sobressalente gerada durante o dia, que poderá servir de crédito para que o consumidor utilize energia elétrica gerada pela distribuidora local a noite. Mesmo que o sistema solar fotovoltaico gere acima da capacidade de consumo total (diária e noturna), a distribuidora local não creditará 100% do valor da conta de energia elétrica. Segundo a resolução normativa 687/2015 da ANEEL, todo consumidor com um sistema instalado deve pagar uma taxa mínima de uso e disponibilidade da rede pública, mesmo que o consumidor gere totalmente sua energia. A maior parte desses sistemas são instaladas em edificações, com os painéis integrados ao telhado ou à fachada da edificação onde a energia gerada será consumida.

4.1 Sistemas Solar Fotovoltaico

Por meio do efeito fotovoltaico é possível converter a radiação solar em energia elétrica. Os fótons oriundos da radiação solar, são absorvidos pelos elétrons contidos na placa solar (cujo material é semicondutor, geralmente silício) e através da diferença de potencial é gerado corrente contínua (CC). Como a utilização padrão de energia é

em corrente alternada (CA), se faz necessário um inversor de frequência para que haja a transformação de energia de corrente contínua para energia de corrente alternada.

No contexto econômico, pode-se utilizar o cálculo de retorno financeiro (Payback) para a aquisição e implantação de sistemas fotovoltaicos, considerando alguns fatores como o tipo de sistema, eficiência dos equipamentos, quantidade de energia, valor da tarifa de energia cobrada pela distribuidora local, o clima que influencia bastante e fatores difíceis de mensurar como os benefícios socioambiental. Em Nota Técnica nº 0056/2017-SRD/ANEEL, a ANEEL considerou instalação de sistemas de 3 kWp para os consumidores residenciais e de 10 kWp para os comerciais, com a vida útil dos painéis de 25 anos e de 15 anos do inversor, para cálculo de payback simples. Estimou-se um retorno no prazo de 5,1 a 9,6 anos para instalações residências e 4,1 a 8,8 anos para instalações comerciais, dependendo do preço da distribuidora de energia do local (14).

A EPE se baseia nos cenários de crescimento da demanda para definir um plano de expansão para atender o consumo, sendo assim onde haverá investimentos, depende do quanto atrativo o investimento será. Desde 1950, o custo dos sistemas fotovoltaicos caiu mais de 100 vezes (15). No que tange aos custos de investimento de sistemas fotovoltaicos apresentam variação e dependem de diversos fatores, como localização, configuração, tipo e tamanho do sistema, sendo a parcela mais significativa nos custos totais dos sistemas fotovoltaicos são os módulos fotovoltaicos. A geração de energia elétrica a partir de recurso solar ocasiona poucos impactos socioambientais de baixa magnitude, comparada às outras fontes. Durante a geração de energia não ocorre a emissão de poluentes como material particulado, NO_x, SO₂, CO, e tampouco gases de efeito estufa como o CO₂, CH₄ e N₂O, fato que agrega benefícios ao meio ambiente, em escala local e global (13).

No Brasil a maior parte da energia elétrica é proveniente das hidroelétricas, o que já torna o sistema elétrico brasileiro singular no que tange aos aspectos de impactos ambientais e emissões de gases de efeito estufa. Porém, a hidroeletricidade assim como todas as fontes renováveis de energia, está sujeita à influência de fatores climáticos, principalmente o nível de água acumulada no reservatório. Em tempos de seca e a consequente diminuição dos níveis de água, a geração de energia por hidroelétricas compete com o uso desse recurso para outros fins, acarretando em aumento dos custos das tarifas e pode atingir valores críticos sob o ponto de vista de segurança energética. Em 2016, o MME apresentou dados no qual as usinas termoeletricas à combustíveis fósseis, incluindo nuclear, chegaram a responder por quase 26% da oferta interna de energia elétrica em 2015 frente a um decréscimo na geração hidráulica de 81% para 62% entre 2011 e 2015, em parte devido à grave estiagem no período. Tal fato fez com que as emissões de carbono na geração de energia elétrica subissem de 82 para 137 kgCO₂/MWh no período analisado (8).

4.2 Cenário evolutivo de Micro e Minigeração Distribuída no Brasil na pandemia

De acordo com o BEN 2021, a Micro e Minigeração Distribuída (MMGD), aumentou em 137% em 2020 relação a 2019, sendo a energia solar fotovoltaica a parte mais representativa dessa parcela, com 90,4%, seguida de outras fontes renováveis (7,3%), hidráulica (1,3%), eólica (0,7%) e gás natural (0,3%). Houve aumento de 187,1% de instalações de painéis fotovoltaicos, comparando 2019 e 2020, esse adicional de capacidade instalada de MMGD se concentrou no Centro-Sul do país.

Conforme infográfico da ABSOLAR (11) em 2019, havia em território nacional em GC considerando potência instalada 2.475MW, e em 2020 houve acréscimo de aproximadamente 24,97% chegando a 3.093MW. Para a GD o cenário foi mais promissor ainda, acarretando em um acréscimo de cerca de 107,74% em capacidade de potência instalada, comparando 2019 (2.107MW) com 2020 (4.377MW). A somatória da GD e GC solar em 2020, totalizou 7.470MW em potência instalada, sendo a fração destas 59% e 41%, respectivamente. De acordo com a Figura 5 é possível verificar onde estão localizados os maiores e menores Estados de geração distribuída de fonte solar, através de dados georreferenciados de potência instalada em GD do Brasil.



Figura 5- Porcentagem de potência instalada em GD de fonte solar em 2020.
Fonte: adaptado de Absolar/ ANEEL, 2021.

5.0 CONCLUSÕES

Através da análise de dados reunidas neste informe técnico, pode-se afirmar que para o Brasil, a energia solar é uma fonte muito promissora e com potencial de crescimento, levando em consideração que o recurso solar é propício para a instalação de usinas solares fotovoltaicas de geração centralizada e geração distribuída.

Fica inferido através da durabilidade dos equipamentos para utilização de sistemas solares fotovoltaicos e a rentabilidade proporcionada pelos sistemas On-Grid devido ao tempo de retorno do capital investido (Payback) ser satisfatório, principalmente por proporcionar redução da conta de energia de até 95%. Esta redução é altamente benéfica para o novo perfil consumidor residencial, que passou a consumir muito mais energia elétrica devido às medidas tomadas na pandemia de COVID-19.

Também fica comprovado que os sistemas de geração distribuída solar fotovoltaica, no processo de geração de energia, trazem benefícios para o meio-ambiente, colaborando para a redução da concentração de gases de efeito estufa, de poluentes na atmosfera e na preservação de recursos naturais. Outro ponto positivo, é sua contribuição para a diversificação da matriz elétrica brasileira, tão dependente das hidroelétricas.

O fato de a energia solar fotovoltaica representar uma parcela alta (90,4%) em relação ao aumento de 137% em MMGD, comparando 2020 e 2019, comprova sua rentabilidade e começa a estabelecer a energia solar GD, em Mini e Microgeração como um mercado altamente promissor.

6.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) CASTRO, D. et al. **Brasil e o mundo diante da crise econômica e da Covid-19**. PET Economia, UFPR – Universidade Federal do Paraná, 2020.
- (2) BRASIL, EMPRESA DE PESQUISA NACIONAL (EPE). **BALANÇO COVID-19: Impactos nos mercados de energia no Brasil-1º semestre de 2020**. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-500/Balanco_Covid-19%20rev.pdf. Acesso em 10/10/2020.
- (3) BRASIL, Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). **Resolução Normativa Nº482**, de 17 de Abril de 2012. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências.
- (4) BRASIL, Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). **Resolução Normativa Nº687**, de 24 de Novembro de 2015. Altera a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, e os Módulos 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição - PRODIST.
- (5) BRASIL, Projeto de Lei N.º 10.370, de 2018. Institui a Política Nacional de Energia Solar Fotovoltaica PRONASOLAR e dá outras providências.
- (6) AGÊNCIA BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA (ABSOLAR). **Redução de gastos na conta de luz pode chegar a 95% com energia solar**. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/noticia/reducao-de-gastos-na-conta-de-luz-pode-chegar-a-95-com-energia-solar/>. Acesso em: 26/11/2020
- (7) BRASIL, EMPRESA DE PESQUISA NACIONAL (EPE). **Resenha Mensal do Mercado de Energia Elétrica**. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/resenha-mensal-do-mercado-de-energia-eletrica>. Acesso em 08/09/2021.
- (8) LABREN, Laboratório de Modelagem e Estudos de Recursos Renováveis de Energia. **Atlas Brasileiro de Energia Solar - 2ª Edição (2017)**. Disponível em: http://labren.ccst.inpe.br/atlas_2017.html. Acesso em: 27/11/2020
- (9) BRASIL, EMPRESA DE PESQUISA NACIONAL (EPE). **Balanco Energético Nacional 2021 (BEN 2021)**. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-601/topico-596/BEN2021.pdf>. Acesso em 08/09/2021.
- (10) AGÊNCIA BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA (ABSOLAR). **Brasil ultrapassa a marca de 7GW em potência instalada de energia solar**. Disponível em: <http://www.absolar.org.br/noticia/noticias-externas/brasil-ultrapassa-marca-de-7-gw-em-potencia-instalada-de-energia-solar.html>. Acesso em: 26/11/2020.
- (11) AGÊNCIA BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA (ABSOLAR). **Energia Solar Fotovoltaica no Brasil - Infográfico nº 27**. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/arquivos/>. Acesso em: 09/09/2020.
- (12) FRAUNHOFER I. **Photovoltaics Report**. Disponível em: <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/Photovoltaics-Report.pdf>. Acesso em: 09/09/2020
- (13) TOLMASQUIM, M. T. **Novo Modelo do Setor Elétrico Brasileiro. 2ª Edição Revista e Ampliada**. Rio de Janeiro: Synergia, 2016.
- (14) BRASIL, Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). **Nota Técnica nº 0056/2017-SRD/ANEEL**. Atualização das projeções de consumidores residenciais e comerciais com microgeração solar fotovoltaicos no horizonte 2017-2024.
- (15) NEMET, G. F. **Beyond the learning curve: factors influencing cost reductions in photovoltaics**. Energy Policy, v. 34, n. 17, p. 3218–3232, 2006.
- (16) ABINEE, Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. **Propostas para Inserção da Energia Solar Fotovoltaica na Matriz**. Disponível em: <http://www.abinee.org.br/informac/arquivos/profotov.pdf>. Acesso em: 26/11/2020.

DADOS BIOGRÁFICOS



Possui graduação em Engenharia Ambiental e Urbana (2021) e graduação em Ciência e Tecnologia (2018) pela Universidade Federal do ABC (UFABC) e Técnica Mecatrônica (2007) pelo SENAI Anchieta. Atualmente faz mestrado em Energia com área de concentração: Ambiente, sociedade e planejamento energético, pela UFABC no projeto Solar em conjunto com a concessionária de energia elétrica Enel, dentro da chamada 001/2016 da Aneel - Projeto Prioritário de Eficiência Energética (PEE) e Estratégico de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D).

(2) FEDERICO BERNARDINO MORANTE TRIGOSO

Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Faculdade de Engenharia São Paulo (1985), Mestrado em Energia (2000) e Doutorado em Energia (2004) pelo Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo (IEE/USP). Atualmente é professor associado da Universidade Federal do ABC (UFABC). Tem experiência na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em Instalações Elétricas e Industriais. No referente a atividades de ensino e pesquisa, atua principalmente nos seguintes temas: energias renováveis (tecnologia solar fotovoltaica e energia dos oceanos), planejamento energético, eletrificação rural, energia e desenvolvimento, armazenamento de energia elétrica e impactos das tecnologias de geração de energia elétrica.

(3) PATRICIA TEIXEIRA LEITE ASANO

Patricia Teixeira Leite Asano received her B.Sc. degree in Electrical Engineering from Mato Grosso Federal University in 1995, and the M.Sc. and Ph.D. degrees in Electrical Engineering from the School of Engineering of São Carlos, University of São Paulo in 1999 and 2003, respectively. From 2004 to 2006 she developed research activities in the Lactec institute and since 2006 she joined the Engineering Center of Federal University of ABC (Brazil). She is associated professor in Energy Engineering. Her research interests are energy market and regulation, hydrothermal power systems planning, techniques and artificial intelligence.

(4) MARÍA CLEOFÉ VALVERDE

Possui graduação em Meteorologia - Universidad Nacional Agraria La Molina (1990), mestrado (1996) e doutorado (2003) em Meteorologia pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), e Pós-doutorado em Climatologia e Variabilidade Climática no Centro de Ciências do Sistema Terrestre do INPE. Atualmente é professora na Universidade Federal ABC (UFABC) e também faz parte do programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da UFABC. Atuou como pesquisadora no Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do INPE e tem experiência na área de Clima, Variabilidade Climática, Hidro-climatologia, Mudanças Climáticas e estudos de vulnerabilidade social á extremos do clima.