

# Implantação de energia fotovoltaica, sustentabilidade, desenvolvimento econômico e social em uma Instituição de Ensino Superior no Brasil

Augusto Takashi Miura<sup>1</sup>



10.56238/rcsv14n3-007

## RESUMO

A energia é elemento crucial para as necessidades humanas nos tempos atuais. Os sistemas tradicionais de geração de energia têm representado um problema no que se refere a seus custos, ao seu impacto no meio-ambiente e aos seus reflexos na vida em comunidade. Diante disso, buscar fontes de energia limpas e renováveis que atendam as necessidades da sociedade contemporânea torna-se, cada vez mais, essencial na procura por alternativas relacionadas a fontes energéticas. O sistema de geração de energia fotovoltaica explora a irradiação solar, tornando possível a geração e o armazenamento de energia. Esse sistema encontra no Brasil boas condições de implantação no que se refere às características climáticas, mas ainda são necessários investimentos e políticas públicas que incentivem e privilegiem esse processo. Este estudo teve como objetivo identificar como a implantação de usina de minigeração de energia fotovoltaica em uma universidade federal, a Universidade Federal do Paraná (UFPR), pode contribuir para a comunidade universitária em relação à diminuição de custos e à preservação ambiental. A metodologia utilizada foi descritivo-exploratória, qualitativa, através da qual foram realizados questionário aberto e entrevista semiestruturada. Após análise dos dados, concluiu-se que o sistema pode trazer benefícios em longo prazo e que a maior parte dos entrevistados considera o grande potencial do Brasil na expansão da exploração de outras fontes de energia, além da hidroelétrica, que além de onerosa, traz menos vantagens relacionadas aos contextos ambiental e social.

**Palavras-chave:** energia solar; fotovoltaica; sustentabilidade.

## 1 INTRODUÇÃO

Com a crescimento no mundo globalizado, há uma tendência do aumento populacional nas grandes metrópoles, ou ainda, nas zonas rurais. A consequência são novas construções habitacionais, comerciais, industriais, iluminações para residências e vias públicas para suprir as necessidades humanas. Por sua vez, aumentam as demandas para construção de novas usinas que gerem energia elétrica. Em decorrência disso, aumenta o desmatamento das florestas, trazendo enormes impactos aos recursos ambientais, tais como alterações climáticas, baixa qualidade e quantidade de água, assoreamento dos reservatórios, erosão do leito dos rios, o que desencadeia transformações em todo ecossistema. Esse é o resultado do sistema de geração e produção de energia elétrica convencional, o uso de usinas hidroelétricas.

Algumas alternativas, como as termoelétricas e as usinas nucleares, por exemplo, também impactam diretamente no meio ambiente em que estão instaladas, levando aos governos a investirem

---

Doutor em Projetos

Instituição acadêmica: Universidade Internacional Iberoamericana- UNIB

e-mail: takashimiura53@fmail.com

em sistemas de segurança a fim de prevenir desastres ambientais. Diante desses impactos negativos na geração de energia elétrica convencional, passou-se a buscar alternativas que atendessem as necessidades de consumo de energia elétrica que pudesse ser gerada por meios renováveis e não poluentes. Uma das alternativas que apresentam vantagens ambientais e econômicas é a geração de energia solar fotovoltaica, através da qual, a partir da captação de energia solar, é possível gerar e armazenar energia elétrica para aplicações residenciais, comerciais, industriais, dentre outras necessidades sociais resultantes da atividade humana.

Este artigo é parte de uma tese de doutorado em que se pesquisa o modelo de desenvolvimento da energia fotovoltaica no Brasil como alternativa favorável à questão ambiental. O objetivo do estudo é identificar como a implantação de usina de minigeração de energia fotovoltaica em uma universidade federal, a Universidade Federal do Paraná (UFPR), pode contribuir para a comunidade universitária em relação à diminuição de custos e à preservação ambiental.

## **2 HISTÓRIA DE USINA HIDROELÉTRICA NO BRASIL**

A construção da primeira hidroelétrica no Brasil e na América do Sul aconteceu em 1889, na cidade de Juiz de Fora (MG), com 5 (cinco) turbinas que geravam 4,8MW. Devido ao crescimento da demanda, essa usina deixou de gerar energia para o Sistema de Interligado Nacional (SIN) em 2 de abril de 1980, através do despacho número 928 publicada no Diário Oficial da União e que hoje pertence à empresa Cemig. (Grupo Energisa, 2022).

Em 1905, um grupo formado por três empreendedores funda uma companhia de energia elétrica no estado de Minas Gerais. Desde a fundação, a companhia de energia elétrica progrediu e presta serviços como geração no sistema de usinas hidroelétricas, biomassa, energia eólica para a comunidade em várias cidades do mesmo Estado. A empresa atualmente está investindo em energias renováveis limpas como sistema solar fotovoltaica. (Grupo Energisa, 2022).

A partir de 1970, no Brasil, por tratar-se de um país em desenvolvimento, as indústrias iniciam investimentos e aumentam a produção, conseqüentemente necessitando suprir as demandas de energia elétrica. Em 1975, começa a construção da usina hidroelétrica Itaipu Binacional, através do Plano Básico de Conservação do Meio Ambiente que deu a formulação de projetos de conservação dos animais e da vegetação ali existentes. Assim, nos anos de 1979 e 1987, surgem seminários da Itaipu Binacional sobre Meio Ambiente (Mazzarollo, 2003).

## **3 CONSTRUÇÃO DE USINAS HIDROELÉTRICA NA VISÃO INTERNACIONAL**

A construção da Usina repercutiu internacionalmente devido aos danos ao meio ambiente, como desmatamento, inundações das terras férteis, além de causar desapropriação dos moradores nas

regiões às margens dos rios, em nome de desenvolvimento econômico. Neste contexto, buscam, analisar a ideia de conservação da natureza proposta pela Itaipu, inserida em um momento que é marcado tanto pela percepção de que o desenvolvimento causava a devastação do meio ambiente, quanto pela ideia desenvolvimentista no Brasil (Ziober; Zanirato, 2014).

Entende-se que os problemas ambientais não atingem somente os locais em que ocorrem os desastres, mas sim, ultrapassam as fronteiras, atingindo variados locais devidos à poluição causada pelas indústrias, emitindo gases tóxicos nas atmosferas, nos rios e tantas outras localidades, levando, assim, ao surgimento da Ordem Ambiental Internacional para discutir os problemas de meio ambiente (Ribeiro, 2005).

Com os acontecimentos de desastres em âmbito global, iniciaram-se algumas das várias conferências internacionais como a de Estocolmo, na Suécia, a Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento e Meio Ambiente Humano. Nessa Conferência, os comentários abordaram a poluição atmosférica, a poluição da água causada pela industrialização e dos solos, buscando estratégias para diminuição das poluições, além do aumento demográfico e os reflexos sobre os recursos da Terra. Abordou-se alguns temas como o crescimento zero (desejando barrar o crescimento econômico e industrial) e o desenvolvimentista (reivindicação do crescimento vindo pela indústria). Este último modelo desenvolvimentista se enquadraria no Brasil (Ribeiro, 2005).

Nesse contexto, a conservação de energia surge como um fato novo, um ponto de convergência de interesse no qual empresas e consumidores passam a buscar, juntos, ações e posturas que representem um bom negócio para ambos. Mais ainda, a conservação de energia coloca-se entre as iniciativas que compõem um compromisso com o futuro, em que aspectos fundamentais como a preservação do meio ambiente, a otimização de recursos econômicos, entre outros, determinarão a efetividade do sistema, condição na qual os benefícios socioeconômicos são importantes para sustentabilidade.

Também a conservação de energia elétrica é uma prática utilizada por pessoas interessadas em reduzir os impactos ambientais das principais fontes de energia como hidrelétrica, nucleares, combustíveis fósseis, entre outras. Ainda, conservar energia significa usar racionalmente a eletricidade disponível, evitando com isso os danos ambientais. No Brasil, eram dois os sistemas energéticos que se renovam, a hidroeletricidade e biomassa e, atualmente, tendo como fonte o sol, que é o sistema de fotovoltaico. Para o primeiro sistema, tem-se alto potencial hidráulico, enquanto para o segundo tem-se imensas áreas para agricultura, já o terceiro, que é o fotovoltaico, é proveniente do sol que gera energia limpa.

#### 4 FONTE ALTERNATIVA

A radiação solar é a energia emitida pelo Sol em forma de radiação, onda eletromagnética, assim entendemos que é uma fonte que poderá ser aproveitada para gerar energia elétrica. Mas não podemos descartar as duas fontes, sol e a água, como grandes aliados, como alternativas mencionadas anteriormente. Assim, conservar energia é obter o melhor resultado com o menor consumo, sem prejuízo dos resultados para indústrias, comércio e a prestação de serviços, bem como para o conforto do lar. O conceito mais dinâmico, que está associado ao crescimento da economia, a produtividade, à proteção ambiental e ao desenvolvimento sustentável é definido como eficiência energética. (Santos, 2022).

Com a conservação, obtém-se redução de despesas com energia elétrica, melhor aproveitamento das instalações e equipamentos e aumento de segurança. As informações de ofertas das fontes energéticas e suas alternativas têm-se ampliado, de modo que a primeira preocupação do consumidor é o tipo de energia a ser utilizada, ou seja, fotovoltaica, eólica, biodigestor entre outras. Sobre o sistema Eólico, segundo a “Conectas direitos humanos”, os parques eólicos no sertão nordestino impactam diretamente nas comunidades tradicionais, como observado pela equipe da Conectas e *Internationale Accountability Project*, localizado na chapada do Araripe. Os biodigestores que são utilizados nos campos rurais aproveitam resíduos orgânicos e esgotos, coletados no meio rural, são utilizados em menor escala, pois dependem dos dejetos resultantes de cada propriedade rural. O sol, existente na natureza sem custo financeiro, fornece energia transformando sua luz em eletricidade por efeito fotovoltaico. Assim, a situação de fornecimento de energia elétrica não é recente, como mostra a pesquisa realizada pela historiadora Verônica Pimenta Velloso que no Brasil, período em que a ordem do dia era o racionamento de energia elétrica em razão de crise no setor. (Memória da Eletricidade, 2001).

No ano de 1981, o governo federal criou o Programa “Conserve”. O objetivo era dar importância à Conservação de Energia, uma iniciativa que teria um compromisso com o futuro, onde os aspectos fundamentais como preservação do meio ambiente, a otimização de recursos econômicos, entre outros, determinariam a efetividade do sistema, gerando benefícios sociais e econômicos máximos. (Brasil, 2019).

Em outubro de 2001, foi sancionada a Lei nº 10.295 sobre Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, onde o tema principal foi o consumo de energia máximo e mínimo de eficiência energética das máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricada e comercializados no país. Neste programa foram inseridos níveis mínimos de desempenho para motores elétricos trifásicos de indução, lâmpadas fluorescentes compactas e vários aparelhos domésticos. (Nogueira, 2007).

## 5 A DIMENSÃO AMBIENTAL

A questão ambiental é indiscutivelmente bastante complexa, visto que ela é integrada por vários componentes do meio físico (ar, água, solo, subsolo) do meio biótico (fauna e flora) e do meio antrópico (social, econômico e cultural), que integram entre si, podendo ser causa e efeito simultaneamente. Não se deve esquecer que aspectos políticos, administrativos, públicos e privados também interferem na questão ambiental. (Carvalho, 2019)

Os números indicam que o crescimento populacional será de 0,74%, ou seja, a população brasileira chegaria a 213.3 milhões de pessoas em 2021 e a projeção é que esse número aumente até o ano de 2030. Com essa estimativa do crescimento populacional, haverá necessidade de incrementar mais geração para atender a demanda, ou aumentar produção de geração nas geradoras em quantidade tal que supra as necessidades previstas em horários de ponta. (IBGE, 2022).

Com o surgimento da tecnologia de aproveitamento da luz do sol e por tratar-se de um sistema que não gera poluição no meio ambiente, inicia-se a implantação de usinas fotovoltaicas em vários países com matriz energética sustentável, fortalecendo-se em países como Alemanha, Estados Unidos, China e Japão, que desenvolvem o Sistema Nacional de Inovação e suas políticas públicas e econômicas conjuntamente com a realidade de cada país. É importante destacar que esse processo depende de políticas públicas que viabilizem e favoreçam a implantação de sistemas de geração de energias renováveis e limpas, com direcionamento de investimentos a esse projeto. Apesar disso, o que se vê, atualmente, ainda é o privilégio de investimentos direcionado à energia gerada através de usinas hidrelétricas, mais onerosas e menos favoráveis à questão ambiental.

## 6 NORMAS E RESOLUÇÃO

No Brasil, com a Resolução Normativa ANEEL N° 482 DE 17/04/2012, apresentou-se a alternativa que permitia que o consumidor pudesse gerar a própria energia proveniente de fonte renovável e que as energias excedentes voltariam para distribuição de sua localidade. A Resolução Normativa n° 414/2010 teve objetivo de redução dos custos e tempo de conexão da microgeração e minigeração para compatibilizar o sistema de compensação de energia elétrica com as condições gerais de fornecimento. Ainda com a Resolução Normativa n° 482/2012, revisada pela Normativa n° 687/20156, houve aumento e melhoria nas informações das faturas aos consumidores. As Resoluções Normativas foram importantes para o crescimento nas gerações de energia de fonte renováveis. O destaque deste movimento se deu no ano de 2016, mundialmente, principalmente no que se refere à energia solar fotovoltaica, que veio para beneficiar o sistema brasileiro nos locais como: áreas rurais e centros urbanos, sendo favorável para o Brasil devido à alta radiação nos territórios, podendo e favorecendo as instalações deste sistema que seja privado ou público (Coelho et al., 2018).

Conservar energia não é somente desligar energia, perder qualidade de vida, deixar de usar a energia necessária, comprometer a produtividade ou o desempenho da produção nas aplicações industriais, comerciais, agropecuárias, ou órgãos públicos e racionamento. É importante lembrar que conservar a energia elétrica é fundamental, para eliminar os desperdícios, usar energia de forma eficiente, gastar apenas o necessário, buscar o máximo de desempenho com o mínimo de consumo, ter uma educação ambiental e assumir um compromisso com a preservação do planeta.

Para controle de energia é de extrema importância o monitoramento do consumo e a adoção de medidas para a redução dele. Para grandes consumidores e instituições a tarefa de controle de consumo é complexa e requer muita disciplina e planejamento. Com todas essas informações, no passado isso representava um problema, com crescimento de população e a consequente multiplicação das atividades industriais e econômicas, gerando um agigantamento no consumo de energia. Para tentar amenizar a situação, consumidores, indústrias, comércios e órgãos públicos passaram a se utilizar de uma solução imediata que foi substituir as lâmpadas incandescentes e fluorescentes por equipamentos mais eficientes e iluminação mais racional, com maior aproveitamento da luz do sol, além de novas tecnologias mais econômicas obedecendo às Normas como Inmetro e da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. Com todas essas providências e soluções encontradas das substituições dos equipamentos ou materiais elétricos, não se teve bons resultados. Iniciaram-se novos estudos da escolha de sistema de geração de energia elétrica, mas surgiram as dificuldades para buscar os recursos financeiros para projetos. Como comentamos anteriormente, este recurso de financiamento veio após criação do PROCEL, que trouxe benefícios para concessionárias e para consumidores.

## 7 EVOLUÇÃO DO SISTEMA FOTOVOLTAICA

A Universidade Federal do Ceará e o Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará, em 2003, tiveram o primeiro experimento com instalação de osmose reversa acionado para medir e coletar os dados através da energia solar pelo sistema de fotovoltaicos. Esse processo dos experimentos foi financiado por recursos do Banco Nordeste e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnologia (CNPq).

Conforme Bezerra (2021), atualmente temos total de potência instalada de geração fotovoltaica, conforme estatística no dia 31/12/2019 com geração distribuída 1.999,3 MW no Brasil sendo estes: Sudeste, com 729.6MW, Sul, com 587.4MW e Norte, com 60,3MW. A potência centralizada total de 2.473,5, sendo 916.5MW no Sudeste, e no Sul de 8,1 e Norte de 14,0 MW, totalizando potência de 4.472, deste, 1.616,1 no Sudeste, 595,5 no Sul e Norte com 74,3MW. Foram mencionados somente os locais em que há as instalações de fonte solar fotovoltaica.

O Brasil é um país que tem potencial solar para geração de energia elétrica, diferente dos demais países onde o sol ao longo do dia não é suficiente para gerar acúmulo de energia elétrica. Mas os incentivos para aquisição do sistema fotovoltaico estão evoluindo para consumidores residências. Para as indústrias e órgão governamentais existem sistema de programa de eficiência energética – PEE e programa de pesquisa de desenvolvimento – P&D, juntamente com as concessionárias de energia elétrica. (Rosa; Gasparin, 2016).

Em qualquer local, sendo potencializado, o aproveitamento poderá entrar com projeto para que o fornecimento de energia seja híbrido, com miniusinas interligadas com a rede ou não no Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - PROCEL do Ministério de Minas e Energia - MME.

As pesquisas sobre fontes renováveis ou alternativas que têm o objetivo de suprir as necessidades dos seres humanos, seja nas indústrias, comércio ou residências, além de preservar meio ambiente e conservar fonte de energia elétrica, tiveram início nos séculos passados.

Com a evolução dos conhecimentos das ciências e tecnológicas, a fonte renovável que mais desenvolve no mundo inteiro e no Brasil é a fonte de fotovoltaico. Não somente em aumento das demandas de utilização de energia elétrica, mas as tarifas e situações climáticas também contribuíram para evolução das instalações de módulos de fotovoltaicas em todos os países desenvolvidos.

Conforme estudo realizado por Silva et al. (2017) em relação às grandes cidades observam que, em primeiro lugar, deveria satisfazer as necessidades humanas e sociais das comunidades. Assim os objetivos dos pesquisadores é oferecer uma solução energeticamente sustentável, que é energia solar fotovoltaico, uma alternativa promissora para o meio ambiente.

Investigações realizadas por Vieira et al. (2018) indicam que com crescimento de demanda de energia elétrica, constatou-se vantagens das instalações de geração solar fotovoltaica devido à facilidade em instalação e manutenção. Porém com toda as vantagens que proporciona o sistema fotovoltaico, os pesquisadores avaliam os impactos na geração distribuída no sistema de transmissão e distribuição de energia elétrica, especialmente na geração solar fotovoltaica, que apresenta variações de potência gerada ao longo do dia.

Silva et al. (2018) apresentaram estudo sobre a correção do fator de potência de um sistema fotovoltaico conectado na rede. Foram analisados a qualidade, os problemas e a segurança no fornecimento energético e qualidade de energia em relação à variação de potência reativa e ativa. Os resultados apresentados pelo software ANAREDE para analisar a demanda, as variações de tensões e o fator de potência demonstraram ter ocorrido alteração significativa. Esses valores das alterações do fator de potência causam impactos negativos no setor financeiros, devido a excedentes de reativos do sistema.

Atualmente, buscam-se as alternativas estudando e pesquisando novas fontes de geração de energia elétrica que cause menos destruições de meio ambiente e que economicamente não venham afetar nas produções nas indústrias, comércio e residências. Porém para as pesquisas e projetos e implantações das fontes alternativas, são necessários recursos financeiros que impactam com custos elevados. Para evolução dos projetos e implantação, muitos buscam financiamentos nacionais junto aos governos federais ou internacionais.

## **8 CONSTRUÇÃO DE USINA HIDROELÉTRICA**

No Brasil, podemos mencionar que, em geral, a geração de energia elétrica provém da hidroelétrica, isso sustenta a instabilidade devido à dependência climática, dependendo das chuvas e acúmulo de água nos reservatórios, porque para geração de energia elétrica, as turbinas dependem de que o nível da água esteja de acordo com condições técnicas. Assim, a falta de quantidade de energia elétrica suficiente para fornecimento aos consumidores indica a necessidade de uma alternativa como termoelétrica ou outras fontes, como a energia eólica e a energia fotovoltaica.

O Brasil é um país que tem potencial solar para geração de energia elétrica dos demais países, onde o sol, ao longo do dia, não é suficiente para captar radiação para acúmulo de energia elétrica. Porém, no Brasil, os incentivos para aquisição do sistema fotovoltaico ainda estão evoluindo nos consumidores residenciais, mas as indústrias e os órgãos governamentais estão com sistema de programa de eficiência energética – PEE e programa de pesquisa de desenvolvimento – P&D, juntamente com as concessionárias de energia elétrica. No Brasil, existem incentivos de programa para desenvolvimento das fontes renováveis da energia solar fotovoltaica (Rosa; Gasparin, 2016).

Com o passar dos anos, o crescimento no Brasil e no mundo está evoluindo tecnologicamente e economicamente. Isto faz com que aumento da demanda de energia elétrica conforme a taxa de população vá aumentando. Para atender a demanda, necessita-se de aumento de usinas hidroelétricas, causando desmatamento e esgotamento de recursos naturais. Com isso, acionando energia termoelétrica para atender a demanda elétrica por sua vez teremos poluição gás efeito estufa (Knirsch, 2012).

## **9 INCENTIVOS PARA INSTALAÇÃO DE ENERGIA SOLAR**

Conforme Silva (2015), os incentivos à energia solar no Brasil que podem ser destacados são:

- Venda direta a Consumidores;
- Sistema de compensação para Mini e Microgeração;
- Desconto na Tarifa de uso dos Sistemas de Distribuição (TUSD) e na Tarifa de uso dos Sistemas de Transmissão (TUST);

- Programa Luz para Todos;
- Debêntures Incentivos;
- Convênio Número 101, de 1997 do Conselho Nacional de Política Fazendária (CONFAZ);
- Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura (REIDI);
- Lei de Informática;
- Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores (PADIS);
- Apoio a Projetos de Eficiência Energética (PROESCO);
- Condições Diferenciadas de Financiamentos (BNDES);
- Inova Energia;
- Pesquisa e Desenvolvimento (P&D).

Após esses incentivos mencionados acima, houve crescimento da energia solar no ano de 2014, tendo como primeiro Leilão de Energia de Reserva \_ LER 2014, tendo 400 projetos cadastrado de geração fotovoltaico, chegando a uma potência de 10.790MWp com investimento de R\$4.1 bilhões (EPE, 2014).

Tendo crescimento e interesse da diversificação da matriz elétrica, o Ministério de Minas e Energia, em agosto de 2015, realiza primeiro LER 2015, proveniente de empreendimentos fotovoltaicos, tendo a inscrição de 382 projetos cadastrados com uma potência de 12.528 MWp. Destes, foram contratados 30 projetos com uma potência de 1.043,7MWp, com investimento estimado de R\$4.3 bilhões (EPE, 2015).

Podemos destacar que, no ano de 2013, o Estado de Pernambuco realizou leilão específico para fonte solar, tendo 6 projetos contratados com uma potência de 122MW, ao preço médio de R\$ 228,63/MWh (Silva,2015).

## **10 EVOLUÇÃO E APROVEITAMENTO DO SISTEMA SOLAR**

Efetivamente, no Brasil, houve potencial e aproveitamento do sistema solar a partir de 2012, com a resolução 482 da ANEEL e com leilões de Energia de Reserva de fonte solar fotovoltaica. Com a resolução, houve desenvolvimento e interesse por parte dos consumidores em relação à instalação do sistema fotovoltaico como matriz de energia, nacionalmente.

Além desse incentivo, a geração distribuída e isenções fiscais também representaram importantes fatores, como a proposta de que o ICMS, do Governo de cada Estado, através da Secretaria da Fazenda, tivesse incidência somente na parcela líquida de energia elétrica, após a compensação da energia elétrica injetada na rede pública e não sobre o total bruto consumido da distribuidora (Rosa; Gasparin, 2016).

A evolução e o crescimento da exploração da energia gerada por usinas hidroelétricas no Brasil tiveram avanço, conforme as pesquisas realizadas pelo ANEEL do mapa de sistema de informação geográfico do setor elétrico do Brasil, datado de dia 29 de junho de 2022, em que temos as seguintes situações:



#### Simbologia.

- - CGH - Centrais de geradores Hidroelétrica.
- - CGU - Central Geradora Undi-Elétrica.
- - EOL - Eólica.
- - PCH - Pequenas Centrais de hidroelétrica.
- - UFV - Centrais de Geradora Fotovoltaica.
- - UHE - Usina Hidroelétrica.
- - UTE - UAIN Termelétrica.
- - UTN - Usina Termonuclear.

Conforme o mapa acima, observa-se 3232 Usinas Termoelétricas (UTE) com potência de 54.302.276.81kW (em vermelho), 223 Usinas hidroelétricas (UHE) com uma potência de 103.454.926.00kW (em verde) e Usina de Fotovoltaicas (UFV) 12.642 kW com uma potência de 61.931.418.88kW (em amarelo). Somando as Termoelétricas (UTE) e fotovoltaicos (UFV), relação das usinas hidroelétricas, com duas usinas equiparam as potências da usina hidroelétrica. Ou seja, ainda a Usina Termoelétrica (UTE) pode causar danos ao meio ambiente devido à poluição de gás e Usina de fotovoltaicas (UFV), sendo energia limpa, poderá contribuir muito no meio ambiente e um sistema de sustentabilidade. Os governos Federal, estadual e Municipal devem contribuir e incentivar os investimentos e na fiscalização em toda esfera. Também que essa matéria em sistema de energia limpa seja incluída nas escolas técnicas e nas Universidade, devido à complexidade do projeto Da mesma maneira, instaladores sem conhecimento técnico profundo instalam os módulos de fotovoltaicas, o que pode causar prejuízos para consumidores. Assim, uma formação técnica deve ser exigida como requisito para esse procedimento de instalação. As empresas prestadoras de serviços também devem deter conhecimento profundo em todos os sistemas de materiais elétricos. Conhecer a inclinação dos módulos (ângulos a relação incidência solar), o nascimento do sol, os horários em que a luz solar incide

mais tempo nos módulos, a qualidade dos inversores de corrente contínua para corrente alternada, por exemplo, é fundamental para que não se tenha fuga de energia nas tensões e nas correntes elétricas, material dos módulos fotovoltaicas.

## 11 MATRIZ POR ORIGEM DE COMBUSTÍVEL

A estatística de Matriz por Origem de Combustível da ANEEL, datada no dia 30 de junho de 2022, são 2245 locais em que o petróleo do tipo óleo diesel tem origem fóssil. E 59,02% do fornecimento de energia elétrica provem da usina hidroelétrica (UHE), e 2.87% e sistema fotovoltaica. Sendo o Brasil um país que mais tem condições da implantação e aproveitamento do sistema solar. Para crescer, depende do incentivo do governo, da divulgação de informações técnicas que proporcionem à população maior entendimento e aceitação de outras formas de geração de energia e de que as empresas se preparem tecnicamente para tal.

Gráfico 2: Fontes de energia em empreendimentos



Observa-se no gráfico acima que a Usina de Fotovoltaica (UFV - Solar) tem percentual muito baixo de utilização. As usinas de energia termoelétrica (UTE) poderão ser substituídas pelos sistemas de energia limpa, contribuindo no sistema de meio ambiente e na sustentabilidade.

No estado do Paraná são 17 Usinas de hidroelétricas (UHE) com uma potência de 15.065.636.00kW, 106, Usinas Termoelétrica (UTE) com uma potência de 1.919.806.35kW e 20, Usinas de fotovoltaicas (UFV) com uma potência de 4.513.71 kW. Potencialmente de crescimento na UFV.

## 12 MATRIZES RENOVÁVEIS

Estatística da Superintendência da Concessão e Autorização de Geração datada no dia 30 de junho de 2022 da ANEEL informa:

Tabela 2: Relação potência ortogada em kW de acordo com tipo

Quantidade	Potência	Modelo	Tipo
610	16.186.379.45kW	Biomasa	Cana de açúcar
11.000	5.097.769.98Kw	Solar	Sol
824	21.886.178.86	Eólica	Vento
1.377	109.454.145.59	Usina	Hídrica

Conforme tabela acima o sistema solar está evoluindo, apesar de que a quantidade instalada sendo maior que as demais usinas, porém em potencias instaladas ainda e menor de todas as usinas.

### 13 MATRIZ POR FASE DE CONSTRUÇÃO

Empreendimento em construção conforme ANEEL datada no dia 30 de junho e 2022.

Figura 1 – Empreendimentos em construção e fontes de energia

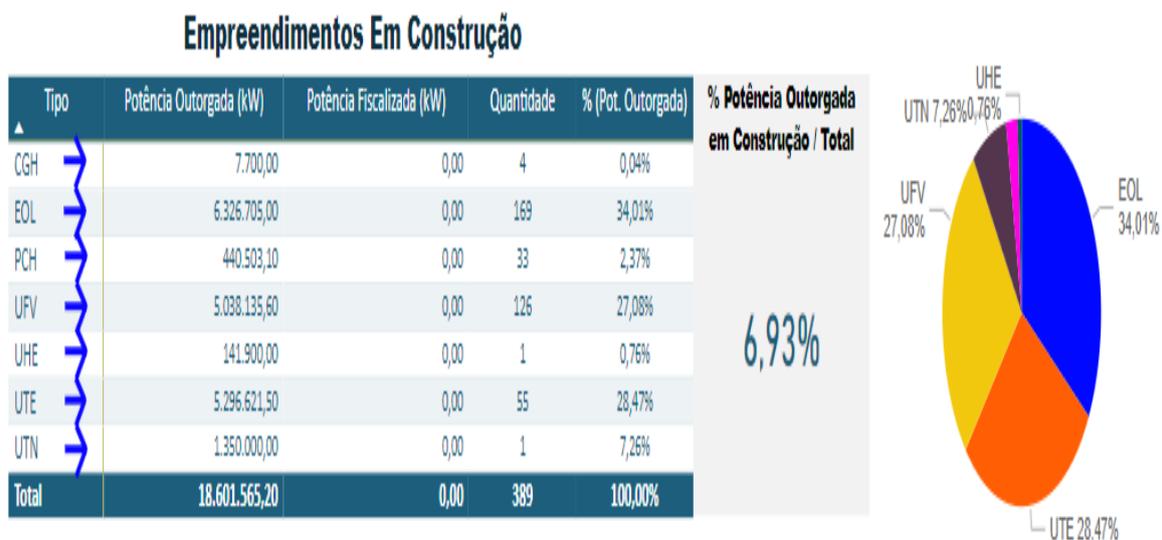


Figura 2: Empreendimentos em construção não-iniciada e fontes de energia



Os dados demonstrados indicam que entre os empreendimentos com construção não iniciada, o modelo de Usina Fotovoltaica (UFV) está em ascensão, devido aos incentivos que o governo está proporcionado aos consumidores.

## 14 VANTAGENS GERAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICOS

As vantagens de gerar energia elétrica através do produto de material natural que sol e por sua vez transforma em energia elétrica sem utilização de combustível fósseis, temos sistema de fotovoltaicos temos algumas vantagens (Hubner, 2016).

- Sem necessidade de combustíveis fósseis;
- Sua vida útil é de cerca de 25 anos;
- Este é um sistema fácil de modular (ABB, 2010);
- Possui alta confiabilidade e não possui partes móveis (Assunção, 2010);
- O módulo é fácil de transportar e adaptável, permitindo componentes simples e adaptáveis para atender às diversas necessidades de energia;
- O tamanho do sistema pode ser ajustado para vários miliwatts ou quilowatts de aplicações, porque a potência instalada pode ser alterada adicionando módulos adicionais;
- Reduz custos operacionais, quase nenhuma manutenção;
- Silencioso, sem atrapalhar o meio ambiente;
- O módulo pode resistir a condições climáticas extremas, como granizo, vento, temperatura e umidade.

### **Desvantagens:**

- O custo do investimento inicial é alto, pois a fabricação de módulos fotovoltaicos requer uma tecnologia muito complexa;
- Devido às mudanças na energia (o sol), a geração de energia é irregular. A quantidade de energia gerada depende da incidência de radiação solar no local de instalação, da inclinação e direção do painel, da presença ou ausência de sombras e seus componentes.
- Comparado com o custo do investimento, a taxa de conversão real do módulo é reduzida;
- Quando o sistema é isolado, é necessária uma fileira de baterias para armazenar energia, o que aumenta ainda mais o custo do sistema fotovoltaico.

### **Instalações de sistemas fotovoltaicas.**

Fotovoltaica.



Usina minigeração da Universidade Federal do Paraná.



O projeto de implantação e execução do sistema fotovoltaica na Universidade Federal do Paraná deixou de emitir 96 toneladas de gás carbono por ano, o que equivalente a preservação de 4.372 árvores, O meio ambiente e da sustentabilidade agradece a humanidade. O objetivo do projeto, juntamente com a UNIVERSIDADE, FUNPAR, COPEL E ANEEL, com a campanha da ENERGI-UFPR e a Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE-UFPR) e foram para disponibilizar a energia limpa, instalando módulos de painéis fotovoltaicos Também gerando economia de recursos na redução de energia elétrica para Universidade.

Os recursos resultados com edital da Copel e da Aneel, foram liberados R\$ 18. milhões, tendo contrapartida para iniciativas de pesquisas e desenvolvimento, que devem ser ampliadas para demais projetos de eficiência energética da Universidade dos projetos de eficiência energética partir de 2016. Esperando uma economia de R\$ 1,5 milhões por ano com a energia elétrica. (UFPR, 2020)

## 15 METODOLOGIA

A metodologia utilizada foi descritivo-exploratória, qualitativa, através da qual foram realizados questionário aberto. Cada participante foi inquirido individualmente, em questionário por escrito e entrevista gravada. Neste estudo, especificamente, serão apresentados os resultados referentes ao questionário e, posteriormente, um estudo mais amplo incluirá os dados das entrevistas. Foram entrevistados docentes de uma instituição pública de ensino superior na área de Engenharia ou áreas correlatas ao tema e profissionais engenheiros com conhecimento da energia fotovoltaica a respeito dos reflexos da implantação de um sistema de minigeração de energia fotovoltaica no campus da universidade e a respeito desse sistema de geração de energia e suas perspectivas no Brasil.

Cada participante foi convidado a responder um questionário aberto, sobre a temática investigada. Para a análise dos dados, o conteúdo é sistematizado pelo que foi expresso por determinado grupo de pessoas de forma discursiva, extraíndo-se, de cada um dos depoimentos as ideias centrais. Foi adotado como critério de inclusão dos participantes nesta pesquisa docentes de uma instituição pública de ensino superior, a UFPR (Universidade Federal do Paraná) na área de Engenharia ou áreas correlatas ao tema e profissionais engenheiros com conhecimento da energia fotovoltaica. A sequência das entrevistas segue segundo as tipificações profissionais: professor e Vice-Diretor do Setor de Biologia (entrevistado A), Engenheiro fiscal da UFPR (entrevistado B), Professor na Engenharia Elétrica da UFPR e engenheiro (entrevistado C), Engenheiro e Diretor de empresa de engenharia das instalações do sistema de fotovoltaicos (entrevistado D); Engenheiro Civil e fiscal da obra da UFPR (entrevistado D), Engenheiro de Manutenção de uma empresa do fábrica de cabos elétrico e fibra óticas (Entrevistado F).

## 16 RESULTADOS

O questionário traz perguntas acerca dos resultados da implantação de projeto de eficiência energética e minigeração de energia fotovoltaica em uma instituição pública de ensino superior.

Perguntados se houve redução no consumo de energia elétrica devido ao aumento da eficiência energética no sistema de iluminação, a maioria dos participantes respondeu que sim, houve redução no consumo de energia elétrica. Um participante indicou que acredita não ter atingido esse objetivo, devido ao período de intermitência de funcionamento da usina, conforme pode ser identificado na fala: “Acredito que não tenha sido possível atingir esse objetivo, ainda, em função do grande período de inatividade da usina, bem como de sua intermitência de funcionamento.” (Entrevistado A).

A segunda pergunta questionou se houve redução nos custos de manutenção dos sistemas de iluminação, a maioria concordou que houve redução. Esse posicionamento pode ser representado pelo entrevistado B: “Sim, redução de até 40% no consumo da iluminação.” Um dos participantes informou não ter dados suficientes para responder a essa questão.

Quando questionados se consideraram que houve redução de gastos com energia elétrica, a maioria informou que sim, indicando redução de até 50% nos gastos com energia, mesmo considerando os efeitos da pandemia e o aumento de consumo de forma geral na universidade, conforme resposta do entrevistado C: “Sim, houve redução. Veja, não é visível esta redução, pois a universidade vem aumentando o consumo e também tivemos o efeito da pandemia, mas basicamente ocorreu uma redução em 50% na iluminação.”

Em relação às práticas de eficiência energética através de ações de capacitação, os participantes foram questionados se houve treinamento direcionado a essas práticas. Metade dos participantes

indicou não haver ocorrido nenhum tipo de treinamento em seu setor; a outra metade afirma que ocorreu treinamento, ainda que direcionado somente aos gestores, como afirma o entrevistado B: “Houve treinamento somente para os gestores.”

No que se refere à primeira parte do questionário que teve como objetivo principal detectar a percepção dos participantes em relação ao funcionamento e aos resultados observáveis decorrentes da instalação do sistema de captação solar e geração de energia elétrica fotovoltaica, verificou-se que a maior parte das respostas apontaram um resultado positivo para a universidade e a comunidade envolvida no processo de consumo dessa energia.

Considerando o processo de aperfeiçoamento na geração de energias renováveis entre a instituição de ensino superior e a companhia de energia parceira no projeto, perguntou-se aos participantes se acreditam que a quantidade e a qualidade das usinas convencionais permanecem a mesma, precisa ser aumentada ou se há uma tendência no aumento de sistemas que aproveitam a luz do sol através do sistema fotovoltaico. Metade dos participantes acredita que existe uma tendência no aumento de investimentos em fontes de energia alternativas, conforme pode-se destacar em: “Entendo que o sistema fotovoltaico vai avançar mais, principalmente com a chegada das baterias, porque possível armazenar energia elétrica na bateria, porque os valores das baterias vão ficar mais baratas, aí começa divulgar este sistema. Porque o sistema fotovoltaico a energia é armazenada durante de dia e a noite poderá aproveitar. Isso poderá ser para todo sistema geral. Que seja indústrias, residenciais.” (Entrevistado D). Um quarto dos participantes afirmou ser importante que ambas as fontes sejam ampliadas, pois apesar das vantagens, a energia gerada por geração fotovoltaica teria menos impacto na demanda de energia, devido a sua baixa magnitude de potência alcançada. O último quarto indicou não haver nenhuma diretriz da universidade em relação à fonte de energia utilizada, somente em relação à redução no consumo de energia, de acordo com o entrevistado C: “Não há uma diretriz da universidade quanto ao tipo de fonte de geração a ser utilizada. Somente há a diretriz para ter a redução no consumo de energia e na fatura de energia.”

Questionou-se aos participantes o quanto o projeto de redução de consumo de energia através da usina de geração fotovoltaica pode interferir na mudança de cultura na perspectiva da sustentabilidade organizacional. A maioria dos participantes acredita que o efeito da conscientização ocorre, porque a comunidade percebe a importância de se reduzir o consumo de energia, alcançando àqueles que estão inseridos onde ocorre a instalação do processo, além da questão financeira relacionada à economia de gastos, como se pode verificar em: “Existe o efeito de conscientização, a comunidade repara que é importante reduzir o consumo de energia.” (Entrevistado C). Um participante informou que o alcance tem sido limitado, devido à inconstância de funcionamento da usina, como

afirma o entrevistado A: “Até o momento o alcance tem sido limitado, em meu setor, devido a inconstância de seu funcionamento.”

No que se refere à pergunta a respeito da possibilidade de surgimento de novos sistemas de geração elétrica após o século XXI, todos os participantes responderam afirmativamente, demonstrando grande tendência de ampliação de possibilidades no setor de geração de energia. Podemos destacar esse posicionamento através de algumas respostas: “Sim, a expectativa é de novas fontes de geração e, também, a substituição tecnológica, por exemplo utilizando-se o sistema de aquecimento por troca de calor com o solo.” (Entrevistado C); “Sim, já há experimentos promissores na geração de energia elétrica através da fusão nuclear, que em breve será uma realidade. Sem contar que este tipo de geração de energia não gera resíduos.” (Entrevistado E); “Existem várias pesquisas para encontrarmos outras alternativas de geração de energia.” (Entrevistado F).

## 17 CONCLUSÃO

A geração, a conservação e a distribuição de energia do Brasil, levando em conta questões ambientais, sociais e econômicas, está passando por transformações que ocorrem paulatinamente, com ações e estratégias que começam a se delinear no cenário nacional, acompanhando as tendências internacionais. Nesse contexto, na exploração de fontes de energia limpas, renováveis e que não gerem resíduos, destaca-se o sistema de geração de energia fotovoltaica, que tem grande potencial de exploração em nosso território, dependendo de políticas públicas que incentivem a implantação e a expansão desse tipo de sistema de geração de energia. Analisando os resultados, foi possível concluir que o sistema pode trazer benefícios em longo prazo, já que em curto prazo alguns participantes já identificaram essas vantagens, enquanto outros afirmaram ainda não terem sido identificados seus benefícios. Além disso, constatou-se que a maior parte dos entrevistados considera o grande potencial do Brasil na expansão da exploração de outras fontes de energia, além da hidroelétrica, que além de onerosa, traz menos vantagens relacionadas aos contextos ambiental e social. Além disso, compreendem que faz-se mister que haja investimentos governamentais e incentivos à iniciativa privada para que se privilegie a geração de energia limpa, principalmente no que se refere ao sistema de geração de energia fotovoltaica.

A evolução da tecnologia dos materiais e uso do sistema fotovoltaica estão em expansão devido a suas facilidades de instalações e manutenção. Os cuidados devem ocorrer nas elaborações dos projetos observando todo o sistema de energia solar e a localização das instalações de módulos, para que a incidência do sol ocorra conforme os cálculos matemáticos dos ângulos solares, com o objetivo de que a energia gerada nos módulos tenha melhor aproveitamento no período de incidência solar.

## REFERÊNCIAS

- ABB. (2010). Technical Application Papers No. 10, Photovoltaic Plants. Disponível em: <https://library.e.abb.com/public/9b867d77d5e0da7fc1257ca60057221b/QT10%20EN%202013.pdf>
- Assunção, F. C. R. (2010). Energia Solar Fotovoltaica no Brasil: Subsídios para Tomada de Decisão. Série Documentos Técnicos, CGEE, maio de 2010.
- Brasil. (2019). Ministério de Minas e Energia. Quem é quem da Eficiência Energética no Brasil. Disponível em: [https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/spe/sef/document\\_0\\_5217708718995228.pdf](https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/spe/sef/document_0_5217708718995228.pdf)
- Carvalho, T.G. (2019). Reflexões acerca de indicadores de sustentabilidade em comunidades locais: do desenvolvimento sustentável à sustentabilidade socioambiental - qualificando o diálogo com as diferenças. Revista Interdisciplinar Sulear. Ano 2 v.1 Editora UEMG. p. 96-99. Disponível em:
- Coelho, B. M., Paschoareli Jr, D., & da Silva Romero, C. W. (2018). Potencial Energético Da Biomassa Em Pequenas Propriedades Rurais—O Caso Do Assentamento Estrela Da Ilha. In VII Congresso Brasileiro De Energia Solar-Cbens 2018.
- EPE - Empresa de Pesquisa Energética. (2014). Nota Técnica DEA 19/14 – Inserção da Geração Fotovoltaica Distribuída no Brasil – Condicionantes e Impactos. Rio de Janeiro, outubro/2014. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/Série>
- Grupo Energisa. (2022). Nossa História 1905-2019. Disponível em:
- Hubner, L. B. A. S. (2016). Viabilidade financeira da instalação de um sistema fotovoltaico. Trabalho de Conclusão de Curso. Faculdades Integradas Machado de Assis.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2021). Estimativas de população publicadas no DOU. Disponível em: <https://ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=resultados>
- Knirsch, T. (2012). Caminhos para a Sustentabilidade. Edição especial Rio de Janeiro: Fundação Konrad Adenauer. 124 p. (Cadernos Adenauer XIII). Disponível em: [https://www.kas.de/c/document\\_library/get\\_file?uuid=68fe20d4-1578-3ae5-8334-1eb1e1eed816&groupId=265553](https://www.kas.de/c/document_library/get_file?uuid=68fe20d4-1578-3ae5-8334-1eb1e1eed816&groupId=265553)
- Mazzarollo, J. A. (2003). Taipa da injustiça. São Paulo: Loyola.
- Ribeiro, W. C. (2005). A ordem ambiental internacional. São Paulo, Contexto.
- Memória da eletricidade. Energia Elétrica no Brasil: breve histórico. (2001.) Disponível em: <https://www.memoriadaeletricidade.com.br/acervo/11370/energia-eletrica-no-brasil-breve-historico-1880-2001>.
- Nogueira, Luiz Augusto Horta. (2007) Uso racional: a fonte energética oculta. Dossiê Energia.
- Rosa, A.R. O.; Gasparin, F. P. (2016), Revista Brasileira de Energia Solar ano 7 Volume VII Número 2 dezembro de 2016 p. 140 -147.
- Santa Rosa Bezerra, F. D. (2021). Energia Solar [Review of Energia Solar]. Caderno Setorial ETENE, 174, 1–15.
- Santos, T. (2022). Eficiência Energética: Tudo o que você precisa saber está aqui! Oca Energia. Disponível em: <https://www.ocaenergia.com/blog/eletricidade/eficiencia-energetica-tudo-o-que-voce-precisa-saber/>

Silva, Clerismar Fernandes, Patrícia Regina Chaves Drach, Gisele Silva Barbosa. (2017). "Energia solar como solução energética sustentável em cidade compactas." Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades 5.31

Silva, A. K. F; Vieira, R.G.; Guerra, M.I.S. (2018). Estudo da correção do fator de potência de um sistema fotovoltaico conectado à rede. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/bitstream/prefix/3640/2/Aline%20KFS-MONO.pdf>

Silva, R. M. (2015). Energia Solar no Brasil: dos incentivos aos desafios. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, Fevereiro (Texto para Discussão nº 166). Disponível em: [www.senado.leg.br/estudos](http://www.senado.leg.br/estudos).

UFPR – Universidade Federal do Paraná (2021). Portal. Disponível em [www.ufpr.br](http://www.ufpr.br)

Vieira, Caio Ribeiro, et al. (2018). Análise do fluxo de potência e do fator de potência no sistema elétrico de distribuição de um campus universitário com a inserção da geração solar fotovoltaica. - VII Congresso Brasileiro de Energia Solar-CBENS 2018.

Ziober, B. R., & Zanirato, S. H. (2014). Ações para a salvaguarda da biodiversidade na construção da usina hidrelétrica Itaipu Binacional. Ambiente & Sociedade, 17, 59-78.