

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS

RENZO ALHAN RABIÇO

**PERSPECTIVA ECONÔMICA E AMBIENTAL DA MINIGERAÇÃO DISTRIBUÍDA
DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA E SUA ADERÊNCIA AO PLANO DE
DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL DE UMA UNIVERSIDADE PÚBLICA
FEDERAL**

Varginha/MG

2021

RENZO ALHAN RABIÇO

**PERSPECTIVA ECONÔMICA E AMBIENTAL DA MINIGERAÇÃO DISTRIBUÍDA
DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA E SUA ADERÊNCIA AO PLANO DE
DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL DE UMA UNIVERSIDADE PÚBLICA
FEDERAL**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Administração Pública pela Universidade Federal de Alfenas, *campus* Varginha.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria Aparecida Curi

Coorientador: Prof. Dr. Paulo Roberto Rodrigues de Souza

Varginha/MG

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal de Alfenas
Biblioteca *campus* Varginha

Rabiço, Renzo Alhan.

R116p Perspectiva econômica e ambiental da minigeração distribuída de energia solar fotovoltaica e sua aderência ao plano de desenvolvimento institucional de uma universidade pública federal / Renzo Alhan Rabiço. - Varginha, MG, 2021.

84 f. : il. -

Orientadora: Maria Aparecida Curi.

Dissertação (mestrado em Administração Pública) - Universidade Federal de Alfenas, *campus* Varginha, 2021.

Bibliografia.

1. Administração pública. 2. Universidades e faculdades públicas - Planejamento. 3. Geração de energia fotovoltaica. I. Curi, Maria Aparecida.
II. Título.

CDD – 351

**PERSPECTIVA ECONÔMICA E AMBIENTAL DA MINIGERAÇÃO DISTRIBUÍDA DE ENERGIA
SOLAR FOTOVOLTAICA E SUA ADERÊNCIA AO PLANO DE DESENVOLVIMENTO
INSTITUCIONAL DE UMA UNIVERSIDADE PÚBLICA FEDERAL**

A Banca examinadora abaixo-assinada aprova a Dissertação apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Administração Pública pela Universidade Federal de Alfenas. Área de concentração: Administração Pública.

Aprovada em: 05 de novembro de 2021

Profa. Dra. Maria Aparecida Curi
Instituição: Universidade Federal de Alfenas

Prof. Dr. Paulo Roberto Rodrigues de Souza
Instituição: Universidade Federal de Alfenas

Prof. Dr. Leandro Rivelli Teixeira Nogueira
Instituição: Universidade Federal de Viçosa

Prof. Dr. Nilton dos Santos Portugal
Instituição: Centro Universitário do Sul de Minas

Prof. Dr. Pablo Luís Martins
Instituição: Universidade Federal de São João Del Rei



Documento assinado eletronicamente por **Paulo Roberto Rodrigues de Souza, Professor do Magistério Superior**, em 08/11/2021, às 19:18, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Maria Aparecida Curi, Professor do Magistério Superior**, em 08/11/2021, às 20:10, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Leandro Rivelli Teixeira Nogueira, Usuário Externo**, em 08/11/2021, às 20:12, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Pablo Luiz Martins, Usuário Externo**, em 08/11/2021, às 20:52, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Nilton dos Santos Portugal, Usuário Externo**, em 08/11/2021, às 21:56, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unifal-mg.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0627653** e o código CRC **4C9AECAE**.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, Inteligência Suprema e causa primária de todas as coisas, por iluminar a minha mente nos momentos difíceis.

À Universidade Federal de Alfenas e aos meus orientadores, Professora Maria Aparecida Curi e Professor Paulo Roberto Rodrigues de Souza, pelo apoio, amizade, seriedade e conhecimento compartilhado.

Aos professores do Mestrado Profissional em Administração Pública (PROFIAP), pela oportunidade e aprendizado que contribuíram muito para o desenvolvimento da minha maturidade acadêmica e profissional.

Às luzes da minha vida, meus filhos Henrique e Maria Eduarda, a quem dedico meu amor e gratidão.

Aos meus pais, meus irmãos e meus sobrinhos, pelo apoio e amor.

À minha esposa Luciane, pela paciência, compreensão e por dividir comigo todas as felicidades e adversidades da caminhada até chegar nesse momento.

Aos meus familiares e amigos, essenciais em todos os desafios a que me proponho.

Aos colegas de mestrado, que me acolheram e tornaram o percurso mais leve e palatável.

Por fim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, auxiliaram-me nessa jornada.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

RESUMO

A energia solar fotovoltaica é uma promissora fonte de energia para diferentes tipos de instituições e se estabelece como um novo recurso incorporado ao planejamento e desenvolvimento sustentável das organizações. No Brasil, a Resolução 482/2012 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) possibilitou ao consumidor a geração de sua própria energia elétrica por meio da geração distribuída (GD). Nessa perspectiva, as instituições federais de ensino superior passaram a investir em formas de geração de energia por fontes renováveis, com destaque para a geração de energia solar fotovoltaica (FV). Dessa forma elas assumem um novo papel, deixando de ser apenas consumidoras para se tornarem também produtoras de sua própria energia elétrica. Nesse novo cenário, as universidades deparam-se com a necessidade de planejamento e gestão da energia gerada em seus domínios. O presente trabalho caracteriza-se como pesquisa exploratória com abordagem qualitativa dos dados. Assim, por meio de estudo de caso, objetivou-se desenvolver uma análise da minigeração distribuída de energia solar fotovoltaica da Universidade Federal de Lavras (UFLA), sob uma perspectiva econômica e ambiental, apontando sua conexão com o Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) da organização. Os resultados do estudo demonstram a viabilidade econômica e o impacto ambiental da minigeração distribuída de energia solar fotovoltaica no que se refere à emissão de CO₂ evitados. Além disso, aponta a conexão dessa forma de GD à Estratégia Federal de Desenvolvimento para o Brasil (EFD 2020-2031), aos Objetivos do Desenvolvimento do Sustentável (ODS) e ao PDI da instituição. Como proposta de intervenção apresenta-se meta e indicadores para o acompanhamento dos resultados da GD em contribuição para o monitoramento do planejamento da universidade.

Palavras-chave: Geração Distribuída; Energia Solar Fotovoltaica; Plano de Desenvolvimento Institucional; Desenvolvimento Sustentável.

ABSTRACT

Photovoltaic solar energy is a promising source of energy for different types of institutions and is established as a new resource incorporated into the planning and sustainable development of organizations. In Brazil, Resolution 482/2012 of the National Electric Energy Agency (ANEEL) made it possible for consumers to generate their own electricity through distributed generation (GD). In this perspective, federal higher education institutions started to invest in forms of energy generation from renewable sources, with emphasis on the generation of photovoltaic solar energy (PV). In this way, they assume a new role, no longer just consumers, but also producers of their own electricity. In this new scenario, universities are faced with the need to plan and manage the energy generated in their domains. The present work is characterized as exploratory research with a qualitative approach to data. Thus, through a case study, the objective was to develop an analysis of the distributed mini-generation of photovoltaic solar energy at the Federal University of Lavras (UFLA), from an economic and environmental perspective, pointing out its connection with the Institutional Development Plan (PDI) of the organization. The results of the study demonstrate the economic feasibility and environmental impact of distributed mini-generation of solar photovoltaic energy in terms of avoided CO₂ emissions. In addition, it points out the connection of this form of DG to the Federal Development Strategy for Brazil (EFD 2020-2031), to the Sustainable Development Goals (SDGs) and to the institution's PDI. As an intervention proposal, a goal and indicators for monitoring the results of the GD are presented, contributing to the monitoring of the university's planning.

Keywords: Distributed Generation; Photovoltaic Solar Energy; Institutional Development Plan; Sustainable Development.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sistema de Geração de Energia Fotovoltaica	30
Figura 2 – Alinhamento do PDI 2021-2025 ao Planejamento Governamental	64

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Evolução dos preços dos sistemas FV no Brasil (R\$/Wp).....	19
Gráfico 2 – Crescimento da GD-FV no Brasil (2013 a mai/2021).....	20
Gráfico 3 – Potência Instalada em GD-FV por Região Geográfica até maio/2021 (kW)	21
Gráfico 4 – Empregos na Área de Energia Renovável em Âmbito Global 2012 - 2019 (Por Tecnologia).....	26
Gráfico 5 – Geração Distribuída Solar Fotovoltaica por Classe de consumo até 17/9/2021.....	34
Gráfico 6 – Irradiação Solar Diária Média Mensal (KWH/M2.DIA)	57
Gráfico 7 – Consumo de energia HFP (2019 e 2020) em relação à estimativa de geração da GD-FV UFLA	60
Gráfico 8 – Estimativa de Economia com a GD-FV em 25 anos.....	61

LISTA DE QUADROS

Quadro 1– Contextualização histórica da sustentabilidade no século XX.....	38
Quadro 2 – Contextualização histórica da sustentabilidade no século XXI.....	39
Quadro 3 – Delineamento da Pesquisa.....	49
Quadro 4 – Análise de Cenários para a construção do PDI 2021-2025.....	66
Quadro 5 – Dimensões e grupos de objetivos do Mapa Estratégico da UFLA - 2021-2025	69
Quadro 6 – Objetivo estratégico, meta, indicador e estratégias para ampliar a utilização de fontes de energia renováveis	71
Quadro 7 – Meta "Monitorar a minigeração de distribuída de energia"	72
Quadro 8 – Meta “Monitorar a minigeração distribuída de energia elétrica” e seus indicadores, forma de cálculo e estratégias.	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Gastos com Energia Elétrica das Universidades Federais em 2020	22
Tabela 2 – Recursos Descentralizados pelo MEC para Aplicação em GD-FV nas Universidades Federais.....	24
Tabela 3 – Alocações dos Recursos para despesas correntes da UFLA em 2020 (R\$)	51
Tabela 4 – Cálculo da Estimativa de Geração de Energia	58
Tabela 5 – Geração de Energia em Relação ao Consumo HFP (2019 e 2020)	59
Tabela 6 – Consumo, tarifa e Valores de energia HFP (2019 e 2020) e estimativa de economia com GD-FV UFLA (R\$).....	60
Tabela 7 – Valores dos fatores médios de emissões (kgCO ₂ /MWh) em 2019	62
Tabela 8 – Avaliação do grau de relevância das oportunidades da UFLA, 2021-2025	67
Tabela 9 – Avaliação do grau de relevância das forças da UFLA.....	68

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ABGD	Associação Brasileira de Geração Distribuída
ABSOLAR	Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica
CEMIG	Companhia Energética de Minas Gerais S.A
DHI	Irradiação Difusa Horizontal
DNI	Irradiação Normal Direta
FV	Fotovoltaica
GD	Geração Distribuída
GD-FV	Micro ou Minigeração distribuída solar fotovoltaica
GD-FV UFLA	Minigeração distribuída de energia solar fotovoltaica de 1,37 MWh da UFLA
GEE	Gases de Efeito Estufa
GHI	Irradiação Global Horizontal
HFP	Horário Fora Ponta
HP	Horário Ponta
IFES	Instituição Federal de Ensino Superior
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IRENA	<i>International Renewable Energy Agency</i>
Wp	Watt-pico
LABREN	Laboratório de Modelagem e Estudos de Recursos
LCOE	<i>Levelized Cost of Energy</i>
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações
MDL	Mecanismos de Desenvolvimento Limpo
MEC	Ministério da Educação
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
PDI	Plano de Desenvolvimento Institucional
PEE	Programa de Eficiência Energética
REN	Resolução Normativa
SIN	Sistema Interligado Nacional
SINAES	Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior
UFLA	Universidade Federal de Lavras

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
1.1	PROBLEMA DE PESQUISA	17
1.2	OBJETIVO GERAL	17
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
1.4	JUSTIFICATIVA	17
2	O RECURSO SOLAR.....	28
2.1	A ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA.....	29
3	A GERAÇÃO DISTRIBUÍDA DE ENERGIA.....	31
4	O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	36
4.1	ENERGIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	41
5	O PLANO DE DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL	44
6	METODOLOGIA.....	46
6.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	46
6.2	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	46
6.3	QUANTO A NATUREZA DA PESQUISA.....	47
6.4	QUANTO A ABORDAGEM	47
6.5	QUANTO AOS OBJETIVOS	47
6.6	QUANTO AOS PROCEDIMENTOS TÉCNICOS.....	48
6.7	ESCOPO DA PESQUISA.....	49
6.8	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	52
6.9	CÁLCULO DO POTENCIAL DE GERAÇÃO DA GD-FV UFLA.....	54
6.10	CÁLCULOS ECONÔMICOS	55
6.11	CÁLCULO DE CO2 EVITADOS	56
7	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	57
7.1	CÁLCULO DE GERAÇÃO DE ENERGIA.....	57
7.2	ESTUDO ECONÔMICO.....	58
7.3	ESTUDO AMBIENTAL	62
7.4	ALINHAMENTO DA GD-FV AO PDI UFLA 2021-2025.....	63

8	PROPOSTA DE INTERVENÇÃO	70
9	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	74
	REFERÊNCIAS	76
	APÊNDICE	84

1 INTRODUÇÃO

A energia elétrica propicia ao ser humano diversas comodidades e caminhos para a sua integração ao desenvolvimento, constituindo-se um dos principais elementos da sociedade moderna. Ela permeia todos os setores da sociedade – educação, saúde, segurança pública e esportes – além de impactar diretamente nossas próprias vidas ao ser essencial para questões de moradia, alimentação, transporte e lazer.

Por consequência, a busca pelo desenvolvimento e pelo crescimento econômico provoca uma grande e ininterrupta demanda por energia elétrica. Hoje, o cenário energético mundial apresenta indicações de esgotamento dos recursos naturais voltados para a geração de energia. Aliado a isso, há uma crescente utilização de equipamentos que demandam eletricidade acarretando o aumento do consumo de energia elétrica. Ainda, como consequência desse ciclo, há contribuições para o aumento da emissão dos gases poluentes desencadeadores do chamado efeito estufa (KNIRSCH, 2012).

Portanto, é notório que o desenvolvimento e crescimento econômico ocasionam um aumento no consumo elétrico que, cada vez mais, depende de ser suprido por outras fontes de energia. Atualmente, as fontes de geração de energia mais utilizadas são as provenientes de combustíveis fósseis, tais como petróleo, gás natural e carvão, as quais foram geradas a partir da decomposição de matéria orgânica que se acumulou no fundo dos oceanos, mares e lagos e, pressionada pelos movimentos da crosta terrestre, transformaram-se nesses recursos. Originalmente, essa matéria orgânica necessitou de radiação solar para o seu desenvolvimento. Dessa forma, fontes de energia como a hidroelétrica, solar, eólica, biomassa e combustíveis fósseis são consideradas formas de aproveitamento direto ou indireto da radiação solar (EPE, 2021).

Na busca pelo aproveitamento direto da energia solar, diversas tecnologias vêm sendo estudadas, com especial destaque para a conversão fotovoltaica. Nesse processo há a conversão direta da luminosidade solar em eletricidade por meio do efeito Fotovoltaico (FV). Relatado por Edmond Becquerel em 1839, esse efeito consiste na obtenção de corrente elétrica quando fótons, provenientes da radiação solar, incidem sobre um material semicondutor previamente purificado e dopado. O material semicondutor mais utilizado no mercado para a geração elétrica fotovoltaica

é o silício, também largamente empregado na indústria eletrônica (ESPOSITO; FUCHS, 2013).

Hoje, concentram-se na China os esforços de desenvolvimento tecnológico na indústria fotovoltaica, a qual ocupa posição de liderança na produção de painéis fotovoltaicos. Esse mercado também é alvo de investimentos conforme se observa nos EUA com o *American Recovery and Reinvestment Act of 2009: Appropriations for Clean Energy*, que autorizou um fundo de USD 80 bilhões para os programas de P&D e implantação de energia limpa, representando uma das vertentes de impulso à retomada do crescimento econômico daquele país (STEFANELLO; MARANGONI; ZEFERINO, 2018).

Devido ao seu potencial de aproveitamento, a energia solar é foco de investimentos, discussões e definições de políticas energéticas de diversos países desenvolvidos e emergentes. Suas implicações são abrangentes, pois o uso de energia solar permite: redução do uso de combustíveis fósseis, geração de empregos qualificados, redução de emissões de CO₂, desenvolvimento tecnológico e criação de valor, que são vetores da sustentabilidade ambiental, social e econômica (ESPOSITO; FUCHS, 2013).

Quanto ao aproveitamento da energia solar, o Brasil encontra-se em posição privilegiada. O país está localizado em uma região intertropical e numa faixa de latitude onde a incidência de radiação solar é superior à verificada na maior parte do mundo, tornando-o um país com excelentes níveis de radiação solar. Essa característica o coloca em vantagem em relação aos países europeus, principalmente no que tange à utilização da energia solar fotovoltaica para a geração de energia elétrica em maior escala (PEREIRA, 2006).

Nesse contexto, diversas organizações no país têm implementado o uso da energia solar fotovoltaica. No caso das instituições federais de ensino superior (IFES) o acesso a essa tecnologia tem se efetivado por meio de investimentos próprios; programas de financiamento e repasse de recursos do Ministério da Educação para compra de equipamentos de energia solar fotovoltaica como forma de aliar sustentabilidade socioambiental e redução de gastos com eletricidade.

Contudo, ao instituírem empreendimentos de geração de energia solar fotovoltaica, as universidades submetem-se à regulação do setor, que é exercida pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e qualificam-se como micro ou minigeradoras de Geração Distribuída (GD) de energia. Dessa forma elas se tornam

produtoras de sua própria energia elétrica, fazendo emergir a necessidade de incorporar esse novo cenário ao seu planejamento estratégico e estabelecer meios que possam auxiliar no monitoramento e acompanhamento dos efeitos dessa fonte de energia elétrica em suas atividades e, conseqüentemente, em seus planos.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

De que forma o estudo econômico e ambiental da minigeração distribuída de energia solar fotovoltaica pode aderir-se ao Plano de Desenvolvimento Institucional de uma Instituição Federal de Ensino Superior?

1.2 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho é elaborar estudo da minigeração distribuída de energia solar fotovoltaica da Universidade Federal de Lavras (UFLA), estabelecendo sua conexão com o planejamento estratégico da organização, o qual é concretizado por meio do seu Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI).

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

O objetivo geral desse trabalho pode ser desdobrado nos seguintes objetivos específicos:

- a) desenvolver estudo da minigeração distribuída de energia solar fotovoltaica da UFLA sob uma perspectiva econômica e ambiental;
- b) analisar de que forma o estudo se adere no Plano de Desenvolvimento Institucional da UFLA;
- c) apontar, como intervenção, meta e indicadores relacionados ao monitoramento de resultados da minigeração distribuída em contribuição ao acompanhamento do PDI.

1.4 JUSTIFICATIVA

O interesse do pesquisador pelo tema geração distribuída do tipo solar fotovoltaica surgiu em 2015, ao auxiliar no processo de aquisição de equipamentos

que visavam atender ao Convênio de Cooperação Técnica CEMIG-UFLA nº 169/2014. Por meio dessa cooperação, a CEMIG buscava incentivar o desenvolvimento de novas tecnologias, o aprimoramento técnico e a formação de profissionais através de parceria com a universidade. Dessa forma, mediante a implantação do projeto intitulado “Geração Distribuída em Universidades”, a CEMIG propunha demonstrar a capacidade e os benefícios das implementações dessa tecnologia. Assim, foi implantado um sistema de geração solar fotovoltaica de 13 kWp, iniciando a geração distribuída na universidade, lançando-a a novos desafios para o planejamento e gestão da geração de energia proveniente dessa fonte de energia renovável em seus domínios, uma vez que a instituição passava a ser produtora, mesmo que em pequena escala, de parte da energia elétrica que consome.

A geração distribuída utiliza fontes renováveis de energia elétrica, as quais tiveram um avanço com a preocupação ambiental, principalmente a partir da vigência do Tratado de Kyoto¹, o qual trata das medidas que devem ser tomadas para que países desenvolvidos atinjam as metas de redução de emissão de gases poluentes, tendo como alvo principal as emissões de CO₂. Dentre estas medidas, destacam-se o aumento da eficiência energética em relevantes setores da economia, a promoção, pesquisa, desenvolvimento e aumento do uso de novas formas renováveis de energia. Tais medidas são vistas como instrumentos de evolução e de possibilidade de crescimento econômico, principalmente nos países em desenvolvimento e emergentes. Assim, diversas nações têm ampliado os investimentos em medidas de eficiência energética e que promovam a diversificação de fontes renováveis, visando a redução das emissões de gases de efeito estufa e do consumo de energia. Conseqüentemente, proporciona-se uma redução no preço da energia e garante maior acessibilidade a esse tipo de geração por diferentes consumidores.

Das fontes renováveis, a solar fotovoltaica (FV) destaca-se pela redução do seu custo nos últimos vinte anos e pela disseminação rápida nos mercados de energia elétrica no mundo. No Brasil, conforme detalhado no Gráfico 1, os sistemas de geração de energia solar fotovoltaica tiveram uma redução em seus preços de

¹O Protocolo de Kyoto é um tratado internacional com compromissos mais rígidos para a redução da emissão dos gases que agravam o efeito estufa, considerados, de acordo com a maioria das investigações científicas, como causas antropogênicas do aquecimento global. Sendo que para este entrar em vigor precisou que 55 países, que juntos, produzem 55% das emissões, o ratificassem, assim entrou em vigor em 16 de fevereiro de 2005 (UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE, 2014).

aproximadamente 40%, quando comparados os valores de junho de 2016 com os de janeiro de 2019.

Gráfico 1 – Evolução dos preços dos sistemas FV no Brasil (R\$/Wp)



Fonte: Greener (2019).

A combinação da evolução tecnológica, da redução no preço e da implementação de regulamentações aproximou a geração de energia solar fotovoltaica dos consumidores, possibilitando a produção local, em pequena escala, de energia (ENERGIF, 2019).

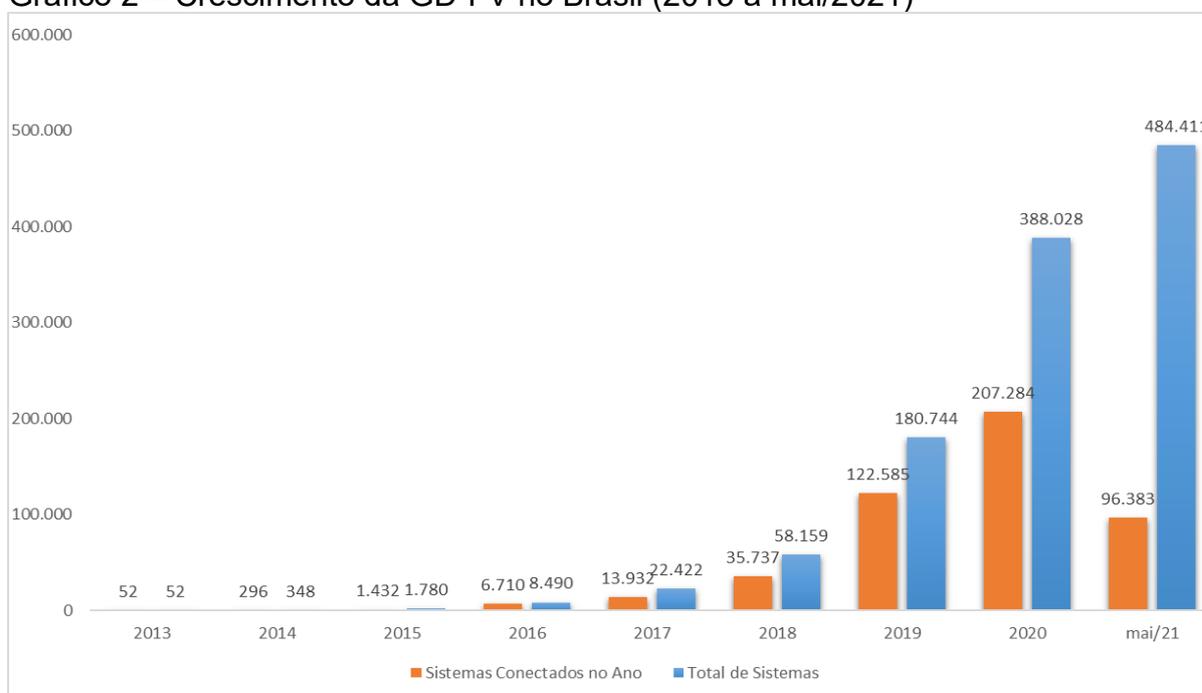
No âmbito das regulamentações, desde 2012, quando entrou em vigor a Resolução Normativa nº 482/2012 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), o consumidor brasileiro pode gerar sua própria energia elétrica a partir de fontes renováveis ou cogeração qualificada e, inclusive, fornecer o excedente para a rede de distribuição de sua localidade. Trata-se da micro e da minigeração distribuídas de energia elétrica, inovações que podem aliar economia financeira, consciência socioambiental e autossustentabilidade (ANEEL, 2015).

Ainda segundo a ANEEL, os estímulos à geração distribuída (GD) se justificam pelos potenciais benefícios que tal modalidade de geração de energia pode proporcionar ao sistema elétrico, sobretudo com relação ao adiamento de investimentos em expansão dos sistemas de transmissão e distribuição, o baixo impacto ambiental, a redução no carregamento das redes, a minimização das perdas e a diversificação da matriz energética.

Portanto, a GD-FV² pode aliar economia financeira, promover a consciência e ganhos socioambientais. Quando comparadas com grandes usinas hidrelétricas, as pequenas usinas de geração fotovoltaica geram impactos consideravelmente menores. Assim, esse tipo de geração de energia pode proporcionar a autossustentabilidade, uma vez que o consumidor pode gerar tanta energia quanto consome.

A geração distribuída teve um grande crescimento de 2013 até maio de 2021, totalizando 484.411 sistemas de geração distribuída do tipo solar fotovoltaica conectados, conforme verifica-se no Gráfico 2.

Gráfico 2 – Crescimento da GD-FV no Brasil (2013 a mai/2021)

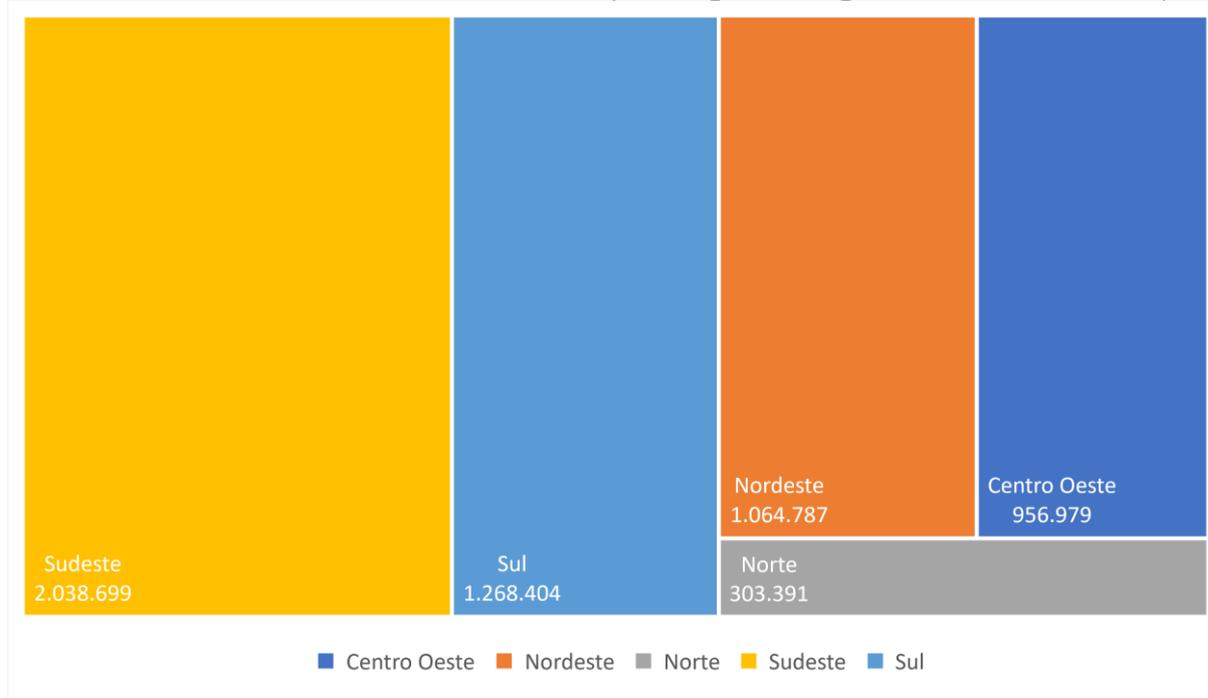


Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANEEL (2021).

Percebe-se que desse total, encontram-se instalações disseminadas em todas as regiões geográficas do país (GRÁFICO 3). Quando o quesito é potência instalada, verifica-se que a região Sudeste possui aproximadamente 36% desse total, seguida da região Sul (23%), Nordeste (19%), Centro Oeste (17%) e Norte (5%). Destaca-se o estado de Minas Gerais, o qual detêm aproximadamente 18% da capacidade instalada no Brasil e 49% do total da região Sudeste.

² Nesse estudo, o termo GD-FV foi empregado para designar a geração distribuída (micro ou minigeração) de fonte solar fotovoltaica, em conformidade com a REN 482/2012.

Gráfico 3 – Potência Instalada em GD-FV por Região Geográfica até maio/2021 (kW)



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANEEL (2021).

Como são grandes consumidoras de energia, o cenário propício tem despertado o interesse de instituições públicas de ensino pela geração de energia distribuída, principalmente pela energia solar fotovoltaica, que provoca reflexos em seus planos de desenvolvimento. Em 2020, por exemplo, as universidades federais brasileiras, gastaram juntas, mais de R\$ 450 milhões somente com serviços de fornecimento de energia elétrica para o desempenho de suas atividades (TABELA 1).

Tabela 1 – Gastos com Energia Elétrica das Universidades Federais em 2020

Universidades Federais	Gasto com energia elétrica
Universidade Federal Do Rio De Janeiro	R\$ 39.912.259,86
Universidade Federal De Pernambuco	R\$ 29.662.681,67
Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul	R\$ 23.180.470,00
Universidade Federal Do Pará	R\$ 20.471.151,14
Universidade Federal De Minas Gerais	R\$ 17.735.145,77
Universidade Federal De Santa Catarina	R\$ 17.633.547,98
Universidade Federal De Santa Maria	R\$ 15.251.840,33
Universidade Federal Fluminense	R\$ 14.829.396,73
Fundação Universidade Federal De Mato Grosso	R\$ 14.032.182,34
Universidade Federal Do Ceará	R\$ 12.227.887,82
Universidade Federal Da Bahia	R\$ 11.989.567,78
Universidade Federal De São Paulo	R\$ 10.719.790,63
Universidade Federal De Goiás	R\$ 10.684.949,92
Universidade Federal Da Paraíba	R\$ 10.525.637,60
Universidade Federal Do Rio Grande Do Norte	R\$ 9.594.308,45
Fundação Universidade Do Amazonas	R\$ 9.521.693,12
Universidade Federal Do Paraná	R\$ 9.408.740,80
Fundação Universidade Federal De Viçosa	R\$ 9.387.327,80
Fundação Universidade Federal De Roraima	R\$ 7.958.475,57
Fundação Universidade Federal Do Maranhão	R\$ 7.943.792,92
Fundação Universidade Federal De Sergipe	R\$ 7.887.153,42
Fundação Universidade Federal Do Piauí	R\$ 7.547.199,19
Fundação Universidade Federal Do Rio Grande	R\$ 7.389.567,70
Universidade Federal De Alagoas	R\$ 7.380.996,65
Fundação Universidade Federal De São Carlos	R\$ 6.914.117,99
Universidade Federal Rural Do Rio De Janeiro	R\$ 6.649.276,26
Fundação Universidade Federal De Mato Grosso Do Sul	R\$ 6.422.299,69
Universidade Federal Do Espírito Santo	R\$ 6.248.967,55
Fundação Universidade Federal De Pelotas	R\$ 5.969.810,97
Universidade Federal De Uberlândia	R\$ 5.892.043,43
Universidade Federal Do Recôncavo Da Bahia	R\$ 5.401.000,00
Universidade Federal De Juiz De Fora	R\$ 4.594.830,63
Universidade Federal Rural De Pernambuco	R\$ 4.295.822,81
Fundação Universidade Federal Do Vale Do São Francisco	R\$ 4.131.594,85
Universidade Federal Rural Da Amazônia	R\$ 4.129.772,04
Fundação Universidade Federal Do Tocantins	R\$ 3.937.972,46
Universidade Federal Rural Do Semi-Árido	R\$ 3.808.333,05
Universidade Tecnológica Federal Do Paraná	R\$ 3.723.338,80
Fundação Universidade De Brasília	R\$ 3.489.962,57
Universidade Federal De Lavras	R\$ 3.362.835,23
Fundação Universidade Federal Do Acre	R\$ 3.263.831,31
Fundação Universidade Do Rio De Janeiro	R\$ 2.813.851,53
Fundação Universidade Federal De Ouro Preto	R\$ 2.687.195,65
Fundação Universidade Federal Do Pampa	R\$ 2.684.790,19
Universidade Federal Do Oeste Do Pará	R\$ 2.682.903,73

(continua)

Tabela 1 – Gastos com Energia Elétrica das Universidades Federais em 2020

(conclusão)	
Universidades Federais	Gasto com energia elétrica
Fundação Universidade Federal Da Grande Dourados	R\$ 2.459.320,73
Fundação Universidade Federal De Rondônia	R\$ 2.382.274,86
Universidade Federal Dos Vales Do Jequitinhonha E Mucuri	R\$ 2.070.253,67
Fundação Universidade Federal Do Abc	R\$ 1.904.753,27
Universidade Federal Do Triângulo Mineiro	R\$ 1.894.423,28
Fundação Universidade Federal Do Amapá	R\$ 1.862.904,38
Universidade Federal Do Oeste Da Bahia	R\$ 1.798.650,35
Fundação Universidade Federal De São João Del-Rei	R\$ 1.301.028,23
Universidade Federal De Alfenas	R\$ 1.236.887,14
Fundação Universidade Federal De Ciências Da Saúde De Porto Alegre	R\$ 1.160.572,43
Universidade Federal Do Sul E Sudeste Do Pará	R\$ 1.143.783,20
Universidade Federal Da Integração Latino Americana	R\$ 1.089.195,45
Universidade Federal Da Fronteira Sul	R\$ 1.058.646,67
Universidade Federal Do Cariri	R\$ 884.374,76
Universidade Federal Do Sul Da Bahia	R\$ 784.050,42
Universidade Da Integração Internacional Da Lusofonia Afro-Brasileira	R\$ 698.333,01
Universidade Federal De Itajubá	R\$ 509.500,00
Total	R\$ 450.219.267,78

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Painel de Custeio (2021).

Diante disso, as universidades deparam-se com uma nova perspectiva para o planejamento desse item de custeio, buscando utilizar recursos próprios e participar de programas, tais como o Programa de Eficiência Energética (PEE), como forma de investir em geração de energia solar fotovoltaica, buscando tornarem-se mais sustentáveis e reduzir os gastos com eletricidade.

Aliado a isso, em 2019, o Ministério da Educação (MEC) anunciou a liberação de R\$ 125 milhões em recursos extras para as 63 universidades federais brasileiras investirem em energia fotovoltaica como forma dessas instituições conciliarem economia de recursos públicos e sustentabilidade.

Segundo o MEC, para distribuição dos recursos entre as instituições, foram utilizados critérios de custo-aluno obtidos pelo censo da Educação Superior INEP 2018; dados da pós-graduação da Plataforma Sucupira CAPES 2018 e orçamento das universidades (sem aposentadorias) retirados do Sistema Integrado de Planejamento e Orçamento. Também foram utilizados critérios de qualidade (fatores calculados conforme critérios da Matriz OCC), com dados do conceito de curso e ENADE 2018, para graduação; conceitos Plataforma Sucupira CAPES 2018 para pós-graduação e Aluno-Equivalente INEP 2018. Houve, ainda, divisão por pesos, sendo que o peso

custo-aluno representou 70% e o peso faixa-qualidade representou 30%. Os recursos descentralizados pelo ministério para as universidades encontram-se detalhados na Tabela 2.

Tabela 2 – Recursos Descentralizados pelo MEC para Aplicação em GD-FV nas Universidades Federais

Universidade	Valor Descentralizado
Fundação Universidade Federal do ABC	R\$ 3.023.706,00
Fundação Universidade Federal do Maranhão	R\$ 2.842.284,00
Fundação Universidade do Amazonas	R\$ 2.660.861,00
Fundação Universidade Federal do Amapá	R\$ 2.660.861,00
Universidade Federal de Alagoas	R\$ 2.660.861,00
Universidade Federal de Lavras	R\$ 2.600.387,00
Universidade Federal do Ceará	R\$ 2.600.387,00
Universidade Tecnológica Federal do Paraná	R\$ 2.600.387,00
Fundação Universidade Federal de Ouro Preto	R\$ 2.418.965,00
Fundação Universidade Federal de São João del Rei	R\$ 2.418.965,00
Fundação Universidade Federal de Sergipe	R\$ 2.418.965,00
Universidade Federal da Bahia	R\$ 2.418.965,00
Universidade Federal de Itajubá	R\$ 2.418.965,00
Universidade Federal do Espírito Santo	R\$ 2.418.965,00
Universidade Federal do Pará	R\$ 2.418.965,00
Universidade Federal Rural da Amazônia	R\$ 2.418.965,00
Universidade Federal Rural do Semiárido	R\$ 2.418.965,00
Fundação Universidade Federal do Acre	R\$ 2.237.542,00
Fundação Universidade Federal do Piauí	R\$ 2.237.542,00
Fundação Universidade Federal do Tocantins	R\$ 2.237.542,00
Universidade Federal do Sul da Bahia	R\$ 2.237.542,00
Universidade Federal de Minas Gerais	R\$ 2.177.068,00
Universidade Federal de Santa Catarina	R\$ 2.177.068,00
Universidade Federal do Paraná	R\$ 2.177.068,00
Universidade Federal do Rio Grande do Sul	R\$ 2.177.068,00
Fundação Universidade Federal de Rondônia	R\$ 2.056.120,00
Fundação Universidade Federal do Vale do São Francisco	R\$ 2.056.120,00
Fundação Universidade de Brasília	R\$ 1.995.646,00
Fundação Universidade do Rio de Janeiro	R\$ 1.995.646,00
Fundação Universidade Federal de Pelotas	R\$ 1.995.646,00
Fundação Universidade Federal de São Carlos	R\$ 1.995.646,00
Universidade Federal de Goiás	R\$ 1.995.646,00
Universidade Federal de Pernambuco	R\$ 1.995.646,00
Universidade Federal de Uberlândia	R\$ 1.995.646,00
Universidade Federal do Rio Grande do Norte	R\$ 1.995.646,00

(continua)

Tabela2 – Recursos Descentralizados pelo MEC para Aplicação em GD-FV nas Universidades Federais (conclusão)

Universidade	Valor Descentralizado
Universidade Federal Fluminense	R\$ 1.995.646,00
Fundação Universidade Federal da Grande Dourados	R\$ 1.814.224,00
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso	R\$ 1.814.224,00
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul	R\$ 1.814.224,00
Fundação Universidade Federal do Pampa	R\$ 1.814.224,00
Fundação Universidade Federal do Rio Grande	R\$ 1.814.224,00
Universidade Federal de Alfenas	R\$ 1.814.224,00
Universidade Federal de Campina Grande	R\$ 1.814.224,00
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia	R\$ 1.814.224,00
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri	R\$ 1.814.224,00
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro	R\$ 1.814.224,00
Fundação Universidade Federal de Viçosa	R\$ 1.753.749,00
Fundação Universidade Federal de Roraima	R\$ 1.632.801,00
Universidade Federal da Fronteira Sul	R\$ 1.632.801,00
Universidade Federal do Oeste do Pará	R\$ 1.632.801,00
Universidade Federal de Juiz de Fora	R\$ 1.572.327,00
Universidade Federal de Santa Maria	R\$ 1.572.327,00
Universidade Federal do Rio de Janeiro	R\$ 1.572.327,00
Universidade Federal do Triângulo Mineiro	R\$ 1.572.327,00
Universidade Federal Rural de Pernambuco	R\$ 1.572.327,00
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira	R\$ 1.451.379,00
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará	R\$ 1.451.379,00
Fundação Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre	R\$ 1.330.431,00
Universidade Federal de São Paulo	R\$ 1.330.431,00
Universidade Federal do Cariri	R\$ 1.028.060,00
Universidade Federal do Oeste da Bahia	R\$ 1.028.060,00
Universidade Federal da Paraíba	R\$ 967.586,00
Universidade Federal da Integração Latino Americana	R\$ 604.741,00
TOTAL	R\$ 125.000.007,00

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do MEC (2019).

Observa-se, portanto, altos investimentos para a implantação de GD-FV nas universidades. Além dos impactos ambientais e redução de gastos com energia, a entrada de novas tecnologias energéticas gera também um impacto social, uma vez que propicia a abertura de novas áreas de desenvolvimento e profissionalização.

Nesse sentido, de acordo com a *International Renewable Energy Agency* (IRENA, 2021), em nível mundial, o número de empregos diretos gerados pelas fontes de energia renovável, até 2019, totalizava 9,5 milhões de postos de trabalho. Ainda, de acordo com os dados apresentados, deste total, 3,75 milhões foram gerados pela

energia solar fotovoltaica, alçando-a como a maior geradora de emprego dentre as demais fontes de energia renováveis, conforme se observa no Gráfico 4.

Gráfico 4 – Empregos na Área de Energia Renovável em Âmbito Global 2012 - 2019 (Por Tecnologia)



Fonte: IRENA (2021).

Depreende-se que a GD-FV produz efeitos relacionados com as temáticas econômicas, sociais e ambientais, apresentando-se como um desafio para as universidades que, ao se tornarem produtoras de energia, deparam-se com um novo cenário que demanda novos conhecimentos relacionados aos impactos da GD-FV em seus planejamentos.

Ao explorar esses efeitos sob a perspectiva econômica e ambiental, procurando estabelecer sua relação com o Plano de Desenvolvimento Institucional da UFLA, pretende-se contribuir para o conhecimento de algumas facetas do objeto estudado e como a GD-FV se alinha ao planejamento estratégico previsto no PDI 2021-2025 da instituição. Com isso, espera-se trazer mais compreensão a esse campo de estudo acadêmico e contribuir com a redução de lacunas na análise da Geração Distribuída no plano de desenvolvimento de instituições da Administração Pública.

De outra perspectiva, a visão técnica proposta na pesquisa, tem por objetivo criar oportunidades para ampliar o conhecimento de atributos da GD-FV para gestores públicos. Assim, essa base pode tornar-se um instrumento útil para auxiliá-los na tomada de decisões e também ser meio condutor para a transparência das ações e resultados obtidos com os investimentos nesse tipo de geração de energia. Por outro

lado, para os cidadãos, o estudo pode, de alguma forma, ampliar a conscientização sobre esse novo cenário que se apresenta nas universidades, as quais, além de produzirem conhecimento, produzirão também sua própria energia elétrica para a manutenção de suas atividades e, por conseguinte, promoverão repercussões em seus planos de desenvolvimento e na relação dessas instituições com a sociedade.

2 O RECURSO SOLAR

O Sol é responsável pela manutenção e desenvolvimento da vida no planeta Terra e, de acordo com a nossa escala de tempo e níveis de consumo de energia, pode ser enquadrado com uma fonte de energia inesgotável. O aproveitamento de energia gerada pela nossa estrela é uma das alternativas energéticas mais promissoras para a humanidade. Além disso é do Sol que se origina a maioria das fontes de energia existentes (EPE, 2021).

O planeta Terra recebe anualmente $1,5 \times 10^{18}$ kWh de energia solar, correspondente a 10 mil vezes o consumo anual de energia no período. Além de ser responsável pela manutenção da vida no planeta, a radiação solar é uma fonte energética inesgotável para a humanidade, com potencial de utilização por meio de sistemas que captam e a converte em outras formas de energia, tais como a energia térmica e elétrica (CRESESB, 2014).

Radiação é um termo que se refere, de forma genérica, ao fenômeno da energia eletromagnética, proveniente do sol e que atinge a Terra. O termo irradiância é denominado pelo fluxo de energia eletromagnética por unidade de superfície, ou seja, W/m^2 . Considerando a irradiância sobre uma superfície, ao longo de um determinado tempo (hora, dia, mês, ano), ou seja, integrando a irradiância no tempo, encontra-se a irradiação, dada por Wh/m^2 . Para o aproveitamento fotovoltaico o maior interesse é a Irradiação Global Horizontal (GHI), que quantifica a radiação recebida por uma superfície plana horizontal, composta pela Irradiação Difusa Horizontal (DHI) e pela Irradiação Normal Direta (DNI) ao longo do tempo (CRESESB, 2014).

O Brasil está localizado em uma região intertropical e numa faixa de latitude onde a incidência de radiação solar é superior à verificada na maior parte do mundo, tornando-o um país com excelentes níveis de radiação solar. Essa característica coloca o país em vantagem com relação aos países europeus, principalmente no que tange à utilização da energia fotovoltaica para a geração de energia elétrica em maior escala (PEREIRA, 2006).

De acordo com o Atlas Brasileiro de Energia Solar, o país apresenta uma média anual de irradiação relativamente alta e uniforme em todo o país. Os valores de irradiação solar incidente em qualquer região do território brasileiro são superiores aos da maioria dos países, onde projetos de energia solar, alguns contando com fortes incentivos governamentais, são amplamente disseminados (PEREIRA, 2006).

2.1 A ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

É a energia proveniente do sol, considerada uma alternativa energética muito promissora para enfrentar os desafios da expansão da oferta de energia com menor impacto ambiental. As aplicações práticas da energia solar podem ser divididas em duas principais tecnologias: os Sistemas Fotovoltaicos (FV) que transformam luz solar em eletricidade através de Painéis Fotovoltaicos, e podem ser isolados ou integrados à rede; e os Sistemas Heliotérmicos que usam o calor do sol para gerar eletricidade em plantas de geração térmica (COMETTA, 2008) como, por exemplo, a Gemasolar, projeto da *Torresol Energy*, que consiste em uma usina solar à base de sal localizada na Espanha.

A energia solar, por ser uma fonte limpa, renovável e abundante, é considerada uma solução ideal para abastecer eletricamente áreas remotas, desprovidas do fornecimento de energia elétrica, uma vez que sua instalação em pequena escala não exige que se tenham enormes investimentos em linhas de transmissão. O somatório dessas características traz vantagens positivas tanto para o meio ambiente quanto para a sociedade em geral (GOMES, 2012).

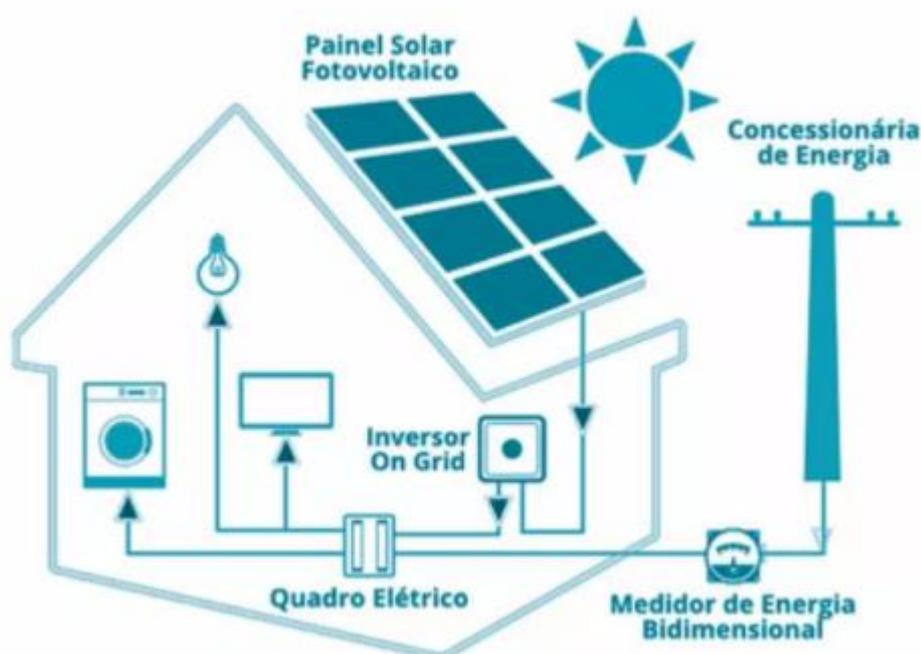
A energia solar fotovoltaica é definida como a energia que é gerada por meio da conversão direta da radiação solar em eletricidade. Para que esse processo aconteça, um dispositivo conhecido como célula fotovoltaica utiliza o princípio do efeito fotoelétrico ou fotovoltaico para a conversão (IMHOFF, 2007). O efeito fotovoltaico é gerado por meio da absorção da luz solar, que ocasiona uma diferença de potencial na estrutura do material semicondutor (SEVERINO; OLIVEIRA, 2010). A energia elétrica não é armazenada na célula fotovoltaica, que somente mantém um fluxo de elétrons num circuito elétrico enquanto há luz incidindo sobre ela (NASCIMENTO, 2004).

Os painéis solares, ou módulos, são os principais componentes do sistema fotovoltaico de geração de energia. Estes são formados por um conjunto de células fotovoltaicas associadas, eletricamente, em série e/ou paralelo, dependendo das tensões e/ou correntes determinadas em projeto. O conjunto destes módulos é chamado de gerador fotovoltaico e constituem a primeira parte do sistema, ou seja, são os responsáveis no processo de captação da irradiação solar e a sua transformação em energia elétrica (LANA, 2015).

O sistema é composto por: módulos que formam o painel solar fotovoltaico,

o qual capta a energia solar e gera energia elétrica em corrente contínua; inversores de frequência que recebem a energia gerada em corrente contínua e a transformam em corrente alternada nos mesmos padrões da energia da concessionária (tensão e frequência); cabeamento que transportam a energia; medidores bidirecionais que são capazes de medir a quantidade de energia gerada e injetada na rede elétrica e a quantidade de energia consumida da rede (FIGURA 1).

Figura 1 – Sistema de Geração de Energia Fotovoltaica



Fonte: Toksolar (2021).

Segundo a ANEEL (2012), a geração de energia elétrica próxima ao local de consumo ou na própria instalação consumidora – como exemplo a geração de energia por fonte solar fotovoltaica – é chamada de “geração distribuída” e pode trazer uma série de vantagens sobre a geração centralizada tradicional como, por exemplo, economia dos investimentos em transmissão, redução das perdas nas redes e melhoria da qualidade do serviço de energia elétrica.

3 A GERAÇÃO DISTRIBUÍDA DE ENERGIA

Ao mesmo tempo em que a geração distribuída (GD) é uma novidade nos mercados de energia elétrica, ela também é um conceito antigo, que caiu em desuso a partir da evolução da geração de energia para um sistema centralizado. No início do desenvolvimento da eletricidade, a geração de energia acontecia por meio de pequenas centrais geradoras que se encontravam próximas das unidades consumidoras. Portanto, a geração distribuída está sendo reintroduzida, dado que o atual modelo não consegue responder completamente a todas as necessidades dos agentes nele envolvidos (SILVA; HOLLANDA, 2016).

Baseado na geração de energia elétrica em grandes usinas e com transmissão por meio de linhas em alta tensão e posterior distribuição em baixa tensão para os consumidores finais, o modelo atual brasileiro exige altos investimentos em usinas de grande porte e transmissão, uma vez que a maioria delas estão localizadas distantes dos centros de consumo (MORENO; HOLLANDA, 2015).

O desenvolvimento da microgeração e da minigeração distribuída de energia elétrica tem o potencial de alterar esse modelo, gerando energia próxima às unidades consumidoras. No mundo, a expansão da GD teve como fator motivador a redução da emissão de gases de efeito estufa (GEE). Muitos países estão utilizando-a a partir de fontes renováveis, principalmente a solar fotovoltaica, para substituir a geração com combustíveis fósseis visando a redução de custos e da emissão de carbono (RELATÓRIO ProGD, 2015).

De acordo com Moreno e Hollanda (2015) a GD é um dos temas mais discutidos no âmbito do planejamento energético no mundo, sendo apontada como o futuro da produção de energia elétrica. Em países de mercados mais maduros, a geração distribuída é tida como alternativa à expansão de parques centralizados e de grande porte, os quais apresentam grandes impactos socioambientais.

Ainda, conforme esses autores, a geração distribuída tem como definição a geração de energia elétrica que ocorre próxima ao local de consumo ou no próprio estabelecimento consumidor, contudo, ressaltam que não há uma definição convergente, uma vez que cada país assume uma abordagem diversa, inclusive sobre a utilização da fonte renovável na geração distribuída.

Neste estudo, a geração distribuída a ser considerada é a minigeração distribuída, que tem seu arcabouço na Resolução Normativa nº 482/2012 da ANEEL

(REN 482/2012), responsável por instituir as condições gerais para o acesso da microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica.

Desde a publicação dessa resolução, o consumidor brasileiro pode gerar sua própria energia elétrica a partir de fontes renováveis ou cogeração qualificada e, inclusive, fornecer o excedente para a rede de distribuição de sua localidade. Trata-se da micro e da minigeração distribuídas de energia elétrica, inovações que podem aliar economia financeira, consciência socioambiental e autossustentabilidade. Os estímulos à geração distribuída se justificam pelos potenciais benefícios que tal modalidade pode proporcionar ao sistema elétrico. Entre os principais benefícios estão o adiamento de investimentos em expansão dos sistemas de transmissão e distribuição, o baixo impacto ambiental, a redução no carregamento das redes, a minimização das perdas e a diversificação da matriz energética (MMA, 2020).

Baseada no modelo *net metering*, o produtor-consumidor ou “prossumidor”³ de energia, após descontado o seu próprio consumo, recebe créditos na sua conta pelo saldo positivo de energia gerada e inserida na rede (sistema de compensação de energia). Assim, sempre que houver saldo positivo, o prossumidor recebe um crédito de energia (em kWh) (SILVA; HOLLANDA, 2016).

Dessa forma, a rede elétrica disponível funciona como *backup* se a energia gerada localmente não é suficiente para atender a demanda do “prossumidor”, o que geralmente acontece com fontes intermitentes como a solar.

Ao longo do tempo a Resolução Normativa nº 517/2012; a Resolução Normativa nº 687/2015 e a Resolução Normativa nº 724/2016 revisaram a REN 482/2012, a qual é responsável por constituir as condições regulatórias para a inserção da geração distribuída na matriz energética brasileira, trazendo as seguintes definições de microgeração e minigeração distribuída:

Microgeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 75 kW e que utilize cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras;

Minigeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 5MW e que utilize cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações

³ Prossumidor: palavra derivada do termo em inglês *prosumer – producer and consumer*.

de unidades consumidoras. (ANEEL, 2012).

Em outro campo, de acordo com o Relatório do Programa de Geração Distribuída - ProGD (2015), a microgeração e minigeração vem sendo considerada uma importante forma de expansão e diversificação da oferta de energia e destaca os seguintes benefícios da GD: Redução de perdas técnicas, em razão da localização junto ao consumo; atenuação de investimentos em transmissão; uso de fontes renováveis, adiamento de investimentos em geração centralizada; aumento da segurança do fornecimento pela redução da dependência da rede de transmissão; otimização da operação da rede de distribuição e aumento da qualidade do fornecimento; rápida implantação e baixos custos de operação e manutenção; atração de investimentos privados e pulverizados para o setor; complementariedade da geração no horário da ponta física do sistema; diversificação da matriz energética; geração de empregos e desenvolvimento econômico.

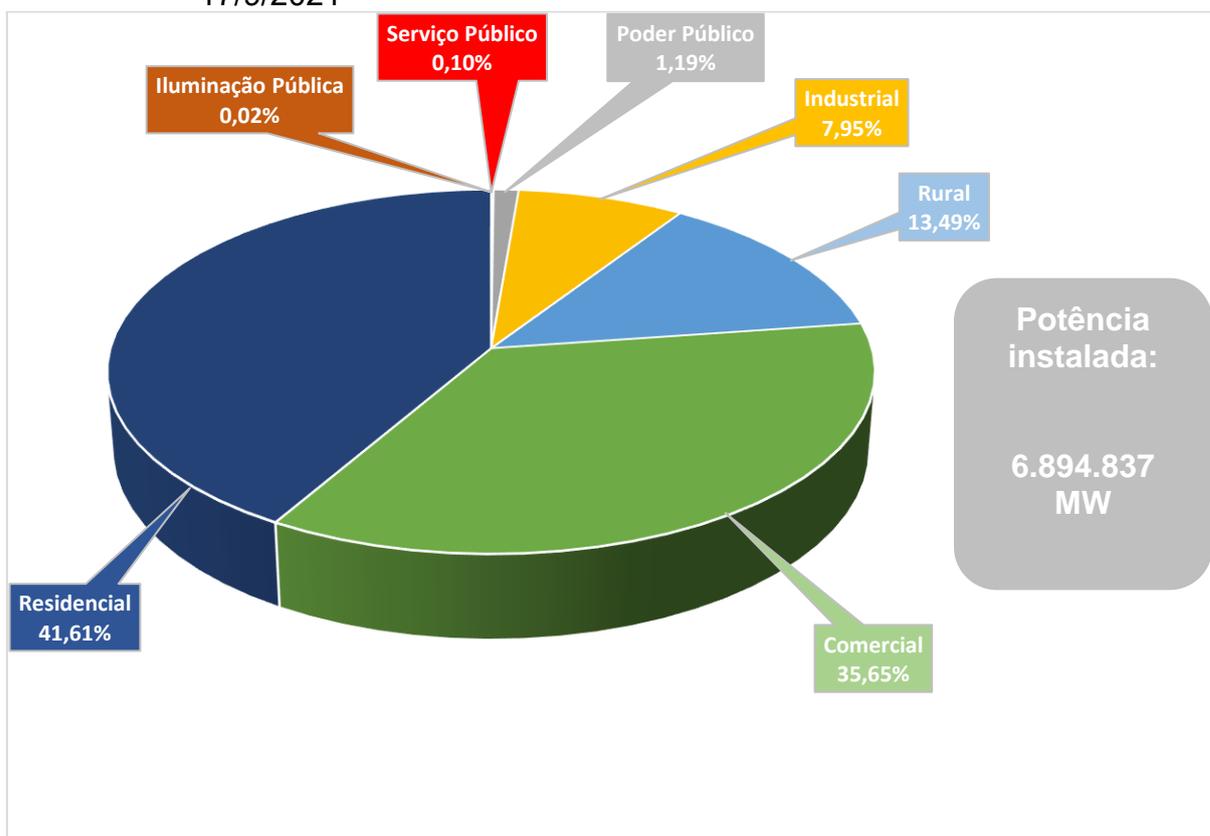
Nesse sentido, a ANEEL (2015) destaca que os estímulos à geração distribuída se justificam pelos potenciais benefícios que tal modalidade pode proporcionar ao sistema elétrico. Entre eles, estão o adiamento de investimentos em expansão dos sistemas de transmissão e distribuição, o baixo impacto ambiental, a redução no carregamento das redes, a minimização das perdas e a diversificação da matriz energética.

Os estímulos fizeram com que a GD esteja presente em 95% dos municípios do país, gerando economia, renda e desenvolvimento, além de trazer benefícios, reconhecidos internacionalmente, ao meio-ambiente e à sociedade (ABGD, 2021).

No universo da GD, a fonte solar fotovoltaica corresponde a 99,9% de todas as conexões de micro e minigeração distribuída, refletindo em fração de 96,7% em potência instalada (ABSOLAR, 2021).

Conforme observa-se no Gráfico 5, no Brasil, a classe de consumo mais representativa no total de potência instalada da geração distribuída solar fotovoltaica é a “Residencial”, enquanto que o “Poder Público” conta com participação de aproximadamente 1,2% do total de megawatts de potência instalada.

Gráfico 5 – Geração Distribuída Solar Fotovoltaica por Classe de consumo até 17/9/2021



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da ANEEL (2021).

No campo da administração pública, a geração distribuída integra o eixo “Uso Racional dos Recursos Naturais e Bens Públicos do Programa Agenda Ambiental na Administração Pública - A3P, que é um programa de governo, criado e mantido pelo Ministério do Meio Ambiente com a finalidade de promover a responsabilidade socioambiental, a adoção de procedimentos de sustentabilidade e critérios socioambientais nas atividades do setor público.

Para a A3P, promover o melhor uso dos recursos naturais na administração pública passa pela implementação de práticas que tenham como princípio a sustentabilidade do planeta, destacando a importância do gestor público compreender as fontes energéticas utilizadas nas instalações das instituições públicas e as políticas relacionadas com a geração distribuída. Dessa forma, conforme a A3P (2020):

[...] é importante que o gestor público tenha conhecimento acerca das diferentes fontes energéticas e das políticas que ao longo dos últimos anos vem sendo implantadas no sentido de estimular a adoção de fontes energéticas complementares e integradas à rede por meio da geração distribuída.

No campo das políticas públicas, destaca-se o alinhamento da GD com o Conselho Nacional de Política Energética - CNPE (Resolução 15/2020), que estabelece diretrizes nacionais para políticas públicas voltadas à microgeração e minigeração distribuída no país e traz como diretivas:

I - acesso não discriminatório do consumidor às redes das distribuidoras para fins de conexão de Geração Distribuída;

II - segurança jurídica e regulatória, com prazos para a manutenção dos incentivos dos atuais consumidores que possuem Geração Distribuída;

III - alocação dos custos de uso da rede e dos encargos previstos na legislação do Setor Elétrico, considerando os benefícios da Micro e Mini Geração Distribuída - MMGD;

IV - transparência e previsibilidade nos processos de elaboração, implementação e monitoramento da política pública, com definição de agenda e prazos de revisão das regras para a Geração Distribuída; e

V - gradualidade na transição das regras, com estabelecimento de estágios intermediários para o aprimoramento das regras para Microgeração e Minigeração Distribuída - MMGD. (CNPE, 2020)

Ainda sobre o sistema de compensação (*net metering*), abrangido na REN 482/2012, segundo Silva e Hollanda (2016, p. 11),

O sistema de net metering, contudo, é alvo de afirmações por diversos agentes. Os “prosumidores” argumentam que o benefício que eles trazem para o sistema não é totalmente mensurado, como a redução de emissões de gases poluentes devido à maior utilização de fontes renováveis, por exemplo. Já os distribuidores e os consumidores que não usam geração distribuída alegam que os custos de manter a rede como backup para a GD são repassados de maneira desproporcional para eles, em função do atual desenho da tarifa.

Como forma de tentar dirimir esses impasses, em 24 de agosto de 2021, foi encaminhado pela Câmara dos Deputados ao Senado Federal o Projeto de Lei (PL) 5829/2019 que propõe instituir o marco legal da microgeração e minigeração distribuída. O projeto, de autoria do deputado Silas Câmara (Republicanos-AM) e relatoria do Dep. Lafayette de Andrada (Republicanos - MG) também pretende estabelecer o marco legal para o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) e para o Programa de Energia Renovável Social (PERS).

4 O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

A identificação do risco de perda de recursos tecnológicos, da biodiversidade e da degradação das condições humanas advindos da crise civilizacional inserem as questões ambientais como tema central na agenda política e econômica internacional e conservam a pertinência do tema sustentabilidade (LIRA; FRAXE, 2014).

As preocupações ambientais na modernidade iniciaram-se nos anos de 1950. Mas, somente a partir de 1960, o movimento de inquietude e consciência ambiental ganha destaque em nível global. Nesse período, questões como o aumento constante da demanda por matérias primas e fontes de energia nos países industrializados, além da explosão demográfica nos países em desenvolvimento, assumiam papel de realce nas discussões ambientais (WENCESLAU; ANTEZANA; CALMON, 2012)

Ainda assim, a consciência ambiental só veio a emergir nos anos de 1960, com a obra Primavera Silenciosa, de Rachel Carson, e ganhou força a partir da Conferência de Estocolmo nos anos de 1970 (LEFF, 2011). Preparando o pano de fundo para a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, em 1972, em Estocolmo, o relatório “Limites do Crescimento” do Clube de Roma significou o primeiro passo a fim de discutir e resolver a problemática ambiental e institucionalizar essa questão na agenda política em nível internacional (WENCESLAU; ANTEZANA; CALMON, 2012).

A partir de então, vários eventos foram organizados contribuindo para a percepção global dos problemas ambientais. Entre os primeiros, tem-se a divulgação do relatório intitulado “Nosso Futuro Comum”, publicado em 1987, pela Comissão Mundial do Meio Ambiente e Desenvolvimento, vinculada à ONU. Neste documento o desenvolvimento sustentável é conceituado como aquele que busca satisfazer as necessidades presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender suas próprias necessidades (ONU, 2020).

Para Veiga (2006), com a publicação do relatório, houve um processo de legitimação e institucionalização normativa da expressão “desenvolvimento sustentável”. Assim, nessa perspectiva, o conceito trazia um forte caráter político e diplomático em detrimento ao enfoque apenas nas questões ambientais.

Outro evento importante, realizado em 1992, a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, também conhecida por ECO-92, foi realizada na cidade do Rio de Janeiro e objetivou debater formas de desenvolvimento

sustentável. A sua importância desse evento reside no fato de ter referenciado as questões sustentáveis (KUMM, 2016).

Já em 1997, na cidade de Kyoto, Japão, foi realizado outro evento impulsionador dos conceitos de desenvolvimento sustentável. Esse tratado internacional, nomeado de Protocolo de Kyoto foi retificado em 1998 e oficializado em 2005, instituindo normas mais rígidas para a redução da emissão dos gases que agravam o efeito estufa (MANGUEIRA, 2014)

Diversos outros eventos foram realizados no cenário global, confirmando a importância das questões ambientais relacionadas ao desenvolvimento sustentável. No Quadro 1, apresenta-se os principais eventos mundiais que alavancaram a relevância da sustentabilidade no século XX.

Quadro 1– Contextualização histórica da sustentabilidade no século XX

HISTÓRICO DA SUSTENTABILIDADE NO SÉCULO XX	
1968	Relatório: Atividades da Organizações das Nações Unidas e Programas Relevantes ao Meio Ambiente Humano. Estabelece bases para o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA)
1971	Relatório Founex, que aborda necessidade de incorporar estratégias de desenvolvimento e meio ambiente.
1972	1ª Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente (UNEP) Criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA).
1979	1ª Conferência Mundial sobre o Clima.
1983	Criação da Comissão Mundial para o Ambiente e Desenvolvimento pelas Nações Unidas
1987	Relatório <i>Our Common Future</i> , publicação que apresenta a primeira definição de Desenvolvimento sustentável: “Aquele que permite a satisfação das necessidades presentes sem comprometer a possibilidade de satisfação das necessidades de gerações futuras”.
1990	2ª Conferência Mundial do Clima.
1992	2ª Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento – a Cúpula da Terra: Definição da Agenda 21; assinatura da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima e a Convenção sobre Diversidade Biológica
1995	Criação da Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Social, pela Onu, em Copenhague, na Dinamarca.
1996	Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação entra em vigor.
1997	Início das negociações do Protocolo de Quioto. Publicação do <i>Global Environment Outlook</i> (GEO).
1999	Adoção do Pacto Global das Nações Unidas. Publicação, pela OCDE, dos Princípios de Governo Corporativo. Criação do <i>DowJones Sustainability World</i> .
2000	Apresentação da Declaração do Milênio, a qual apresenta os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio, incluindo a sustentabilidade ambiental.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

As questões ambientais continuaram a ser relevantes no século XXI, onde, assim como no século XX, foram realizados diversos eventos de importância para a sustentabilidade. O Quadro 2, apresenta a listagem dos principais eventos que destacaram a importância do desenvolvimento sustentável deste século.

Quadro 2 – Contextualização histórica da sustentabilidade no século XXI

HISTÓRICO DA SUSTENTABILIDADE NO SÉCULO XXI	
2001	1º Fórum Social Mundial, organizado por movimentos sociais em Porto Alegre (RS) com o objetivo de discutir propostas alternativas de sociedade, contemplando os direitos humanos, direitos trabalhistas, proteção ambiental e economia solidária.
2002	Aprovação da Rio+10 pela Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável, em Joanesburgo, na África do Sul, visando implementar os compromissos da Rio-92.
2005	Década das Nações Unidas sobre Educação para o Desenvolvimento Sustentável (2005-2014).
2007	O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas é contemplado com o Prêmio Nobel da Paz.
2008	Ano Internacional do Planeta Terra - desenvolvimento do Programa Científico com 10 temas abrangentes, dentre eles Recursos Naturais e Energia.
2009	A 15ª Conferência das Partes da Convenção sobre Mudanças Climáticas (COP-15), em Copenhague, consolidou e elevou o tema climático ao mais alto nível político nas agendas públicas.
2010	<i>MSI+5 (2010): Five-year review of the Mauritius Strategy of Implementation</i> - plano de ação para o desenvolvimento sustentável de pequenos Estados Insulares. A 10ª Conferência das Partes da Convenção sobre Diversidade Biológica (COP-10), no Japão aprovou o chamado Protocolo de Nagoya que versa sobre o "Acesso a recursos genéticos e a repartição justa e equitativa dos benefícios advindos de sua utilização"
2011	PNUMA lança o Rumo à Economia Verde: Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável e a Erradicação da Pobreza.
2012	Realização da Rio+20, no Rio de Janeiro - Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável.
2013	O 1º Objetivo do Milênio (ONU), que prevê até 2015 a diminuição pela metade da proporção de cidadãos famintos, é atingido com redução de 53% da proporção de pessoas que passam fome.
2014	<i>The Third International Conference on Small Island Developing States</i> - chama a atenção para grupo de países que continuam a ser um caso especial para o desenvolvimento sustentável em vista de suas vulnerabilidades únicas e particulares. Em dezembro de 2014, o secretário-geral da ONU, Ban Ki-moon lança o Relatório de Síntese, com a apresentação de sua visão para a agenda de desenvolvimento sustentável pós-2015.
2015	Adoção dos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) pela Cúpula das Nações Unidas. Realização, da 21ª Conferência do Clima (COP 21), em 12/2015, em Paris, para alinhar um novo acordo entre os países para diminuir a emissão de gases de efeito estufa.
2016	Evento realizado em 22/04/2016 a com finalidade de colher as assinaturas referentes ao Acordo Climático firmado em Paris. Esse acordo consiste em incentivar e promover reduções de emissões de poluentes e encorajar políticas entre os países a fim de alcançar o objetivo do milênio 13 definido pela ONU.
2020	Paralisação de diversas atividades e eventos devido à pandemia de COVID-19
2021	COP-26, primeira conferência presencial pós pandemia e retomada dos debates pendentes do Acordo de Paris

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

A partir do cenário apresentado, observa-se uma gama de eventos que tratam dos termos sustentável, sustentabilidade e desenvolvimento sustentável. Embora muito utilizados na literatura científica, no setor privado e nas políticas públicas, ainda

não possuem um consenso em termos de conceito. Na literatura existe uma vasta diversidade de conceitos, relacionada, de forma predominante, com o desenvolvimento sustentável (LINDSEY, 2011).

Embora haja ausência de um consenso sobre o conceito destes termos, existe a aceitação geral em relação à busca do equilíbrio entre as necessidades do ser humano e o meio ambiente (BARBOSA; DRACH; CORBELLA, 2014). Outro aspecto de consenso sobre os termos é que eles representam algo positivo e bom (BAÑON GOMIS *et al.*, 2011). Nessa mesma linha, Jatobá *et al.* (2009) destaca a dificuldade de operacionalizar o conceito de desenvolvimento sustentável devido a multiplicidade de abordagens, que vão desde as caracterizações da biologia até as da economia.

Assim, do ponto de vista lógico, a sustentabilidade é a capacidade daquele ou daquilo em sustentar-se. De acordo com Redclift (2005), sustentabilidade é uma forma derivada do verbo sustentar, o qual seria similar a manter. A exploração de um recurso natural, por exemplo, quando exercida de forma sustentável, não se esgotará nunca. De acordo com Carvalho e Barcelos (2010), o termo sustentabilidade pode ser caracterizado como “algo que pode ser mantido” ou “a capacidade de um ecossistema de enfrentar perturbações externas sem haver comprometimento das suas funções”.

Partindo desse preceito, uma sociedade sustentável não coloca em risco os elementos do meio ambiente e promove um desenvolvimento sustentável ao melhorar a qualidade de vida do homem na terra e respeitando simultaneamente a capacidade de produção dos ecossistemas nos quais vivemos.

No Brasil, de acordo com estudos realizados por Souza e Ribeiro (2013), o tema desenvolvimento sustentável foi impulsionado nos anos de 1990 em virtude de discussões a respeito da preocupação com a preservação do meio ambiente e com as condições sociais e econômicas da sociedade. Naquela década, foi formalizado o tripé da sustentabilidade, *Triple Bottom Line*, o qual contempla as questões econômicas, sociais e ambientais que devem interagir holisticamente a fim de garantir condições econômicas, benéficas para a sociedade e com utilização racional e consciente dos recursos naturais (ELKINGTON, 2004).

Nas palavras de Barter e Russell (2013), a definição de desenvolvimento sustentável se refere à internalização de estratégias, agregando, assim, novos recursos para permitir o crescimento econômico e a prosperidade compartilhada por todos. Nota-se uma importância atribuída à questão estratégica, em especial em relação a corporações, que são vistas como atores essenciais frente a inovações,

práticas e tecnologias passíveis de auxiliar na geração de resultados sustentáveis (BARTER; RUSSEL, 2013). Os autores também identificam o crescimento econômico como fundamental para permitir a sobrevivência humana.

Nessa linha, Lozano (2012) destaca que o crescimento econômico deve basear-se na justiça social e na utilização eficiente dos recursos naturais. Harlow, Golub e Allenby (2013) complementam que o crescimento econômico e a modernização são características dominantes do desenvolvimento sustentável. Freeman (1996) aponta que a ideia de crescimento exclusivamente econômico passou a ser diluído em concepções voltadas para a relação de equilíbrio entre os aspectos econômico, social e ambiental do desenvolvimento.

Ante ao exposto, adere-se ao entendimento do desenvolvimento sustentável como um novo valor, vinculando-o ao surgimento de outra racionalidade que leve em conta questões de prudência ambiental, eficiência econômica atrelada à justiça social que vise contemplar, ao mesmo tempo, as dimensões econômica, social e ambiental, sem, contudo, desprezar o campo político-cultural (LIRA; FRAXE, 2014). Nesse contexto de racionalidade do desenvolvimento sustentável como um novo valor, ganha ênfase o equilíbrio entre as dimensões econômica, social e ambiental e a preocupação da sociedade acerca da limitação dos recursos naturais.

Dessa forma, a exemplo dos impactos ambientais provocados pela exploração e consumo de petróleo, gás natural e carvão mineral, demonstram que essas fontes deverão ser gradativamente abandonadas e substituídas por fontes de energia que sejam renováveis e limpas.

4.1 ENERGIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Com uma breve observação do passado pode-se observar que o trinômio: Energia, Desenvolvimento e Degradação se fizeram presentes em todas as grandes civilizações. O desenvolvimento era marcado pela incessante busca de fontes energéticas que gerassem um custo-benefício mais atraente, onde a maior parte da energia consumida é proveniente de fontes não-renováveis.

Logo, depreende-se que a energia exerce influência no cotidiano das pessoas e seu uso afeta o meio ambiente trazendo mudanças consideráveis na sociedade. Aquino *et al.* (2015, p. 19) apontam que:

[...] a energia está presente de forma essencial em nossas vidas. As decisões tomadas hoje em relação a ela influenciam nosso futuro, seu uso afeta, o meio ambiente trazendo mudanças socioculturais e demográficas significativas.

A partir do resultado da interrelação entre oferta, transformação e o uso final da energia obtém-se o balanço energético. A matriz energética, que é fruto desse balanço consolidado, é um instrumento relevante no planejamento do desenvolvimento e, por consequência, para as pretensões do desenvolvimento sustentável. Dessa forma, existe uma estreita relação entre energia e desenvolvimento e no cerne de estratégias que visam o desenvolvimento sustentável, está o planejamento de meios que possam viabilizar a produção e o uso de energia de forma a contribuir para a sustentabilidade (AQUINO *et al.*, 2015).

Portanto, a eficiência energética e o uso racional de recursos são requisitos para o modelo de desenvolvimento sustentável. Nessa linha, Galvão (2004) destaca que o uso da energia deve deixar de ser considerada primeiramente como uma questão setorial para ser vista sistemicamente junto com questões sociais e ambientais. Contudo, Fujii (2004) destaca que essas questões ainda são seriamente subestimadas, dificultando a formulação de políticas energéticas sustentáveis

Por outro lado, as políticas que visam o uso sustentável de energia devem estimular o aumento do uso de fontes renováveis por meio de dispositivos que favoreçam a sua aplicação (AQUINO *et al.*, 2015). Ainda de acordo com os autores, os recursos de energia disponíveis são abundantes e suficientes para construir um desenvolvimento sustentável e que não faltam alternativas para um futuro sustentável de abastecimento de energia onde fontes de energia mais limpas podem ser utilizadas.

Nesse contexto, as instituições exercem importante papel no uso de energia proveniente de outras fontes ao se ajustarem ao desenvolvimento por meio da geração distribuída de energia renovável em seus domínios.

Conforme Curi *et al.* (2014), a utilização de recursos naturais, dentre eles o uso eficiente da energia, apresenta-se como um desafio para a Administração Pública. Os autores destacam ainda que a sustentabilidade no âmbito governamental tem sido cada vez mais um diferencial da nova gestão pública, onde os administradores passam a ser os principais agentes de mudança.

Ainda nesse campo, Portugal Júnior, Reydon e Portugal (2012) destacam que a busca pelo desenvolvimento sustentável envolve diretamente as organizações e,

aquelas que não se adaptarem ao novo processo de gestão de recursos sustentáveis, estarão fadadas às sanções impostas pela sociedade, pelo poder público e por seus próprios consumidores e usuários.

5 O PLANO DE DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL

O Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) é um instrumento de planejamento que fornece informações essenciais sobre as Instituições Federais de Ensino Superior (Ifes). Além de expor a identidade dessas organizações, o PDI apresenta metas, desempenho e resultados da atuação dessas instituições. O instrumento teve como marco legal a Lei nº 10.861, de 14 de abril de 2004, que estabeleceu o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES). Criado pelo Decreto nº 5.773/2006, que posteriormente foi revogado pelo Decreto nº 9.235/2017, o PDI contém o planejamento estratégico da instituição para um período de cinco anos e objetiva apresentar a missão, ações, objetivos, metas, prazos e resultados a serem alcançados e tem a seguinte definição:

O Plano de Desenvolvimento Institucional — PDI, elaborado para um período de cinco anos, é o documento que identifica a Instituição de Ensino Superior (IES), no que diz respeito à sua filosofia de trabalho, à missão a que se propõe, às diretrizes pedagógicas que orientam suas ações, à sua estrutura organizacional e às atividades acadêmicas que desenvolve e/ou que pretende desenvolver. (BRASIL, 2002, p.2).

O PDI deve observar a organização acadêmica da instituição e conter, entre outros, elementos que revelem: a) a sua missão, objetivos e metas; b) o cronograma de implantação e desenvolvimento institucional; c) a infraestrutura física; d) o demonstrativo de capacidade e sustentabilidade financeira; e) a organização administrativa da instituição e suas políticas de gestão. Neste último elemento, observa-se que a política de gestão é um ponto relevante do PDI, o qual deve contemplar também a identificação das ações que possam contribuir para a transparência e divulgação das informações da instituição.

Quanto à gestão, Mizael (2012) destaca que ela é significativa para as ações administrativas e políticas dos gestores da instituição, não devendo estar dissociada do planejamento estratégico. Nessa linha, de acordo com Miranda (2010), a gestão da informação deve ser utilizada como recurso estratégico fundamental para difundir a missão e os objetivos institucionais. Ainda, conforme Mizael (2012), no planejamento estratégico a gestão da informação tem a função de melhorar a eficiência e a eficácia das práticas de gestão, apoiando o processo de tomada de decisão e estabelecendo políticas de transparência pública ao cidadão. Dessa forma, compreende-se que a gestão pode gerar informações e conhecimentos que auxiliam no planejamento estratégico das universidades.

Adicionalmente, administrar o erário público de forma transparente e com planejamento é uma premissa que deve ser observada pelos gestores das organizações públicas. Conforme destaca Meirelles (2005 *apud* ESCOBAR, 2013), os administradores públicos devem estar impelidos a atuar com comprometimento na realização das metas do planejamento estratégico, no monitoramento dos seus indicadores de gestão e na correção de possíveis falhas provenientes de fatores ambientais desfavoráveis.

Nessa mesma linha, Oliveira (1998) aponta a importância de planejar e avaliar as metas e ações das instituições públicas, onde as ações de monitoramento e avaliação devem integrar um processo sistemático de acompanhamento, não sendo mera formalidade dentro do planejamento, sem conexão com a estratégia e os resultados. Assim, este controle pode ser definido como uma ação necessária ao monitoramento das atuações institucionais, analisando o alcance dos objetivos, metas e estratégias (MINTZBERG, 2006).

O Decreto nº 9.235/2017, destaca os elementos mínimos que devem estar presentes no PDI, dentre eles as políticas de gestão e a infraestrutura física. Nas universidades a geração distribuída (GD) se faz presente por meio da produção de energia elétrica de suas usinas fotovoltaicas. Esse componente se torna significativo para a manutenção de um serviço básico essencial para a preservação das atividades e serviços que as universidades prestam à sociedade. Assim, há a necessidade de desenvolver ações de gestão e monitoramento da Geração Distribuída de energia – que acontece nos domínios das universidades – como forma participar do planejamento e alcance dos objetivos institucionais.

Nesse ponto, Mizael (2012) destaca que o planejamento público aplicado como política da instituição pode proporcionar resultados muito positivos para as universidades, tanto em termos da profissionalização da gestão, da eficiência e da eficácia dos gastos públicos, quanto da melhoria da qualidade do ensino, da pesquisa e da extensão. Assim, compreender a GD-FV, sob uma perspectiva econômica e ambiental, contribui para a geração de conhecimento sobre o tema e pode fornecer subsídios para o plano de desenvolvimento das universidades públicas.

6 METODOLOGIA

6.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa científica é a execução de um estudo planejado, sendo o meio de abordagem do problema o que caracteriza o aspecto científico da investigação. De um ponto de vista mais filosófico, a pesquisa é atividade básica da Ciência na sua indagação e construção da realidade, alimentando a atividade de ensino e atualizando-a frente à realidade do mundo, vinculando pensamento e ação (MINAYO, 2011).

Para Gil (2008), o procedimento racional e sistemático da pesquisa tem como objetivo propiciar respostas a problemas propostos, quando não há informação suficiente para respondê-lo ou quando a informação se encontra em estado de desordem que não possa responder adequadamente à questão. Portanto, a pesquisa tem como finalidade resolver problemas e solucionar dúvidas por meio da utilização de procedimentos científicos.

6.2 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa propõe-se a entender, cientificamente, uma ou mais perspectivas de determinado assunto, de forma sistemática, metódica e crítica, devendo contribuir para o avanço do conhecimento humano. Assim, destaca-se que “o planejamento de uma pesquisa depende tanto do problema a ser estudado, da sua natureza e situação espaço-temporal em que se encontra, quanto da natureza e nível de conhecimento do pesquisador.” (KÖCHE, 2007).

Para tanto, há vários tipos de pesquisas que propiciam a coleta de dados sobre o objeto que se deseja investigar. Contudo, Prodanov (2013) acrescenta que nenhum tipo de pesquisa é autossuficiente, ou seja, praticamente mesclamos todos, acentuando-se um ou outro tipo.

Nessa linha, segundo Demo (2000, p. 22),

[...] todas as pesquisas são ideológicas, pelo menos no sentido de que implicam posicionamento implícito por trás de conceitos e números; a pesquisa prática faz isso explicitamente. Todas as pesquisas carecem de fundamento teórico e metodológico e só têm a ganhar se puderem, além da stringência categorial, apontar possibilidades de intervenção ou localização concreta.

Assim sendo, nos tópicos seguintes, serão abordados a classificação da pesquisa, os procedimentos metodológicos e o escopo da pesquisa, além das técnicas de coleta e análise dos dados que serão empregados no estudo.

6.3 QUANTO À NATUREZA DA PESQUISA

Quanto a sua natureza, o estudo pode ser classificado como básico ou aplicado. Conforme Silveira e Córdova (2009), a diferença entre a pesquisa básica e a aplicada se dá pela sua aplicabilidade prática. Sob uma perspectiva, a pesquisa básica contribui para a evolução da ciência, contudo, sem haver aplicação prática. De outra forma, a pesquisa aplicada gera conhecimento para aplicação prática na busca de respostas para problemas específicos.

Diante do exposto, o estudo da GD-FV e sua aderência ao PDI tem características de aplicabilidade prática. Portanto, o presente estudo classifica-se como pesquisa aplicada.

6.4 QUANTO À ABORDAGEM

Quanto à abordagem, uma pesquisa pode ser classificada como quantitativa, qualitativa ou mista. Na abordagem qualitativa concebem-se análises mais profundas em relação ao fenômeno que está sendo estudado, visando destacar características não observadas por meio de um estudo quantitativo (RAUPP; BEUREN, 2006)

Nessa abordagem, segundo Prodanov (2013), não há preocupação em comprovar hipóteses estabelecidas previamente, todavia, estas não afastam a existência de um quadro teórico para direcionamento da coleta, a análise e a interpretação dos dados.

Assim, a presente pesquisa desenvolver-se-á por meio de abordagem predominantemente qualitativa, uma vez que contemplará uma análise mais profunda da geração distribuída solar fotovoltaica e sua aglutinação ao PDI da UFLA. Contudo, ao se analisar a GD-FV, utilizar-se-á números e algumas técnicas estatísticas simples para análise das informações, entretanto, a hegemonia da análise será qualitativa.

6.5 QUANTO AOS OBJETIVOS

No que se refere aos objetivos, a pesquisa pode ser classificada em

exploratória, descritiva e explicativa (SILVEIRA; CÓRDOVA, 2009). Partindo-se dos conceitos apresentados por e Hair Júnior *et al.* (2005), a pesquisa exploratória restringe-se a buscar mais informações sobre determinado assunto e não elabora hipóteses a serem testadas. De forma análoga, ao se referir à pesquisa exploratória, Prodanov (2013) ressalta algumas finalidades primordiais desse tipo de pesquisa, como: proporcionar mais informações sobre o assunto que vai se investigar; facilitar a delimitação do tema de pesquisa; orientar a fixação dos objetivos e a formulação de hipóteses; ou descobrir um novo tipo de enfoque sobre o assunto.

Nesse sentido, quanto aos objetivos, a presente pesquisa se classifica como exploratória, pois se concentra na busca de mais informações sobre a temática investigada visando facilitar a delimitação do objeto a ser estudado e a definição de objetivos. Assim, tem o objetivo de proporcionar maior familiaridade com o problema, tornando-o mais explícito ou para construção de hipóteses, buscando o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições.

6.6 QUANTO AOS PROCEDIMENTOS TÉCNICOS

Para Colauto e Beuren (2003), enquadram-se como tipologias de pesquisa o estudo de caso, a pesquisa de levantamento, a pesquisa bibliográfica, a pesquisa documental, a pesquisa participante e a pesquisa experimental.

A pesquisa do tipo estudo de caso, procedimento a ser utilizado neste estudo, “caracteriza-se principalmente pelo estudo concentrado de um único caso. Este estudo é preferido pelos pesquisadores que desejam aprofundar os seus conhecimentos a respeito de determinado caso específico.” (COLAUTO; BEUREN, 2003, p. 84). Segundo Yin (2015), o estudo de caso representa uma investigação empírica e compreende um método abrangente, com a lógica do planejamento, da coleta e da análise de dados, podendo incluir estudos de caso único ou múltiplos, bem como abordagens quantitativas e qualitativas de pesquisa.

Assim, o estudo de caso será o procedimento utilizado nesta pesquisa, uma vez que se concentra em um único caso, permitindo o aprofundamento do conhecimento e detalhamento da geração distribuída de energia solar fotovoltaica da UFLA e sua aderência ao PDI daquela organização. Resumidamente, por meio Quadro 3, apresenta-se o delineamento da pesquisa.

Quadro 3 – Delineamento da Pesquisa

Problema	De que forma o estudo econômico e ambiental da minigeração distribuída de energia solar fotovoltaica pode aderir-se ao Plano de Desenvolvimento Institucional de uma Instituição Federal de Ensino Superior?		
Objetivo Geral	O objetivo geral deste trabalho é elaborar estudo da minigeração distribuída de energia solar fotovoltaica da Universidade Federal de Lavras - UFLA, estabelecendo sua conexão com o planejamento estratégico da organização, o qual é concretizado por meio do seu Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI).		
Objetivos Específicos	1 – Desenvolver estudo da minigeração distribuída de energia solar fotovoltaica da UFLA sob uma perspectiva econômica e ambiental	2 – Analisar de que forma o estudo se adere no Plano de Desenvolvimento Institucional da UFLA	3 – Indicar, como intervenção, meta e indicadores relacionados ao monitoramento de resultados da minigeração distribuída em contribuição para o acompanhamento do PDI.
Classificação quanto a natureza da pesquisa	Aplicada		
Classificação quanto aos objetivos	Exploratória		
Forma de abordagem do problema	Qualitativa		
Procedimento Técnico	Estudo de Caso		

Fonte: Adaptado de Souza; Curi e Nuintin (2019, p. 68).

6.7 ESCOPO DA PESQUISA

O escopo da pesquisa será a minigeração distribuída de energia do tipo solar fotovoltaica da Universidade Federal de Lavras, sob uma perspectiva econômica e ambiental, e sua aderência ao planejamento estratégico daquela instituição, o qual é

representado por seu Plano de Desenvolvimento Institucional (2021-2025).

A UFLA é uma entidade integrante da Administração Pública Federal brasileira, instituída sob a forma de autarquia de regime especial, goza de autonomia didático-científica, disciplinar, administrativa, de gestão financeira e patrimonial, com objetivos vinculados ao ensino, à pesquisa e à extensão e cultura, tripé da educação superior no Brasil.

De acordo com o PDI UFLA (2021-2025), sua missão, visão e finalidade é:

[...] Missão Institucional é a de manter e promover a excelência no ensino, na pesquisa e na extensão, produzindo e disseminando o conhecimento científico e tecnológico de alta qualidade na sociedade, contribuindo para formação do ser humano e profissional criativo, competente, crítico-reflexivo e comprometido com a ética para uma sociedade mais justa e democrática.

A partir de sua Visão, a UFLA busca ser referência nacional e internacional como universidade sócio e ambientalmente correta, integrada à sociedade, como centro de excelência na produção acadêmica, científica, tecnológica e cultural.

Para o cumprimento de sua Finalidade, da sua Missão e de sua Visão, a UFLA está alicerçada pelos seguintes valores: Autonomia; Universalidade; Excelência; Ética; Sustentabilidade; Transparência; Saúde e qualidade de vida; Trabalho em equipe; e Compromisso social.

Desde a transformação da Escola Superior de Agricultura de Lavras em Universidade Federal de Lavras, na década de 1990, a UFLA teve um crescimento exponencial e conta, atualmente, com 31 cursos de graduação presencial, 28 programas de pós-graduação *stricto sensu* acadêmicos e 7 cursos programas de pós-graduação *stricto sensu* profissionais. Conforme o Relatório de Gestão institucional de 2018, o campus universitário no município de Lavras possui cerca de 600 hectares de área, sendo aproximadamente 300.000 m² de área construída, com mais de 250 edificações e atende uma comunidade acadêmica de, aproximadamente, 12.000 alunos de graduação e pós-graduação, mais de 1.300 servidores ativos ocupantes de cargo de provimento efetivo da Universidade, entre técnicos administrativos e docentes (UFLA, 2020).

No âmbito de sustentabilidade ambiental, pelo sétimo ano consecutivo a UFLA aparece no *UI GreenMetric World University Ranking*. Em 2016, a UFLA foi considerada pelo *GreenMetric* como a instituição de ensino superior mais sustentável da América Latina e a 38^a entre todas as universidades participantes, e em 2019 passou a ocupar a 29^a posição no ranking geral. Anualmente, o ranking internacional sinaliza os esforços em sustentabilidade e gestão ambiental das instituições de ensino

superior em todo o mundo. Para a UFLA, o ponto mais importante dos resultados desse ranking é a contribuição para a formação de profissionais comprometidos com a preservação ambiental por meio de ações vivenciadas dentro da Universidade. Além disso, esses resultados demonstram a preocupação que a Instituição manifesta com a gestão ambiental, aspecto integrado com o processo de expansão da Universidade (UFLA, 2020). Destaca-se que um dos pontos considerados na mensuração do referido índice é considerado o número de fontes de produção de energia renovável existentes no campus da instituição.

Contudo, o crescimento experimentado pela UFLA também trouxe novos desafios quanto à gestão do orçamento, principalmente no cenário de contingenciamento de recursos dos últimos anos. De acordo com o Relatório de Gestão de 2020, a universidade teve um gasto de aproximadamente R\$ 84,1 milhões de reais com alocações de recursos para “Despesas Correntes”. Desses, R\$ 3.539.618,28 foram destinados para as despesas com energia elétrica, conforme observa-se na Tabela 3. Cabe frisar que os gastos com energia elétrica da universidade no ano de 2019 foram de R\$ 4.287.725,00.

Tabela 3 – Alocações dos Recursos para despesas correntes da UFLA em 2020 (R\$)

Despesas	31/12/2020	AV (%)
Locação de mão-de-obra	26.355.015,94	31,31
Demais despesas de Folha (Benefícios, estagiários, Residentes e outros)	15.328.857,72	18,21
Transferência a Instituições de Pesquisa e Desenvolvimento Institucional	14.026.245,98	16,66
Bolsas de Estudos	5.632.127,71	6,69
Material para Manutenção de Bens Imóveis/ Instalações	4.811.830,10	5,72
Serviços de Energia Elétrica	3.539.618,28	4,20
Material Elétrico e Eletrônico	2.544.738,64	3,02
Sementes, Mudas de Plantas e Insumos	1.345.255,03	1,60
Taxa de Administração (Combustível e Manutenção)	1.133.312,37	1,35
Demais despesas correntes	9.467.920,20	11,24
Total	84.184.921,97	100,00

Fonte: UFLA (2020).

No âmbito do planejamento estratégico da instituição, para os anos de 2021

a 2025, foram considerados, dentre outros, os instrumentos de planejamento alinhados ao Decreto nº 10.531/2020, que institui a Estratégia Federal de Desenvolvimento para o Brasil no período de 2020 a 2031 e aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), que é uma agenda mundial adotada durante a Cúpula das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável em setembro de 2015 e onde estão previstas ações mundiais nas áreas de erradicação da pobreza, segurança alimentar, agricultura, saúde, educação, igualdade de gênero, redução das desigualdades, energia, água e saneamento, padrões sustentáveis de produção e de consumo, mudança do clima, cidades sustentáveis, proteção e uso sustentável dos oceanos e dos ecossistemas terrestres, crescimento econômico inclusivo, infraestrutura, industrialização, entre outros.

Alinhando-se, estrategicamente a esses instrumentos, a Instituição vem adotando medidas que promovam a eficiência energética e o combate ao desperdício de energia elétrica. Assim, a UFLA, também tem garantido economia de gastos com energia elétrica do campus com o uso de lâmpadas de LED. Isto foi possível pela captação de recursos junto à Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG), na quantia de 4,4 milhões de reais possibilitando, desde 2018, a troca de mais de 36 mil lâmpadas em áreas externas e em edificações por lâmpadas LED, o que representou em 2019 uma economia de 22% na conta de energia. Outro benefício dos projetos foi a instalação de equipamentos de ar refrigerado com características especiais, para redução no consumo de energia. (UFLA, 2020).

Ainda de acordo com a UFLA (2020), como parte das ações voltadas à eficiência energética e sustentabilidade econômica e socioambiental, a Instituição iniciou a implantação da sua Usina Fotovoltaica com potência total de 1,37 megawatts-pico de energia.

6.8 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa foi realizada analisando a GD-FV UFLA⁴ e os procedimentos metodológicos serão apresentados em etapas com o objetivo de facilitar a compreensão.

⁴ A partir desse ponto, o termo “GD-FV UFLA” será utilizado para designar a minigeração distribuída de energia que será efetivada por usina solar fotovoltaica de 1,37 megawatts-pico a ser instalada pela UFLA.

A primeira etapa é constituída do cálculo estimado da geração de energia elétrica da GD-FV UFLA, o qual será expresso em Watt-hora/mês (Wh/mês) ou seus múltiplos como quilowatt-hora/mês (KWh/mês) e megawatt/hora/mês (MWh/mês). O quantitativo estimado de geração é base para o desdobramento dos passos seguintes.

A segunda etapa consiste em confrontar o valor estimado de geração com o consumo de energia elétrica – proveniente da concessionária – da instituição estudada. Para este item, foi considerada a energia consumida no horário fora de ponta (HFP). Optou-se por utilizar a energia HFP por se tratar do maior consumo em kWh da fatura de energia daquela instituição. Além disso, o HFP abrange o horário em que há geração de energia da fonte fotovoltaica, a qual é dependente do sol para a geração de energia elétrica. Portanto, foi excluída da análise a energia hora ponta (HP), que no caso da CEMIG, concessionária que atende a UFLA, abrange o período das 17h às 20h. Nesse período há pouca ou nenhuma geração de energia proveniente da GD-FV UFLA. Objetiva-se assim, obter o percentual de geração de energia em relação ao consumo de energia HFP, advinda da concessionária.

A terceira etapa compreende o estudo econômico e será necessária a estimativa de geração em kWh e custo da energia HFP, obtidos nas etapas anteriores. O intuito é obter informações econômicas referentes ao tempo de retorno do investimento (*payback*) e o *Levelized Cost of Energy* (LCOE), conhecido como custo nivelado de energia. A finalidade desta análise é obter indicadores econômicos do empreendimento.

A quarta etapa consiste no cálculo da possível contribuição da geração de energia proveniente da GD-FV UFLA para evitar a emissão de CO₂. Mesmo o empreendimento não estando em operação total, é possível calcular o quanto poderia contribuir para a mitigação da emissão de gases do efeito estufa (GEE). Para tanto, será utilizada a metodologia empregada nos projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), o qual é parte integrante do Protocolo de Quioto.

Por fim, pretende-se alinhar os estudos, realizados nas quatro etapas anteriores, ao PDI da instituição estudada. A intenção é delinear como este estudo se adere ao planejamento estratégico da organização, o qual é realizado por meio do seu plano de desenvolvimento institucional. Esta etapa se desdobrará na indicação de uma possível intervenção ao PDI, uma vez que os estudos propostos podem auxiliar no acompanhamento dos efeitos da GD-FV UFLA no planejamento estratégico da instituição, principalmente com os objetivos relacionados às dimensões: “Governança,

Aprendizagem e Recursos”; “Processos Internos” e “Resultados e Sociedade” previstas no planejamento.

6.9 CÁLCULO DO POTENCIAL DE GERAÇÃO DA GD-FV UFLA

Para estimar a energia gerada é necessário conhecer a sua capacidade a ser instalada, a qual é expressa em kWp (Quilowatt-pico), podendo-se também utilizar os seus múltiplos MWp (Megawatt-pico) ou GWp (gigawatt-pico). A informação sobre a capacidade a ser instalada é conhecida por meio de consulta ao PDI da UFLA. Contudo, ainda que o empreendimento não esteja em operação, é possível conhecer o potencial de geração de energia dos equipamentos adquiridos para a geração distribuída de energia.

Assim, para o cálculo estimado da geração de energia da GD-FV UFLA, será utilizada a metodologia adotada por Marinoski *et al.* (2004) e Masutti *et al.* (2016), expressa pela Eq.(1): Onde E = geração média durante o mês ou ano (kWh), Pot = potência instalada, N = número de dias (mensal ou anual), G_{poa} = média de radiação solar da localidade onde se localiza a GD-FV (kWh/m^2 /dia) e R = rendimento do sistema (%)

$$E = Pot * N * G_{poa} * R \quad (1)$$

Essa equação permite estimar os valores de energia a ser gerada pela GD-FV UFLA. Para a média de radiação solar serão utilizados os dados do Atlas Brasileiro de Energia Solar de 2017 do Laboratório de Modelagem e Estudos de Recursos Renováveis de Energia, integrante do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (LABREN/INPE).

Segundo Pinho e Galdino (2014), os módulos fotovoltaicos têm garantia de rendimento mínimo durante 25 anos e, tipicamente, é garantido um rendimento de 90% para o período dos 10 a 12 primeiros anos de operação e de 80% por um período de 20 a 25 anos. Dessa forma, considerando a média entre os rendimentos dos dois períodos citados, será considerado o valor de 85% de rendimento do sistema para efeitos de cálculo da geração de energia da GD-FV UFLA.

6.10 CÁLCULOS ECONÔMICOS

Para a avaliação econômica da GD-FV serão utilizados o tempo de retorno do investimento e o *Levelized Cost of Energy* (LCOE).

6.10.1 Payback

O *payback*, ou seja, o tempo de retorno do investimento, reflete o período necessário para que o custo de instalação da GD-FV UFLA se pague e, dessa forma, comece a representar lucro para a instituição. Para o cálculo do *payback* será necessário considerar o valor total investido e a geração média mensal do sistema fotovoltaico, representado em kWh, expresso pela Eq.(2):

$$\text{Payback(meses)} = \frac{\text{Investimento(R\$)}}{\text{Energia Gerada (kWh /mês) * Valor da Tarifa(R\$)}} \quad (2)$$

Neste caso, para obter o *payback*, pelos motivos expostos anteriormente, considerou-se o valor da tarifa HFP da instituição.

6.10.2 Levelized Cost of Energy (LCOE)

O *Levelized Cost of Energy*, que pode ser traduzido para o português como custo nivelado de energia, é um meio de definir o custo de produção de energia por uma determinada fonte de geração. Para o cálculo consideram-se os custos dos materiais, projeto, instalação, operação, entre outros, do sistema fotovoltaico (ENGIE, 2019). O LCOE será calculado conforme Eq (3):

$$\text{LCOE} = \frac{\text{Investimento Total (R\$)}}{\text{Energia Total Gerada (kWh)}} \quad (3)$$

Com o LCOE, podemos entender o sistema fotovoltaico como um pacote de energia pelo qual será pago um valor determinado e que também proporcionará uma determinada quantidade de energia. O valor foi obtido em reais por kWh gerado e diretamente comparado com o valor da tarifa HFP paga pela instituição.

6.11 CÁLCULO DE CO2 EVITADOS

O cálculo estimado de CO2 evitados pela GD-FV UFLA foi efetuado de acordo com o previsto nos projetos do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), que estimula a substituição de energia de origem fóssil por energia renovável. Além disso, promove a racionalização do uso da energia, serviços urbanos e outras atividades, motivando o desenvolvimento sustentável e as reduções de emissões de gases do efeito estufa. O MDL também inclui investimentos em projetos de mitigação de mudança climática em países em desenvolvimento, transferência ou difusão de tecnologia nos países anfitriões, além de melhoria no sustento de comunidades por meio da geração de emprego e aumento da atividade econômica (UNFCCC, 2016).

Assim, neste trabalho, para o cálculo da quantidade de CO2 evitados, foi utilizada a categoria de projetos de MDL de energia solar fotovoltaica os quais são avaliados pelo Comitê Interministerial sobre a Mudança do Clima – CIM. O cálculo da emissão evitada foi efetuado segundo as metodologias adaptadas por Buiatti *et al.* (2016), Sanquetta (2017), Campos (2015) e Lira (2019) descritas na Eq. (2).

$$ECO_2 = E * Fe \quad (3)$$

Onde, ECO_2 = emissões anuais de dióxido de carbono evitadas (tCO₂); E = energia gerada durante o ano (GWh/ano); Fe = fator de emissão (tCO₂) da energia elétrica do Sistema Interligado Nacional – SIN. O fator de emissão de CO₂ foi obtido no site do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) e adotou-se o ano base de 2019 devido a não divulgação do valor da margem de contribuição do ano de 2020, por parte do ministério, até a data de elaboração da consulta. Assim, para o fator de emissão, foi considerada uma margem combinada para o fator de emissão, observando a seguinte equação: [Fator de emissão da linha de base = (0,75 x margem de operação) + (0,25 x margem de construção)] (BUIATTI *et al.*, 2016).

Portanto, este estudo trata do cálculo estimado das emissões de CO₂ que seriam evitadas caso da GD-FV UFLA estivesse em operação em sua totalidade. Dessa forma, como foi utilizado o ano base 2019, para efeito de simulação, considerou-se que o empreendimento e sua respectiva geração de energia, naquele ano, já estariam em operação com sua capacidade total.

7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Será apresentado nesse tópico os resultados do estudo econômico e ambiental da minigeração distribuída de energia solar fotovoltaica a ser implementada pela UFLA e como essa geração distribuída se adere ao PDI 2021-2025 por meio de análise do planejamento estratégico da UFLA presente no documento. Após essa análise, será apresentada a proposta de intervenção, a qual considera a relação da GD-FV UFLA com o plano de desenvolvimento da instituição.

7.1 CÁLCULO DE GERAÇÃO DE ENERGIA

Para a estimativa de energia a ser gerada pela GD-FV UFLA foram considerados a potência de 1.370 kWp, a serem instalados no campus da UFLA na cidade de Lavras (MG), conforme consta do PDI 2021-2025 da instituição. De acordo com a Gráfico 6, a irradiação solar diária média anual, para o plano inclinado com ângulo igual a latitude, é de 5,22 kWh/m²/dia.

Gráfico 6 – Irradiação Solar Diária Média Mensal (KWH/M2.DIA)



Fonte: Atlas Brasileiro de Energia Solar (2017) - LABREN / CCST / INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).

A partir desses dados de irradiação solar e considerando o rendimento do sistema em 85%, a estimativa anual de geração distribuída de energia elétrica a partir do sistema fotovoltaico é de 2.217.487 kWh, ou seja, aproximadamente 2.217 MWh, conforme observa-se na Tabela 4.

Tabela 4 – Cálculo da Estimativa de Geração de Energia

Mês	Energia Gerada (kWh/mês)	Potência (kWp)	Número de dias	Irradiação Solar (kWh/m ² /dia)	Rendimento (%)
Janeiro	185.912	1.370	31	5,15	0,85
Fevereiro	182.268	1.370	28	5,59	0,85
Março	187.356	1.370	31	5,19	0,85
Abril	186.553	1.370	30	5,34	0,85
Mai	176.527	1.370	31	4,89	0,85
Junho	168.037	1.370	30	4,81	0,85
Julho	183.024	1.370	31	5,07	0,85
Agosto	210.460	1.370	31	5,83	0,85
Setembro	193.540	1.370	30	5,54	0,85
Outubro	191.688	1.370	31	5,31	0,85
Novembro	168.736	1.370	30	4,83	0,85
Dezembro	183.385	1.370	31	5,08	0,85
Total	2.217.487				

Fonte: Elaborada pelo autor.

Assim, a partir dos dados de geração de energia mensal, tem-se uma estimativa de geração de energia média de aproximadamente 184.791 kWh por mês.

7.2 ESTUDO ECONÔMICO

Para se comparar a geração de energia da GD-FV UFLA com o consumo HFP da universidade considerou-se as ações para a contenção da pandemia de COVID 19 na instituição, uma dessas ações foi a suspensão de todas as atividades de ensino presencial (educação infantil, aulas de graduação e pós-graduação), ocorrida em dia 23 de março de 2020, tendo como um dos efeitos a diminuição no consumo de energia da instituição.

Dessa forma, para fins de demonstração do percentual médio de geração da GD-FV UFLA em relação ao consumo de energia fornecido pela concessionária, considerou-se o consumo HFP do ano de 2019 (antes da pandemia e suspensão das aulas presenciais) e o consumo HFP do ano de 2020 (durante a pandemia e suspensão das aulas presenciais), conforme Tabela 5.

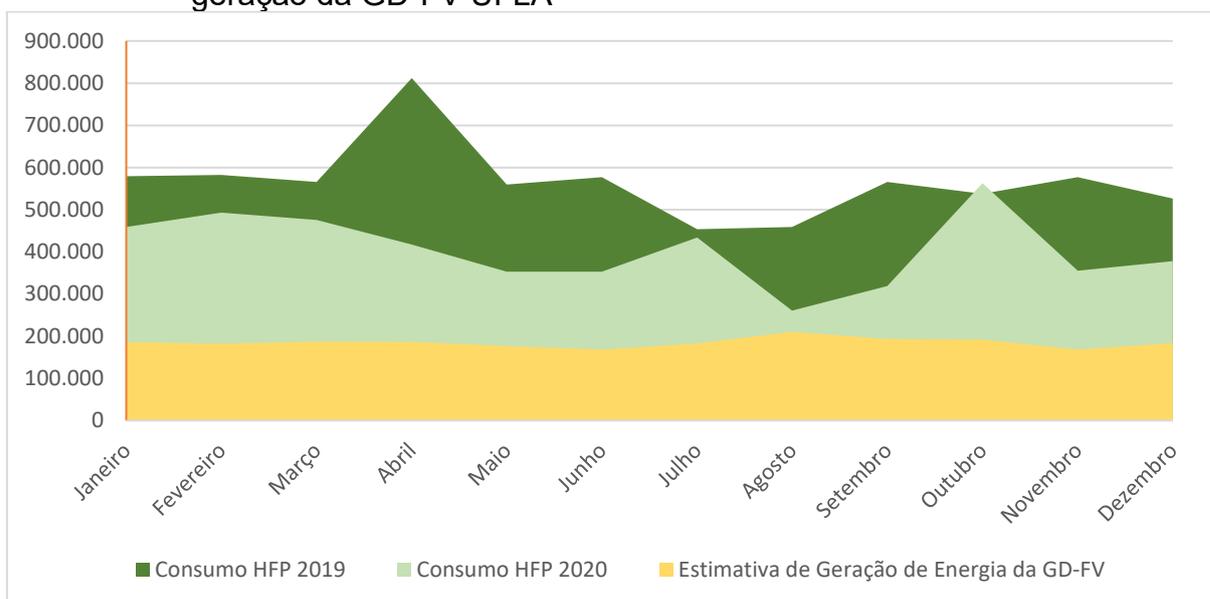
Tabela 5 – Geração de Energia em Relação ao Consumo HFP (2019 e 2020)

Mês	Consumo HFP 2019	Consumo HFP 2020	Estimativa de Geração de Energia da GD-FV	Percentual de Geração em relação ao consumo HFP 2019	Percentual de Geração em relação ao consumo HFP 2020
Janeiro	579.600	459.200	185.912	32%	40%
Fevereiro	582.400	492.800	182.268	31%	37%
Março	565.600	476.000	187.356	33%	39%
Abril	812.000	417.200	186.553	23%	45%
Mai	560.000	352.800	176.527	32%	50%
Junho	576.800	352.800	168.037	29%	48%
Julho	453.600	434.000	183.024	40%	42%
Agosto	459.200	260.400	210.460	46%	81%
Setembro	565.600	319.200	193.540	34%	61%
Outubro	537.600	562.800	191.688	36%	34%
Novembro	576.800	355.600	168.736	29%	47%
Dezembro	526.400	378.000	183.385	35%	49%
Total	6.795.600	4.860.800	2.217.487		

Fonte: Elaborada pelo autor a partir de dados da fatura de energia da UFLA.

Assim, nesse cenário a geração da GD-FV UFLA representaria, em média, aproximadamente 33% do consumo total de energia elétrica HFP do ano de 2019 e, quando considerada a geração em relação ao consumo do ano de 2020, esse valor seria de aproximadamente 48%. O Gráfico 7 ilustra essa relação de consumo de energia HFP dos anos de 2019 e 2020 com a estimativa de geração da GD-FV UFLA.

Gráfico 7 – Consumo de energia HFP (2019 e 2020) em relação à estimativa de geração da GD-FV UFLA



Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir do histórico do valor das tarifas, conforme observado na Tabela 5 e considerando um período de 24 meses (janeiro de 2019 a dezembro de 2020), obteve-se um valor médio de tarifa HFP de R\$ 0,40.

Tabela 6 – Consumo, tarifa e Valores de energia HFP (2019 e 2020) e estimativa de economia com GD-FV UFLA (R\$)

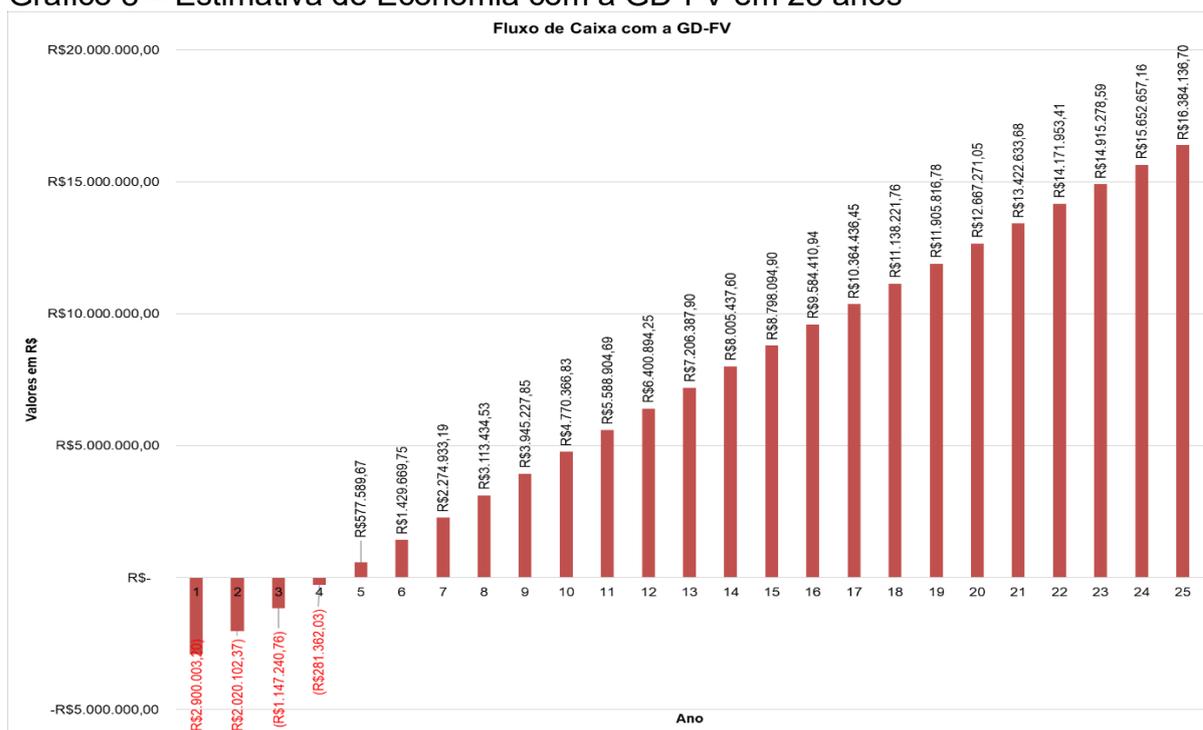
Ano	2019			2020			GD-FV		
Mês	Consumo de energia HFP	Tarifa de energia HFP (R\$)	Valor pago de energia HFP (R\$)	Consumo de energia HFP	Tarifa de energia HFP (R\$)	Valor pago de energia HFP (R\$)	Estimativa de Geração de Energia da GD-FV kWh	Tarifa Média (R\$)	Valor estimado da geração da GD-FV (R\$)
Janeiro	579.600	0,37	214.452,00	459.200	0,40	183.680,00	185.912	0,40	74.364,97
Fevereiro	582.400	0,38	221.312,00	492.800	0,41	202.048,00	182.268	0,40	72.907,02
Março	565.600	0,36	203.616,00	476.000	0,41	195.160,00	187.356	0,40	74.942,56
Abril	812.000	0,36	292.320,00	417.200	0,41	171.052,00	186.553	0,40	74.621,16
Mai	560.000	0,36	201.600,00	352.800	0,40	141.120,00	176.527	0,40	70.610,62
Junho	576.800	0,36	207.648,00	352.800	0,40	141.120,00	168.037	0,40	67.214,94
Julho	453.600	0,42	190.512,00	434.000	0,40	173.600,00	183.024	0,40	73.209,79
Agosto	459.200	0,44	202.048,00	260.400	0,39	101.556,00	210.460	0,40	84.184,03
Setembro	565.600	0,45	254.520,00	319.200	0,38	121.296,00	193.540	0,40	77.415,96
Outubro	537.600	0,43	231.168,00	562.800	0,38	213.864,00	191.688	0,40	76.675,34
Novembro	576.800	0,43	248.024,00	355.600	0,38	135.128,00	168.736	0,40	67.494,42
Dezembro	526.400	0,43	226.352,00	378.000	0,45	170.100,00	183.385	0,40	73.354,18
Total	6.795.600		2.693.572,00			1.949.724,00			886.994,99

Fonte: Elaborada pelo autor.

Ainda, conforme observa-se na Tabela 6, considerando a estimativa de geração de energia e a tarifa HFP média de R\$ 0,40; estima-se que o valor da produção da GD-FV UFLA representaria um valor médio mensal de R\$ 73.916,25.

Para concretização da implementação do empreendimento, houve, segundo o PDI 2021-2025, investimentos de R\$ 3.787.000,00 provenientes de recursos do orçamento da UFLA e de recursos obtidos com o MEC e com a Secretaria de Esportes do Ministério das Cidades. Dessa forma, considerando o total investido para a concretização da usina fotovoltaica; a geração média da GD-FV em 184.791 kWh/mês; a tarifa média no valor de R\$ 0,40 e uma degradação dos módulos de 0,8% ao ano, temos um *payback* simples para a GD-FV de aproximadamente 52 meses, ou seja, 4 anos e 4 meses. Para o cálculo do *payback* não foram considerados valores de reajuste para a tarifa de energia ao longo do tempo.

Gráfico 8 – Estimativa de Economia com a GD-FV em 25 anos



Fonte: Elaborada pelo autor.

Nesse sentido, a estimativa de economia da GD-FV UFLA nesse cenário poderia chegar a mais de R\$ 16 milhões (GRÁFICO 8) ao final do vigésimo quinto ano.

Ainda considerando a degradação dos módulos de 0,8% ao ano e a estimativa total de geração de energia para o primeiro ano de 2.217.487 kWh, até o final do

vigésimo quinto ano chega-se ao total de aproximadamente 50.427.739 kWh de energia a ser produzida nesse período.

Dessa forma, por meio da razão entre o investimento total de R\$ 3.787.000,00 e a energia total gerada de 50.427.739 kWh, obtemos o custo nivelado de energia (LCOE) de R\$ 0,07 por kWh frente ao valor médio de R\$ 0,40 pagos de tarifa do HFP.

7.3 ESTUDO AMBIENTAL

Para o estudo ambiental, que compreende a análise da contribuição da geração de energia GD-FV UFLA para a redução de CO₂, considerou-se o fator de emissão médio anual de 0,1020 (tCO₂/MWh) para a margem de construção e os fatores de emissões médias mensais (TABELA 7) para a margem de operação. Assim, como descrito anteriormente, objetiva-se obter a margem combinada para o cálculo de CO₂ que seriam evitados pelo empreendimento no ano de 2019.

Tabela 7 – Valores dos fatores médios de emissões (kgCO₂/MWh) em 2019

Mês	Margem de operação	Margem de construção	Margem combinada	Energia Gerada (kWh/mês)	KgCO ₂ /mês
Janeiro	0,3540	0,1020	0,2910	185.912	54.101
Fevereiro	0,5573	0,1020	0,4435	182.268	80.831
Março	0,5075	0,1020	0,4061	187.356	76.090
Abril	0,5095	0,1020	0,4076	186.553	76.044
Mai	0,4794	0,1020	0,3851	176.527	67.972
Junho	0,4175	0,1020	0,3386	168.037	56.902
Julho	0,5914	0,1020	0,4691	183.024	85.848
Agosto	0,5312	0,1020	0,4239	210.460	89.214
Setembro	0,5606	0,1020	0,4460	193.540	86.309
Outubro	0,5370	0,1020	0,4283	191.688	82.091
Novembro	0,5720	0,1020	0,4545	168.736	76.691
Dezembro	0,5997	0,1020	0,4753	183.385	87.159
Total					919.249

Fonte: Elaborada pelo autor a partir de dados do MCTI.

Assim, conforme dados do potencial de geração e do fator médio de emissão de CO₂ – obtido na Margem Combinada – chega-se à 919.249 kgCO₂/ano que seriam

evitados com a geração de energia proveniente da GD-FV UFLA em 2019. Os valores mensais também são apresentados na Tabela 6, resultando em uma média de 76.604 kgCO₂/mês.

7.4 ALINHAMENTO DA GD-FV AO PDI UFLA 2021-2025

Conforme exposto no tópico anterior, a faceta econômica e ambiental, provenientes do estudo, revelam números que demonstram a contribuição da GD-FV UFLA para os objetivos de desenvolvimento sustentável. Sob outra perspectiva, a geração distribuída lança a universidade ao campo de produtora de energia elétrica renovável. Assim, temas como: geração distribuída; energia solar fotovoltaica e desenvolvimento sustentável apresentam-se como relevantes para o Planejamento Estratégico da instituição, que, no caso, é apresentado em seu Plano de Desenvolvimento Institucional para o período de 2021-2025.

Assim, buscou-se estabelecer conexões de atributos relacionados aos termos supracitados com o Planejamento Estratégico da instituição utilizando-os como aspectos aglutinadores da GD-FV ao Plano de Desenvolvimento Institucional.

O PDI UFLA 2021-2025 é alinhado ao planejamento governamental por meio dos instrumentos mencionados na Figura 9. Contudo, para a análise, foram considerados a Estratégia Federal de Desenvolvimento do Brasil (EFD) no período de 2020 a 2031 e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Figura 2 – Alinhamento do PDI 2021-2025 ao Planejamento Governamental



Fonte: Elaborado pelo autor a partir do PDI UFLA 2021-2025.

Ordenada sob cinco eixos: Econômico, Institucional, Infraestrutura, Ambiental e Social, na Estratégia Federal de Desenvolvimento do Brasil no período de 2020 a 2031 (EFD 2020-2031), encontra-se a visão de longo prazo para a administração pública atuar de forma estável e coerente, tendo como principal diretriz a elevação da renda e da qualidade de vida da população brasileira com redução das desigualdades sociais.

Ao revelar o seu potencial de produção em 2.217.487 kWh por ano, evidenciando a capacidade de produção energética da GD-FV UFLA, o estudo pode corroborar com o planejamento da expansão da infraestrutura de produção de energia da universidade. Nesse ponto associa-se ao “Eixo Infraestrutura” da EFD 2020-2031, o qual destaca a importância de fortalecer o planejamento da expansão da infraestrutura de **produção de energia com foco na sustentabilidade socioambiental** e visando o bem-estar para a população.

Sob a perspectiva ambiental, considera-se o potencial da GD-FV UFLA quando se trata de emissão de CO₂ evitados. Como estimado, em 2019, o empreendimento teria contribuído para evitar a emissão de 919.249 kgCO₂. Nesse ponto, há a aderência ao Eixo Ambiental da EFD 2020-2031, que traz em seu texto a necessidade de implementação de políticas, ações e medidas para o **enfrentamento da mudança do clima e seus efeitos**, com a seguinte diretriz:

Promover a conservação e o uso sustentável dos recursos naturais, com foco na qualidade ambiental como um dos aspectos fundamentais da qualidade de vida das pessoas, conciliando a preservação do meio ambiente com o desenvolvimento econômico e social. (UFLA, 2020, p. 23).

Nesse eixo, há a perspectiva de estímulo ao **desenvolvimento de uma economia de baixo carbono** e à **geração de empregos**, destacando-se a orientação para a **ampliação da participação de fontes renováveis** – como é o caso da GD-FV UFLA – na matriz energética.

Como destacado neste estudo, além de contribuir para a geração de empregos os reflexos da minigeração distribuída solar fotovoltaica nos gastos com energia da instituição entram em consonância com a estratégia do “Eixo Econômico” da EFD 2020-2031, que é direcionado para o alcance do **crescimento econômico sustentado e a geração de empregos**. Esse eixo ainda destaca que para isso há necessidade do aperfeiçoamento da gestão das contas públicas por meio da avaliação, do **monitoramento da qualidade do gasto e no estabelecimento de metas e prioridades**.

Quanto ao alinhamento aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), pode-se observar relação com o Objetivo 7 que é: “**assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos**”. Contudo pode-se destacar que os efeitos da GD-FV podem ser refletidos no Objetivo 12 que visa: “assegurar padrões de **produção e de consumo sustentáveis**”; o Objetivo 13 que versa sobre: “tomar medidas urgentes para **combater a mudança do clima e seus impactos**” e o Objetivo 17 que pretende: “**fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável**”.

Para atender ao “Objetivo 7” de expandir, até 2030, a infraestrutura e modernizar a tecnologia para o fornecimento de serviços de energia modernos e sustentáveis para todos, é utilizado pelo Brasil o indicador de capacidade instalada de geração de energia renovável nos países em desenvolvimento (em watts per capita) (IBGE, 2021).

O planejamento estratégico proposto no PDI 2021-2025 foi elaborado considerando as dimensões: “Política”; “Econômico-Social” e “Legal” para a análise de cenários e a construção de um horizonte no período de 2021 a 2025.

Na dimensão “Política” depreende-se que o PDI 2021-2025 considera a EFD 2020-2031 e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável como algumas das

macrotendências mais prováveis para os anos 2021 a 2025, e que uma das consequências para o Ensino, a Pesquisa e a Extensão será a utilização de energias renováveis pela instituição. Nesse ponto, como a produção de energia elétrica da GD-FV UFLA enquadra-se como produção de energia renovável de fonte solar fotovoltaica, observa-se que o tema se apresenta como importante elemento para o planejamento estratégico, conforme pode ser observado no Quadro 4.

Quadro 4 – Análise de Cenários para a construção do PDI 2021-2025

Macrotendências mais prováveis para os próximos 5 anos	Consequências para o Ensino, a Pesquisa e a Extensão na UFLA
Dimensão Política	
<ul style="list-style-type: none"> - Instabilidade Política - Reformas tributárias e administrativa - Indefinição da definição do teto dos gastos (EC 95) - Portaria 1.122 /2020 MCTIC - Estratégia Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social 2020 a 2030 (2018 em atualização) - Plano Nacional de Educação - Diretrizes resultantes do Plano Nacional de Pós-Graduação - Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016-2022 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) - PPA 2020-2023 (Lei 13.971/2019) - Estratégia de Governo Digital para o período de 2020 a 2022 (Decreto 10.332/2020) 	<ul style="list-style-type: none"> - Redução do número de servidores e colaboradores terceirizados - Reestruturação na carreira de docentes e TAES - Redução de recurso de fomento público à pesquisa - Aumento das demandas da sociedade por ciência e tecnologias inovadoras (CT&I) - Utilização de energias renováveis pela UFLA - Necessidade de definição de nova política institucional para ensino de graduação - Transformação digital

Fonte: Adaptado do PDI UFLA 2021-2025.

Na dimensão “Econômico-Social”, cabe destacar que o desemprego e a redução ou estagnação orçamentaria são cenários ou macrotendências presumíveis para os anos de vigência do PDI. Nesse ponto, conforme exposto anteriormente, a GD-FV tem se apresentado importante para a geração de emprego e na redução de gastos com o consumo de energia da concessionária. Contudo, a redução na capacidade de investimento em capital é relacionada como uma consequência dos cenários dessa dimensão de análise e que pode impactar negativamente na ampliação da GD-FV.

Dando prosseguimento, para a elaboração dos objetivos estratégicos do PDI 2021-2025 considerou informações obtidas na análise das dimensões supracitadas

para identificar as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças para a UFLA e avaliar o seu respectivo grau de relevância para a elaboração das estratégias. Nessa análise, na avaliação do grau de relevância das oportunidades, a utilização de energias renováveis tem grau de relevância máxima, alcançando 125 pontos, conforme Tabela 8.

Tabela 8 – Avaliação do grau de relevância das oportunidades da UFLA, 2021-2025

Oportunidades	Probabilidade de ocorrência 1-Rara - 5-Muito provavelmente	Impacto (efeito) Positivo 1: Incidental - 5: Extremo	Potencialidade 1: Muito baixa - 5: Muito alta	Grau de relevância
Utilização de energias renováveis pela UFLA	5	5	5	125
Melhoria no sistema de Governança da UFLA	5	5	5	125
Atualização do Projeto Pedagógico Institucional	4	5	5	100
Ampliação do número de cursos de especialização	5	5	4	100
Utilização de recursos tecnológicos digitais de informação e comunicação em apoio ao ensino-aprendizagem	5	5	4	100
Aprimoramento da Governança Digital	5	5	4	100
Necessidade da sociedade usufruir do conhecimento produzido pela Universidade	5	5	4	100

Fonte: Adaptado do PDI UFLA 2021-2025.

Quanto à avaliação do grau de relevância das forças da UFLA, a “Infraestrutura Física e de Equipamentos adequados” – onde podem ser enquadrados a infraestrutura de equipamentos para proporcionar a produção de energia da GD-FV UFLA – o grau de relevância é de 125, ou seja, máxima relevância. Outra força avaliada com grau de relevância em 125 é a “Sustentabilidade Ambiental”.

Contudo, a “Geração de energia elétrica sustentável” apresenta-se como uma força com grau de relevância em 40, como pode se observar na Tabela 9.

Tabela 9 – Avaliação do grau de relevância das forças da UFLA

Forças	Diferenciação sobre os concorrentes 1: Muito pequena - 5: Muito grande	Facilidade de Imitação 1: Muito fácil - 5: Muito difícil	Impacto (efeito) Positivo 1: Incidental - 5: Extremo	Grau de relevância
Estrutura de apoio a assistência estudantil e comunitária	5	5	5	125
Parque tecnológico	4	5	5	100
Infraestrutura de TI	4	5	5	100
Experiência em boas práticas em governança e gestão	4	4	5	80
Nível elevado de qualificação dos servidores	4	4	5	80
Localização privilegiada em relação aos eixos de desenvolvimento	4	5	4	80
Cursos novos em áreas estratégicas	4	5	4	80
Estrutura de apoio didático-pedagógica	4	4	5	80
Capacidade técnica e experiência da equipe de comunicação	4	4	5	80
Competência em áreas de tecnologias transversais ao agronegócio	4	4	4	64
Geração de energia elétrica sustentável	4	2	5	40

Fonte: Adaptado do PDI UFLA 2021-2025.

Já o mapa estratégico da UFLA para o período de 2021 a 2025 foi elaborado considerando três dimensões: “Governança, Aprendizagem e Recursos”, “Processos Internos” e “Resultados e Sociedade” (QUADRO 5), onde os objetivos estratégicos são ordenados para o estabelecimento de indicadores e de metas para o período de gestão planejado.

Quadro 5 – Dimensões e grupos de objetivos do Mapa Estratégico da UFLA - 2021-2025

Dimensão/Grupo	Descrição
Resultados e Sociedade: Qualidade da Educação/ Sustentabilidade Econômica/ Responsabilidade Social e Ambiental	São objetivos que precisam ser alcançados para atingir integralmente a criação de valor para a sociedade e o cumprimento da Missão Institucional de modo sustentável. Esses objetivos também se organizam de acordo com as áreas finalísticas que compõem a Cadeia de Valor da UFLA.
Processos Internos: Ensino, Pesquisa e Extensão/Assistência Estudantil/Gestão, Comunicação e Meio Ambiente	Esses objetivos criam e cumprem a proposição de valor para a sociedade. O desempenho dos processos internos é um indicador de tendência de melhorias que terão impacto nos resultados e no atendimento às demandas da sociedade.
Governança, Aprendizagem e Recursos: Alinhamento Estratégico, Transparência e Prestação de Contas / Integridade, Gestão de Riscos e Controles Internos / Governança Digital / Gestão de Pessoas / Infraestrutura Física / Infraestrutura de TI e Equipamentos	Composto por objetivos que demonstram como governança, pessoas, tecnologia da informação, infraestrutura física e equipamentos se conjugam para sustentar a estratégia. As melhorias nos resultados de Governança, Aprendizagem e Recursos são indicadores de tendência para os processos internos em busca dos resultados para a sociedade.

Fonte: PDI UFLA 2021-2025.

Na dimensão “Resultados e Sociedade”, que visa criar e cumprir a proposição de valor para a sociedade, encontra-se o grupo “Responsabilidade Social e Ambiental” cujo um dos objetivos é “Fortalecer o desenvolvimento da Sustentabilidade Ambiental da instituição”.

Na dimensão “Processos internos” – que discorre sobre os procedimentos internos como criadores e propositores de valor com reflexos nos resultados e nas respostas às demandas da sociedade – encontra-se o grupo: “Gestão, Comunicação e Meio Ambiente”, o qual contempla como objetivo estratégico da universidade “Ampliar a utilização de fontes de energia renováveis”.

Para a alcance desse objetivo, são previstas estratégias de “Realizar a compra de equipamentos que tenham eficiência energética”; “Instalar medidores de consumo de energia elétrica nas diferentes edificações no campus” e “Concluir as obras e colocar em funcionamento a nova usina fotovoltaica da UFLA”. Dessa forma, a partir desse objetivo estratégico será elaborada a proposta a intervenção no intuito de cooperar com monitoramento de metas e resultados do PDI.

8 PROPOSTA DE INTERVENÇÃO

O planejamento estratégico da UFLA está congregado em seu PDI 2021-2025, o qual prevê ações de transparência e divulgação de informações da instituição. Nesse sentido, uma das atuações presumidas é o “Monitoramento de Metas e Indicadores” que, segundo o PDI 2021-2025 tem o intuito de:

[...] alcançar a missão e os objetivos da UFLA nas áreas de ensino, pesquisa e extensão, planejando suas ações com a finalidade de atingir metas e resultados satisfatórios, fundamentada nos princípios da economicidade, eficácia, eficiência e efetividade. Para tanto, a instituição utiliza um planejamento integrado, de forma responsável, transparente e compreensível a toda a sociedade. O sistema de acompanhamento de desempenho é a disponibilização de informações sobre o cumprimento de metas e de indicadores de maneira ativa aos cidadãos. (UFLA, 2020, p. 128).

Os resultados do estudo da GD-FV UFLA, pela perspectiva econômica e ambiental, demonstram que a geração distribuída de energia tem aderência às dimensões, objetivos estratégicos e ações previstas no PDI. Nesse sentido, diante do exposto, será apontado uma possível intervenção no objetivo estratégico denominado “Ampliar a utilização de fontes de energia renováveis”.

Busca-se com a intervenção propor meios de monitorar possíveis resultados da GD-FV, apontando indicadores que possam ser incorporados ao PDI. Dessa forma, pretende-se colaborar com informações para novos planejamentos e para a gestão da geração distribuída de energia da instituição. Além disso, a intervenção compreende um modo de apresentar, de forma transparente, informações que possam ser mais facilmente perceptíveis pela sociedade.

Porquanto, compreende-se que outros dispositivos de planejamento governamental citados neste estudo, como o Programa de Geração Distribuída (ProGD); o Programa Agenda Ambiental na Administração Pública - A3P e as Diretrizes do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), alinham a geração distribuída e, conseqüentemente o PDI, a esses instrumentos governamentais, tornando-se assim passíveis de incorporação ao alinhamento governamental previsto.

Conforme exposto, o alcance do objetivo estratégico de ampliação da utilização de fontes de energia renováveis na instituição, passa pelo início do funcionamento da nova usina fotovoltaica da UFLA. Os equipamentos desse empreendimento serão os responsáveis pela produção de energia e qualificação da instituição como minigeradora distribuída de energia solar fotovoltaica, conforme

enquadramento previsto na REN 482/2012. Esse objetivo considera como meta: “Reduzir o consumo de energia elétrica em 30% em dois anos” (QUADRO 6), ou seja, constata-se que a meta se relaciona apenas com o consumo de energia, não fazendo menção à geração de energia proveniente da GD-FV UFLA.

Quadro 6 – Objetivo estratégico, meta, indicador e estratégias para ampliar a utilização de fontes de energia renováveis

GRUPO	ID	OBJETIVO ESTRATÉGICO	META	INDICADOR	ESTRATÉGIAS
2.3. Gestão, Comunicação e Meio Ambiente	2.3.10.	Ampliar a utilização de fontes de energia renováveis	Reduzir o consumo de energia elétrica em 30% em 2 anos	% do consumo de energia em relação ao ano de 2019	<ul style="list-style-type: none"> - Concluir as obras e colocar em funcionamento a nova usina fotovoltaica da UFLA - Realizar a compra de equipamentos que tenham eficiência energética - Instalar medidores de consumo de energia elétrica nas diferentes edificações no campus

Fonte: Adaptado do PDI 2021-2025.

Neste ponto, propõe-se interceder que, após o cumprimento da estratégia “Concluir as obras e colocar em funcionamento a nova usina fotovoltaica da UFLA”, ou seja, após a usina fotovoltaica de 1,37 megawatts-pico iniciar a geração de energia; possa haver o gatilho para início de uma nova meta adicional ao objetivo estratégico ao qual se vincula.

Dessa forma, seria iniciada a meta “Monitorar a microgeração distribuída de energia” que se utilizaria dos indicadores “Capacidade instalada (kWp) per capita”; “Emissão de CO₂ (kgCO₂) evitados per capita” e “Valor (R\$) da produção de energia per capita”.

Por conseguinte, a meta adicional, bem como seus indicadores e estratégias apresentar-se-iam no grupo “Gestão, Comunicação e Meio Ambiente” do PDI, adicionando-se como meta ao objetivo estratégico de “Ampliar a utilização de fontes de energia renováveis” (QUADRO 7).

Quadro 7 – Meta "Monitorar a minigeração de distribuída de energia"

Grupo	ID	OBJETIVO ESTRATÉGICO	META	INDICADOR	ESTRATÉGIAS
2.3. Gestão, Comunicação e Meio Ambiente	2.3.10.	Ampliar a utilização de fontes de energia renováveis	Reduzir o consumo de energia elétrica em 30% em 2 anos	% do consumo de energia em relação ao ano de 2019	- Realizar a compra de equipamentos que tenham eficiência energética - Instalar medidores de consumo de energia elétrica nas diferentes edificações no campus
			Monitorar a minigeração distribuída de energia elétrica	Capacidade instalada de geração distribuída de energia per capita Emissão de CO2 evitados per capita (kgCO2) Valor (R\$) da produção de energia per capita	- Disponibilizar os dados de geração distribuída no banco de dados abertos - Realizar o acompanhamento da performance da geração

Fonte: Elaborado pelo autor a partir do PDI 2021-2025.

Quanto aos indicadores dessa meta – “Capacidade instalada de geração distribuída de energia per capita”; “Emissão de CO2 evitados per capita” e “Valor (R\$) da produção de energia per capita” – aponta-se que, ao fornecerem essas informações, eles podem tornar mais compreensíveis para a sociedade os reflexos econômicos e ambientais da GD-FV no desenvolvimento sustentável da instituição. Dessa forma é possível apontar que os indicadores também encontram congruência com o objetivo estratégico “Fortalecer o desenvolvimento da Sustentabilidade Ambiental da instituição”.

Ainda nesse campo, aponta-se – como forma de cálculo para os indicadores – a relação da potência instalada da GD-FV UFLA; da quantidade de CO2 evitados e do valor da produção real de energia; com a população do *campus* (servidores docentes, técnico-administrativos e alunos), conforme exposto no Quadro 8.

Quadro 8 – Meta “Monitorar a minigeração distribuída de energia elétrica” e seus indicadores, forma de cálculo e estratégias.

META	INDICADOR	CÁLCULO DO INDICADOR	ESTRATÉGIAS
Monitorar a minigeração distribuída de energia elétrica	Capacidade instalada de geração distribuída de energia per capita	Potência instalada (kWp) / Total de população do campus	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilizar os dados de geração distribuída no banco de dados abertos - Realizar o acompanhamento da performance da geração
	Emissão de CO2 evitados per capita (kgCO2)	Cálculo MDL de CO2 evitados / Total de população do campus	
	Valor (R\$) da produção de energia per capita	Produção real de energia (kWh) x Tarifa HFP / Total de população do campus	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao se propor a ação estratégica de disponibilização dos dados de geração real da minigeração distribuída de energia no banco de dados abertos”, objetiva-se também alinhar a ação à proposição de metas e de indicadores de maneira ativa aos cidadãos. Nesse ponto, PDI 2021-2025 destaca que esse tipo de ação possibilita a consulta a dados e informações institucionais de interesse público, para finalidades de gestão, controle social, pesquisa, entre outras.

Assim, a disponibilização dos dados reais da geração distribuída no banco de dados abertos poderá ser uma importante ação que contribuirá como fonte de dados para revisitas ao estudo econômico e ambiental aqui proposto, seja para comparar o que foi aqui estimado com o que realmente foi realizado; seja para fornecer dados que possam ser consultados pela sociedade e dar frutos a outros estudos.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em 2019, houve investimentos do Ministério da Educação (MEC), na ordem de R\$ 125 milhões, para as 63 universidades federais brasileiras investirem em energia solar fotovoltaica como forma dessas instituições aliam economia de recursos públicos e sustentabilidade.

Contudo, ao instituírem empreendimentos de geração de energia solar fotovoltaica, as universidades submetem-se à regulação do setor – que é exercida pela Agência Nacional de Energia Elétrica, por meio da REN 482/2021 (ANEEL) – qualificando-se como micro ou minigeradoras de Geração Distribuída (GD). Dessa forma elas se tornam produtoras de sua própria energia elétrica, fazendo emergir a necessidade de incorporar esse novo cenário ao seu plano de desenvolvimento institucional. Surge também a necessidade de estabelecer meios que possam auxiliar no monitoramento e acompanhamento dos efeitos dessa fonte de energia elétrica em suas atividades e, conseqüentemente, em seu planejamento estratégico.

Assim, analisou-se a minigeração distribuída de energia solar fotovoltaica da UFLA, manifestada na proposta de instalação de uma usina fotovoltaica de 1,37 megawatts-pico (denominada neste estudo como GD-FV UFLA), sob uma perspectiva econômica e ambiental e seu alinhamento ao Plano de Desenvolvimento Institucional.

O estudo apresenta uma estimativa de geração de energia anual por parte da GD-FV UFLA de 2.217.487 kWh. Nesse cenário, a geração representaria 33% do consumo total de energia elétrica HFP do ano de 2019 e, quando considerada a geração em relação ao consumo do ano de 2020, esse valor seria de aproximadamente 48%. Estimou-se um valor médio mensal de R\$ 73.916,25 de economia, quando considerado a tarifa HFP média dos anos de 2019 e 2020. Dessa forma, o *payback* simples seria de aproximadamente 52 meses e o custo nivelado de energia (LCOE) seria de R\$ 0,07 por kWh frente ao valor médio de R\$ 0,40 pagos de tarifa do HFP.

Na dimensão ambiental, utilizou-se a metodologia prevista para os projetos do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) para estimar que a geração de energia a ser promovida pela GD-FV UFLA poderia ter evitado a emissão de 919.249 kgCO₂ no ano de 2019.

Outrossim, pôde-se observar que a GD-FV UFLA também promove o

alinhamento do Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) ao plano governamental ao tratar de temas relacionados com a Estratégia Federal de Desenvolvimento do Brasil (EFD) para o período de 2020 a 2031 e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Acessoriamente, o estudo aponta que a GD-FV UFLA também promove o alinhamento do PDI com outros instrumentos, tais como o Programa de Geração Distribuída (ProGD); o Programa Agenda Ambiental na Administração Pública - A3P e as Diretrizes do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE). Nesse ponto destaca-se também o alinhamento ao marco legal da microgeração e minigeração distribuída, do Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) e do Programa de Energia Renovável Social (PERS), previstos no Projeto de Lei (PL) 5829/2019.

Os pontos apresentados demonstram a importância da minigeração distribuída de energia para o planejamento do desenvolvimento sustentável da instituição. Aliado a isso, o PDI destaca a importância do monitoramento de metas e indicadores do seu planejamento como contribuição para a transparência e apresentação de informações de forma ativa para a sociedade.

Diante da relevância da minigeração distribuída de energia solar fotovoltaica para os objetivos estratégicos governamentais e, conseqüentemente, para o desenvolvimento institucional sustentável, propõe-se a intervenção ao PDI da instituição, com a sugestão de incorporação da meta: “Monitorar a minigeração distribuída de energia elétrica”, seus indicadores e estratégias; os quais se conectam com outros objetivos estratégicos do PDI que também são salútares para o desenvolvimento sustentável da instituição.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA (ABGD). **Micro & Mini Geração Distribuída (GD):** perguntas e respostas. 2021. Disponível em: <http://www.abgd.com.br/porta1/doc/202103191628-01-cartilhainelabgd.pdf>. Acesso em: 15 set. 2021

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA (ABSOLAR). **Panorama da solar fotovoltaica no Brasil e no mundo.** 2021. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/>. Acesso em: 10 set. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Geração Distribuída.** [2015]. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/geracao-distribuida>. Acesso em: 15 fev. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Resolução Normativa nº 482, 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. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 abr. 2021. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/bren2012482.pdf>. Acesso em: 21 fev. 2021

AQUINO, A. R. D.; PALETTA, F. C.; CAMELLO, T. C.; MARTINS, T. P.; ALMEIDA, J. R. D. **Sustentabilidade ambiental.** [S. l.: s. n.], 2015.

BAÑON GOMIS, Alexis J. *et al.* Rethinking the concept of sustainability. **Business and Society Review**, v. 116, n. 2, p. 171-191, 2011.

BARBOSA, G. S.; DRACH, P. R.; CORBELLA, O. D. A Conceptual Review of the Terms Sustainable Development and Sustainability. **International Journal of Social Sciences**, v. 3, n. 2, 2014.

BARTER, Nick; RUSSELL, Sally. Organisational metaphors and sustainable development: enabling or inhibiting? **Sustainability Accounting, Management and Policy Journal**, 2013.

BRASIL. **Projeto de Lei nº 5.829, de 5 de novembro de 2019.** Institui o marco legal da microgeração e minigeração distribuída, o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) e o Programa de Energia Renovável Social (PERS); altera as Leis nºs 10.848, de 15 de março de 2004, e 9.427, de 26 de dezembro de 1996; e dá outras providências. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2019. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/149862>. Acesso em: 15 set. 2021.

BRASIL. Decreto nº 5.773, de 9 de maio de 2006. Dispõe sobre o exercício das funções de regulação, supervisão e avaliação de instituições de educação superior e cursos superiores de graduação e sequenciais no sistema federal de ensino. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 10 maio 2006. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/decreto/d5773.htm>. Acesso em: 24 jul. 2021.

BRASIL. Decreto nº 9.235, de 15 de dezembro de 2017. Dispõe sobre o exercício das funções de regulação, supervisão e avaliação das instituições de educação superior e dos cursos superiores de graduação e de pós-graduação no sistema federal de ensino. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 16 dez. 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/D9235.htm. Acesso em: 25 jul. 2021.

BRASIL. Decreto nº 10.531, de 26 de outubro de 2020. Institui a Estratégia Federal de Desenvolvimento para o Brasil no período de 2020 a 2031. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 27 out. 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10531.htm. Acesso em: 22 fev. 2021.

BRASIL. **Despacho do Presidente da República nº 54, de 10 de dezembro de 2020**. Resolução nº 15, de 9 de dezembro de 2020, do Conselho Nacional de Política Energética – CNPE. Brasília, DF, 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/despacho-do-presidente-da-republica-296427418>. Acesso em: 15 set. 2021

BRASIL. Lei nº 10.861, de 14 de abril DE 2004. Institui o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior – SINAES e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 15 abr. 2004. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/l10.861.htm. Acesso em: 24 jul. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Superior. **Plano de Desenvolvimento Institucional — PDI**: diretrizes para elaboração. Brasília, DF: MEC/SESu, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Superior. **MEC elevou em até 300% capacidade de investimento de universidades**. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/assuntos/noticias/mec-elevou-em-ate-300-capacidade-de-investimento-de-universidades/06.12.2019tab.pdf>. Acesso em: 5 abr. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Superior. **MEC libera R\$ 125 milhões em recursos extras para universidades federais**. Brasília, DF, nov. 2019. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=83121>. Acesso em: 5 abr. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **A3P- Agenda Ambiental na Administração Pública**. [2020]. Disponível em: <http://a3p.mma.gov.br/uso-racional-dos-recursos/>. Acesso em: 15 set. 2021.

BRASIL. Ministério De Minas e Energia. Portaria nº 538, de 15 de dezembro de 2015. Cria o Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica – ProGD. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, v. 152, n. 240, p. 96, 16 dez. 2015.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Relatório do Programa de desenvolvimento da geração distribuída de energia elétrica – ProGD. 2015.** Disponível em:<<http://antigo.mme.gov.br/documents/20182/6dac9bf7-78c7-ff43-1f03-8a7322476a08>>. Acesso em: 24 abr. 2021.

BUIATTI, G.M. ANDRADE, R.L. AMARAL, P.C. RYMER, FIORANELLI, C.O.S. Metodologia para estimativa de redução de emissões de CO₂ aplicada a sistemas de microgeração fotovoltaica. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR*, 6., 2016, Belo Horizonte. **Anais [...]** Belo Horizonte: UFMG, 2016. Disponível em:<<https://www.abens.org.br/CBENS2016/anais/anais/trabalhos/2670Ofinal.pdf>>. Acesso em: 12 set. 2021.

CAMPOS, H. M. B. **Geração distribuída de energia solar fotovoltaica na matriz elétrica de Curitiba e região: um estudo de caso.** 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

CARVALHO, P. G. M.; BARCELOS, F. C. Mensurando a sustentabilidade. *In: MAY, Peter Herman (Org.). Economia do Meio Ambiente: teoria e prática.* 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. p. 2-30.

COLAUTO, R. D.; BEUREN, I. M. Coleta, análise e interpretação dos dados. *In: UTO, R. D.; BEUREN, I. M. Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade: teoria e prática.* São Paulo: Atlas, 2003. v. 3, p. 117-144.

COMETTA, E. **Energia solar: utilização e empregos práticos.** Curitiba: Hemus Editora, 2008.

CRESESB-CEPEL. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos.** Rio de Janeiro, 2014. Disponível em:<http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual_de_Engenharia_FV_2014.pdf>. Acesso em: 5 maio 2020.

CURI, M. A.; BENEDICTO, G. C.; CARVALHO, F. de M.; NUINTIN, A. A.; NOGUEIRA, L. R. T. **Eficiência das Universidades Federais quanto ao uso dos Recursos Renováveis.** Disponível em: <<https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/3784>>. Acesso em: 15 ago. 2021.

DEMO, P. **Metodologia do conhecimento científico.** São Paulo: Atlas, 2000.

ELKINGTON, J. Inter the triple bottom line. *In: The triple bottom line, does it all add up?: Assessing the sustainability of business and CSR.* England: Earthscan Publications. London: [s.n.], 2004. p. 1–16.

ENGIE BRASIL. **Energia Solar em Números.** 2019. *E-Book.* Disponível em: <<https://www.engie.com.br/solucoes/nossa-expertise/solar/>>. Acesso em: 25 fev. 2019.

ESCOBAR, Cláudia D. **Transparência e ética na gestão pública no Brasil: tópicos para reflexão.** 2013. Especialização (Monografia em Gestão Pública) - Universidade Tecnológica do Paraná, Curitiba, 2013.

ESPOSITO, A. S.; FUCHS, P. G. Desenvolvimento tecnológico e inserção da energia solar no Brasil. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, n. 40, p. 85-113, dez. 2013. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/1421>. Acesso em: 25 fev. 2019.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). Ministério de Minas e Energia (MME). **Fontes de Energia**. 2021. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/fontes-de-energia>. Acesso em: 17 set. 2021

FREEMAN, C. The greening of technology and models of innovation. **Technological forecasting and social change**, v. 53, n. 1, p. 27-39, 1996.

FUJII R. J.; GIMENES A. L. V.; PENTEADO JUNIOR, A. A.; UDAETA M. E. M. Produção de Energia. *In*: GRIMONI, L. C. R.; GALVÃO; M. E. M.; UDAETA, M. E. M. (org.). **Iniciação a conceitos de sistemas energéticos para o desenvolvimento limpo**. São Paulo: EDUSP, 2004. cap. 5, p. 129- 155.

GALVÃO, L. C. R.; KANAYAMA, P. H.; BURANI, G. F.; UDAEDA, M. E. M. Aspectos relevantes dos sistemas energéticos. *In*: GRIMONI, J. A. B.; GALVÃO, L. C. R.; UDAETA, M. E. M. (org.) **Iniciação a conceitos de sistemas energéticos para o desenvolvimento limpo**. São Paulo: EDUSP, 2004. cap. 9, p. 239-271.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOMES, C. P. Energia Solar: utilização como fonte de energia alternativa. bolsista de valor. **Revista de Divulgação do Projeto Universidade Petrobras e IF Fluminense**, v. 2, n. 1, p. 159-163, 2012.

GREENER. **Estudo estratégico-mercado fotovoltaico de geração distribuída**. São Paulo: [s.n.], 2019. Disponível em: <https://www.greener.com.br/pesquisas-de-mercado/estudo-estrategico-mercado-fotovoltaico-de-geracao-distribuida-1o-trimestre-de-2019/>. Acesso em: mar. 2019.

HAIR, J. *et al.* **Fundamentos de métodos de pesquisa em administração**. [S. l.]: Bookman Companhia, 2005.

HARLOW, J.; GOLUB, A.; ALLENBY, B. A review of utopian themes in sustainable development discourse. **Sustainable Development**, v. 21, n. 4, p. 270-80, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Indicadores Brasileiros para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br/objetivo/objetivo?n=7>. Acesso em: 5 set. 2021

IMHOFF, J. *et al.* **Desenvolvimento de conversores estáticos para sistemas fotovoltaicos autônomos**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY (IRENA). **Employment Time Series**. Disponível em: <https://www.irena.org/Statistics/View-Data-by->

Topic/Benefits/Employment-Time-Series. Acesso em: 20 fev. 2021.

JATOBÁ, S. U. S.; CIDADE, L. C. F.; VARGAS, G. M. Ecologismo, ambientalismo e ecologia política: diferentes visões da sustentabilidade e do território. **Sociedade e Estado**, v. 24, n. 1, p. 47-87, 2009.

KNIRSCH, T. (ed.). **Caminhos para a Sustentabilidade**. [S. l.]: Fundação Konrad Adenauer, 2012.

KÖCHE, J. C. **Fundamentos de metodologia científica**: teoria da ciência e iniciação à pesquisa. 24. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2007.

KUMM, Fernanda Marcia. **Aplicabilidade da auditoria para evidenciar práticas de sustentabilidade nos relatórios de gestão das cooperativas agroindustriais do oeste do Paraná**. 2016. 163 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2017.

KNOPKI, Roberta Hessmann; SCHEIDT, Paula. **Energia Solar Fotovoltaica para redução de custo em Instituições de Ensino**. 2019. Disponível em: <http://energif.mec.gov.br/images/materiais/materiais13.pdf>. Acesso em: 17 set. 2021

LANA, Luana Teixeira Costa *et al.* Energia solar fotovoltaica: revisão bibliográfica. **Engenharias On-line**, v. 1, n. 2, p. 21-33, 2015.

LEFF, E. Complexidade, interdisciplinaridade e saber ambiental. **Olhar de Professor**, v. 14, n. 2, p. 309-335, 2011.

LINDSEY, T. C. Sustainable principles: common values for achieving sustainability. **Journal Cleaner Production**, v. 19, n. 5, p. 561-65, 2011

LIRA, M. A. T. *et al.* Contribuição dos sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica para a redução de CO₂ no estado do Ceará. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 34, n. 3, p. 389-397, 2019.

LIRA, S. H.; FRAXE, T. J. P. O percurso da sustentabilidade do desenvolvimento: aspectos históricos, políticos e sociais. **Revista Monografias Ambientais**, v. 14, n. 2, 2014.

LOZANO, R. Towards better embedding sustainability into companies' systems: an analysis of voluntary corporate initiatives. **Journal of Cleaner Production**, v. 25, p. 14-26, 2012.

MANGUEIRA, F. O. **Os efeitos da gestão ambiental no desempenho organizacional de oficinas de reparação automotiva no município de São Paulo**: um estudo exploratório. 2014. Dissertação (Mestrado em Gestão Ambiental e Sustentabilidade) - Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2014.

MARINOSKI, D. L.; SALAMONI, I. T.; RÜTHER, R. Pré-dimensionamento de sistema solar fotovoltaico: estudo de caso do edifício sede do CREA-SC. *In*: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 1.,; ENCONTRO

NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., 2004, São Paulo. **Anais** [...]. São Paulo: ANTAC, 2004.

MASUTTI, M. C.; TABARELLI, G.; SANTOS, Í. P. dos. Potencial de implantação de um sistema fotovoltaico gerador de energia em coberturas de estacionamentos. **Revista de Arquitetura IMED**, v. 4, n. 2, p. 15-23, 2016.

MINAYO, M. C. de S. (org.). *et al.* **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 30. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

MINTZBERG, Henry *et al.* **O processo da estratégia: conceitos, contextos e casos selecionados**. 4. ed. São Paulo: Bookman, 2006.

MIRANDA, Silvânia V. A gestão da informação e a modelagem de processos. **Revista do Serviço Público**, Brasília, DF, v. 61, n. 1, p. 97-112, jan./mar. 2010.

MIZAEL, G. A. *et al.* Análise do Plano de Desenvolvimento Institucional das universidades federais do Consórcio Sul-Sudeste de Minas Gerais. **Revista de Administração Pública**, v. 47, n. 5, p. 1145-1164, 2013.

MORENO, Bruno; HOLLANDA, Lavinia. **Micro e minigeração no Brasil: viabilidade econômica e entraves do setor**. São Paulo: FGV, 2015.

NASCIMENTO, C. **Princípio de Funcionamento da Célula Fotovoltaica**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

OLIVEIRA, Djalma de P. R. de. **Planejamento estratégico: conceitos, metodologia e prática**. 12. ed. São Paulo: Atlas, 1998.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **A ONU e o meio ambiente**. 2020. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/conferences>. Acesso em: 22 jul. 2021.

PEREIRA, Enio Bueno. **Atlas brasileiro de energia solar**. São José dos Campos: Inpe, 2006.

PINHO, J. T.; GALDINO, M. A. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**. Rio de Janeiro, 2014. v. 1.

TOKSOLAR ENERGIA SUSTENTÁVEL. **Sistema de geração de energia**. 2020. Disponível em: <https://toksolar.com.br/energia-solar/>. Acesso em: 15 out. 2020.

PORTUGAL JÚNIOR, P. D. S., REYDON, B. P.; PORTUGAL, N. D. S. A sustentabilidade ambiental como direcionador estratégico ao processo de reindustrialização no Brasil. **Economia e Sociedade**, v. 21, p. 889-907. 2012/

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Editora Feevale, 2013.

RAUPP, F. M.; BEUREN, I. M. **Metodologia da pesquisa aplicável às ciências. Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade: teoria e prática.** São Paulo: Atlas, 2006.

REDCLIFT, M. R. (ed.). **Sustainability: Sustainable development.** [S. l.]: Taylor & Francis, 2005.

SANQUETTA, C. R. *et al.* Emissões de dióxido de carbono associadas ao consumo de energia elétrica no Paraná no período 2010-2014. **BIOFIX Scientific Journal**, v. 2, n. 1, p. 1-6, 2017.

SEVERINO, M.; OLIVEIRA, M. Fontes e tecnologias de geração distribuída para atendimento a comunidades isoladas. **Energia, Economia, Rotas Tecnológicas: textos selecionados**, Palmas, ano 1, p. 265-322, 2010.

SILVA, T. B.; HOLLANDA, L.; CUNHA, P. C. F. **Recursos Energéticos Distribuídos.** Rio de Janeiro: FGV Energia, 2016. v. 7.

SILVEIRA, Denise Tolfo; CÓRDOVA, Fernanda Peixoto. **A pesquisa científica: métodos de pesquisa.** Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

SOUZA, M. T. S. D.; RIBEIRO, H. C. M. Sustentabilidade ambiental: uma meta-análise da produção brasileira em periódicos de administração. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 17, p. 368-396, 2013.

SOUZA, Paulo Roberto Rodrigues de; CURI, Maria Aparecida; NUINTIN, Adriano Antônio. Práticas de governo eletrônico nos municípios: um estudo da mesorregião do sul e sudoeste do estado de minas gerais. **REUNIR Revista de Administração Contabilidade e Sustentabilidade**, v. 9, n. 1, p. 63-72, 2019.

STEFANELLO, Camila; MARANGONI, Filipe; ZEFERINO, Cristiane Lionço. **A importância das políticas públicas para o fomento da energia solar fotovoltaica no Brasil.** 2018. Disponível em: <https://anaiscbens.emnuvens.com.br/cbens/article/view/487/487>. Acesso em 4 ago. 2021.

UNFCCC. **Methodological Tool: tool to calculate the Emission Factor for na Electricity System. Version 4.0.** 2016. Disponível em: <http://cdm.unfccc.int/methodologies>. Acesso em: 5 abr. 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS. **Implantação do Projeto Geração Distribuída em Universidades: Convênio de Cooperação Técnica CEMIG-UFLA nº 169/2014.** 2014. Disponível em: https://sistemaslegados.ufla.br/dicon/instrumento_termos_aditivos.php?instrumento=169/2014&tipo=38. Acesso em: 5 abr. 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS. **Plano de Desenvolvimento Institucional 2021-2025.** Lavras, 2020. Disponível em: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKE>

wjl-
tWrwLjxAhXAqpUCHRK8CyMQFjABegQIAhAD&url=https%3A%2F%2Fufla.br%2Fp
di&usg=AOvVaw1IA-Zpmqha9m_eblK1IkVf. Acesso em: 5 abr. 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS. **Relatório de Gestão 2020**. Lavras, 2020.
Disponível em:
<https://ufla.br/acessoainformacao/images/acessoainformacao/pdf/relatorio-de-gestao-2020-tcu.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2021

VEIGA, J. E. **O que é desenvolvimento?** In: VEIGA, J. E. Desenvolvimento sustentável: o desafio do Século XXI. São Paulo: Garamond, 2006. p. 17-108.

WENCESLAU, J.; ANTEZANA, Natália; CALMON, Paulo C. P. Políticas da Terra: existe um novo discurso ambiental pós Rio +20?. **Cadernos EBAPE.BR**, v. 10, p. 584-604, 2012.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman editora, 2015.

