



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Campus Experimental de Rosana

LUCAS DA SILVA MORAES

**Sustentabilidade Energética em Universidades Públicas Aproveitando Espaços
Disponíveis**

Rosana - SP
2022



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Campus Experimental de Rosana

Lucas da Silva Moraes

Sustentabilidade Energética em Universidades Públicas Aproveitando Espaços Disponíveis

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenadoria de Curso de Engenharia de Energia da Faculdade de Engenharia e Ciências, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia de Energia.

Orientador(a): José Francisco Resende da Silva.

Rosana - SP
2022



M827s Moraes, Lucas
Sustentabilidade Energética em Universidades Públicas
Aproveitando Espaços Disponíveis / Lucas Moraes. -- , 2022
52 f. : il., tabs., fotos, mapas

Trabalho de conclusão de curso (-) - Universidade Estadual
Paulista (Unesp), Faculdade de Engenharia e Ciências, Rosana,
Orientador: José Silva

1. Energia solar. 2. Geração de energia fotovoltaica. 3. Sistemas de
energia fotovoltaica. I. Título.



LUCAS DA SILVA MORAES

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO
COMO
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE
“**GRADUADO EM ENGENHARIA DE ENERGIA**”

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ENERGIA

Prof. Dr. Leandro F. Pinto
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:

Prof. ° Dr. José Francisco Resende da Silva
Orientador/UNESP-Rosana

Prof. ª Drª. Letícia Sabo Boschi
UNESP-Rosana

Prof. ° Dr. Kleber Rocha de Oliveira
UNESP-Rosana

Dezembro 2022



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Campus Experimental de Rosana

Dedico este trabalho à minha família,
que sempre esteve ao meu lado em
todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, por permitir eu passar no vestibular da Vunesp em 2018 e fazer com que fosse possível chegar neste momento de apresentação e defesa do meu Trabalho de Conclusão de Curso, no curso de Engenharia de Energia na UNESP - Faculdade de Engenharia e Ciências - Câmpus de Rosana.

Agradeço a minha família, em especial aos meus pais e meu irmão, JOSEFA CLEIDE DA SILVA MORAES, HELIO GONÇALVES DE MORAES e MICHAEL DA SILVA MORAES, esses quem confiaram a mim não só o investimento feito ao longo dos 5 anos de curso, arcando com toda e qualquer questão, mas também a responsabilidade de ser um homem bom ao mundo e também arcar com as próprias decisões, principalmente de poder administrar uma casa sozinho. Muito obrigado pai e mãe, a partir de agora, pode ter certeza que começarei a colher os frutos deste investimento!

Agradeço aos meus colegas de campus, esses que seguiram e conviveram comigo nesta caminhada árdua, até esse momento gratificante. Muito obrigado a todos, obrigado Rep Piratas, Zona, Zaubar, Ilhados, Kitnet da Barrageiros entre outras, pelos encontros, festas e jogos inesquecíveis. Agradeço também, aos meus amigos, ou deveria chamar de “irmãos que a UNESP Rosana me deu”, Samantha Lanzelotti, Gabriel Corrêa, Isabella Ribeiro, Marcos Chiqueto, Guilherme Ottoni, Veronica Cequinatto, Thais Domeneghetti e demais, pelos momentos perfeitos vividos ao lado de vocês. Obrigado Rep Roma, por todos os karaokês, partidas de sinuca, por todas as vezes que assistimos filmes e séries numa noite fria, todas as vezes que fizemos nossas “jantinhas” e almoços “em família”... Muito obrigado por permitirem que eu fizesse parte da história desta república!

Agradeço também à toda a equipe da UNESP, todos os funcionários das mais diversas áreas. Em especial aos professores por terem nos transmitido seu conhecimento sobre as matérias fornecidas. Sou imensamente grato ao Professor Doutor José Francisco Resende da Silva, no qual tenho grande admiração, por ter aceitado ser o orientador do meu projeto de iniciação científica, me acompanhando desde então, até o presente momento.

Aos demais que não foram citados, agradeço imensamente, pois foram essenciais para meu desenvolvimento.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Campus Experimental de Rosana

“Com tempo e água, tudo muda.”

Leonardo da Vinci

RESUMO

A energia fotovoltaica vem ganhando cada vez mais espaço na matriz energética brasileira. Sendo assim, levantou-se a hipótese de utilizar espaços remanescentes de Universidades Públicas, onde geralmente são deixados de lado por serem uma grande área em desuso, para instalação de uma usina fotovoltaica. Onde o principal foco é a instalação de uma usina de minigeração fotovoltaica distribuída compartilhada. Os campus a serem estudados no decorrer da análise, foram três campus da Universidade Estadual Paulista - UNESP, sendo eles: Itapeva, Ourinhos e Rosana, na qual, suas áreas disponíveis são respectivamente 32,4 mil m², 65,13 mil m² e 37,77 mil m². Nestas áreas apresentadas, é possível instalar usinas de até 6,91MW, 13,86MW e 8,04MW. Ou seja, temos que todos os campus atingiriam uma potência maior de 5MW, na qual seria possível a instalação de uma usina para minigeração e ainda haveria espaço suficiente para ampliação do sistema, ou ainda criação de uma usina híbrida.

PALAVRAS-CHAVE: Energia Fotovoltaica. Sustentabilidade Energética. Universidade Pública.

ABSTRACT

Photovoltaic energy has been gaining more and more space in the Brazilian energy matrix. Therefore, the hypothesis was raised of using remaining spaces of Public Universities, where they are usually left aside because they are a large area in disuse, for the installation of a photovoltaic plant. Where the main focus is the installation of a shared distributed photovoltaic minigeneration plant. The campuses to be studied during the analysis were three campuses of Universidade Estadual Paulista - UNESP, namely: Itapeva, Ourinhos and Rosana, in which their available areas are respectively 32.4 thousand m², 65.13 thousand m² and 37.77 thousand m². In these areas presented, it is possible to install plants of up to 6.91MW, 13.86MW and 8.04MW. That is, we have that all campuses would reach a power greater than 5MW, in which it would be possible to install a plant for minigeneration and there would still be enough space for expansion of the system, or even the creation of a hybrid plant.

KEYWORDS: Photovoltaics. Energy Sustainability. Public university.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1 – Mapa Brasileiro de irradiação global horizontal em média anual	17
Figura 2 – Potencial de geração fotovoltaica em GW, Brasil x Alemanha	19
Figura 3 – Geração fotovoltaica distribuída por capacidade do sistema	19
Figura 4 - Investimento de cada país em bilhões de dólares em fontes renováveis e investimento por fonte de geração	20
Figura 5 - Importação de módulos solares em 2020 e 2021	21
Figura 6 - Campus da UNESP pelo território paulista	22
Figura 7 - Espacialização da área disponível A, campus de Itapeva	27
Figura 8 - Espacialização da área disponível B, campus de Itapeva	28
Figura 9 - Área total disponível no campus de Itapeva	29
Figura 10 - Espacialização da área total do campus de Ourinhos	29
Figura 11 - Espacialização da área disponível, campus de Ourinhos	30
Figura 12 - Espacialização da área total do campus de Rosana	31
Figura 13 - Espacialização da área disponível no campus de Rosana	31
Figura 14 - Selecionando a localidade do campus de Itapeva na Plataforma 2.0 SICES Solar	33
Figura 15 - Informando os dados de instalação do sistema à Plataforma 2.0 SICES Solar	34
Figura 16 - Análise gráfica de geração de energia do sistema no campus de Itapeva	34
Figura 17 - Selecionando a localidade do campus de Ourinhos na Plataforma 2.0 SICES Solar	35
Figura 18 - Análise gráfica de geração de energia do sistema no campus de Ourinhos	36
Figura 19 - Selecionando a localidade do campus de Rosana na Plataforma 2.0 SICES Solar	37
Figura 20 - Análise gráfica de geração de energia do sistema no campus de Rosana	38
Figura 21 - Mapa das cidades que a Enel São Paulo atende	40
Figura 22 - Mapa das cidades que a CPFL Paulista atende	41
Figura 23 - Mapa das cidades que a CPFL Piratininga atende	41
Figura 24 - Mapa das cidades que a CPFL Santa Cruz atende	42

Figura 25 - Mapa das cidades que a Neoenergia Elektro atende	43
Figura 26 - Mapa das cidades que a EDP atende	44
Figura 27 - Mapa das cidades que a Energisa Sul-Sudeste atende	45

GRÁFICOS

Gráfico 1 - Comparativo entre as potências instaladas de cada campus	39
--	----

QUADROS

Quadro 1 - Ranking 10 países que tiveram crescimento em energia solar em 2020-2021	17
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Área Física, Construída e Disponível por campus	26
Tabela 2 - Componentes a serem utilizados na usina do campus de Itapeva	35
Tabela 3 - Componentes a serem utilizados na usina do campus de Ourinhos	36
Tabela 4 - Componentes a serem utilizados na usina do campus de Rosana	38



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Campus Experimental de Rosana

LISTA DE SIGLAS

kW	Quilowatt
MW	Megawatt
GW	Gigawatt
kWh	Quilowatt-hora
GWh	Gigawatt-hora
UC	Unidade Consumidora
UG	Unidade Geradora
CO_2	Dióxido de carbono

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1 Geração Solar Fotovoltaica	16
2. OBJETIVO	22
3. METODOLOGIA	23
3.1 Levantamento dos campus que constituem a UNESP	23
3.2 Pesquisa de áreas disponíveis para a implementação do projeto	24
3.3 Determinação da área disponível a partir de imagens de satélite disponibilizadas no Google Earth	24
3.4 Levantamento dos materiais necessários para a instalação da usina correspondente	24
3.5 Dimensionamento do sistema fotovoltaico via Plataforma 2.0 SICES Solar	24
3.6 Análise da potência instalada por campus	25
3.7. Levantamento das concessionárias de energia elétrica no estado de São Paulo	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1 Pesquisa de áreas disponíveis para a implementação do projeto	26
4.2 Determinação da área disponível a partir de imagens de satélite disponibilizadas no Google Earth	26
4.2.1 Determinação da área do Campus de Itapeva via Google Earth	27
4.2.2 Determinação da área do Campus de Ourinhos via Google Earth	29
4.2.3 Determinação da área do Campus de Rosana via Google Earth	30
4.3 Levantamento dos tipos de módulos fotovoltaicos e inversores a serem utilizados	32
4.4 Dimensionamento do sistema via software	32
4.4.1 Dimensionamento do sistema no campus de Itapeva	33

4.4.2 Dimensionamento do sistema no campus de Ourinhos	35
4.4.3 Dimensionamento do sistema no campus de Rosana	37
4.5 Análise comparativa da potência instalada nas usinas	39
4.6 Levantamento das áreas atendidas pelas concessionárias paulistas de energia elétrica	39
5. CONCLUSÃO	46
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

1. INTRODUÇÃO

Não é de agora que o desenvolvimento sustentável na área de energia vem sendo estudado. Esse estudo obteve início na década de 80, onde foi criada pela Assembleia Geral das Nações Unidas a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), conhecido também como Relatório Brundtland (Goldemberg, 2015). Deste então, são realizados estudos sobre a temática referida, que reconhecem como sustentabilidade a capacidade de sustentar condições econômicas, sociais e ambientais promotoras do atendimento das necessidades humanas de maneira equilibrada.

Sabe-se que atualmente, o ser humano passa a maior parte de seu dia em áreas urbanizadas, que necessitam de um certo conforto para que haja uma boa qualidade de vida. Até o presente momento, este conforto se apresenta como sinônimo de deter sistemas de climatização (Carvalho, 2016). Aliado a isto, visto que, a partir do final do século XX o ser humano tornou-se dependente de novas tecnologias, é natural que utilizemos cada vez mais componentes eletroeletrônicos que demandam uso de energia elétrica. Segundo Aquino (2016), o acesso à energia influencia fortemente o desenvolvimento da humanidade, dada a existência da forte relação entre ambos.

Dado que as universidades são lugares que dispõem de diversas tecnologias para estudo, desenvolvimento de pesquisas e até mesmo tecnologias para tornar o ambiente cada vez mais confortável, as mesmas demandam um consumo considerável de energia. No ano de 2015, consumo de energia elétrica têm apresentado participação relevante no orçamento das universidades brasileiras. De acordo com o Ministério da Educação, o valor total gasto com serviços de energia elétrica pelas universidades federais foi de aproximadamente R\$430 milhões e representou o 3º maior grupo de custos destas instituições (ANEEL, 2016).

Nos últimos anos, tem-se notado um aumento no valor das faturas de energia elétrica, a ponto de superar o aumento da inflação (Pereira, 2018). Este fato ocorre devido à utilização das usinas termelétricas, uma vez que há pouca incidência de chuvas, os reservatórios hídricos não detêm água o suficiente para gerar energia (Lis, 2018). A eficiência energética e o uso racional são pré-requisitos no modelo de desenvolvimento sustentável. Dessa forma, as políticas que visam o uso sustentável da energia devem encorajar o aumento do uso de fontes renováveis, através da criação de tecnologias que diminuam os impactos ambientais (Aquino, 2016). Uma alternativa que vem crescendo cada vez mais em nosso país é a geração distribuída, que está disponível desde 2012 com a Resolução Normativa ANEEL nº482/2012

(ANEEL, 2017), na qual, permite que as UC sejam suas próprias geradoras de energia elétrica provenientes de fontes renováveis ou ainda por cogeração qualificada, bem como fornecer o excedente para a rede de distribuição da concessionária local (ANEEL, 2015). Dentre as fontes renováveis disponíveis, as que apresentam maior capacidade de ampliação e exploração são eólica e solar (Carneiro, 2017). A ANEEL ainda estipula quantidades de energia gerada e nomeia essa quantidade, ou seja, até 75 kW de energia gerada, determina-se microgeração de energia, já para gerações de 75 kW a 5 MW, minigeração de energia (ANEEL, 2015).

Nosso país vem cada vez ganhando cada vez mais destaque no cenário mundial pelo uso intenso de fontes renováveis em sua matriz energética. Dados do Balanço Energético Nacional - BEN 2021, o país contou com uma participação de 48,4% de fontes renováveis na oferta interna de energia em 2020, com destaque para energia de biomassa e hidráulica. Dentre essa porcentagem, temos ainda a participação de “Outras renováveis” que é constituído por solar, eólica, biodiesel, biogás, entre outras. A geração através da energia solar chegou a 4,2%. Considerando ainda a geração de energia elétrica, levando em conta a geração distribuída, a energia solar fotovoltaica atingiu a produção de 10.750 GWh, já no que diz respeito à micro e minigeração distribuída, a energia solar fotovoltaica leva grande vantagem, correspondendo a 90,4%, tendo gerado 4.764 GWh (BEN, 2021).

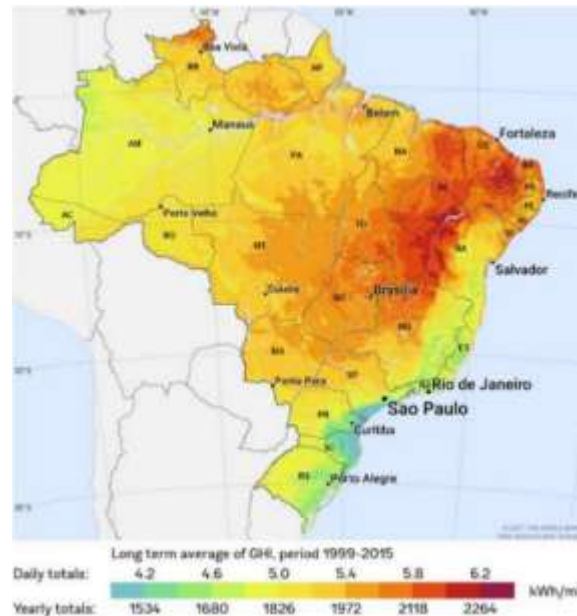
1.1 Geração Solar Fotovoltaica.

Atualmente, há uma enorme demanda por energia no mundo. Porém, a geração por recursos energéticos renováveis quase sempre não consegue suprir a demanda, o que tem levado produção de energia por fontes fósseis, que por sua vez acabam produzindo poluentes que corroboram para o aquecimento global. Entretanto, os combustíveis fósseis também estão sofrendo uma certa escassez, sendo assim, os combustíveis renováveis conseguem prosperar nesse cenário, sendo a fonte fotovoltaica uma alternativa bastante factível, visto sua abundância nos mais diversos territórios do globo (Valcacer, 2015).

A energia solar ainda é um desafio tecnológico, econômico e cultural para o Brasil (Silva, 2015). Porém, o Brasil possui um grande potencial fotovoltaico, devido à alta irradiação solar que exerce em todo território do país, como pode-se observar na Figura 1. Sua localização tem como resultado uma menor variabilidade sazonal e interanual, indicando que a energia solar pode ser viável economicamente se implementada em todo território brasileiro, propiciando assim o desenvolvimento sustentável e uma maior segurança energética (Valcacer

2015), área importante para um país se desenvolver sem demais preocupações no âmbito energético.

Figura 1 - Mapa Brasileiro de irradiação global horizontal em média anual.



Fonte: Global Solar Atlas 2.0.

No ano de 2021 o Brasil ficou em 4º no ranking dos países que mais aumentaram a capacidade de solar fotovoltaica no mundo, na qual gerou novos 5,7GW, esse levantamento foi realizado pela Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR) com base em dados atualizados pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e a recente publicação da Agência Internacional de Energias Renováveis (IRENA) (Filippe, 2021).

Quadro 1 - Ranking 10 países que tiveram crescimento em energia solar em 2020-2021.

Posição	País	Crescimento 2020-2021 (GW)
1º	China	52,9
2º	Estados Unidos da América	19,9
3º	Índia	10,3
4º	Brasil	5,7
5º	Alemanha	4,7
6º	Japão	4,4

7º	Coréia do Sul	3,5
8º	Holanda	3,2
9º	Espanha	3,1
10º	França	2,6

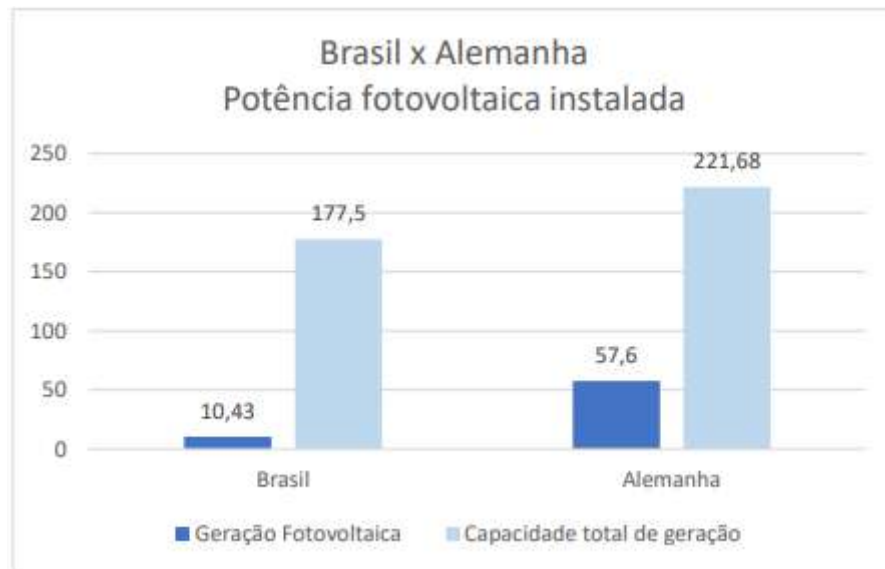
Fonte: Adaptado de EXAME 2021.

Atualmente a geração solar está com uma potência instalada de 15 GW, em território nacional, somando mais de R\$78,5 bilhões em investimentos e mais de 450 mil empregos criados desde que entrou em vigor a Resolução Normativa nº482/2012 da ANEEL, evitando ainda a emissão de 20,8 milhões de toneladas de CO_2 na geração elétrica (Filippe, 2021).

Para Filippe (2021), se tratando do ranqueamento dos países com maior capacidade de energia fotovoltaica instalada, nosso país ocupa a 13ª posição com capacidade de geração de 13,6 GW e ainda com tendência a alcançar o TOP 10 nos próximos anos. Atualmente, os 5 primeiros países dessa lista são: China, EUA, Japão, Alemanha e Índia. Para Ronaldo Koloszuk (2021), presidente do Conselho de Administração da ABSOLAR, “Em 20 ou 30 anos, é possível que a energia solar supere a hidrelétrica e se torne a fonte de energia número 1 do país”.

Quando comparamos o Brasil com a Alemanha no ramo fotovoltaico, temos que a diferença mais impactante entre ambos países, são os modelos regulatórios. Pois o governo alemão oferece remuneração monetária pela energia injetada por parte do consumidor na rede de distribuição, o que apresenta que, caso seja gerada mais energia que a demanda necessária para o consumo, a concessionária paga ao proprietário o valor dos kWh gerados. Já no Brasil, o excedente de energia gerado se torna créditos, que possuem um prazo para serem consumidos pela UG, ou pelas UC's ligadas ao CPF do responsável pela geração (Kleber, 2021). Palz (2019) nos traz que, não investir em uma instalação fotovoltaica na Alemanha significa perder dinheiro. Ao analisarmos graficamente a capacidade de geração e capacidade instalada de ambos países, temos:

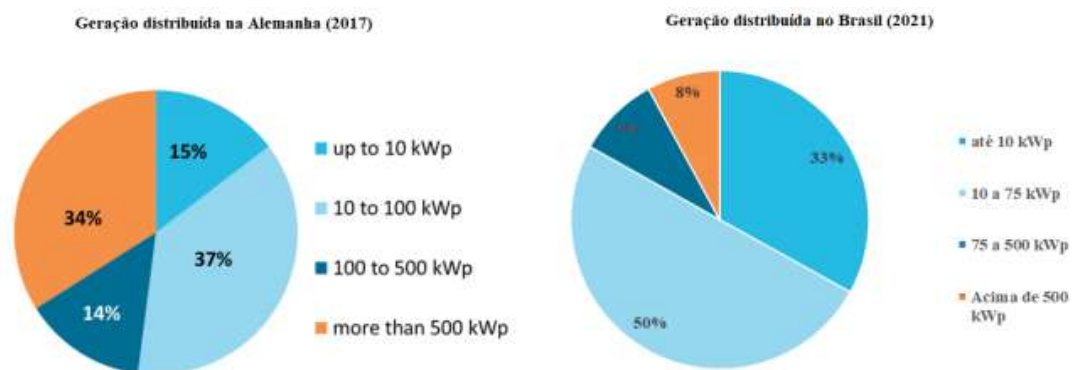
Figura 2 - Potencial de geração fotovoltaica em GW, Brasil x Alemanha.



Fonte: BEN, 2021 e ISE 2021.

O fator predominante para a Alemanha possuir uma geração 5 vezes maior que o Brasil, é a divisão mais homogênea entre a micro e minigeração fotovoltaica, enquanto no Brasil, temos 88% das instalações fotovoltaicas voltadas apenas para a microgeração, como observado na Figura 3.

Figura 3 - Geração fotovoltaica distribuída por capacidade do sistema.

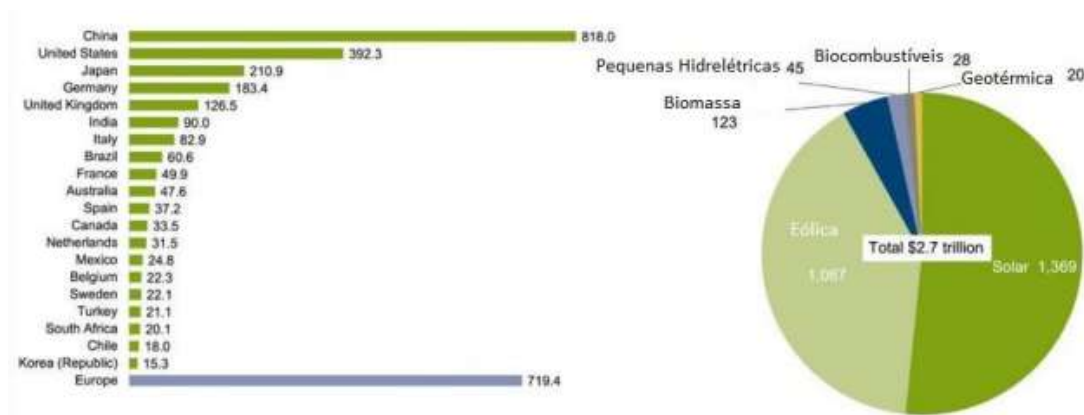


Fonte: Adaptado de BEN, 2021 e ISE, 2021.

Segundo Barragán-Escandon et al (2019), a energia solar apresenta grandes vantagens, uma vez que o fornecimento por meio de um sistema fotovoltaico está ligado diretamente com o espaço disponível para a colocação dos módulos. Ou seja, um município na qual faça a instalação de uma usina fotovoltaica, pode ser visto um parque fotovoltaico, agregando valor à cidade, principalmente com turismo.

Estima-se que na última década, os investimentos em energia renovável ao redor do mundo foram de US\$ 2,7 trilhões, segundo o relatório (BLOOMBERGNEF, 2020) excluindo as instalações de grandes hidrelétricas. A energia solar, entretanto, se destaca com quase US\$ 1,4 trilhões investidos no período, compondo portanto, mais da metade do valor total investido em fontes renováveis. A Figura 4 apresenta tais investimentos apresentados, por tipo de geração e os países que mais investiram.

Figura 4 - Investimento de cada país em bilhões de dólares em fontes renováveis e investimento por fonte de geração.



Fonte: BLOOMBERGNEF, 2020.

Segundo dados do relatório da Greener em 2019, 2020 e 2021, o mercado brasileiro de energia solar é formado em sua grande maioria por equipamentos importados, no qual o volume de módulos fotovoltaicos importados em MW é representado abaixo.

Figura 5 - Importação de módulos solares em 2020 e 2021.



Fonte: Greener, 2021.

O relatório da empresa ainda apresenta que os preços médios para instalação de sistemas fotovoltaicos no Brasil são:

- Sistema residencial de 4 kWp em média R\$19.520,00, sendo R\$4,88/Wp;
- Sistema comercial de 50 kWp em média R\$194.520,00, sendo R\$3,89/Wp;
- Sistema industrial de 1 MWp em média R\$3.640.000,00, sendo R\$3,64/Wp.

2. OBJETIVO

Este relatório tem como objetivo apresentar o quão rentável é a implementação de sistemas fotovoltaicos, além de pesquisar e analisar possíveis campus da Universidade Estadual Paulista - UNESP, na qual existam espaços disponíveis. Visando reutilizar os mesmos para a implementação de uma usina de micro ou minigeração distribuída. Apresentando três formas de utilização final:

- I. Utilizar esta área para gerar energia, consumir o suficiente para suprir a demanda da localidade e compartilhar excedente com outra unidade da instituição que fosse atendida pela mesma concessionária, podendo assim, abater o crédito gerado;
- II. Utilizar a área para gerar energia, consumir o equivalente a demanda do próprio campus e vender o excedente gerado. Essa venda seria feita no mercado livre de energia ou em leilões de energia regulamentados pela ANEEL;
- III. Utilizar a área disponível alugando a mesma, para que empresas especializadas em geração de energia possam construir uma usina fotovoltaica.

3. METODOLOGIA

Dando início aos estudos, faz-se necessário analisarmos onde será instalada a usina de micro ou minigeração fotovoltaica. Visando uma economia financeira por parte dos gastos com energia elétrica nas universidades públicas, foi escolhido como local de estudo a Universidade Estadual Paulista - UNESP.

3.1 Levantamento dos campus que constituem a UNESP

A UNESP é composta por 24 unidades espalhadas por todo o estado de São Paulo, indo desde o Litoral Paulista até as cidades no extremo oeste, como pode ser observado na Figura 6.

Figura 6 - Campus da UNESP pelo território paulista.



Fonte: UNESP, 2022.

Quando é feita a somatória das áreas construídas da universidade, a mesma possui uma área total de 63,2 milhões m² e uma área construída de 950 mil m² (UNESP, 2022). Sendo que nenhum campus possui área total ou construída igual, variando com a quantidade de cursos oferecidos na localidade (o que influenciará diretamente na quantidade de alunos da unidade) e também a quantidade de laboratórios. As informações individuais de cada campus foram obtidas através do Anuário Estatístico (2021), este que é disponibilizado no portal da própria instituição.

3.2 Pesquisa de áreas disponíveis para a implementação do projeto

O levantamento é realizado através do Anuário Estatístico 2021, onde ocorre a análise dos campus que possuem espaço suficiente para implementação de usinas. Pelo relatório é possível acessar as áreas totais, construídas e disponíveis dos campus.

Desta forma, selecionou-se os 3 campus com maior área disponível na universidade em questão, pois, por se tratar de usinas com até 5MWp, seria ideal a instalação em solo, dado o peso dos módulos e estrutura, tamanho e área ocupada pelos módulos, entre outros. Sendo assim, a análise é feita em cima das áreas disponíveis nas unidades.

3.3 Determinação da área disponível a partir de imagens de satélite disponibilizadas no *Google Earth*

Para este levantamento, fez-se necessário acesso a um *software* que fosse possível mapearmos a área disponível e quantificar a mesma. Deste modo, será utilizado o “*Google Earth*”, permitindo que seja realizado a delimitação da área estudada e retorna através de métodos numéricos a área total delimitada e o perímetro correspondente.

3.4 Levantamento dos materiais necessários para a instalação da usina correspondente

É importante que seja realizado o levantamento dos componentes presentes na instalação do sistema fotovoltaico com a tecnologia mais atualizada possível. Pois, como a evolução dos módulos vem crescendo cada dia mais rápido, é ideal que o investimento seja realizado em componentes com a tecnologia mais recente do mercado.

3.5 Dimensionamento do sistema fotovoltaico via Plataforma 2.0 SICES Solar

Para que seja possível dimensionar o sistema, é necessário fazermos o levantamento da área disponível da unidade e a área ocupada pelo módulo que será instalado. Feito isso, temos a quantidade máxima de módulos possível na instalação, e por fim calcular a potência que poderia ser instalada no local.

3.6 Análise da potência instalada por campus

Nesta etapa é possível analisar a quantidade de energia a ser gerada, a quantidade de tempo em que seria o retorno do investimento e ainda comparar entre os campus.

3.7 Levantamento das concessionárias de energia elétrica no estado de São Paulo

O levantamento das concessionárias é necessário para identificar quais campus seriam possíveis realizar a modalidade de geração compartilhada distribuída, atendendo os critérios citados anteriormente.

Segundo a Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo (2022), ao todo temos 7 concessionárias que atendem o estado de São Paulo.

- Enel São Paulo;
- CPFL Paulista;
- CPFL Piratininga;
- CPFL Santa Cruz;
- Neoenergia Elektro;
- EDP São Paulo;
- Energisa Sul-Sudeste.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dando início aos resultados obtidos pelo do respectivo trabalho, têm-se:

4.1 Pesquisa de áreas disponíveis para a implementação do projeto

Para que seja possível o levantamento dos campus, utilizou-se o Anuário Estatístico de 2021. Com ele foi possível a análise das áreas de cada unidade da instituição e para efeito de estudo, foram selecionados os campus de Itapeva, Ourinhos e Rosana, onde os dados estão indicados na Tabela 2.

Tabela 1 - Área Física, Construída e Disponível por campus.

Campus	Área Física (m²)	Área Construída (m²)	Área Disponível (m²)
Itapeva	88.973,33	7.152,00	81.821,33
Ourinhos	199.758,94	2.550,76	197.208,18
Rosana	14.308,70	5.937,06	8.371,64

Fonte: Adaptado de Anuário Estatístico (2021).

Como pode ser analisado na Tabela 2, os campus selecionados possuem grande parte de sua área total, disponível para utilização. Com isso, essas áreas remanescentes poderiam ser de grande valia para a construção de uma usina fotovoltaica, possibilitando assim, atender toda a demanda do campus, e ainda obter um grande excedente de energia para ser compartilhado com outro campus da mesma instituição (atendendo regras de geração compartilhada), ou ainda, poderia ser vendido em leilões ou até mesmo no mercado livre.

4.2 Determinação da área disponível a partir de imagens de satélite disponibilizadas no *Google Earth*

Mediante aos valores informados pela Tabela 2, julgou-se interessante realizar um levantamento e mapeamento desses dados via satélite utilizando o software Google Earth, para que fosse possível visualizar as áreas em questão. Sendo assim, obteve-se:

4.2.1 Determinação da área do Campus de Itapeva via *Google Earth*

Figura 7 - Espacialização da área disponível A, campus de Itapeva.



Fonte: Google Earth, 2022.

A Figura 7 apresenta a primeira parte (Parte A) da área disponível referente ao campus de Itapeva. Nesta figura, podemos perceber que dada a área disponível hachurada, seria possível chegar a 5,5 mil m², que corresponde a 6,72% da área total disponibilizada na Tabela 2.

Entretanto, nela também pode-se observar que a nordeste deste ponto, tem-se mais uma área onde há possibilidade de ser reaproveitada. Sendo assim, conseguimos obter a Figura 8.

Figura 8 - Espacialização da área disponível B, campus de Itapeva.



Fonte: Google Earth, 2022.

Analisando a segunda parte (Parte B) de área disponível, hachurada em amarelo, temos uma área de 26,9 mil m², que correspondem a 32,89% da área total. Sendo assim, ao somar ambas partes, temos:

$$\text{Área}_{\text{Parte A}} + \text{Área}_{\text{Parte B}} = \text{Área}_{\text{Total}} \quad (1)$$

Aplicando os números obtidos, temos:

$$5,5 \text{ mil m}^2 + 26,9 \text{ mil m}^2 = 32,4 \text{ mil m}^2 \quad (2)$$

Com isso, podemos verificar que a área disponibilizada pelo Anuário Estatístico é muito maior que a encontrada no levantamento realizado via software.

$$6,72\% + 32,89\% = 39,61\% \quad (3)$$

Pela Equação 3, percebe-se que o levantamento via software nos retornou uma área disponível de 39,61% quando comparada a área informada na Tabela 2.

Entretanto, com a Figura 9, é possível verificar que a área referente a Área Física, apresentada na Tabela 2, é bem próxima a área selecionada no software. O que apresenta que

a área de 49,4 mil m², que corresponde a 60,39% da área total do campus e que não estava sendo representada nas partes A e B, são áreas construídas mais áreas de corredores que ligam um prédio ao outro.

Figura 9 - Área total disponível no campus de Itapeva.



Fonte: Google Earth, 2022.

4.2.2 Determinação da área do Campus de Ourinhos via *Google Earth*

Já para o campus de Ourinhos, analisando a Figura 10, consegue-se visualizar aproximadamente a área que compõe o campus de Ourinhos.

Figura 10 - Espacialização da área total do campus de Ourinhos.



Fonte: Google Earth, 2022.

Entretanto, há uma parte do campus que possui uma área acidentada, onde poderia necessitar tratamento de terraplanagem e assim aumentar o valor da instalação da usina. Já o restante da área, se divide entre área construída e área disponível que não necessitaria tratar o terreno, pois trata-se de um local plano. Fazendo o dimensionamento dessa área, tem-se:

Figura 11 - Espacialização da área disponível, campus de Ourinhos.



Fonte: Google Earth, 2022.

Fazendo a análise referente a Figura 11, temos que a área selecionada, que corresponde a 65,13 mil m². Ou seja, apesar de a área disponível utilizável ser 3 vezes menor que a área apresentada pelo Anuário Estatístico, ainda assim daria para construir uma usina fotovoltaica de grande porte.

4.2.3 Determinação da área do Campus de Rosana via *Google Earth*

Utilizando o *Google Earth*, foi possível realizar a espacialização do campus de Rosana, onde obteve-se a Figura 12.

Figura 12 - Espacialização da área total do campus de Rosana.



Fonte: Google Earth, 2022.

No campus sendo estudado na Figura 12, tem-se uma área total referente à instalação de aproximadamente 144,20 mil m². Analisando a área em um todo, existem algumas áreas que não daria para realizar a construção de uma usina, pois contam com árvores e construções.

Analizando a área disponível para a instalação da usina, tem-se uma área de 37,77 mil m², como apresentado na Figura 13. Essa área corresponde a 26,19% da área total.

Figura 13 - Espacialização da área disponível no campus de Rosana.



Fonte: Google Earth, 2022.

4.3 Levantamento dos tipos de módulos fotovoltaicos e inversores a serem utilizados

Atualmente os módulos mais potentes que podemos encontrar no mercado podem variar de 500Wp a 690Wp, essas potências possuem tecnologias mais atuais com eficiência de aproximadamente 21% e vida útil de 25 anos. Considerando o módulo RISEN ENERGY RSM144-9-550 - 550WP - MONO PERC - 1500V- F35MM e temos que suas dimensões são: 2,279 x 1,134m, sendo assim, ocupam uma área de aproximadamente 2,584m² ²².

Já os inversores disponíveis atualmente no mercado, estão com uma eficiência de 99% e com potências de 100 - 250kW. O inversor selecionado para este estudo foi o INVERTOR SUNGROW TRIFÁSICO 250KW SG250HX S/ MONIT que possuem 12 mppt com uma tensão em corrente alternada de 800VCA, já a tensão de saída em corrente contínua de 1500V.

4.4 Dimensionamento do sistema via *software*

Antes que seja possível realizar o dimensionamento, propriamente, é necessário fazer a divisão da área disponível para instalação, pela área dos módulos, para que seja possível obter a quantidade de módulos a serem instalados nesse sistema. Entretanto, a quantidade de módulos encontrada não pode ser a quantidade real instalada, pois necessita-se de uma área para transitar entre as strings de módulos e também é necessário considerar no projeto arquitetônico a área em que os módulos instalados produzirão sombras.

Realizando o cálculo citado anteriormente, temos:

$$Qtd. \text{ de módulos} = \frac{\text{área disponível}}{\text{área do módulo}} \quad (4)$$

A partir da quantidade de módulos que é possível a instalação, podemos calcular a potência instalada da usina. Para esse cálculo, deve-se multiplicar a quantidade de módulos pela potência máxima do módulo.

$$Potência \text{ Instalada} = Qtd. \text{ de módulos} * Potência \text{ do módulo} \quad (5)$$

Utilizando a Plataforma 2.0 SICES Solar, consegue-se realizar o dimensionamento considerando individualmente cada campus.

4.4.1 Dimensionamento do sistema no campus de Itapeva

Gerando a análise referente ao campus de Itapeva, através da Equação 4, temos que, calculando a quantidade de módulos que é possível instalar no campus, temos:

$$Qtd. \text{ de módulos} = \frac{32.475m}{2,584m} = 12.567 \text{ módulos} \quad (6)$$

Utilizando a Equação 6, temos que caberiam 12.567 módulos Risen na área do campus de Itapeva. Aplicando o resultado, na Equação 5, e considerando a potência do módulo, temos:

$$Potência \text{ Instalada}_{Itapeva} = 12567 * 550W = 6.911,9kW \quad (7)$$

Utilizando a potência instalada calculada anteriormente, temos que a usina a ser construída em Itapeva, possui capacidade para gerar aproximadamente 6,91MW de energia.

Nesta primeira aba do *software*, é possível inserir a localidade na qual será instalada a usina fotovoltaica. Ao inserir, o próprio programa apresenta dados de clima referente ao local em questão. Os dados levantados pela plataforma são extraídos do CRESESB (Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito).

Figura 14 - Selecionando a localidade do campus de Itapeva na Plataforma 2.0 SICES Solar.



Fonte: Plataforma 2.0 SICES Solar, 2022.

Considerando a potência apresentada na Eq 7, foi possível adicionar os dados de módulo e inversor que serão utilizados, esses dados é de possível visualização na Figura 15.

Figura 15 - Informando os dados de instalação do sistema à Plataforma 2.0 SICES Solar.

GERADOR DE SISTEMAS SICES Automático Manual Comparador de Sistemas

* Informe como quer calcular seu projeto
☐ Média de consumo mensal ☒ Inserir kWp

* Informe a potência (kWp)
 8800

* Módulo
 MODULO FV RISEN ENERGY RSM144-9-550 - 5...

* Fabricante Inversor
 SUNGROW

* Fabricante String Box
 Sices Onesto

* Tensão
 220/380

* Fases
 Trifásico

* Fabricante Estrutura
 Sices Solar

* Local de instalação
 Solo

* Isopleta
 Região IV [O que isso significa?](#)

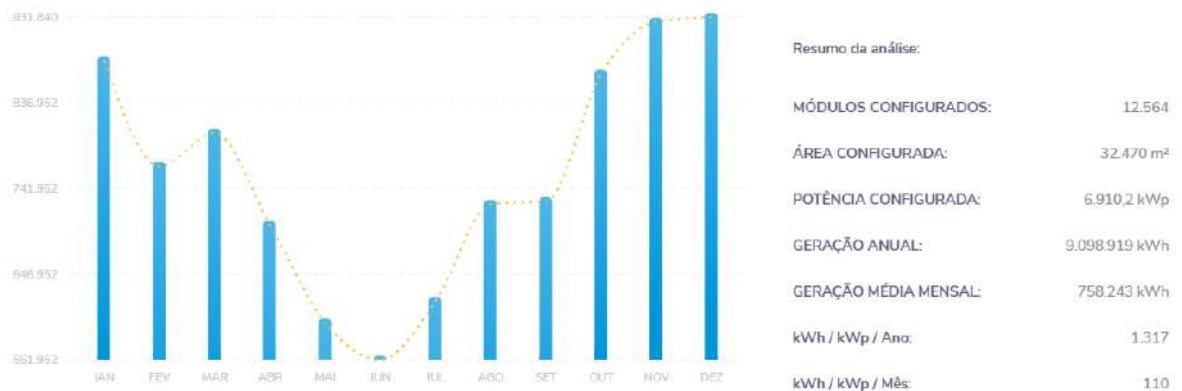
Transformador
☐ Incluir transformador

MLPE
☐ Incluir MLPE

Fonte: Plataforma 2.0 SICES Solar, 2022.

Após informar os dados acima, a plataforma consegue extrair os dados técnicos de cada componente e juntamente com os dados da Figura 14, dimensionar os componentes do sistema fotovoltaico. Retornando, portanto, como dado a capacidade de geração da usina, analisando mensalmente a geração, como pode-se verificar na Figura 16.

Figura 16 - Análise gráfica de geração de energia do sistema no campus de Itapeva.



Fonte: Plataforma 2.0 SICES Solar, 2022.

Para alcançar a geração proposta, é necessário realizar o levantamento da quantidade de equipamentos que necessitaria para instalar a respectiva usina.

Tabela 2 - Componentes a serem utilizados na usina do campus de Itapeva.

Equipamento	Quantidade (uni)
MODULO FV RISEN ENERGY RSM144-9-550 - 550WP - MONO PERC - 1500V-F35MM	12564
INVERSOR FV SUNGROW - SG250HX - 250KW - 12MPPT - 800V - TRI - S/ MONIT	21
ESTRUTURAS	264831
CABO SOLAR 6MM ATE 1800V CC PRETO ABNT NBR 16612	19140
CABO SOLAR 6MM ATE 1800V CC VERMELHO ABNT NBR 16612	19140
PAR CONECTORES FV MC4 FEMEA/ MACHO	1276
MONITORAMENTO	21

Fonte: Adaptado Plataforma 2.0 SICES Solar, 2022.

Para que seja gerada a potência calculada, é necessário que sejam utilizados 316.993 componentes no total. Onde entre eles, seriam utilizados 21 inversores e 12.564 unidades de módulo.

4.4.2 Dimensionamento do sistema no campus de Ourinhos

Já analisando o campus de Ourinhos, temos que, calculando a quantidade de módulos que é possível instalar no campus, temos:

$$Qtd. \text{ de módulos} = \frac{65.130m}{2,584,m} = 25.205 \text{ módulos} \quad (8)$$

Calculado agora a potência a ser instalada no local, temos:

$$Potência \text{ Instalada}_{Ourinhos} = 25.205 * 550W = 13.862,8kW \quad (9)$$

Figura 17 - Selecionando a localidade do campus de Ourinhos na Plataforma 2.0 SICES Solar.

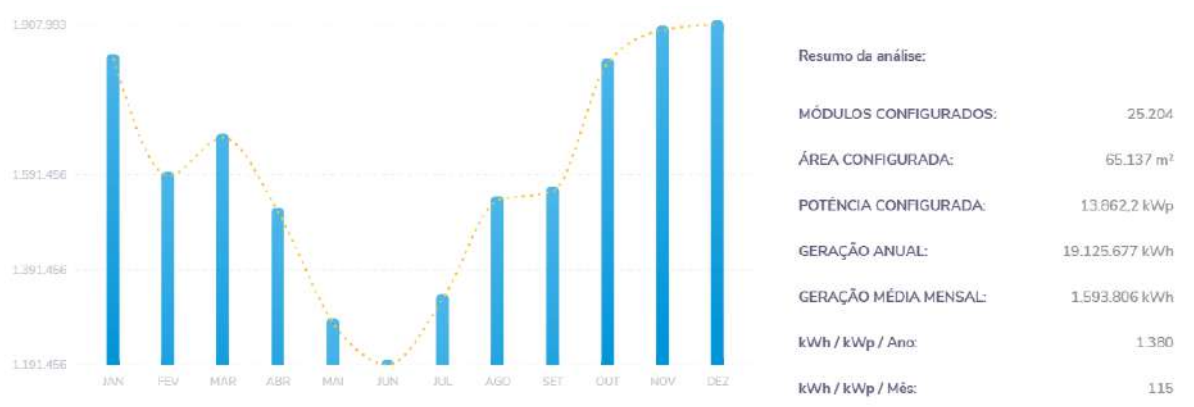


Fonte: Plataforma 2.0 SICES Solar, 2022.

Após inserir a localidade na qual será instalada a usina fotovoltaica. Os dados extraídos do CRESESB, referente a Itapeva/SP estão disponíveis na Figura 17.

Utilizando a potência instalada calculada anteriormente, temos que a usina correspondente ao campus de Ourinhos, possui capacidade para gerar aproximadamente 13,86MW em energia fotovoltaica. A análise de geração desse sistema está representada na Figura 18.

Figura 18 - Análise gráfica de geração de energia do sistema no campus de Ourinhos.



Fonte: Plataforma 2.0 SICES Solar, 2022.

Para a implementação do sistema proposto acima, é necessário que sejam utilizados 638.012 componentes no total. Esses que se divide em:

Tabela 3 - Componentes a serem utilizados na usina do campus de Ourinhos.

Equipamento	Quantidade (uni)
MODULO FV RISEN ENERGY RSM144-9-550 - 550WP - MONO PERC - 1500V-F35MM	25198
INVERSOR FV SUNGROW - SG250HX - 250KW - 12MPPT - 800V - TRI - S/ MONIT	42
ESTRUTURAS	231014
CABO SOLAR 6MM ATE 1800V CC PRETO ABNT NBR 16612	39540
CABO SOLAR 6MM ATE 1800V CC VERMELHO ABNT NBR 16612	39540
PAR CONECTORES FV MC4 FEMEA/ MACHO	2636
MONITORAMENTO	42

Fonte: Adaptado de Plataforma 2.0 SICES Solar, 2022.

Seguindo o levantamento realizado na Tabela 4, para que seja possível instalar uma usina para atender a capacidade máxima da área disponível no campos de Ourinhos, necessita-se de 42 inversores e 25.198 módulos.

4.4.3 Dimensionamento do sistema no campus de Rosana

Calculando através da Equação 4 consegue-se obter a quantidade de módulos que é possível instalar no campus, temos:

$$Qtd. \text{ de módulos} = \frac{37.770m}{2,584m} = 14.616 \text{ módulos} \quad (10)$$

Utilizando a Equação 10, temos que caberia 14.616 módulos Risen na área do campus de Rosana. Aplicando o resultado na Equação 5, e considerando potência nominal do módulo em 550Wp, temos:

$$Potência \text{ Instalada}_{Rosana} = 14.616 \text{ módulos} * 550W = 8.038,8kW \quad (11)$$

Figura 19 - Selecionando a localidade do campus de Rosana na Plataforma 2.0 SICES Solar.



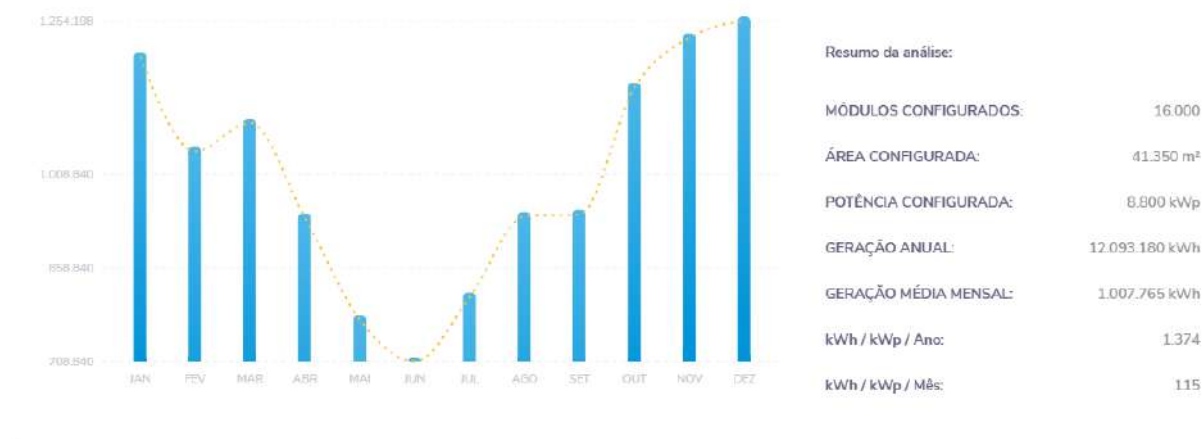
Fonte: Plataforma 2.0 SICES Solar, 2022.

Nesta primeira aba do *software*, é possível inserir a localidade na qual será instalada a usina fotovoltaica. Ao inserir, o próprio programa apresenta dados de clima referente ao local em questão. Os dados levantados pela plataforma são extraídos do CRESESB (Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito).

Utilizando a potência instalada calculada anteriormente, temos que a usina a ser construída em Rosana, possui capacidade para gerar aproximadamente 8,04MW de energia.

Considerando a potência apresentada, foi possível adicionar os dados de módulo e inversor que serão utilizados, assim como apresentado na Figura 15. Sendo assim, tem-se como análise de geração mensal:

Figura 20 - Análise gráfica de geração de energia do sistema no campus de Rosana.



Fonte: Plataforma 2.0 SICES Solar, 2022.

Para alcançar a geração proposta na Figura 20, é necessário realizar o levantamento da quantidade de equipamentos que necessitaria para instalar a respectiva usina.

Tabela 4 - Componentes a serem utilizados na usina do campus de Rosana.

Equipamento	Quantidade (uni)
MODULO FV RISEN ENERGY RSM144-9-550 - 550WP - MONO PERC - 1500V-F35MM	16000
INVERSOR FV SUNGROW - SG250HX - 250KW - 12MPPT - 800V - TRI - S/ MONIT	27
ESTRUTURAS	337243
CABO SOLAR 6MM ATE 1800V CC PRETO ABNT NBR 16612	25500
CABO SOLAR 6MM ATE 1800V CC VERMELHO ABNT NBR 16612	25500
PAR CONECTORES FV MC4 FEMEA/ MACHO	1700
MONITORAMENTO	27

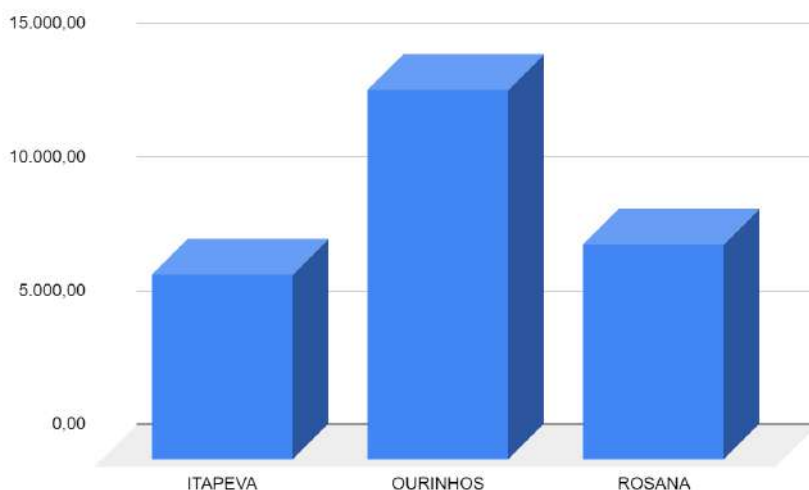
Fonte: Adaptado Plataforma 2.0 SICES Solar, 2022.

Para que seja gerada a potência calculada anteriormente, é necessário que sejam utilizados 405.997 componentes no total. Onde entre eles, seriam utilizados 27 inversores e 16.000 unidades de módulo.

4.5 Análise comparativa da potência instalada nas usinas

Para que fosse possível uma melhor compreensão e análise, plotou-se o Gráfico 1, onde o mesmo

Gráfico 1 - Comparativo entre as potências instaladas de cada campus.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Analisando o Gráfico 1, temos que dentre os escolhidos, o campus de Ourinhos é o campus que possuiria maior potência instalada, podendo chegar a 13,86MW. Enquanto isso, em contrapartida, o campus de Itapeva seria o menor em potência instalada, Analisando o Gráfico 1, temos que dentre os escolhidos, o campus de Ourinhos é o campus que possuiria maior potência instalada. Entretanto, em contrapartida, o campus de Itapeva seria o menor em Potência Instalada, tendo capacidade máxima para a instalação de 6,91MW.

4.6 Levantamento das áreas atendidas pelas concessionárias paulistas de energia elétrica

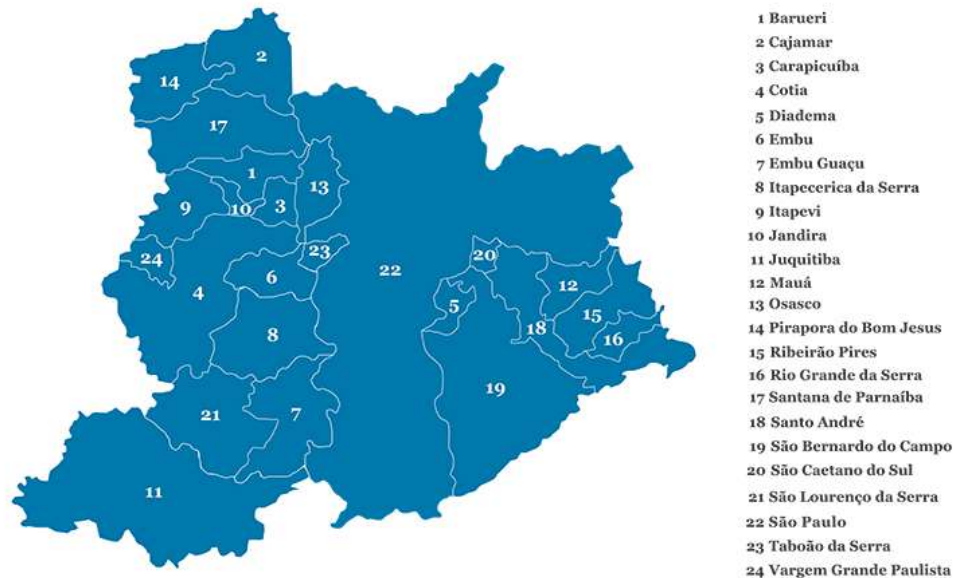
Como informado anteriormente, o estado de São Paulo é atendido por 5 concessionárias. Analisando mais a fundo a região que as mesmas atendem, temos:

- Enel São Paulo:

Atualmente a Enel São Paulo é responsável pela distribuição de energia elétrica para 24 municípios da região metropolitana, alcançando 7,155 milhões de

clientes ²³.

Figura 21 - Mapa das cidades que a Enel São Paulo atende.



Fonte: ENEL São Paulo, 2022.

Levando em consideração as cidades atendidas pela distribuidora em questão, mesmo que houvesse a instalação de uma usina no campus de São Paulo da UNESP, não seria possível compartilhar a energia excedente pois este é o único campus da instituição que a distribuidora atende.

- CPFL Paulista:

A concessionária atualmente atende o interior paulista, alcançando 234 municípios. Entre os principais estão Campinas, Ribeirão Preto, entre outros ²⁴.

Analisando as cidades nas quais há distribuição de energia pela CPFL Paulista, pode-se identificar que é possível atender a geração compartilhada com outra unidade de campus da instituição. Uma vez que, por exemplo, a usina fosse instalada em cidades como Marília, Bauru e São José do Rio Preto.

Figura 22 - Mapa das cidades que a CPFL Paulista atende.



Fonte: CPFL Paulista, 2022.

- CPFL Piratininga:

Enquanto a CPFL Paulista atende o interior mais isolado de São Paulo, a CPFL Piratininga atende o interior mais perto da capital e uma parte do litoral do estado. Atendendo 27 municípios, dentre eles Praia Grande, Sorocaba, Itu, entre outros, atendendo mais de 2 milhões de clientes ²⁵.

Figura 23 - Mapa das cidades que a CPFL Piratininga atende.



Fonte: CPFL Piratininga, 2022.

Sendo assim, se instalado uma usina no campus de Sorocaba, conseguiria atender sua própria demanda e atender ainda uma parte da demanda do campus de São Vicente, ou vice-versa.

- CPFL Santa Cruz:

Presente em 39 municípios de São Paulo, a CPFL Santa Cruz é responsável por distribuir energia a Ourinhos, Avaré, Itapetininga, entre outros ²⁶.

Figura 24 - Mapa das cidades que a CPFL Santa Cruz atende.



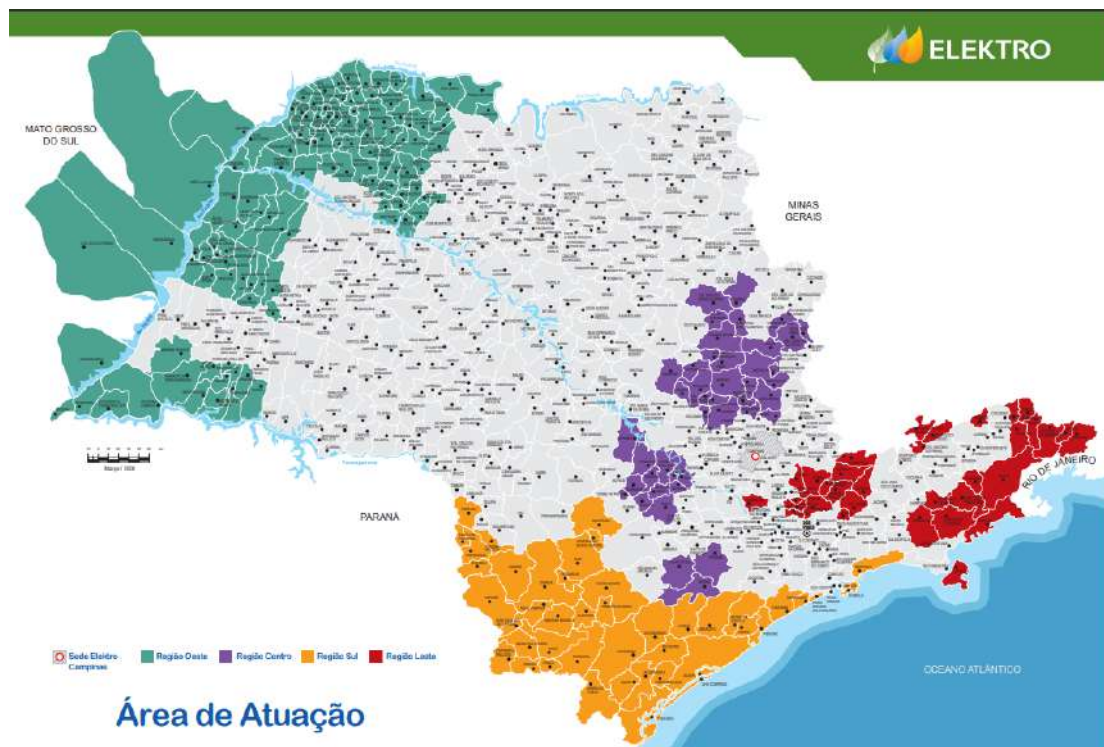
Fonte: CPFL Santa Cruz, 2022.

Analisando as cidades que são atendidas por essa distribuidora, temos apenas o município de Ourinhos que possui unidade do campus da UNESP. Sendo assim, é interessante para esse caso aplicar o uso final da energia para vendas em leilões ou ainda no mercado livre de energia.

- Neoenergia Elektro:

A distribuidora Neoenergia, também é responsável por atender não só o interior do estado, mas também algumas cidades do litoral norte e a região sul do estado, como é possível analisar na Figura 23. Distribuindo energia para 223 municípios, chega a atender mais de 2 milhões de pessoas ²⁷.

Figura 25 - Mapa das cidades que a Neoenergia Elektro atende.



Fonte: ELEKTRO, 2022.

Com a Neoenergia Elektro, seria possível atender cidades que também possuem campus da UNESP, nos quais, são eles: São João da Boa Vista, Rio Claro, Rosana, Ilha Solteira e Dracena.

Sendo assim, com a energia excedente da usina de Rosana e Itapeva, seria capaz de atender uma parte ou até mesmo, todos os campus acima, dependendo apenas do consumo individual de cada um.

- EDP São Paulo:

Atendendo 28 municípios, a EDP atende a região do Alto do Tietê, Vale do Paraíba e uma parte do Litoral Norte, desde sua concessão que iniciou em outubro de 1998, possuindo contrato até setembro de 2028 ²⁸.

Figura 26 - Mapa das cidades que a EDP atende.



Área de Concessão EDP São Paulo

1 Aparecida	11 Guarulhos	21 Roseira
2 Biritiba Mirim	12 Itaquaquecetuba	22 Salesópolis
3 Caçapava	13 Jacareí	23 Santa Branca
4 Cachoeira Paulista	14 Jambuí	24 São José dos Campos
5 Canas	15 Lorena	25 São Sebastião
6 Caraguatatuba	16 Mogi das Cruzes	26 Suzano
7 Cruzeiro	17 Monteiro Lobato	27 Taubaté
8 Ferraz de Vasconcelos	18 Pindamonhangaba	28 Tremembé
9 Guararema	19 Poá	
10 Guaratinguetá	20 Patim	

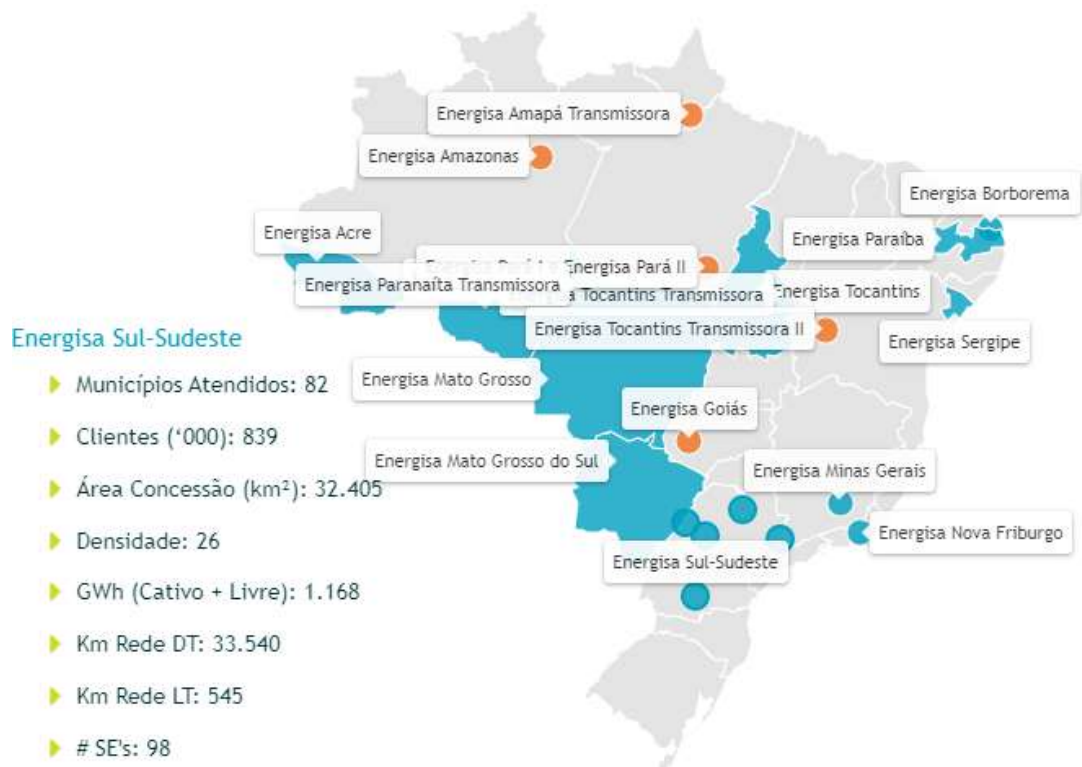
Fonte: EDP, 2022.

Assim como na concessionária Enel, analisando as cidades atendidas pela concessionária EDP, temos apenas uma cidade que possui instalação de campus da UNESP, que seria o campus de São José dos Campos.

- Energisa Sul-Sudeste:

Analisando por fim a concessionária do grupo Energisa, a Energisa Sul-Sudeste atende 83 cidades somando os estados de São Paulo, Minas Gerais e Paraná ²⁹.

Figura 27 - Mapa das cidades que a Energisa Sul-Sudeste atende.



Fonte: GRUPO ENERGISA, 2022.

O grupo Energisa Sul-Sudeste é responsável por atender uma parte do Extremo Oeste do estado de São Paulo. Atendendo cidades que possuem campus da instituição, como por exemplo, os municípios de Presidente Prudente e Tupã.

Ou seja, é possível tanto construir uma usina para compartilhar o excedente gerado, quanto produzir energia e vendê-la.

5. CONCLUSÃO

Ao decorrer do presente trabalho, observa-se que é possível obter uma grande geração de energia utilizando as áreas remanescentes de campus da Universidade Estadual Paulista - UNESP.

Analisando a quantidade de componentes propostos pela Plataforma 2.0 SICES Solar, para os campus de Itapeva, Ourinhos e Rosana, utiliza-se cerca de 316,993, 638.012 e 405.997 componentes respectivamente. Com esses equipamentos seria capaz de gerar respectivos 6,91MW, 13,86MW e 8,04MW. Sendo assim, a usina a ser instalada na área disponibilizada pelos campus poderia gerar no mínimo a potência para uma usina de minigeração.

A análise da potência instalada, quando posto em comparação os três campus estudados, a usina de Ourinhos gerará mais de 1,7% que Rosana. Uma vez que a área disponível em Ourinhos é o campus com maior área disponível.

Dado o levantamento das concessionárias, é possível verificar quais são os municípios que são atendidos por alguma distribuidora específica para que seja possível agregar o máximo de campus possíveis. O campus de Rosana e Itapeva são atendidos pela distribuidora Neoenergia Elektro e permite que fosse possível atender os três objetivos deste trabalho, uma vez que seria possível gerar energia elétrica para suprir a demanda local e ainda teriam megawatts de energia para serem compartilhados, comercializados, ou ainda tendo a área alugada para que seja possível a geração de energia. Entretanto, já para o campus de Ourinhos, como a distribuidora de energia do mesmo não atende demais campus da instituição, daria para o mesmo seguir com a venda do excedente de energia, ou ainda, alugar o local para que empresas especializadas pudessem realizar a implementação de uma usina dentro dos campus da universidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. **Chamada de P&D incentiva minigeração em Instituições Públicas de Ensino Superior**. 2016. Disponível em: https://www.aneel.gov.br/web/guest/sala-de-imprensa-exibicao-2/-/asset_publisher/zXQREz8EVIZ6/content/id/15089813.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. **Geração Distribuída**. 2015. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/geracao-distribuida>.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica.. **Resolução normativa N 482, de 17 de abril de 2012**. Estabelece as condições gerais de acesso da microgeração e minigeração distribuída ao sistema de distribuição de energia elétrica, sistema de compensação de energia elétrica e dá outras providências. ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>, retrieved, v. 5, 2017.

AQUINO, Afonso R. de et al. **Sustentabilidade ambiental**. UERJ - Universidade Estadual do Rio de Janeiro, p. 167. 2016.

BARRAGÁN-ESCANDÓN, E.; Zalamea, E. ; Terrados, J.; Vanegas, P. **Factores que influyen en la selección de energías renovables en la ciudad**. EURE - Revista Latinoamericana de Estudios Urbano Regionales, v. 45, n. 134, p. 259-277, 2019.

Balanço Energético Nacional - BEN 2021. EPE - Empresa de Pesquisa Energética. 2021. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-601/topico-588/BEN_S%C3%ADntese_2021_PT.pdf.

BLOOMBERGNEF; FRANKFURT SCHOOL-UNEP. **Global Trends in Renewable Energy Investment 2020**. [S. l.], 2020. Available at: https://www.fs-unep-centre.org/wpcontent/uploads/2020/06/GTR_2020.pdf

BORGES, Fabricio Quadros. Sustentabilidade institucional no setor elétrico brasileiro. **Revista Pretexto**, v. 16, n. 1, p. 23-35, 2015.

CARNEIRO, Aluísio Vieira. **Projeto, desenvolvimento e implementação de microrrede em campus universitário com tecnologia solar fotovoltaica e de armazenamento**. Dissertação (Curso de Mestrado Acadêmico em Engenharia Elétrica do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará). Fortaleza, p. 177. 2017.

CARVALHO, T. **Sustentabilidade energética em espaços universitários**. Tese (Mestrado em Engenharia do Ambiente) - Universidade do Algarve. Faro, p. 98. 2016.

CPFL ENERGIA. **CPFL Paulista**. 2022. Disponível em: <https://www.grupocpfl.com.br/unidades-de-negocios/cpfl-paulista>.

CPFL ENERGIA. **CPFL Piratininga**. 2022. Disponível em: <https://www.grupocpfl.com.br/unidades-de-negocios/cpfl-piratininga>.

CPFL ENERGIA. **CPFL Santa Cruz**. 2022. Disponível em: <https://www.grupocpfl.com.br/unidades-de-negocios/cpfl-santa-cruz>.

EDP. **Area de Concessão - SP.** 2021. Disponível em: <https://www.edp.com.br/area-de-concessao-sp/>.

ENEL SÃO PAULO. **Cidades Atendidas pela Enel Distribuição SP.** Disponível em: <https://www.enel.com.br/pt-saopaulo/cidades-atendidas-pela-enel-distribuicao.html>.

FILIPPE, Marina. **Energia solar fotovoltaica: Brasil é o 4º país que mais cresceu em 2021.** EXAME. 2021. Disponível em: <https://exame.com/esg/energia-solar-fotovoltaica-brasil-e-o-4o-pais-que-mais-cresceu-em-2021/>.

GOLDEMBERG, José. Energia e Sustentabilidade. **Revista de Cultura e Extensão USP**, v. 14, p. 33-43, 2015.

GREENER. **Relatório Greener GD 2021.** [s. l.], 2021. Available at: <https://www.greener.com.br/estudo/estudo-estrategico-mercado-fotovoltaico-de-geracaodistribuida-1-semester>.

GRUPO ENERGISA. **Áreas de atuação do Grupo Energisa.** 2021. Disponível em: <https://ri.energisa.com.br/a-energisa/perfil-corporativo/>.

ISE, F. **Energy Charts - Germany electric generation.** [S. l.], 2021. Available at: <https://energy-charts.info/index.html?l=de&c=DE>.

KLEBER, Ricardo Machado. **Geração de energia fotovoltaica: panorama atual e perspectivas futuras de Brasil e Alemanha.** 2021. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/232666>.

LIS, Laís (Brasília). **Conta de luz acumula alta média de 31,5% entre 2014 e 2017, diz estudo.** 2018. Globo - Economia. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/conta-de-luz-acumula-alta-media-de-315-entre-2014-e-2017-diz-estudo.ghtml>.

NEOENERGIA ELEKTRO. **Cidades Atendidas.** 2021. Disponível em: <https://www.neoenergiaelektro.com.br/sobre-a-elektro/cidades-atendidas>.

PALZ, W. **The Triumph of the Sun in 2000–2020.** [S. l.: s. n.], 2019. Available at: <https://doi.org/10.1201/9781003000860>

PEREIRA, Renée (Brasília). **Despesas básicas sobem mais que a inflação e tiram R\$14,5bi do consumo.** 2018. Estadão - Economia & Negócios. Disponível em: <https://economia.estadao.com.br/noticias/geral,despesas-basicas-sobem-mais-que-a-inflacao-e-tiram-r-14-5-bi-do-consumo,70002268757>.

PLATAFORMA 2.0 SICES SOLAR. **Componentes.** 2022. Disponível em: <https://app-plt.sicessolar.com/component/module>.

SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE - Governo do Estado de São Paulo. **Distribuição.** 2022. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/infraestrutura/coordenadorias/coordenatoria-de-energias-eletrica-e-renovaveis/distribuicao/>.

SILVA, Rutelly Marques da. **Energia Solar no Brasil: dos incentivos aos desafios.** Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, 2015.

UNESP - Universidade Estadual Paulista. **Anuário Estatístico. 2021.** Disponível em: https://ape.unesp.br/anuario/pdf/Anuario_2021.pdf.

UNESP - Universidade Estadual Paulista. **Perfil da Universidade. 2022.** Disponível em: <https://www2.unesp.br/portal#!/unesp-40-anos/perfil-da-universidade/>.

VALCACER, S. M. et al. **Uso de Sistemas Automatizados para Otimizar a Captação de Energia em Painéis Solares.** Blucher Mathematical Proceedings, 1(1), p. 12-19, 2015.