

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DA PLANTA FOTOVOLTAICA DO CAMPUS JOÃO CÂMARA DO IFRN

Antônio Martins da Batista Neto –antonio.martins@ifrn.edu.br

Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte- Campus João Câmara- IFRN/JC

João Teixeira de Carvalho Neto

Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte- Campus João Câmara- IFRN/JC

Dener da silva Albuquerque

Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte- Campus João Câmara- IFRN/JC

Resumo *Este estudo tem como objetivo geral a proposição da realização de uma análise técnica do desempenho operacional dos sistemas de geração de energia elétrica provenientes da usina fotovoltaica instalada no campus do Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN) campus de João Câmara. A premissa básica é fornecer um diagnóstico, considerando-se as especificidades do referido campus, das condições operativas, consubstanciado através de um comparativo entre a geração real anual da usina fotovoltaica, provenientes do sistema supervisorado da usina, extraídos dos respectivos inversores e as simulações em software, neste caso o Pvsyst. Durante o transcorrer da pesquisa foi abordado desde aspectos correlacionados a avaliação do consumo de energia elétrica da edificação, sob o prisma da eficiência energética, até análise pormenorizada do dimensionamento e a especificação dos principais equipamentos, dispositivos e acessórios utilizados nas plantas de geração fotovoltaica, a saber: módulos fotovoltaicos, dispositivos de comando e proteção, condutores elétricos, condutos elétricos, aterramento, dentre inúmeros outros subsistemas. O estudo foi embasado nas normativas técnicas e padrões propostos pelos fabricantes e pelas concessionárias de energia elétrica, para os sistemas grid-tie. Salienta-se a multidisciplinaridade do estudo, perfazendo as áreas de solar fotovoltaica, eficiência energética e instalações elétricas de baixa tensão. A metodologia baseou-se na elaboração de gráficos informativos no período dos anos de 2016 até o ano de 2022, contemplando a geração do campus objeto do estudo, realização de simulações computacionais e geração de relatórios de não conformidades. Os resultados das simulações computacionais foram tabulados e comparados com os resultados da produção real de energia que foram coletadas a partir dos inversores afins de verificamos e comparamos o desempenho da UFV de acordo com o seu memorial descritivo.*

Palavras-chave: Energia Solar, Pvsystem, IFRN

1. INTRODUÇÃO

Conforme relatório da *International Energy Agency* – IEA, na atualidade o maior gerador de emissões de dióxido de carbono (CO₂) no planeta é a produção de energia elétrica, mas ao mesmo tempo é um dos setores que mais está protagonizando a transição para as emissões de líquidos zero pelo aumento exponencial das energias renováveis, como solar fotovoltaica e eólica. A produção mundial de energia solar fotovoltaica obteve um aumento de 26%, um recorde no ano de 2022. Pela primeira vez teve o maior crescimento absoluto em se tratando de energias renováveis, ultrapassando a geração de energia eólica.

Nos últimos anos, o destaque energético no RN ficou a cargo da energia proveniente dos ventos e do sol, aspecto que fez com que múltiplas empresas de diversos portes tenham despertado interesse pela utilização de tais fontes, motivadas pelo fator de capacidade aqui disponível. Atento ao uso racional da energia elétrica em suas edificações, na sustentabilidade do uso dos recursos naturais e por conseguinte a redução de suas despesas operacionais, assim como buscando adequar-se a dois (ODS7 – Energia limpa e acessível e a ODS13 – Ações contra a mudança climática) dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) que foram instituídos pela Organização das Nações Unidas (ONU), durante a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável no Rio de Janeiro, em 2012, como um apelo universal para proteger o planeta e garantir que todas as pessoas tenham dignidade. O Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN), nos últimos anos, instalou, nos campi do instituto, usinas fotovoltaicas destinadas a suprir parcialmente o consumo energético de suas instalações, contribuindo assim para reduzir os custos associados a fatura de energia elétrica. Porém as usinas fotovoltaicas logo após sua entrada em operação, já se inicia o processo de envelhecimento dos equipamentos e instalações, surgindo a necessidade da implementação das técnicas e dos procedimentos de manutenção. Neste sentido este estudo justifica-se, pelo seu intuito de verificar se já existe alguma degradação das instalações, por menor que sejam e localizar suas possíveis causas, de modo a aplicar as melhores técnicas de manutenção preventiva e/ou preditiva. Nesse sentido este estudo realizou uma análise do desempenho operacional da usina fotovoltaica do campus João Câmara do IFRN, no período de 2016 a 2022, através do software Pvsyst, visando

identificar a existência ou não de eventuais ineficiências, levantando as possíveis não conformidades e causa, contribuindo assim para maximização de sua performance geral e no planejamento financeiro da instituição. O software escolhido para realizar a simulação foi o PVsyst V7.2, que é um dos programas computacionais mais populares para o dimensionamento de sistemas fotovoltaicos do mercado, além de ser frequentemente empregado em estudos de análise do desempenho de usinas FV. Os resultados das simulações computacionais foram tabulados e comparados com os resultados da produção real de energia que foram coletadas a partir dos inversores afins de verificamos e comparamos o desempenho da UFV de acordo com o seu memorial descritivo.

2. DESCRIÇÃO DA PLANTA FOTOVOLTAICA DO IFRN CAMPUS JOÃO CÂMARA

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – Campus João Câmara, está localizado no endereço: BR 406, Km 73, nº 3500, Perímetro Rural, João Câmara-RN, com coordenadas geográficas latitude 5°32'35.91" sul e longitude 35°47'54.25" oeste. Inaugurada em 15/09/2016, a UFV do Campus de João Câmara é constituída por duas mesas fixadas no solo em forma de trilhos do tipo garagem, conforme Figura 1, composto por duas estruturas metálicas independentes ocupando uma área 374 m² cada, com 10° de inclinação, orientada para o Nordeste (desvio azimutal de 15°) e posicionada geograficamente sem possibilidade de sombreamento externo, conferindo um ótimo aproveitamento da irradiação solar.

A UFV – Campus de João Câmara, possui 440 placas, dividida em duas mesas, cada mesa com 220 placas que estão dividida em dois subsistemas com 110 módulos de 260 Wp. Cada subsistema possui 110 placas, as quais estão conectadas a um inversor eletrônico com potência nominal de 25 Kw cada, resultando no total de 100 Kw (4 x 25 Kw) de potência instalada. O inversor em questão é de fabricação SMA-Sunny, modelo 25000TL (SIW500).



Figura 1 – UFV – Vista Aérea do Campus de João Câmara

3. PARAMETRIZAÇÃO DO PVSYST

Para efeitos de comparações e análises de dados reais e simulados das UFV – Usina Fotovoltaica do Campus João Câmara do IFRN foram usados o *software PVsyst*. O *PVsyst* é um *software* desenvolvido pela Universidade de Genebra, na Suíça, e foi projetado para ser utilizado por arquitetos, engenheiros, pesquisadores e estudantes que possuam interesse em trabalhar com sistemas fotovoltaicos. Ele possui um vasto banco de dados climáticos e dados técnicos completos de diversos fabricantes de equipamentos utilizados em sistemas FV. Inicialmente, na tela principal do *software* do *PVsyst*, escolheu-se a forma de “Concepção de projeto e simulação”, neste caso, todas as usinas fotovoltaicas dos campi do IFRN, objeto de estudo, são todas conectada à rede da concessionária de energia. De acordo a Figura 2, foi selecionado a opção “Acoplado à rede”.

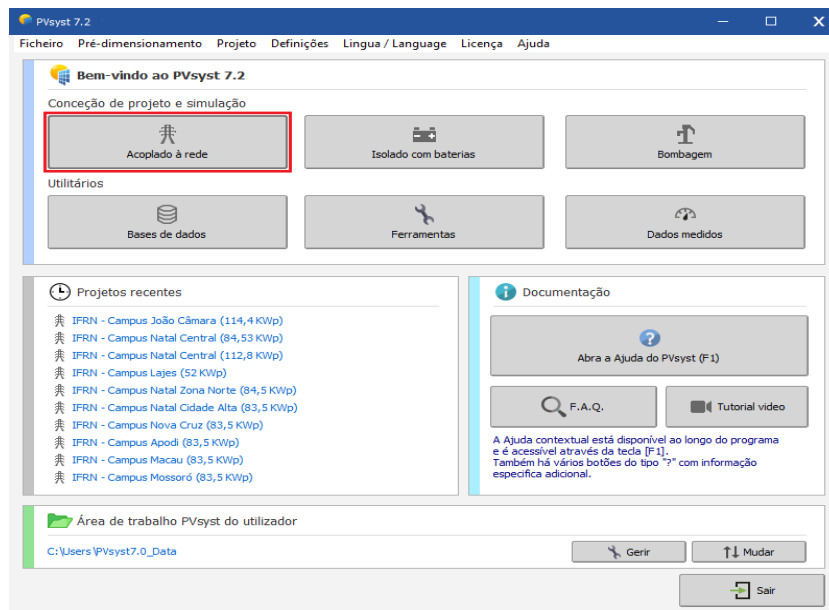


Figura 2 – Tela principal do PVsyst.

Na aba “Locality”, definiu-se as configurações do Local (pode-se pesquisar as coordenadas de latitude e longitude na internet ou usar a função de pesquisa integrada) e defina as coordenadas geográficas do local onde o sistema fotovoltaico será instalado, o *PVsyst* localizará o ficheiro meteorológico da estação mais próxima do local da instalação para importara os dados, escolhe-se umas das opções e importar os dados meteorológicos. O *soft* disponibiliza os dados de irradiação horizontal total, irradiação difusa horizontal, temperatura, velocidade do vento, turvação de linke e umidade relativa. Todos os dados meteorológicos utilizados nas simulações tiveram como referência Centro de Referência para Energia Solar e Eólica (CRESESB).

Com a definição dos dados meteorológicos, a etapa seguinte, foram definidos os parâmetros do projeto inserido através da aba “Parâmetros principais”, ou seja, orientação, sistema e perdas detalhadas. Na sequência, realizou-se a seleção dos módulos e inversores que compõem o SFV em questão e, posteriormente, dimensionado os grupos e seus respectivos arranjos determinando a quantidade de módulos por *strings* e o número de *strings* por MPPT disponíveis em cada inversor. Foram inseridos também os respectivos valores para cada uma das perdas detalhadas. O ‘parâmetro térmico’ é o primeiro campo a ser preenchido. O comportamento térmico das usinas fotovoltaica é definido através do balanço de energia entre a temperatura do local da instalação do sistema e o calor das células provocado pela radiação incidente. Na ausência de dados confiáveis de medições, o programa do *PVsyst* sugere um valor padrão sem a dependência da velocidade do vento, para isso, o programa propõe um valor médio da velocidade do vento. O referido valor do projeto considerado pelo *PVsyst* é, a $UC = 20 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ e $UV = 0 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. Apesar da proposição que o programa permite, os valores podem ser alterados conforme o tipo de montagem do sistema fotovoltaico, as concepções podem ser, módulos livres com circulação de ar, semi-integrado com circulação de ar e integrado com isolamento completa. Para a análise desse projeto foi considerado o semi-integrado. No campo de perdas ôhmicas foram considerado os valores do projeto conforme determinado nos memoriais descritivos das usinas fotovoltaicas, onde foram calculadas as perdas nos circuitos CC e CA. O próximo passo foi a inserção dos parâmetros do terceiro campo, ‘qualidade dos módulos, *LID*, *Mismatch*’. A confiabilidade do desempenho real em relação às especificações do fabricante é referida como “qualidade do módulo”. O parâmetro ‘*LID*’ é um desvio de desempenho que surge, especialmente nos módulos com células policristalinos, poucas horas quando exposto ao sol. Este desvio está relacionado diretamente na qualidade de produção dos *wafers*, que pode alterar entre 1 % e 3 %. Quando o módulo é exposto a luz, a presença de oxigênio existente no silício (Si) fundido durante o processo de fabricação dos módulos fazem com que o oxigênio capture elétron, formando lacunas pelo efeito fotovoltaico. O programa do *PVsyst* propõe um valor padrão de 2 %. Os desvios do item ‘Perdas dos módulos com *mismatch*’, está relacionado com a incompatibilidade entre os módulos, uma vez que o módulo que tiver a corrente elétrica mais baixa, é a que determinará a corrente elétrica de toda a série dos elementos. O valor padrão predefinido para as perdas de potência no MPP é de 2 %. Já o parâmetro ‘*mismatch* da tensão das fiadas’ determina a diferença de potencial do somatório de cada módulo em uma *string* e consequentemente a potência obtida do conjunto. O efeito *mismatch* de tensão nas *strings* pode ter diversas causas, e as principais delas incluem:

Variações de iluminação, Envelhecimento ou degradação dos módulos fotovoltaicos, degradação ou falhas nas conexões, baixa qualidade dos componentes elétricos, Sombreamento parcial, erros de projeto: Degradação natural dos componentes do sistema. Identificar e corrigir as causas do efeito *mismatch* é de suma importância para diminuir a possibilidade de impactar na eficiência e a confiabilidade de um sistema como um todo, evitando também de causar danos aos componentes. A instalação adequada, o constante monitoramento do sistema e a manutenção regular, podem ajudar na

prevenção ou corrigir desequilíbrios de tensão. Após definir os dados dos parâmetros de todo processo, pode-se efetuar a simulação e obter o relatório que o *PVsyst* disponibiliza, conforme pode ser visto nas figuras 3 e 4.

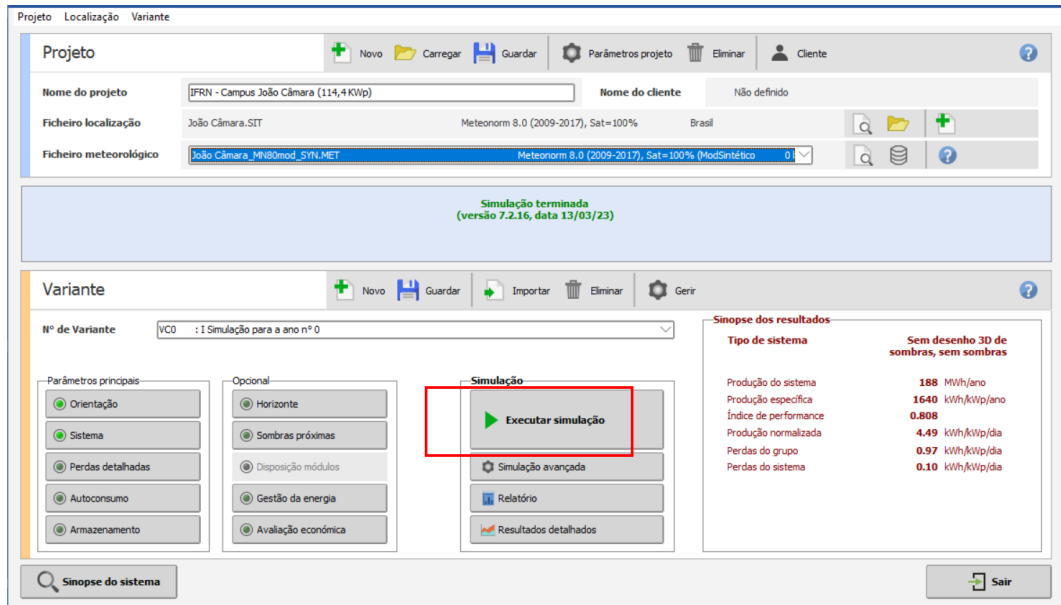


Figura 1 – Parâmetro executar simulação do *PVsyst*.

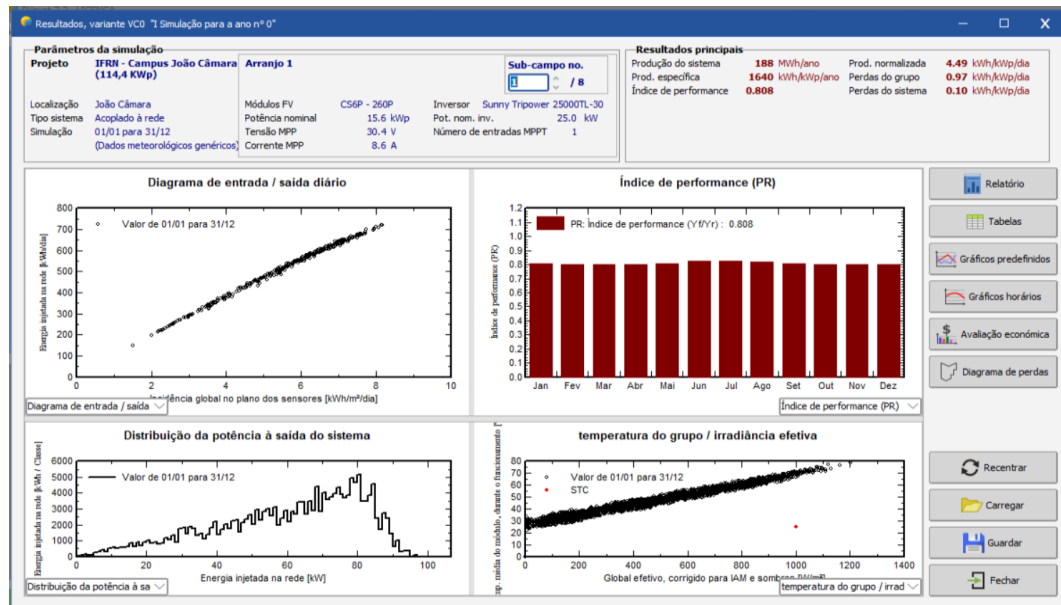


Figura 4 – Detalhe da simulação realizada pelo *PVsyst*.

É importante destacar que o procedimento descrito até então mostra o processo feito para a obtenção dos resultados simulado da usina fotovoltaica com *PVsyst*, os parâmetros utilizados em todas as simulações foram analisados para que fossem realizadas a comparação da geração de energia real obtida do ano de 2016 até o ano de 2022.

4. RESULTADOS

A usina fotovoltaica do campus do IFRN de João Câmara foi inaugurada em 15/09/2016, com uma capacidade média de geração mensal de 13,32 MWh. A partir dessa data, a geração solar fotovoltaica passou a contribuir efetivamente na redução do custo da energia consumida da rede pública de distribuição elétrica. Portanto a coleta de dados deste estudo se deu no início da inauguração. A Tabela 4 mostra a geração de energia em MWh mensal e o acumulado anual no período de 2016 a 2023, mas para a análise será considerado o período até o ano de 2022.

ANO	GERAÇÃO MENSAL (MWh) - JOÃO CÂMARA												REAL ANUAL (MWh)
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14,91	16,47	16,25	47,63
2017	16,12	14,29	14,64	14,74	14,76	13,31	12,8	16,44	14,71	16,04	15,66	16,27	179,78
2018	15,03	12,07	15,66	14,05	14,95	14,19	14,71	16,71	16,15	16,76	15,39	15,82	181,49
2019	14,76	9,26	9,08	9,78	10,43	6,71	7,53	7,71	7,7	8,7	7,93	7,7	107,29
2020	7,03	6,89	7,09	7,16	0	0	7,58	8,52	8,14	7,35	3,47	8,09	71,32
2021	7,87	7,11	7,64	7,73	7,2	7,63	6,84	2,66	0	3,95	10,03	7,71	76,37
2022	0	0	14,06	1,94	12,48	12,36	12,06	13,92	15,08	16	15,69	15,31	128,9

Figura 5– Geração de Energia (MWh) – Usina de João Câmara

A Figura 5 foi construída a partir das informações coletadas através do portal do inversor SMA-Sunny, modelo 25000TL. Analisando a tabela, no ano de 2016, a geração da usina fotovoltaica iniciou a contribuir na redução do custo da energia consumida pelo campus, no dia 06 de outubro daquele ano, portanto a geração do referido ano foi de 47,63 MWh, porém, a média semanal ficou acima do projetado, com 15,88 MWh. Nos anos de 2017 e 2018, foram acima do previsto. Nos anos 2019, 2020, 2021 e 2022, a média mensal ficou abaixo do esperado. Na Tabela 4, na linha “MÉDIA REFERENTE AO MÊS”, a média ficou abaixo do projetado, mesmo nos meses das estações de verão (nota: na média não foram considerado os meses com zero de produção de energia). Investigando a Figura 5, que informa a geração por inversor, podemos verificar a baixa produção de energia.

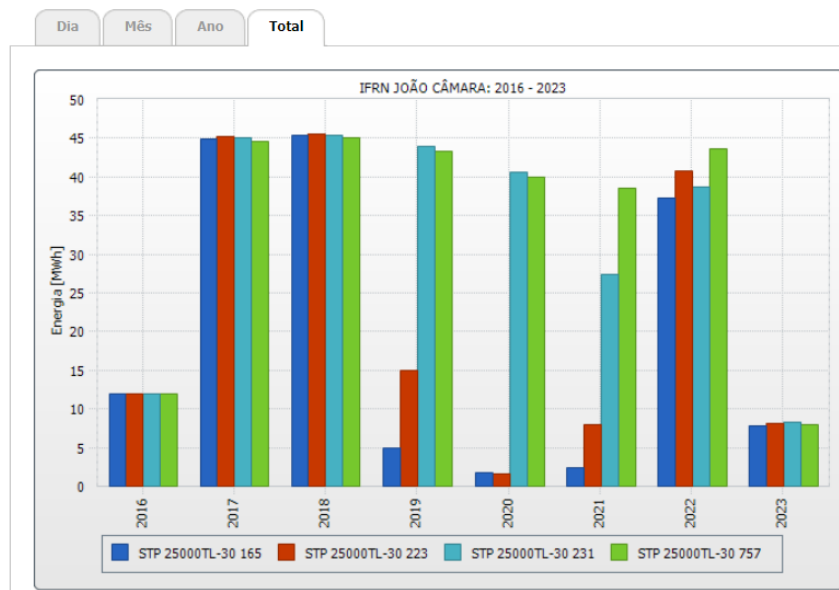


Figura 6 – Geração por Inversor - SMA-Sunny (2023).

No ano de 2016, quando a usina foi conectada à rede, a energia entregue pelos inversores foram iguais. Nos anos de 2017 e 2018 a energia entregue foram praticamente iguais, com pequenas variações entre os inversores. Nos anos 2019, 2020 e 2021, os inversores sinalizados nas cores azul escuro e vermelho teve valores muito abaixo do projetado, os sinalizados nas cores azul claro e verde foram perdendo produção de energia. Em 2022, a produção de energia foi melhor, mas ainda abaixo do projetado. Embora o ano de 2023 não esteja no escopo da análise, a média mensal da energia entregue nos dois primeiros meses do referido ano, está acima da média esperado.

Após as análises da geração de energia feitas a partir das coletas de dados dos inversores, foram realizadas as simulações computacionais através do software *PVsys*. Foram realizadas duas análises no período dos anos de 2016 a 2023, para efeito de análise não foi considerado o ano de 2023.

Na primeira simulação se levou em conta os dados básicos, como a posição geográfica da planta, os dados climatológicos do local da instalação da usina, os dados dos painéis fotovoltaicos e arranjos e, por fim, os dados dos inversores. Na

segunda simulação, foram acrescentadas as perdas por envelhecimento, indisponibilidade, parâmetros térmicos, perdas ôhmicas, qualidade dos módulos, perdas devido à sujidade e perdas IAM. Os resultados das simulações computacionais foram tabulados e comparados com os resultados da produção real de energia que foram coletadas a partir dos inversores, com podem serem vistas na Figura 7.

ENERGIA (MWh) SIMULADO X REAL - 2016													
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
SIMULADO										16,46	16,36	15,62	48,44
REAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14,91	16,47	16,25	47,63
ENERGIA (MWh) SIMULADO X REAL - 2017													
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
SIMULADO	15,65	13,64	15,8	14,78	14,32	12,91	13,48	15,66	15,68	16,46	16,36	15,62	180,36
REAL	16,12	14,29	14,64	14,74	14,76	13,31	12,8	16,44	14,71	16,04	15,66	16,27	179,78
ENERGIA (MWh) SIMULADO X REAL- 2018													
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
SIMULADO	15,65	13,64	15,8	14,78	14,32	12,91	13,48	15,66	15,68	16,46	16,36	15,62	180,36
REAL	15,03	12,07	15,66	14,05	14,95	14,19	14,71	16,71	16,15	16,76	15,39	15,82	181,49
ENERGIA (MWh) SIMULADO X REAL- 2019													
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
SIMULADO	15,65	13,64	15,8	14,78	14,32	12,91	13,48	15,66	15,68	16,46	16,36	15,62	180,36
REAL	14,76	9,26	9,08	9,78	10,43	6,71	7,53	7,71	7,7	8,7	7,93	7,7	107,29
ENERGIA (MWh) SIMULADO X REAL - 2020													
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
SIMULADO	15,65	13,64	15,8	14,78	14,32	12,91	13,48	15,66	15,68	16,46	16,36	15,62	180,36
REAL	7,03	6,89	7,09	7,16	0	0	7,58	8,52	8,14	7,35	3,47	8,09	71,32
ENERGIA (MWh) SIMULADO X REAL - 2021													
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
SIMULADO	15,65	13,64	15,8	14,78	14,32	12,91	13,48	15,66	15,68	16,46	16,36	15,62	180,36
REAL	7,87	7,11	7,64	7,73	7,2	7,63	6,84	2,66	0	3,95	10,03	7,71	76,37
ENERGIA (MWh) SIMULADO X REAL - 2022													
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
SIMULADO	15,65	13,64	15,8	14,78	14,32	12,91	13,48	15,66	15,68	16,46	16,36	15,62	180,36
REAL	0	0	14,06	1,94	12,48	12,36	12,06	13,92	15,08	16	15,69	15,31	128,9

Figura 7– Energia Simulada Versus real do Campus João Câmara.

As Figuras de 8 a 14 foram gerados a partir das informações da Figura 7, acima, e mostram as comparações das simulações computacionais, utilizando o software *PvSystem 7.2* com a Energia Real Gerada no período dos anos de 2016 a 2022.

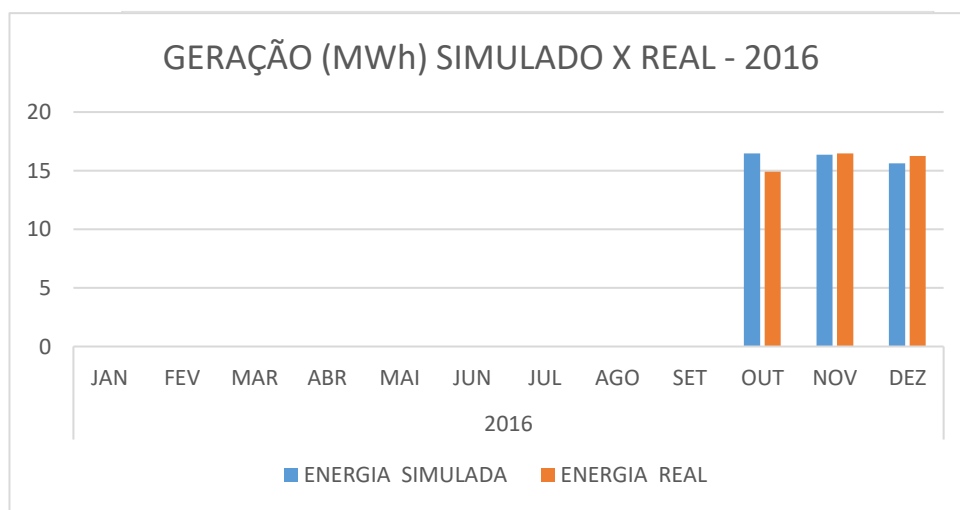


Figura 8 - Geração Real de Energia – Simulações - 2016

Podemos ver, na Figura 8, que no mês de outubro houve a conexão da usina fotovoltaica à rede pública de energia elétrica, iniciando a redução no faturamento do consumo da energia elétrica.

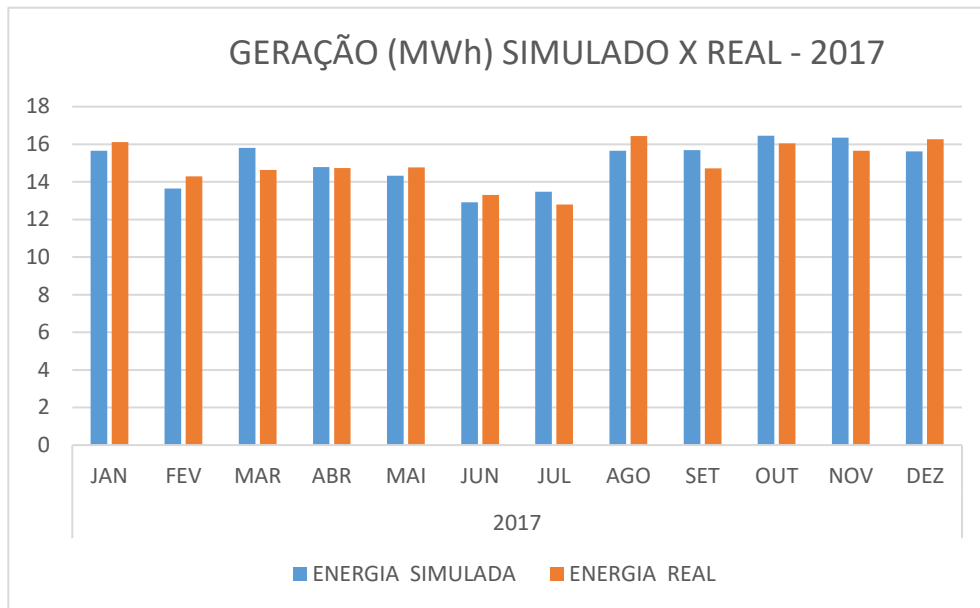


Figura 9 - Geração Real de Energia – Simulações – 2017

Conforme a Figura 9, ano de 2017, a energia gerada ficou acima do projetado. Pode ser visto também que nos meses de janeiro, maio, agosto, novembro e dezembro, a produção de energia ficou um pouco acima da simulação II (considerando as perdas na usina).

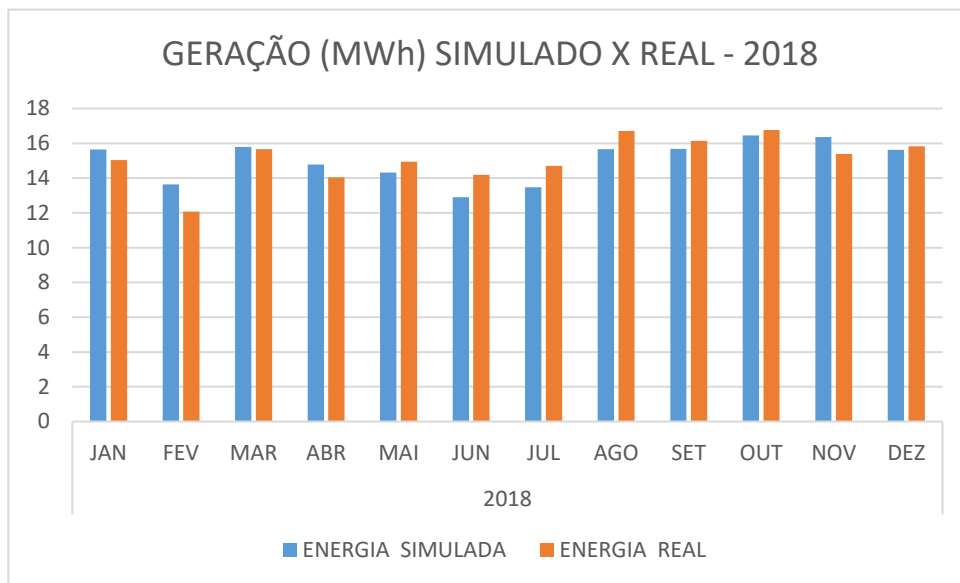


Figura 10 - Geração Real de Energia – Simulações – 2018

Na Figura 10, referente ao ano de 2018, com exceção dos meses de janeiro a abril e novembro, a produção de energia dos demais meses excederam a simulação II (considerando as perdas na usina).

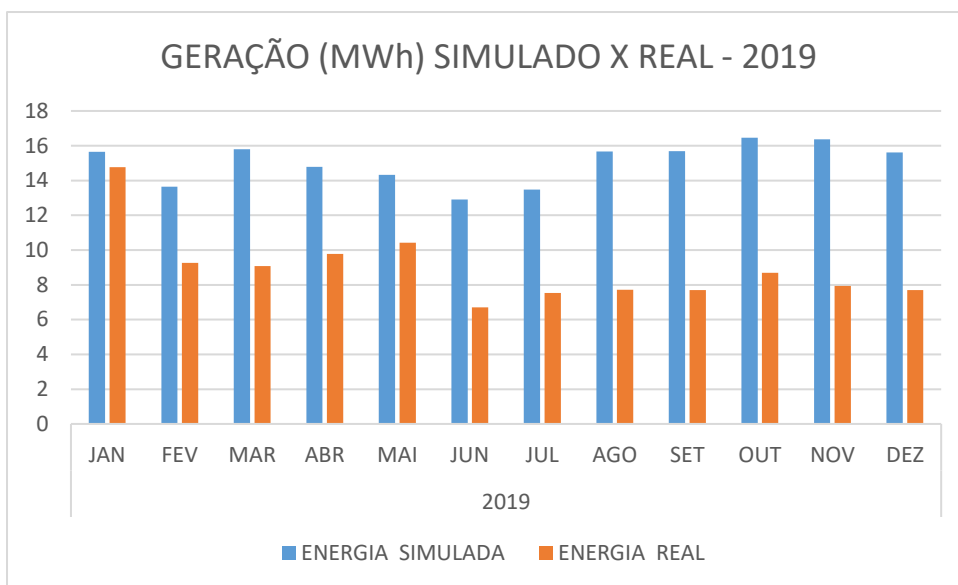


Figura 11 - Geração Real de Energia – Simulações – 2019

Na figura 11, referente ao ano de 2019, pode-se verificar uma baixa muito acentuada na energia entregue a partir do mês de fevereiro e que se prolonga nos anos de 2020, 2021 e início de 2022, conforme pode ser visto nas Figuras 12, 13 e 14 respectivamente. O problema da baixa eficiência na geração da usina foi causado por falha em dois inversores de acordo com pode ser visto na Figura 6.

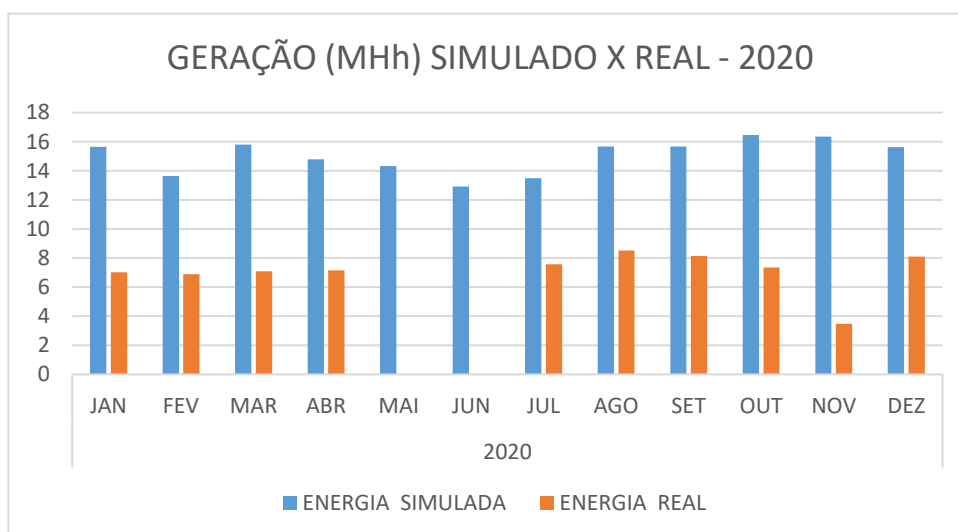


Figura 12 - Geração Real de Energia – Simulações – 2020

Na Figura 12, referente ao ano de 2020, houve um decréscimo muito acentuado na produção de energia o ano todo, especialmente nos meses de maio e junho a geração de energia foram zero.

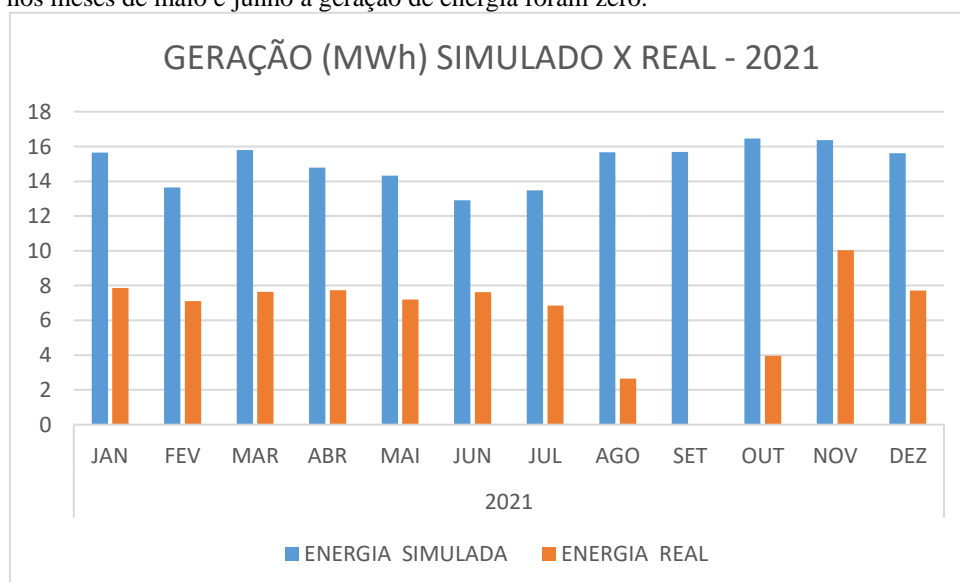


Figura 13 - Geração Real de Energia – Simulações – 2021

Na Figura 13, referente ao ano de 2021, a geração de energia continuou muito abaixo do previsto, no mês de setembro foi zero.

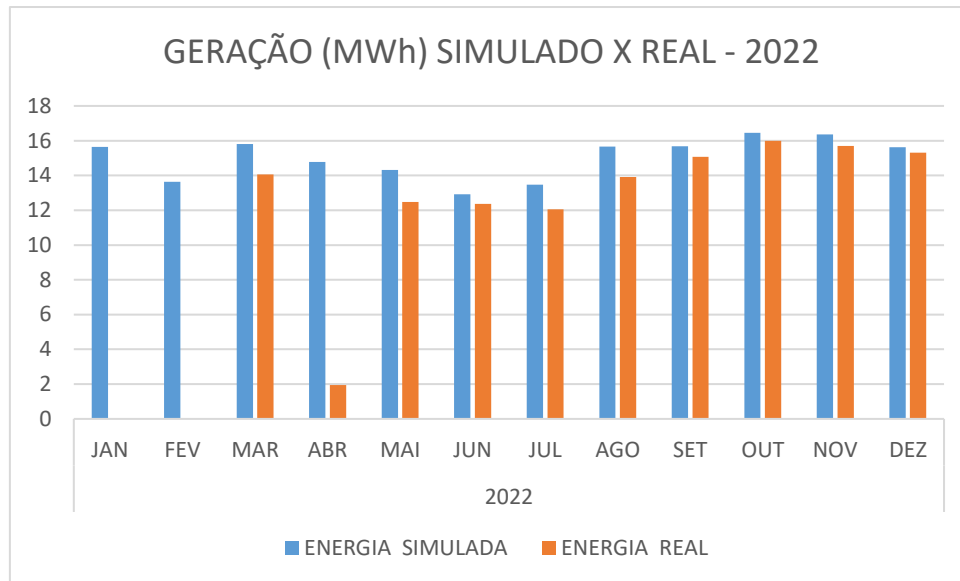


Figura 14 - Geração Real de Energia – Simulações – 2022

Na Figura 14, referente ao ano de 2022, a geração de energia nos meses de janeiro e fevereiro foram zero, nos meses seguintes, com exceção do mês de abril que houve uma baixa, a produção de energia voltou ao previsto. A Figura 15, resume a energia gerada nos anos de 2016 a 2022 com a simulação considerando as perdas, a geração real e a energia que não foi injetada em virtude dos problemas apresentado conforme as análises realizadas.

GERAÇÃO DE ENERGIA ANUAL (MWh) - JOÃO CÂMARA			
ANO	SIMULADO-PERDAS	INVERSOR	NÃO INJETADA
2016	45,06	47,63	-2,57
2017	176,18	179,80	-3,62
2018	175,47	181,49	-6,02
2019	174,75	107,30	67,45
2020	173,92	83,91	90,01
2021	173,02	76,38	96,64
2022	172,05	160,37	11,68
TOTAL	1090,45	836,88	253,57

Figura 15 - Resumo da geração de energia no período de 2016 a 2022.

Conforme pode ser visto na tabela 6, Resumo da geração de energia no período de 2016 a 2022, e conforme mostrado nos gráficos 2 a 8, deixou-se de injetar 253,57 MWh na rede da concessionária de energia elétrica.

5. CONCLUSÃO

Este estudo se propôs a realizar uma análise técnica do desempenho operacional dos sistemas de geração de energia elétrica provenientes das usinas fotovoltaicas instaladas nos campi do Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN), utilizando como premissa metodológica a comparação entre os dados reais de geração coletados nos respectivos inversores e a realização de simulações computacionais utilizando o *software PVsyst*. Os dados utilizados neste estudo referem-se ao período compreendido entre os anos de 2016 e 2022, tratando-se de resultados preliminares exclusivos do campus de João Câmara.

De acordo com os resultados, a usina fotovoltaica do Campus de João Câmara deixou de injetar 253,57 MWh de energia neste período. Em uma análise preliminar pode-se afirmar, por exemplo, que essas perdas podem estar associadas com: desconexão com a rede por problemas de superaquecimento nos conectores; sujidades (poeira, excrementos de aves, objetos sobre os painéis, entre outros); problemas nos inversores; problemas nas conexões das *strings*; problemas nos

cabeamentos CC e CA. É importante deixar claro que o estudo comparativo demonstrou a existência de perdas nos sistemas FVs, sendo que estas não podem ser desprezadas. Neste sentido, recomenda-se a implementação de um plano de manutenção para a usina fotovoltaica do Campus João Câmara do IFRN.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Programa de Pós-graduação em Uso de Recursos Naturais do Campus Natal Central do IFRN (PPGUSRN) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.

Referências

IEA. **Participação da capacidade de energia acumulada por tecnologia**: 2010-2027. IEA, Paris. Disponível em: <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/share-of-cumulative-power-capacity-by-technology-2010-2027>. Acesso em: 8 ago. 2023.

IEA. **Solar PV**. Paris: IEA, 2022. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/solar-pv>. Acesso em: 7 ago. 2023.

SA, Pvsyst. **Software PVsyst 7.3**. 2022. Disponível em: <https://www.pvsyst.com/scientific-publications>. Acesso em: 22 fev. 2023.

SEN, Abhijit; MOHANKAR, Akshay Shirish; KHAMAJ, Abdulrahman; KARMAKAR, Sougata. Emerging OSH Issues in Installation and Maintenance of Floating Solar Photovoltaic Projects and Their Link with Sustainable Development Goals. **Risk Management and Healthcare Policy**, [S.L.], v. 14, p. 1939-1957, Maio 2021. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.2147/rmhp.s304732>. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8128445/>. Acesso em: 21 dez. 2022

PERFORMANCE EVALUATION OF THE PHOTOVOLTAIC PLANT OF THE IFRN OF THE JOÃO CÂMARA CAMPUS

Abstract. This study's general objective is to propose a technical analysis of the operational performance of electrical energy generation systems from the photovoltaic plant installed on the campus of the Federal Institute of Rio Grande do Norte (IFRN) João Câmara campus. The basic premise is to provide a diagnosis, considering the specificities of the campus, of the operating conditions, substantiated through a comparison between the real annual generation of the photovoltaic plant, coming from the plant's supervisory system, extracted from the respective inverters and the simulations in software, in this case PVsyst. During the research, aspects related to the evaluation of the building's electrical energy consumption were covered, from the perspective of energy efficiency to a detailed analysis of the sizing and specification of the main equipment, devices and accessories used in photovoltaic generation plants, the namely: photovoltaic modules, control and protection devices, electrical conductors, electrical conduits, grounding, among countless other subsystems. The study was based on technical regulations and standards proposed by manufacturers and electricity concessionaires for grid-tie systems. The multidisciplinary nature of the study is highlighted, covering the areas of solar photovoltaics, energy efficiency and low voltage electrical installations. The methodology was based on the creation of informative graphics for the period from 2016 to 2022, covering the generation of the campus object of the study, carrying out computer simulations and generating non-conformity reports. The results of the computer simulations were tabulated and compared with the results of the real energy production that were collected from related inverters and we verified and compared the performance of the UFV according to its descriptive memorial.

Keywords: Solar Energy, Pvsystem IFRN,