



Artigo

Implementação de medidas de eficiência energética em instituição do ensino superior

Luiz José de Bessa Neto ^[1], Fabiana K. de O. Martins Varella ^[2], Igor Pacífico Xavier da Silva ^[3]

^[1] Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA); luizjbessa@outlook.com

^[2] Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA); fkv@ufersa.edu.br

^[3] Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA); contato.igorxsilva@gmail.com

Recebido: 29/01/2025;

Aceito: 07/07/2025;

Publicado: 20/07/2025.

Resumo: O presente trabalho tem como objetivo analisar os impactos relacionados à inserção de medidas de Eficiência Energética (EE) em Instituição Pública de Ensino Superior, realizando um estudo de caso na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Ademais, pretende-se identificar e analisar os benefícios qualitativos e quantitativos que tais medidas têm proporcionado à instituição. Para tal, realizou-se uma abordagem histórica, em ordem cronológica, acerca das iniciativas voltadas à EE que foram implementadas pela UFERSA nos últimos anos. Assim, foram identificadas as ações incorporadas pela Universidade através da instalação de Usinas Solares Fotovoltaicas (UFV's); elaboração do Programa de Eficiência Energética; programa de troca de lâmpadas convencionais pelas lâmpadas em tecnologia de LED; e ações com enfoque na sustentabilidade ambiental. Fundamentado nas estimativas de geração de energia das UFV's existentes na UFERSA, constatou-se que as mesmas, desde a sua entrada em operação até o vigente ano, foram responsáveis pela geração de um valor considerável, fornecendo uma expressiva economia monetária. Em relação à medida de substituição de lâmpadas convencionais do tipo fluorescente por lâmpadas do tipo LED nos prédios da UFERSA, verificou-se também que nos últimos três anos, houve uma redução da carga instalada referente à iluminação da Universidade, proporcionando uma economia monetária relevante.

Palavras-chave: Eficiência energética; Geração distribuída; Usinas solares fotovoltaicas.

Abstract: This study aims to analyze the impacts related to the implementation of Energy Efficiency (EE) measures in a Public Higher Education Institution, conducting a case study at the Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Additionally, it seeks to identify and analyze the qualitative and quantitative benefits that such measures have provided to the institution. To this end, a historical approach was taken, in chronological order, regarding the EE initiatives implemented by UFERSA in recent years. Thus, the actions incorporated by the University through the installation of Photovoltaic Solar Plants (UFVs) were identified; the development of the Energy Efficiency Program; the program for replacing conventional lamps with LED technology lamps; and actions focused on environmental sustainability. Based on the energy generation estimates of the UFVs existing at UFERSA, it was found that since their operation began until the current year, they have been responsible for generating a considerable amount, providing significant monetary savings. Regarding the measure of replacing conventional fluorescent lamps with LED lamps in UFERSA buildings, it was also found that in the last three years, there has been a reduction in the installed load related to the University's lighting, providing relevant monetary savings.

Key-words: Energy efficiency; Distributed generation; Photovoltaic solar plants.

1. INTRODUÇÃO

A eficiência energética passou a ser preocupação mundial a partir da primeira crise do petróleo, na década de 1970. Nesse sentido, os países industrializados organizaram-se e investimentos foram direcionados para implementação de políticas públicas de eficiência energética e incentivos as fontes renováveis de energia, cujo objetivo principal era minimizar a dependência em relação ao petróleo e seus derivados, bem como incentivar a sociedade pelo uso consciente e sustentável da energia elétrica [1].

Dessa maneira, diante das constantes crises energéticas no setor do petróleo, bem como da implementação de importantes acordos ambientais, a eficiência energética foi demasiadamente elevada à condição de

instrumento privilegiado no que diz respeito ao atendimento da demanda energética de forma econômica e sustentável [2,3].

Nessa conjuntura, foram desenvolvidos inúmeros mecanismos para promoção da eficiência energética no país, que englobam uma ampla diversidade de setores e beneficiam os diferentes segmentos da sociedade, dentre os quais pode-se mencionar o Programa de Eficiência Energética (PEE) da ANEEL [3]. Para o cumprimento das obrigações exigidas pelo PEE, as distribuidoras de energia devem apresentar à ANEEL, por intermédio de arquivos eletrônicos, projetos de Eficiência Energética e Combate ao Desperdício de Energia Elétrica, observadas as diretrizes estabelecidas para a sua elaboração, descritas no Manual para Elaboração do Programa de Eficiência Energética (MPEE), confeccionado pela ANEEL e regulamentado pela Resolução Normativa nº 556/2013 [3,4].

Em [4], afirma-se que no decorrer dos primeiros ciclos do vigente programa, os investimentos em minimização de perdas técnicas nas redes de distribuição, na utilização de lâmpadas LED para iluminação pública e em diagnósticos energéticos de instalações industriais, comerciais e de serviços foram os mais expressivos. Segundo [4] e [5] atualmente mais de 1.500 projetos encontram-se registrados no PEE, os quais poderão proporcionar uma economia de 3.900 GWh/ano e uma demanda retirada de ponta de 1.256 MW.

Por outro lado, além das medidas acima mencionadas, é oportuno destacar, que a REN nº 482/2012 da ANEEL acerca da Geração Distribuída (GD) no Brasil, constituiu-se como um dos marcos regulatórios mais importantes no setor de energias renováveis e de eficiência energética [6]. Além de definir os limites de potência para o enquadramento como GD, a vigente resolução também estabeleceu o sistema de compensação de energia elétrica com base em créditos de energia, conhecido como *net-metering*. Todavia, após a entrada em vigor da REN 482, houve então no ano de 2015 uma atualização desta normativa, a REN 687 [5], com intuito de realizar alguns ajustes que se fizeram necessários. Logo, a vigente resolução oportuniza a conexão de geradores de até 5 MW na rede de distribuição, a partir de fontes renováveis de energia ou cogeração [7].

Por todo o exposto, torna-se imprescindível a participação de entidades públicas, sobretudo as universidades federais e estaduais, no tocante ao processo de implementação de medidas voltadas à eficiência energética e redução de desperdício da energia elétrica no âmbito institucional. Sendo assim, o presente trabalho propõe-se a dar continuidade a pesquisa desenvolvida por [8], utilizando parte das informações previamente obtidas, estendendo as análises dos impactos da inserção de medidas de eficiência energética em uma universidade pública, a partir de um estudo de caso na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) até o ano de 2023.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Com o intuito de identificar e analisar os impactos concernentes à inserção de medidas de eficiência energética em universidade pública, realizou-se um estudo de caso na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). A presente Instituição é constituída por quatro campi em quatro cidades situadas no estado do Rio Grande do Norte, a saber: Mossoró, Angicos, Pau dos Ferros e Caraúbas. Contudo, o campus sede encontra-se no município de Mossoró, localizado no Estado do Rio Grande do Norte, sendo este dividido em dois lados, Oeste e o Leste. Sendo assim, as etapas aqui mostradas seguem de acordo com o fluograma mostrado na Figura 1.



FIGURA 1. Fluxograma metodológico (autoria própria).

2.1. Iniciativas identificadas e implementadas pela UFERSA: eficiência energética e sustentabilidade

2.2.1. Ano de 2012

A primeira iniciativa pertinente à eficiência energética na UFERSA foi consolidada em 2012, mais precisamente em fevereiro daquele ano, onde foi instalado o primeiro sistema de microgeração solar fotovoltaica da UFERSA, pelo qual originou-se a partir de um projeto de extensão oriundo do Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Comunicação e Automação. Com uma potência instalada de 3,43 kW_p, o Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede (SFCR) está localizado nas coordenadas 05° 12' 18" S e 37° 19' 30" W,

encontrando-se ao lado do Centro Integrado de Inovação Tecnológica do Semiárido (CITED), conforme denota a Figura 2, e seu principal objetivo é fomentar projetos e pesquisas na área da geração solar fotovoltaica.



FIGURA 2. Mini usina solar fotovoltaica Mossoró I de 3,43 kWp (adaptada de [9]).

2.2.2. Anos de 2013 e 2014

Em 2013, a UFERSA iniciou sua segunda ação de eficiência energética com a criação do Plano de Logística Sustentável (PLS). Este plano foi fundamentado em três premissas principais: garantir o destino adequado dos resíduos da universidade; reduzir gastos com energia elétrica e água; e aumentar as áreas sombreadas nos campi. Ainda em 2013, a universidade implementou a política de coleta seletiva solidária, cujo principal objetivo era recolher, separar e disponibilizar resíduos recicláveis para uma associação de catadores, promovendo geração de renda e inclusão social.

Em 2014, a UFERSA ganhou destaque nacional ao conquistar o segundo lugar no Projeto Ideia/Desafio da Sustentabilidade promovido pelo Ministério da Educação (MEC). Como reconhecimento, a universidade recebeu um prêmio de R\$ 1.000.000,00 (um milhão de reais) para investir em ações focadas na eficiência energética.

2.2.3. Anos de 2015 e 2016

Em 2015, a UFERSA realizou um workshop para discutir a implantação de usinas solares na universidade, almejando tanto fornecer suporte em pesquisas alusivas à geração solar fotovoltaica, quanto atender parte de sua demanda energética.

Já em 2016, a Universidade efetuou a publicação da portaria UFERSA/GAB Nº 0430/2016 que estabeleceu boas práticas de gestão e uso eficiente da energia elétrica. Dessarte, neste mesmo ano, a UFERSA instituiu o seu Programa de Eficiência Energética, objetivando viabilizar ações de sustentabilidade energética, bem como adotar políticas de uso consciente da eletricidade em toda a comunidade acadêmica. Ainda no ano de 2016, precisamente no mês de novembro, entrou em operação a Usina Solar Mossoró II, localizada nas coordenadas 05° 02' 03" S e 37° 34' 16" W. Desse modo, a usina foi constituída por 580 módulos fotovoltaicos de silício policristalino, dividido em 10 strings de 58 módulos, do fabricante Canadian Solar, modelo CS6P-260P-SD, cuja potência nominal individual de pico é 260 Wp (*vide* Figura 3). Nesse sentido, os arranjos das 10 strings produziam uma potência instalada total de 150,8 kWp. Aliado a isso, também integram ao SFCR 10 inversores trifásicos da empresa Ginlong Technologies Solis, com uma potência nominal de 15 kW cada.



FIGURA 3. Usina Solar Mossoró II de 150,8 kWp e inversores trifásicos da empresa Ginlong Technologies Solis (adaptada de [9]).

De acordo com adaptada de [9,10], a Usina Solar Mossoró II inicialmente era responsável pela geração de aproximadamente 7% da energia elétrica do campus UFRSA/Mossoró, apresentando uma geração média mensal de 18.000 a 20.000 kWh/mês, em uma área apropriada de 933 m². Ademais, é oportuno enfatizar, que o SFCR possui o acompanhamento remoto da geração de energia elétrica através dos inversores, via *wi-fi*.

2.2.4. Anos de 2017 e 2018

Em 2017, o Programa de Eficiência Energética da UFRSA é condecorado com a premiação na 21^o Concurso de Inovação da Escola Nacional de Administração Pública. Neste mesmo ano, a instituição realizou o II Workshop Usinas Solares Fotovoltaicas (UFV's): ambientes de inovação. O evento tinha como objetivo incentivar a construção do conhecimento técnico científico acerca da geração solar fotovoltaica, bem como propor alternativas para construção de novos empreendimentos de usinas solares nos campi de Angicos, Caraúbas e Pau dos Ferros.

Já no ano de 2018, a UFRSA ganhou visibilidade nacional ao ser a primeira Universidade brasileira a receber o centésimo Selo Solar conferido pelo Instituto Ideal para o Desenvolvimento de Energias Alternativas na América Latina. A premiação foi conferida à Universidade durante o 9^o Seminário de Energia Limpa, que ocorreu entre os dias 04 e 05 de junho daquele ano na cidade de Florianópolis/SC.

Nessa conjuntura, a UFRSA realizou a instalação de novas UFV's nos quatro campi que constituem a instituição. Dessa forma, em março de 2018 entra em operação a Usina Solar Mossoró III, situada nas coordenadas 05° 12' 19" S e 37° 19' 25" W, em uma área de 93,7 m² no telhado do prédio de Engenharias I. Assim, o SFCR é composto por 48 módulos FV's de silício policristalino do fabricante Canadian Solar, modelo CS6U-325, totalizando uma potência instalada de 15,6 kWp, conforme a Figura 4. Ademais, o SFVCR conta com 2 inversores trifásicos da empresa ABB, com uma potência nominal de 10 kW.



FIGURA 4. Usina Solar Mossoró III de 15,6 kWp (adaptada de [9]).

Ainda em 2018, entraram em operação na UFERSA outras 3 usinas fotovoltaicas nos campi de Angicos, Caraúbas e Pau dos Ferros. A UFV Angicos I foi inaugurada em setembro de 2018, e está localizada nas coordenadas 05° 39' 18" S e 36° 36' 56" W. O SFVR dispõe de 190 módulos FVs de silício policristalino do fabricante Trina Solar, modelo DUOMAX Dual Glass 72-Cell-330W, totalizando uma potência instalada de 62,7 kWp. Aliado a isso, o SFVCR apresenta 3 inversores trifásicos da empresa SMA Sunny Tripower, modelos MIN 25000TL (02 unidades) e 15000TL (01 unidade), somando juntos uma potência de 65 kW.

As usinas solares dos campi de Caraúbas e Pau dos Ferros foram instaladas, respectivamente, em outubro e novembro de 2018, ambas com as mesmas características e potência instalada da UFV de Angicos I, ou seja, 62,7 kWp cada. A Usina Solar Caraúbas I está situada nas coordenadas 05° 46' 23" S e 37° 34' 12" W, enquanto a Usina Solar Pau dos Ferros I localiza-se a 06° 06' 21" S e 36° 36' 56" W.

Finalmente, a UFERSA marca o término do ano de 2018, firmando uma parceria com a empresa Faber-Castell, para promover a reciclagem de instrumentos de escrita, tais como lápis, canetas, borrachas, marcadores de textos, dentre outros utensílios.

2.2.5. Ano de 2019

Por outro lado, em 2019 a UFERSA inaugurou 4 estações meteorológicas automatizadas nas UFV's, sendo uma em cada campus. O objetivo fundamental das mesmas é monitorar as variáveis climatológicas locais, tais como temperatura do ar, velocidade e direção do vento, umidade do ar, radiação solar, chuva, pressão atmosférica, entre outras. Dessa maneira, essas estações meteorológicas fornecem um importante banco de dados, que por sua vez, auxiliam em estudos e pesquisas referentes à previsibilidade do recurso solar. Nesse mesmo ano, a Universidade realizou a aquisição de 2.341 lâmpadas tubulares de LED, apresentando potências nominais de 18W e 10 W, bem como um fluxo luminoso de 2.100 lm.

Sendo assim, a UFERSA iniciou a eficientização da iluminação no campus Mossoró. Ainda no ano de 2019, a UFERSA implementou a sua primeira Usina de Compostagem (*vide* Figura 5). Desse modo, os resíduos de podas de árvores, cascas de frutas, vegetais e alimentos não consumidos ou descartados procedentes do restaurante da universidade serão transportados para a presente usina, onde serão transformados em adubo orgânico.



FIGURA 5. Usina de compostagem da UFERSA campus Mossoró (adaptada de [11]).

Precisamente em março de 2019, entrou em operação no *campus* sede da UFERSA a Usina Solar Mossoró IV, situa-se nos pontos georreferenciais 05° 12' 28" S e 37° 19' 19" W, em uma área de 814,9 m² no telhado do Centro de Engenharias. O SFVR é composto por 439 módulos FV's de silício policristalino do fabricante GCL, modelo P6/72H-335W, conferindo uma potência instalada total de 147 kWp, conforme ilustra a Figura 6. Ademais, o SFVCR conta com 4 inversores trifásicos da empresa WEG, modelo SIW500H-ST36, perfazendo juntos uma potência de 144 kW.



FIGURA 6. Vista superior da Usina Solar Mossoró IV de 147 kWp (adaptada de [9]).

No mês de junho de 2019, a UFERSA organizou a realização do III Workshop Usinas Solares Fotovoltaicas (UFV's), promovendo atividades dinâmicas e minicursos pertinentes a energia solar, bem como a sustentabilidade energética nos quatro campi da Instituição. O encontro proporcionou uma ampla discussão acerca das UFV's existentes na universidade, além de fomentar projeções futuras para implementação de novas usinas.

2.2.6. Ano de 2020

No que se refere ao ano de 2020, a UFERSA realizou a implementação de uma série de UFV's. Nessa ótica, em agosto de 2020 entra em operação as Usinas Solares Mossoró V e VI. Dessa maneira, as centrais geradoras supracitadas estão localizadas nas coordenadas $05^{\circ} 12' 27''$ S e $37^{\circ} 19' 24''$ W, compreendendo uma área de $943,2 \text{ m}^2$ no telhado do Pavilhão do Expocenter. Nesse sentido, o SFCR dispõe de 470 módulos FV's de silício policristalino do fabricante Astroenergy AstroSemi, modelo CHSM72M-HC-395W, outorgando uma potência instalada total de $185,65 \text{ kWp}$ (vide Figura 7). Além disso, o SFCR é constituído por 8 inversores trifásicos da empresa WEG, modelo SIW500H-ST020, totalizando uma potência nominal de 160 kW .



FIGURA 7. Vista superior das Usinas Solares Mossoró V e VI de $185,65 \text{ kWp}$ (adaptada de [9]).

Outrossim, nos meses de agosto e setembro de 2020, a UFERSA implementou as Usinas Solares Mossoró VII, VIII e IX, ambas com a mesma potência instalada, ou seja, $95,175 \text{ kWp}$. Dessa maneira, a UFV Mossoró VII encontra-se a $05^{\circ} 12' 26''$ S e $37^{\circ} 19' 22''$ W, abrangendo uma área de $472,8 \text{ m}^2$ no telhado do prédio do bloco de docentes II no Centro de Engenharias. Nesse contexto, o SFCR apresenta 235 módulos FV's de silício policristalino do fabricante Trina Solar, modelo TSMDE15M-405W. Consoante a isso, integram a UFV 4 inversores da WEG, modelo SIW500H-ST020, totalizando uma potência nominal de 80 kW . Por outro lado, a UFV Mossoró VIII, localizada nas coordenadas $05^{\circ} 12' 25''$ S e $37^{\circ} 19' 21''$ W, engloba uma área de $472,8 \text{ m}^2$

no telhado do prédio de docentes do Centro de Ciência Exatas e Naturais (CCEN). De outra parte, a UFV Mossoró IX, situa-se nos pontos georreferenciais $05^{\circ} 12' 24''$ S e $37^{\circ} 19' 20''$ W, contemplando uma área de $472,8 \text{ m}^2$ no telhado do prédio da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação (PROPPG). É oportuno salientar, que os materiais que constituem as UFV's Mossoró VII, VIII e IX, apresentam especificações técnicas e são do mesmo fabricante. A Figura 8 denota as UFV's supracitadas.



FIGURA 8. Vista superior das Usinas Solares Mossoró VII, VIII e IX (adaptada de [9]).

Ainda em 2020, a UFERSA realiza a instalação das Usinas Solares Mossoró X, XI e XII, fornecendo uma potência instalada total de $255,31 \text{ kWp}$. Dessa forma, a UFV Mossoró X, encontra-se nas coordenadas $05^{\circ} 12' 19''$ S e $37^{\circ} 19' 24''$ W, compreendendo uma área de $471,6 \text{ m}^2$ no telhado do Bloco Administrativo II (Prédio Rosadão). O SFCR é formado por 235 módulos FV's de silício policristalino do fabricante Astroenergy AstroSemi, modelo CHSM72M-HC-395W, totalizando uma potência instalada $92,825 \text{ kWp}$. Aliado a isso, o SFCR também dispõe de 4 inversores da WEG, modelo SIW500H-ST020, com uma potência nominal de 20 kW cada. No que diz respeito a UFV Mossoró XI, localizada nos pontos georreferenciais $05^{\circ} 12' 41''$ S e $37^{\circ} 19' 44''$ W, faz-se importante destacar, que os seus parâmetros técnicos são exatamente os mesmos da UFV Mossoró X. Logo, o presente SFCR de $92,825 \text{ kWp}$, encontra-se no telhado do galpão de veículos de grande porte do Setor de Transportes da UFERSA. Finalmente, a UFV Mossoró XII, possui uma potência instalada total de $69,66 \text{ kWp}$, situando-se nas coordenadas $05^{\circ} 12' 15''$ S e $37^{\circ} 19' 38''$ W. O vigente SFCR compreende um arranjo de 172 módulos FV's de silício policristalino do fabricante Astroenergy AstroSemi, modelo CHSM72M-HC-405W. Ademais, o SFCR também conta com 3 inversores da WEG, modelo SIW500H-ST020, com uma potência nominal individual de 20 kW . A UFV abrange uma área de $346,05 \text{ m}^2$ e está localizada no telhado do prédio do bloco de Docentes II (campus Oeste) do Centro de Ciências Agrárias (CCA). A Figura 9 ilustra as USFV Mossoró X, XI e XII.



FIGURA 9. Vista superior das Usinas Solares Mossoró X, XI e XII (adaptada de [9]).

Sob outra perspectiva, em 2020, a UFERSA também realizou, em parceria com o projeto de Eficientização de Prédios Públicos e Energia com Cidadania, dentro do Programa de Eficiência Energética da COSERN, a substituição de toda a iluminação do campus Caraúbas por lâmpadas de LED.

2.2.7. Ano de 2021

Em fevereiro de 2021, a UFERSA realizou a implementação do monitoramento integrado de todas as UFV's por meio da plataforma Solarview. Dessa maneira, essa plataforma reúne dados em tempo real dos SFCR's, oportunizando o acesso da universidade as informações concernentes a economia de energia elétrica, geração de eletricidade, balanço energético, bem como aos relatórios diários, mensais e anuais de todo o portfólio de usinas. Nesse mesmo mês, a comissão gestora do PLS realizou uma vistoria nas lixeiras e contentores de resíduos da UFERSA, campus Mossoró, e após vistoria, solicitou à PROAD a aquisição de novos contentores, para apoiar a gestão adequada de resíduos na UFERSA. Foram realizadas recomendações quanto ao tipo de contentor, quantitativo a ser adquirido e descrição do produto. Também realizamos recomendações

quanto a identificação de lixeiras já existentes nas edificações da UFERSA e contratação de serviço para desfazimento ambientalmente adequado de lâmpadas, pilhas, baterias e resíduos químicos.

Em abril de 2021, a UFERSA assinou termo de cooperação com as Associações de Catadores de Materiais Recicláveis ASCAMAREM e ACREVI, para dar continuidade a coleta seletiva solidária na UFERSA, campus Mossoró.

Ainda em 2021, entraram em operação na UFERSA 8 usinas fotovoltaicas distribuídas nos campi de Mossoró (campus oeste), Angicos e Caraúbas.

A UFV Mossoró XIII foi inaugurada em julho de 2021, e está localizada nas coordenadas 05° 12' 14" S e 37° 19' 44" W, instalada no telhado do Laboratório do CCBS Biociências. A UFV Mossoró XIV situa-se nas coordenadas 05° 12' 13" S e 37° 19' 39" W instalada no telhado do Central de Aulas I (campus Oeste). Ambas dispõem de 85 módulos FVs de silício policristalino do fabricante CANADIAN SOLAR, modelo CS3W 450MS, totalizando uma potência instalada de 38,25 kWp. Aliado a isso, o SFVCR apresenta 1 inversor trifásico da empresa GROWATT MID, modelos 33KTL3-X, com uma potência de 33 kW. A Figura 10 denota as UFV's supracitadas.

As usinas solares dos campi de Agicos foram instaladas em julho de 2021, ambas com potência instalada de 38,25 kWp, com 1 inversor cada do mesmo fabricante e modelo da USFV Mossoró XIII, com arranjo de 187,40m². A Usina Solar Angicos II está situada nas coordenadas 05° 39' 15" S e 036° 0 36' 51" instalada no telhado so Central de Aulas I, enquanto a Usina Solar Angicos III localiza-se a 05° 39' 14" S e 036° 36' 54" W instalada no telhado do Central de Aulas II.

Em Caraúbas, no mês de novembro de 2021, estraram em operação as USFV Caraúbas II e Caraúbas III, ambas com potência instalada de 38,13 kWp, com 1 inversor cada, do mesmo fabricante e modelo da USFV Mossoró XIII, com arranjo de 209,60m². A Usina Solar Caraúbas II está situada nas coordenadas 05° 46' 25" S e 037° 34' 12" W instalada no telhado so Central de Aulas I, enquanto a Usina Solar Caraúbas III localiza-se a 05° 46' 22" S e 037° 34' 12" W instalada no telhado do Central de Aulas II.

2.2.8. Ano de 2022

Em fevereiro de 2022, foi instituída a Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE), através da portaria Ufersa/GAB n° 75, de 18 de fevereiro de 2022, com o objetivo de assessorar a Reitoria na adoção de medidas para a redução do consumo de energia elétrica no âmbito da Ufersa. Em maio, foi realizada a primeira Reunião Ordinária da Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE).

Em abril de 2022, foram adquiridos 150 contentores para armazenamento temporário de resíduos domiciliares e 150 contentores para armazenamento temporário de materiais recicláveis, ao custo total de R\$ 116.100,00. Estes contentores foram distribuídos proporcionalmente nos quatro campi da UFERSA. Eles estão devidamente identificados como recicláveis e não recicláveis, possuem rodas para facilitar o transporte e tampas para evitar a entrada de água da chuva e a visita de animais indesejados.

No mês de junho de 2022, a Comissão para a Coleta Seletiva Cidadã realizou um evento no Bosque dos Juazeiros da UFERSA, campus Mossoró, com o objetivo de orientação, sensibilização e arrecadação de materiais recicláveis e alimentos não perecíveis, destinados às famílias de catadores da ASCAMAREM Mossoró. O evento contou com o apoio da Comissão Gestora do Plano de Logística Sustentável, da Diretoria de Manutenção, do Setor de Produção de Mudanças e da Assessoria de Comunicação da UFERSA. Foram arrecadados 113,5 kg de alimentos não perecíveis e 197 kg de materiais recicláveis, sendo 91 kg de papel, 58 kg de vidro, 39 kg de plástico e 9 kg de metal. Sobre outra perspectiva, ainda no mês de junho, a Comissão Gestora do Plano de Logística Sustentável da UFERSA elaborou um documento recomendando à Reitoria da UFERSA a criação de uma Comissão para desenvolver um Plano de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços da Saúde. Esta Comissão foi formalmente constituída em 07 de julho de 2022, através da Portaria n° 426. Após um extenso trabalho colaborativo entre os membros, a redação do Plano de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços da Saúde da UFERSA está em andamento.

No que diz respeito ao uso sustentável de água, em junho de 2022 entrou em operação sistema de aproveitamento de água de chuva instalado no Complexo Transportes, Patrimônio e Almoarifado (TPA) do campus Mossoró, estimando-se um volume captado de água de chuva de 1.074 m³ anualmente, com uso previsto para lavagem de veículos.

Em julho de 2022, a Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) inaugurou as instalações das Usinas Fotovoltaicas Mossoró XV e XVI, cada uma com capacidade de geração de 80,37 kWp. A usina Mossoró XV está localizada nas coordenadas geográficas 05° 12' 04" S e 37° 19' 34" W, ocupando 384,75m² no teto do Anexo II do Bloco de Docentes do CCSAH, no Campus Oeste. Esta usina é composta por 171 painéis fotovoltaicos de silício policristalino, produzidos pela JINKO, modelo JKM470M-7RL3, e três inversores da marca GROWATT MID, modelo 25KTL3-X, com potência nominal somada de 75 kW. A usina Mossoró XVI, por sua vez, situa-se em 05° 12' 10" S e 37° 19' 21" W, abarcando 384,75 m² no teto da Ala de Grandes Animais do HOVET, também no Campus Oeste. Importante destacar que os componentes das usinas Mossoró XV e

XVI possuem especificações técnicas semelhantes e são oriundos do mesmo fabricante. A Figura 11 denota as UFV's supracitadas.



FIGURA 10. Vista superior das Usinas Solares Mossoró XV, XIV (adaptada de [9]).

Ativadas em julho de 2022, a USFV Pau dos Ferros II, ocupam a posições geográficas de $06^{\circ} 06' 18''$ S e $38^{\circ} 11' 02''$ W, sobre o edifício do Central de Aulas I. Já a UFV Pau dos Ferros III encontra-se a $06^{\circ} 06' 14''$ S e $38^{\circ} 10' 57''$ W, no topo do prédio do almoxarifado. Cada uma possui 71 módulos fotovoltaicos (FVs) de silício policristalino, fornecidos pela AMERISOLAR, modelo AS-7M144-HC, com capacidade total de geração de 38,34 kWp. Complementarmente, o Sistema Fotovoltaico de Compensação de Rede (SFVCR) inclui um inversor trifásico da GROWATT MID, modelo 33KTL3-X, com capacidade de 33 kW.

Já as instalações solares nos campi de Angicos foram concluídas em novembro de 2022, as USFV Angicos IV e V. Cada uma com capacidade de geração de 80,04 kWp e um inversor de fabricante e modelo, respectivamente, GROWATT MID e 25KTL3-X. Ambas abrangendo uma área de 375,49 m². A Usina Solar Angicos IV está localizada em $050 39' 17''$ S e $36^{\circ} 36' 55''$ W, sobre o Bloco de Docentes I, enquanto a Usina Solar Angicos V está posicionada em $05^{\circ} 39' 15''$ S e $036^{\circ} 36' 55''$ W, instalada no Bloco de Docentes II.

Ainda em novembro de 2022, a Comissão Gestora do Plano de Logística Sustentável da UFERSA, atendendo a uma demanda da Pró-Reitoria de Administração, recomendou a contratação de um serviço especializado para elaborar um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos para a instituição. A recomendação baseia-se na Política Nacional de Resíduos Sólidos, estabelecida pela LEI N^o 12.305, de 2 de agosto de 2010. Neste mesmo mês, uma equipe da UFERSA submeteu o projeto "Energia Solar com Armazenamento em Baterias" (ESAB/UFERSA) à chamada pública MCTI/FINEP/FNDCT/CT-INFRA/ENERGIAS RENOVÁVEIS 2022 (Eficiência Energética - CT-Infra). Este edital visou o financiamento para a elaboração e implementação de projetos que promovem a eficiência energética, a conservação de energia e incentivem a adoção de fontes renováveis de energia em Instituições de Ciência e Tecnologia (ICT) públicas. Coordenado pelo Professor Ednardo Pereira da Rocha, do Centro de Engenharias, o projeto teve como objetivo contratar uma empresa especializada para desenvolver um projeto executivo de implantação de um sistema de minigeração distribuída fotovoltaica no campus de Mossoró, com potência nominal estimada de 369 kWp, integrado a um sistema de armazenamento de energia em baterias (BESS), com potência estimada de 1.000 kW e capacidade de acumulação de 1.856 kWh.

Neste mesmo ano, a UFERSA contratou duas empresas especializadas em serviços de coleta, transporte, tratamento e destinação final (Cril Empreendimento Ambiental LTDA e Alpha Serviços e Construções LTDA) para destinação ambientalmente adequada de resíduos químicos, infectantes, lâmpadas, pilhas e baterias. O valor total gasto foi de R\$ 53.251,14. Os materiais recicláveis gerados pela UFERSA em 2022 (média mensal: $1224,0 \pm 303,9$ kg) foram encaminhados para as Associações de Catadores de Materiais Recicláveis do município de Mossoró, ASCAMAREM e ACREVI, como estabelecido em Editais de Habilitação. Os resíduos domiciliares do campus de Mossoró (média mensal: $3204,0 \pm 819,6$ kg) foram coletados pela empresa contratada pela Prefeitura Municipal de Mossoró e encaminhados ao Aterro Sanitário deste município. Para apoiar a redução de resíduos, a UFERSA decidiu, em 2022, não comprar copos descartáveis para água, promovendo o uso de copos reutilizáveis. No entanto, a aquisição de copos descartáveis para café ainda é mantida, com a compra de 150.000 unidades ao custo de R\$ 3.997,95, devido ao uso em experimentos laboratoriais e de campo. Com a implementação do processo eletrônico pela divisão de arquivo e protocolo, a UFERSA também diminuiu a compra de resmas de papel, adquirindo apenas 115 resmas de papel A4 em 2022, com um custo de R\$ 2.649,60.

2.2.9. Ano de 2023

No ano de 2023, no mês de fevereiro, foram instaladas 2 USFV no Campus Pau dos Ferros. As Usinas Fotovoltaicas Pau dos Ferros IV e V, cada uma com capacidade de geração de 80, kWp. A usina Pau dos Ferros IV está localizada nas coordenadas geográficas $06^{\circ} 06' 17''$ S e $38^{\circ} 11' 00''$ W, ocupando 375,49m² no telhado

do prédio do Bloco de Docentes I. Esta usina é composta por 174 painéis fotovoltaicos de silício policristalino, produzidos pela JINKO, modelo JKM460M-60HL4-V, e três inversores da marca GROWATT MID, modelo 25KTL3-X, com potência nominal somada de 75 kW. Contendo as mesmas características e materiais, a USFV Pau dos Ferros V encontra-se nas coordenadas 06° 06' 15" S e 38° 11' 00" W no topo do prédio do Bloco de Docentes II.

No mês de março de 2023, a Comissão Gestora do Plano Diretor de Logística Sustentável e a Comissão para a Coleta Seletiva Cidadã promoveram um evento no Bosque dos Juazeiros da UFERSA, campus Mossoró, para divulgação de práticas sustentáveis no gerenciamento de resíduos, além de orientação, sensibilização e arrecadação de materiais recicláveis e de alimentos não perecíveis, que foram doados às famílias de catadores da ASCAMAREM e ACREVI.

Em de julho de 2023, a Comissão Gestora do Plano Diretor de Logística Sustentável e a Comissão para a Coleta Seletiva Cidadã, em parceria com o Coletivo Lixo Zero Mossoró, promoveram um evento no Auditório do Centro de Engenharias 1 da UFERSA, campus Mossoró, para divulgação de práticas sustentáveis no gerenciamento de resíduos, além de orientação, sensibilização e arrecadação de materiais recicláveis e de alimentos não perecíveis, que foram doados às famílias de catadores da ASCAMAREM e ACREVI.

Em agosto de 2023, o Conselho de Administração (CONSAD) da UFERSA aprovou o Plano de Arborização do campus Mossoró, que visa contribuir para o planejamento, execução e monitoramento das atividades de arborização neste campus.

Finalizando a análise do ano 2023, a Ufersa instalou torneiras temporizadas e descargas de duplo fluxo, em substituição a equipamentos que apresentaram defeito ou em novas instalações, para contribuir com a redução do consumo de água. Sob outro enfoque, a Comissão gestora do PLS elaborou e divulgou amplamente, a toda a comunidade da UFERSA, informes para noticiar ações de sustentabilidade no âmbito desta Universidade, incluindo gerenciamento de resíduos, eficiência energética, economia de água e conservação da biodiversidade. A comunicação ambiental também tem sido realizada por meio do instagram @ufersa.ambiental.

É válido destacar, que embora tenha-se citado as UFV's existentes nos campi de Angicos, Caraúbas e Pau dos Ferros, o enfoque central do vigente trabalho é justamente as UFV's e as medidas tocantes à eficiência energética implementadas no campus central da UFERSA (Mossoró).

3. RESULTADOS

Analisando os dados das medidas de eficiência energética da UFERSA (implementação de usinas de geração solar fotovoltaica; troca de lâmpadas convencionais (fluorescentes tubulares) pela tecnologia de LED; e outras iniciativas de eficiência energética na UFERSA), foi possível identificar e avaliar seus impactos e benefícios. As subseções seguintes detalham os resultados das análises e apresenta projeções futuras de geração de energia e economia financeira com as usinas fotovoltaicas da universidade.

3.1. Implementação de usinas de geração solar fotovoltaica

Segundo [13], a geração anual total de energia elétrica nas UFV's da UFERSA campus Mossoró é estimada em 2.117.584 kWh. Dessa forma, ponderando um consumo médio residencial nacional de 200 kWh/mês, informado por [14], esse montante de geração seria suficiente para abastecer cerca de 8.625 residências.

É válido destacar, que considerando a modalidade tarifária Horo-sazonal Verde (HSV), este montante de energia produzida pelas UFV's equivale a cerca de 85% do consumo do campus central da Universidade, sendo 49,8% gerado pelo campus Leste e 38,1% pelo capus Oeste, em um ano típico, outorgando-lhe uma economia anual de algo em torno de R\$ 1.094.302 mil. A Tabela 1 mostra a estimativa de produção de energia, a porcentagem de consumo referente ao campus central da UFERSA (Mossoró) e a economia anual oriunda das UFV's.

TABELA 1. Estimativa de geração anual das UFV's da UFERSA (Mossoró) (autoria própria).

CAMPUS LESTE MOSSORÓ				
Usina	Potência (kWp)	Produção Anual Estimada		Economia (R\$)
		Energia Gerada (kWh)	Porcentagem de consumo do Campus (%)	
Mossoró I	3,43	5.672	0,2	2.931
Mossoró II	150,8	249.363	7,3	128.863
Mossoró III	15,6	25.796	0,8	13.331
Mossoró IV	147	243.079	7,1	125.616
Mossoró V	92,83	153.504	4,5	79.326
Mossoró VI	92,83	153.504	4,5	79.326

Mossoró VII	95,18	157.390	4,6	81.334
Mossoró VIII	95,18	157.390	4,6	81.334
Mossoró IX	95,18	157.390	4,6	81.334
Mossoró X	92,83	153.504	4,5	79.326
Mossoró XI	92,38	153.504	4,5	79.326
<i>Total</i>	973,69	1.610.094	46,9	832.047

CAMPUS OESTE MOSSORÓ

Usina	Potência (kWp)	Produção Anual Estimada		Economia (R\$)
		Energia Gerada (kWh)	Porcentagem de consumo do Campus (%)	
Mossoró XII	69,66	115.190	8,6	59.527
Mossoró XIII	38,25	63.250	4,7	32.686
Mossoró XIV	38,25	63.250	4,7	32.686
Mossoró XV	80,37	132.900	10	68.679
Mossoró XVI	80,37	132.900	10	68.679
<i>Total</i>	306,90	507.490	38,1	262.255

No que diz respeito as UFV's instaladas nos demais campus da UFERSA, a estimativa de energia gerada, a porcentagem de consumo e a economia proveniente das usinas solares são, nesta ordem, 494.889 kWh, 63,2% e R\$ 255.744,00 para o campus Angicos, 495.551 kWh, 68,9% e R\$ 256.086,00 para o campus Caraúbas e 495.187 kWh, 60,2% e R\$ 255.898,00 para o campus Pau dos Ferros.

De outra parte, fundamentado no banco de dados do monitoramento integrado das UFV's por meio da plataforma *Solarview* (2024) [15], tornou-se possível realizar uma estimativa acerca da geração de energia elétrica em kWh do portfólio de usinas desde a sua entrada em operação até o presente momento, conforme evidencia a Figura 12.

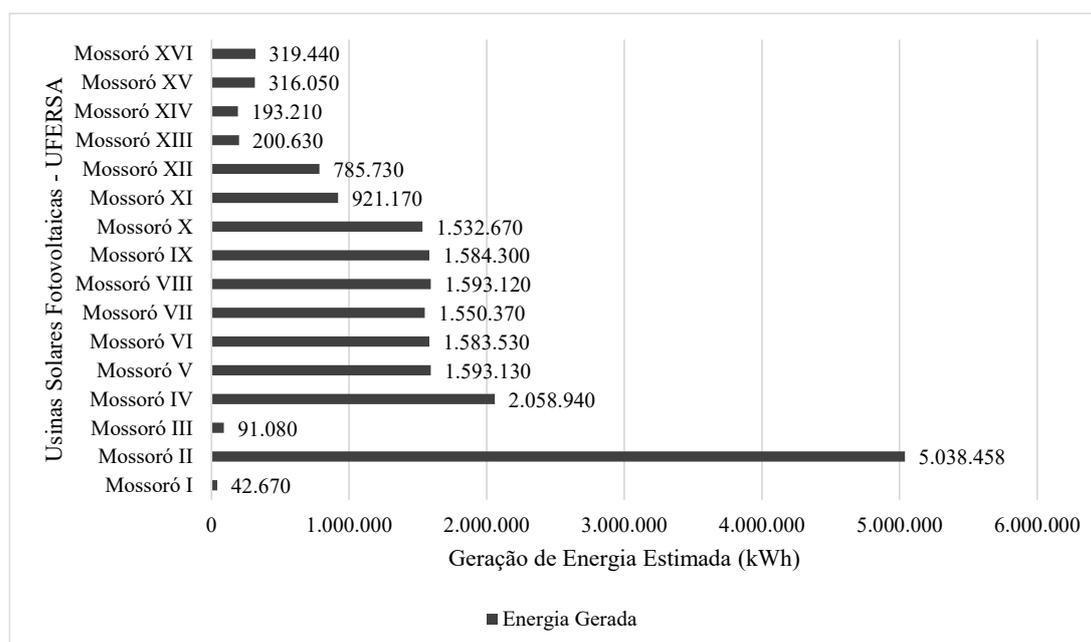


FIGURA 11. Geração de energia das UFV's da UFERSA campus Mossoró desde a sua entrada em operação (autoria própria).

Nesse sentido, analisando-se a Figura 11, nota-se que a maior estimativa de produção de energia elétrica se refere a Usina Solar Mossoró II, gerando aproximadamente 5.038.458 kWh. Tal fato pode ser justificado em virtude da sua maior potência instalada (150,8 kWp), bem como do seu tempo em plena operação (desde novembro de 2016). Dessa maneira, aplicando-se a estrutura tarifária Horo-sazonal Verde (HSV), pela qual a Universidade está enquadrada, conclui-se que esse quantitativo de energia produzida forneceu ao campus sede uma economia monetária de R\$ 2.504.603,57. Aliado a isso, considerando-se a estimativa da geração fotovoltaica de todo o portfólio das UFV's da UFERSA campus Mossoró, desde a sua entrada em operação até o presente momento (ano 2024), verifica-se um montante de energia de aproximadamente 19.404.498 kWh, proporcionando à Universidade uma economia total de cerca de R\$ 9.645.922,40.

De acordo com [11], sabendo que a geração de energia elétrica denota um fator médio anual de 0,083 tCO₂/MWh, confrontando-se a estimativa de geração de eletricidade proveniente das UFV's com indicadores tocantes à sustentabilidade ambiental, conclui-se que a UFERSA reduziu a emissão de CO₂ na atmosfera em aproximadamente 299 toneladas por ano, o que equipara-se ao sequestro de carbono equivalente a 5,50 hectares de vegetação da Caatinga, ou ao plantio de 3.216 árvores deste bioma.

3.2. Troca de lâmpadas convencionais pela tecnologia de LED

Sabe-se que as lâmpadas de LED são 80% mais econômicas, eficientes e de maior durabilidade que as lâmpadas incandescentes convencionais [16]. Dito isso, desde o ano de 2019 a UFERSA tem investido consideravelmente na substituição das lâmpadas convencionais por lâmpadas da tecnologia de LED.

Ao realizar um estudo pormenorizado acerca da substituição das lâmpadas tradicionais da Universidade pelas lâmpadas de LED em 2019, foi identificado por meio de inspeções visuais, que as principais lâmpadas existentes nos prédios da UFERSA são do tipo fluorescente tubular, cuja potência nominal é de 40W [16]. Desse modo, para viabilizar a troca das mesmas, a Instituição realizou a aquisição de lâmpadas de LED equivalentes as lâmpadas fluorescentes descritas anteriormente. A Tabela 2 evidencia uma comparação das especificações técnicas entre as lâmpadas fluorescentes de 40W existentes, com as lâmpadas de LED incorporadas na iluminação da UFERSA e a Figura 13 ilustra o quantitativo de lâmpadas de LED instaladas nos prédios da UFERSA no período de 2019 a 2021.

TABELA 2. Comparação entre as lâmpadas fluorescentes com as lâmpadas LED instaladas nos prédios da UFERSA (autoria própria).

<i>Lâmpadas</i>		
<i>Tipo</i>	<i>Potência Nominal (W)</i>	<i>Fluxo Luminoso (lm)</i>
Fluorescente Tubular	40	2.500
LED Tubular	18	2.100
LED Tubular	10	900
LED Compacta	10	900

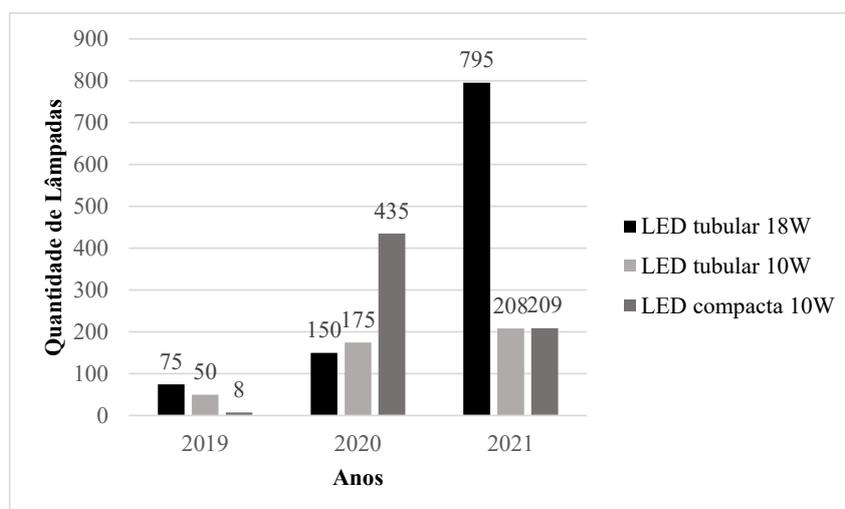


FIGURA 12. Número de lâmpadas de LED instaladas nos prédios da UFERSA no período de 2019 a 2021 (autoria própria).

Entre os anos de 2019 e 2021, a UFERSA substituiu 2.105 lâmpadas fluorescentes de 40W por lâmpadas de LED, sendo 133 em 2019, 760 em 2020 e 1.212 em 2021, reduzindo assim a carga de iluminação instalada de 84,20 kW para 29,21 kW, representando uma economia de aproximadamente R\$ 6.000,00 mensais, considerando a tarifa por kWh do Grupo A determinada pela ANEEL e regida pela Companhia Energética do Rio Grande do Norte [17].

Do ano de 2022 à 2024 não foi encontrado registros detalhados concernentes a quantidade, potência e tipo de lâmpada trocado, contudo, segundo a Superintendência de Infraestrutura, através da parceria da UFERSA com a Neoenergia Cosern, já foram instaladas mais de 10.000 lâmpadas LED na Universidade.

3.3. Outras Iniciativas de Eficiência Energética na UFERSA

Após a publicação da portaria N° 0430/2016, a UFERSA criou o Programa de Eficiência Energética (PEE), que promoveu ações de sustentabilidade energética e campanhas de uso consciente da eletricidade. Nessa

conjuntura, as medidas do PEE reduziram o desperdício de energia e otimizaram o uso de recursos, trazendo benefícios quantitativos e qualitativos à comunidade acadêmica. Estas ações também impulsionaram a disseminação de conhecimentos sobre eficiência energética e Geração Distribuída Fotovoltaica (GD-FV). Em 2019, a UFERSA implementou uma Usina de Compostagem, transformando todos os resíduos de podas, cascas de frutas, vegetais e alimentos descartados em adubo orgânico. Essa usina, de acordo com [11], já processou cerca de 5 toneladas de resíduos, fornecendo adubo de qualidade para pesquisas em agronomia e cultivo de hortaliças e diversas espécies de plantas no âmbito da instituição.

3.4. Projeções de geração de energia e economia monetária das UFV's

Realizou-se projeções futuras a curto, médio e longo prazo, relativas à geração de energia elétrica, bem como da economia monetária concedida por todo o portfólio de UFV's da instituição, conforme denotado na Tabela 3. Contudo, é oportuno salientar que em virtude das perdas de geração e redução da vida útil dos equipamentos que integram as UFV's, as oscilações referentes aos valores praticados das tarifas de energia elétrica do Grupo A, bem como do fator da imprevisibilidade do recurso solar, as projeções realizadas no presente trabalho apresentam um erro estimado em $\pm 5\%$.

TABELA 3. Projeções futuras de geração fotovoltaica e economia das usinas solares da UFERSA a curto, médio e longo prazo (autoria própria).

<i>Portfólio de UFV's da UFERSA</i>		
<i>Ano</i>	<i>Estimativa de Geração de Energia (MWh)</i>	<i>Economia (R\$)</i>
2025	18.000	5.600.000,00
2030	34.500	10.800.000,00
2035	52.000	16.300.000,00
2040	70.000	22.000.000,00

Através da Tabela 3, nota-se que até 2025, as usinas fotovoltaicas da UFERSA deverão produzir cerca de 18.000 MWh, resultando em uma economia de aproximadamente R\$ 5.600.000,00. Em 2030, a produção deverá chegar a 32.000 MWh, economizando R\$ 10.800.000,00. Em 2035, a produção deverá aumentar para 48.000 MWh, economizando R\$ 15.000.000,00. Finalmente, em 2040, a produção está estimada em 60.000 MWh, resultando em uma economia de R\$ 18.750.000,00 para a universidade. alcançará um montante de 60.000 MWh, propiciando uma poupança de R\$ 18.750.000,00 para a Universidade.

Analisando as projeções de geração de energia das UFVs da UFERSA, nota-se um crescimento linear de cerca de 14.000 MWh a cada 5 anos. Entretanto, a longo prazo, a eficiência pode diminuir devido à redução da vida útil dos módulos e inversores. Somando a geração anual das UFVs atuais e futuras, que serão majoritariamente instaladas no campus Mossoró, é esperado que se atinja cerca de 75% do consumo do campus central. Eventualmente, a geração se igualará à demanda contratada pela UFERSA, praticamente atendendo toda a necessidade de energia elétrica da comunidade acadêmica.

4. CONCLUSÃO

Para oportunizar o desenvolvimento do presente trabalho, tornou-se necessário, em primeiro plano, compreender o contexto da eficiência energética no cenário brasileiro, bem como a importância da implementação de medidas tocantes a essa temática em órgãos e entidades da administração pública, sobretudo nas universidades federais.

Por conseguinte, realizou-se um estudo de caso na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), averiguando quantitativamente e qualitativamente os impactos da inserção das medidas de eficiência energética na vigente instituição. Dessa maneira, efetuou-se uma abordagem histórica, em ordem cronológica, no que concerne às ações voltadas a eficiência energética incorporadas pela UFERSA nos últimos anos.

Nesse sentido, fundamentado na descrição detalhada acerca das medidas de eficiência energética concretizadas pela referida Universidade na última década, concluiu-se que tomando como base as estimativas de geração de energia elétrica das UFV's implementadas na UFERSA campus Mossoró, constatou-se que as mesmas, desde a sua entrada em operação até a presente data, foram responsáveis pela geração de algo em torno de 19 GWh, fornecendo à Instituição uma economia monetária total de cerca de 9,4 bilhões de reais.

De outra parte, em virtude da substituição de lâmpadas convencionais (fluorescentes tubulares) por lâmpadas de LED nos prédios da UFERSA, percebe-se que após o ano de 2019 houve uma redução da carga instalada referente à iluminação da Universidade, concedendo uma economia mensal em torno de R\$ 6.000,00.

Por todo o exposto, as ações pertinentes à eficiência energética recentemente adotadas pela UFERSA, pelas quais foram enfatizadas no presente estudo, promoveu vários benefícios quantitativos e qualitativos a toda comunidade acadêmica, tais como a diminuição do desperdício de energia elétrica, a otimização do uso consciente dos recursos energéticos, a difusão de conhecimentos e práticas referentes à eficiência energética, bem como o fortalecimento da Geração Distribuída Fotovoltaica (GD-FV) na Instituição.

REFERÊNCIAS

- [1] ALTOÉ, L.; COSTA, M. J.; FILHO, D. O.; MARTINEZ, F. J. R.; FERRAREZ, A. H.; VIANA, L. A. **Políticas públicas de incentivo à eficiência energética. Estudos Avançados**, v. 31, n. 39, p. 285-297, 2017. ISSN 0103-4014. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0103-40142017.31890022>
- [2] FERREIRA, T. V. B. **Atlas de Eficiência Energética**. Empresa de Pesquisa Energética/Ministério de Minas e Energia – EPE/MME, 149p., 2019.
- [3] EVANGELISTA, Artur de Almeida. **Análise de eficiência energética do Instituto Federal do Ceará - Campus Fortaleza**. 2018. 80f. Dissertação (Mestrado em Energias Renováveis), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Maracanaú, Ceará, Brasil, 2018. Disponível em: <<http://ppger.ifce.edu.br/wp-content/uploads/2018/11/EVANGELISTA-A.A..pdf>>.
- [4] SANTOS, R. E.; MALDONADO, O.; VIEIRA, N.; REIS, L.; HADDAD, J. Análise do Desempenho Energético do Programa de Eficiência Energética (PEE) da Aneel. THE XI LATIN-AMERICAN CONGRESS ELECTRICITY GENERATION AND TRANSMISSION – CLAGTEE, São José dos Campos/SP, 2015. **Anais [...]**. José dos Campos/SP, p. 1-8, nov. 2015.
- [5] RUFINO, Romeu Donizete. **Procedimentos do Programa de Eficiência Energética – PROPEE**. Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Programa de Eficiência Energética (PEE), 184p., 2017.
- [6] COSTA, Raimisson Rodrigues Ferreira. **Avaliação do Programa Brasileiro de Etiquetagem e níveis mínimos de Eficiência Energética: uma avaliação baseada em teoria**. 2017. 161f. Tese (Doutorado em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento), Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, 2017. Disponível em: <<https://www.ie.ufrj.br/images/IE/PPED/Teses/2017/Raimisson%20Rodrigues%20Ferreira%20Costa.pdf>>.
- [7] SILVA, João Lucas de Souza. Análise do avanço da geração distribuída no Brasil. VII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR, Gramado/RS, 2018. **Anais [...]**. Gramado/RS, p. 1-11, dez. 2018. eISSN: 2965-6613. DOI: <https://doi.org/10.59627/cbens.2018.535>.
- [8] BESSA NETO, L. J. VARELLA, F. K. O. M. **Análise da Inserção de Medidas de Eficiência Energética em Universidade Pública**. 2022. 11 f. TCC (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Elétrica) – Curso de Engenharia Elétrica – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2022. Disponível em: <<https://repositorio.ufersa.edu.br/items/94e6b688-8725-4cff-abd5-6f5f89f857c1>>.
- [9] ASSECOM (Ed.). **Usinas Solares da UFERSA**. 2024a. Disponível em: <<https://usinasolar.ufersa.edu.br>>
- [10] SOUSA, E. M. R.; LEMOS, H. T. Q.; GUERRA, F. K. O. M. V. **Análise da operação e manutenção da usina solar fotovoltaica Mossoró II da UFERSA**. Departamento de Engenharia e Tecnologia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, p. 1-9, 2019.
- [11] ASSECOM (Ed.). **UFERSA Ambiental: Gestão de resíduos**. 2024b. Disponível em: <<https://ambiental.ufersa.edu.br/gestao-de-residuos/>>.
- [12] GOOGLE. Google Earth. Disponível em: <http://earth.google.com>.
- [13] ASSECOM (Ed.). **Geração de energia elétrica das usinas solares da UFERSA**. 2024c. Disponível em: <<https://usinasolar.ufersa.edu.br/geracao-de-energia-eletrica/>>.
- [14] EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE (Brasil). **Balanco energético nacional - 2023: ano base 2022**. Rio de Janeiro, EPE, 2023, 274p. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2023>>.
- [15] SOLARVIEW. **Monitoramento da geração de energia das usinas solares fotovoltaicas da UFERSA**. 2021. Disponível em: <<https://my.solarview.com.br/unidades-publicas/32583>>.
- [16] MORAIS JÚNIOR, F. E. G.; GUERRA, F. K. O. M. V. **Análise da Inserção de Lâmpadas LED em Prédios da UFERSA**. Departamento de Engenharia e Tecnologia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, P. 1-10, 2019.
- [17] COMPANHIA ENERGÉTICA DO RIO GRANDE DO NORTE – Neoenergia COSERN. **Tabela de tarifas de energia elétrica: Grupo A**. COSERN, p. 1-5, 2021. Disponível em: <https://servicos.neoenergiacosern.com.br/comercial_industrial/Pages/Alta%20Tens%C3%A3o/tarifas-grupo-a.aspx>.