



952 - IMPLEMENTAÇÃO DE AUTOCOSUMO REMOTO E GERAÇÃO DISTRIBUÍDA EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE AGUA EM PERNAMBUCO.

Jadiel Mendonça de Vasconcelos ⁽¹⁾

Engenheiro Eletricista pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). MBA em Gestão e Engenharia de Sistemas Elétricos pelo IPOG. Especialização em Comercialização de Energia Elétrica pelo Centro Universitário Maurício de Nassau (UNINASSAU). Analista de Saneamento na Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA).

Milton Tavares de Melo Neto ⁽²⁾

Engenheiro Eletricista e Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Analista de Saneamento na Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA).

Marcos Vinicius Carneiro da Cruz ⁽³⁾

Auxiliar de Manutenção Predial e Industrial pela Escola Técnica SENAI Areias, Graduando em Engenharia Elétrica pela Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco (UPE). Estagiário na Gerência de Gestão Energética da Companhia Pernambucana de Saneamento (Compesa).

Endereço⁽¹⁾: Av. Cruz Cabugá, 1387 - Santo Amaro - Recife - PE - CEP: 50040-905 - Brasil - Tel: +55 (81) 3412-9731- e-mail: jadielvasconcelos@compesa.com.br

RESUMO

A utilização de energia elétrica advinda de geração distribuída possui diversas vantagens financeiras e ambientais. Objetivando se beneficiar dessas vantagens a Companhia de Saneamento de Pernambuco (Compesa) viabilizou a construção e o arrendamento de 03 Sistemas Fotovoltaico Conectado à Rede – SFCR. O presente documento visa descrever este procedimento que foi guiado por um Termo de Referência, produzido após pesquisas de modelos de negócio prósperos no mercado. O Termo de Referência delimita garantias que, a depender da performance da geração, alteram os valores de repasse financeiro. Seguindo a metodologia descrita no Termo de Referência foi possível a licitação e firmação de um contrato vantajoso para ambas contratada e contratante. Assim sendo esta metodologia pode servir de base para novos acordos de contratos de autoconsumo remoto e geração distribuída.

PALAVRAS-CHAVE: Geração Distribuída, Geração de energia Fotovoltaica, Autoconsumo Remoto, Comercialização de Energia.

INTRODUÇÃO

A geração distribuída se define como as fontes de energia que são ligadas diretamente a rede de distribuição da concessionária. A energia gerada dessa forma fica localizada junto ou próximo do consumidor, independente da potência, tecnologia e fonte de energia. Devido à proximidade dos centros consumidores a geração distribuída reduz custos em investimentos em transmissão e as perdas nesses sistemas. O constante crescimento neste tipo de geração possibilita o aumento da eficiência energética, sendo também importante para aliviar a demanda dos grandes centros geradores. Outra vantagem do aumento da geração distribuída é que ela ocorre com diversas fontes de energia sustentáveis como energia solar, eólicas e PCH's.

Frente a esses diversos benefícios foi planejada a construção e o arrendamento de 03 Sistemas Fotovoltaico Conectado à Rede - SFCR com capacidade de gerar um total 1800MWh/ano a fim de beneficiar 50 unidades da Companhia Pernambucana de Saneamento - Compesa. Estas obras visam trazer uma economia de 20% nos custos de energia das unidades beneficiárias, eliminar custos com bandeiras tarifárias e diminuir as emissões de carbono na geração.

Com o intuito de guiar os procedimentos para melhores resultados foi produzido um Termo de referência para o serviço de locação de sistema fotovoltaico conectado à rede, na modalidade autoconsumo remoto, para compensação da energia consumida em unidades da Compesa localizadas no estado de Pernambuco.

OBJETIVO DO TRABALHO

A fim de se beneficiar com as vantagens da geração distribuída a Compesa arrendou 3 usinas fotovoltaicas (SFCR), denominadas UFV Flores II, Flores VII e Flores VIII, com capacidade de gerar 1800MWh/ano de energia na modalidade geração distribuída em autoconsumo remoto. As 3 usinas estão localizadas no Sertão do Pajeú no município de Flores - PE, com potência total de 1,1MWp compostas por 2490 módulos de 450Wp, 9 inversores de 100kW.

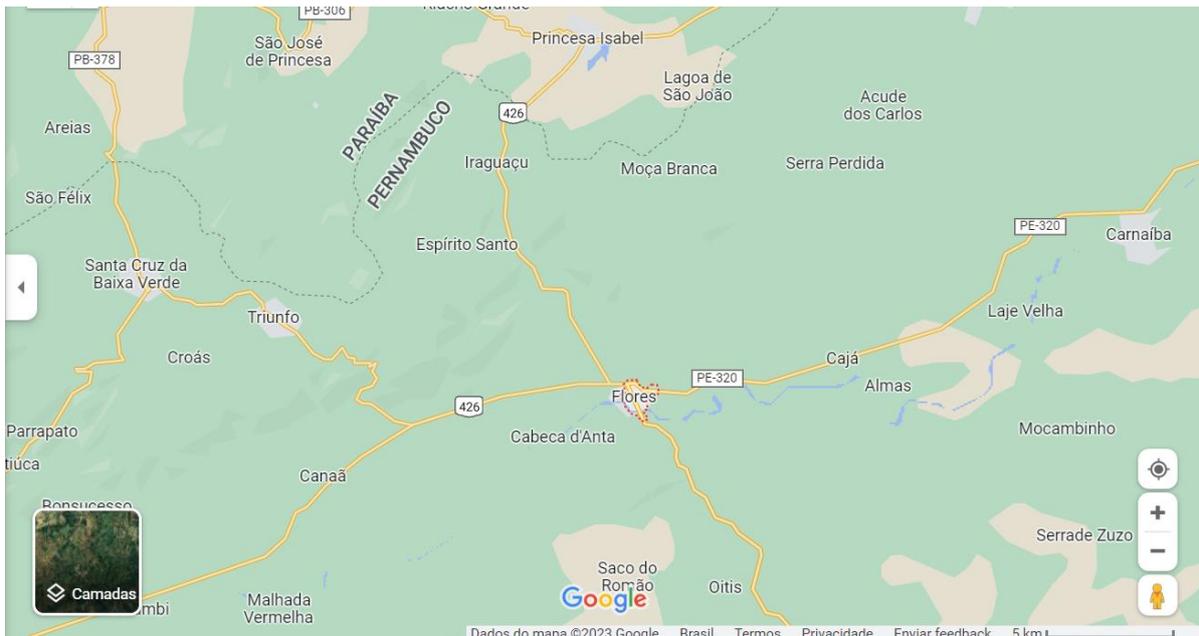


Figura 1: Mapa de localização.

A Companhia estima que as usinas trarão uma economia de 20% nos custos de energia de 50 unidades consumidoras – UC que estão localizados em 23 municípios da Zona da Mata e Região Metropolitana do Recife. Além de mitigar os custos com as bandeiras extraordinárias, as usinas irão evitar a emissão 5.700 Toneladas de CO₂/ano na atmosfera devido a utilização de geração de energia através de fontes renováveis.

Os municípios beneficiados diretamente com esta obra serão o de Flores, local da instalação dos geradores, e de forma indireta, as cidades em que se situam as unidades consumidoras que utilizarão a energia gerada, sendo elas:

- **Cidades RMR:** Goiana e São Lourenço da Mata;
- **Cidades Mata Norte:** Aliança, Bom Jardim, Camutanga, Carpina, Feira Nova, Glória do Goitá, Itaquitanga, Lagoa do Carro, Limoeiro, Machados, Nazaré da Mata, Orobó, Paudalho, São Vicente Ferrer, Timbaúba;
- **Cidades Mata Sul:** Escada, Ribeirão, Sirinhaém, Vitória de Santo Antão, Barreiros, Rio Formoso.

A escolha destas unidades consumidoras se deu pois elas são tarifadas em baixa tensão de fornecimento que possuem maiores tarifas de energia, portanto a compensação da energia nestas unidades produzirá maiores economias financeiras. O custo total do arrendamento deste empreendimento ficará em torno de 4,66 Milhões pagos ao longo de 5 anos.

A opção feita pela Compesa sobre o procedimento representa incremento à eficiência das decisões por força de: Art. 37 da Constituição Federal de 1988 que exige da administração pública direta e indireta de obediência aos princípios de legalidade, impessoalidade, moralidade, publicidade e eficiência. Também são objetivos deste

processo atender a obrigações legais estabelecidas pela Lei 13.303/2016 que direciona as licitações e contratos públicos para buscar a melhor vantagem competitiva para a empresa pública ou sociedade de economia mista, considerando custos e benefícios. Respeitar os requisitos de transparência, sustentabilidade ambiental e responsabilidade social.

METODOLOGIA UTILIZADA

No princípio do processo foi feita uma pesquisa de mercado com o objetivo de obter modelos de negócio exitosos a fim de nortear a execução do trabalho. Com as informações necessárias em mãos foi produzido um Termo de Referência para orientar as etapas restantes do processo em que se deriva grande parte do que será descrito a seguir.

O procedimento da licitação foi disputado de modo aberto, cabendo aos licitantes dar lances de desconto públicos sucessivos sobre o valor total do lote, vencendo a proposta que ofertar o maior desconto. Para os 03 lotes das usinas a vigência do contrato será de 68 meses dentre os quais os primeiros 8 meses serão entre a assinatura e a homologação e verificação da contratante da operabilidade do SFCR.

Por contrato a empresa contratada será obrigada a disponibilizar e manter operacional a SFCR, sendo responsável pela manutenção e operação dos equipamentos e do terreno onde será instalado.

O valor pago a empresa contratada seguirá o seguinte padrão:

$$\mathbf{VL_{global} (R\$) = VL_{mês} (R\$) \times 60} \quad \text{equação (1)}$$

Sendo,

$$\mathbf{VL_{mês}(R\$) = (LC + VAP) \times IP} \quad \text{equação (2)}$$

Onde:

VL global = Valor total da locação do SFCR em R\$ para o período de 5 (cinco) anos / 60(sessenta) meses

VLmês (R\$) = Valor da Locação com impostos do SFCR no mês de utilização, em reais, a ser pago mensalmente pelo LOCATÁRIO à LOCADORA

LC = Valor fixo de Locação da SFCR e Serviços de operação e manutenção do SFCR

VAP = Parcela Variável com a energia injetada

IP = Índice de qualidade de prestação do serviço de locação.

O índice de qualidade varia de 0,9 a 1 dependendo da pontualidade do envio de relatórios e da execução de manutenção preventiva.

A parcela VAP pode variar de acordo com a energia gerada da seguinte forma:

$$\mathbf{VAP = VAP_{Locatário}^{mês} - VAP_{Locador}^{mês}} \quad \text{equação (3)}$$

Sendo:

VAP_{Locador}^{mês} (R\$) = Valor de Ajuste por Performance no mês de utilização, em reais, a ser deduzido mensalmente pelo Locatário ao Locador.

VAP_{Locatário}^{mês} (R\$) = Valor de Ajuste por Performance no mês de utilização, em reais, a ser acrescido mensalmente pelo Locatário ao Locador.

A energia gerada pelo SFCR deverá ser verificada mensalmente e caso a quantidade seja diferente da energia contratada no mês, o valor a ser considerado, devido a eventual diferença apurada, será calculada de acordo com as seguintes condições:

Se **E_{injet}** > **E_{contr}** :

$$\text{VAP} = \text{VAP}_{\text{Locatário}}^{\text{mês}} + 0 = (\text{Einjet} - \text{Econtr}) \times \text{Multiplo_locação} \quad \text{equação (4)}$$

Se $\text{Einjet} < \text{Econtr}$:

$$\text{VAP} = 0 + \text{VAP}_{\text{Locador}}^{\text{mês}} = (\text{Econtr} - \text{Einjet}) \times \text{Multiplo_locação} \quad \text{equação (5)}$$

Sendo:

Einjt = Energia Injetada em kWh/mês pelo SFCR e efetivamente registrada pela Concessionária de Energia no sistema de compensação.

Econtr = Energia Contratada em kWh/mês que o SFCR Locado deverá gerar a cada mês.

$$\text{Multiplo_locação} = \frac{\text{Valor Global Contratado, a Ser Pago (R\$)}}{\text{Valor Global Contratado, a Ser Gerado (kWh)}} \quad \text{equação (6)}$$

Contratado, reajustado anualmente pelo IPCA.

Além dos relatórios mensais a empresa contratada é obrigada a disponibilizar uma plataforma *WEB* com aplicativo de monitoramento ininterrupto do sistema de geração.

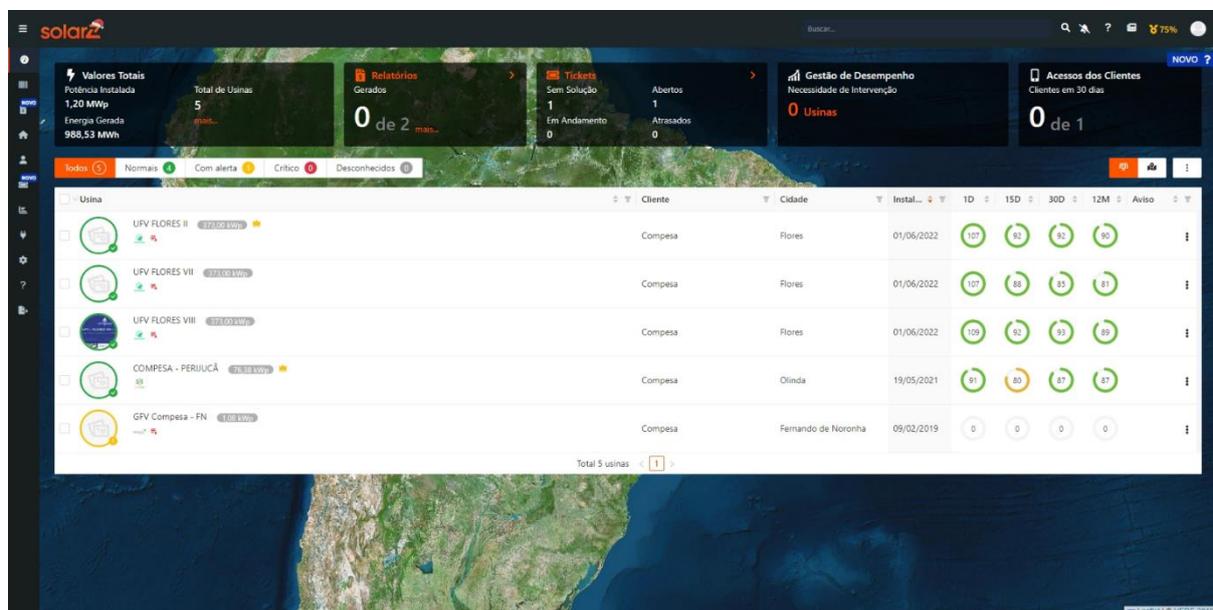


Figura 1 – Tela de Monitoramento das Usinas.

Ocorrendo falha em alguma obrigação pela empresa contratada em alguma de suas obrigações descritas no termo de referência serão aplicadas multas que variam de 1% a 5% dependendo do impacto na qualidade do serviço. Caso a geração mensal do SFCR seja menor que 50% do valor contratado por mais de 6 meses consecutivos o contrato deverá ser reiniciado.

RESULTADOS OBTIDOS OU ESPERADOS

O software utilizado na modelagem e dimensionamento foi o Solergo.

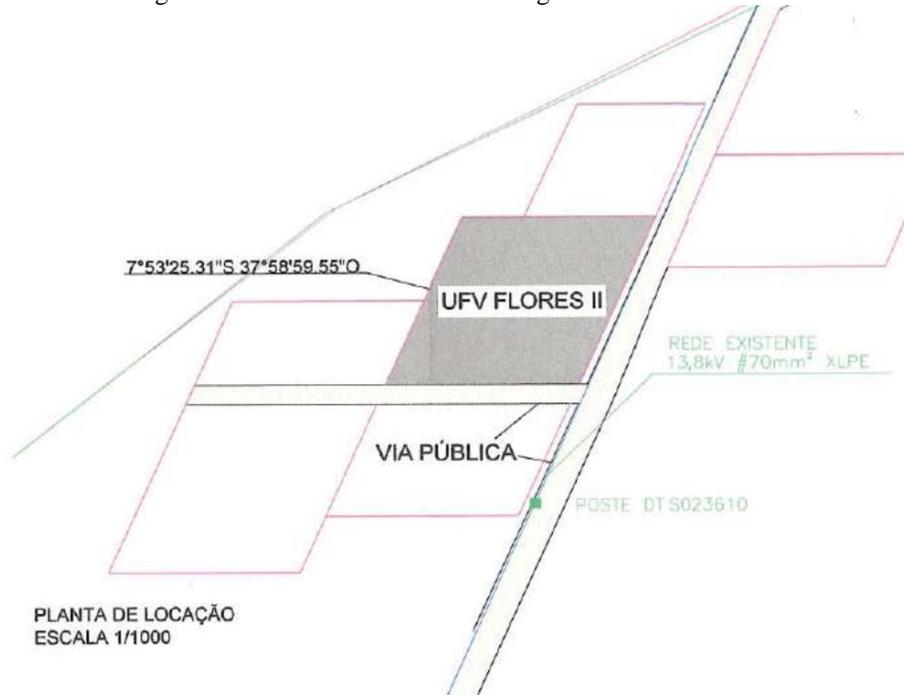


Figura 2 – Mapa de localização Flores II

A avaliação do recurso solar disponível foi realizada de acordo com a fonte ATLAS BRAS. 2017, tendo como referência o local com os dados históricos e de radiação solar nas imediações de Flores-PE.

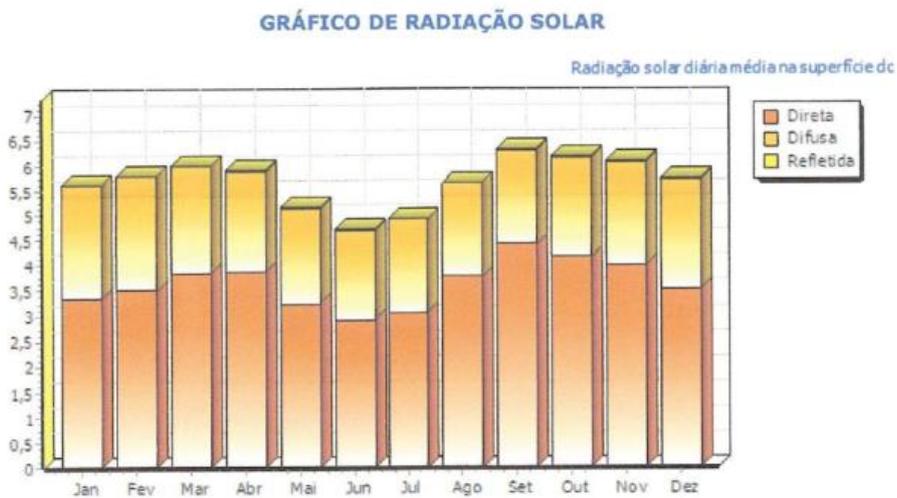


Figura 3 – Gráfico de Radiação Solar

A potência de pico total de cada usina é de 373,5 kWp para uma produção estimada de 621.874,6 kWp por ano, distribuídos em uma área de 1.817,7 m².

DIMENSIONAMENTO

Potência de pico do gerador:

$$P = P \text{ módulos} * N^{\circ} \text{ módulos} = 450 \text{ Wp} * 830 = 373,5 \text{ kWp}$$

O cálculo da energia total produzida pelo sistema nas condições normais de STC (radiação de 1000 W/m², temperatura de 25°C), é calculado como:

Exposição	Nº módulos	Radiação solar [kWh/m ²]	Energia [kWh]
Exposição 1	830	2.079,45	776.673,98

$$E = E_n * (1 - \text{Perd}) = 621874,6 \text{ kWh}$$

Perd = Perda de potência obtida:

Perda por sombreamento totais:	0,1 %
Perda por aumento de temperatura:	8,4 %
Perdas por descasamento:	5,0 %
Perdas de corrente contínua:	1,5 %
Outras perdas:	5,0 %
Perdas na conversão:	1,6 %
Perdas totais:	19,9 %

Figura 4 – Dimensionamento da usina.

Cada usina é composta por 830 módulos fotovoltaicos e 3 inversores dispostos conforme diagrama unifilar abaixo.

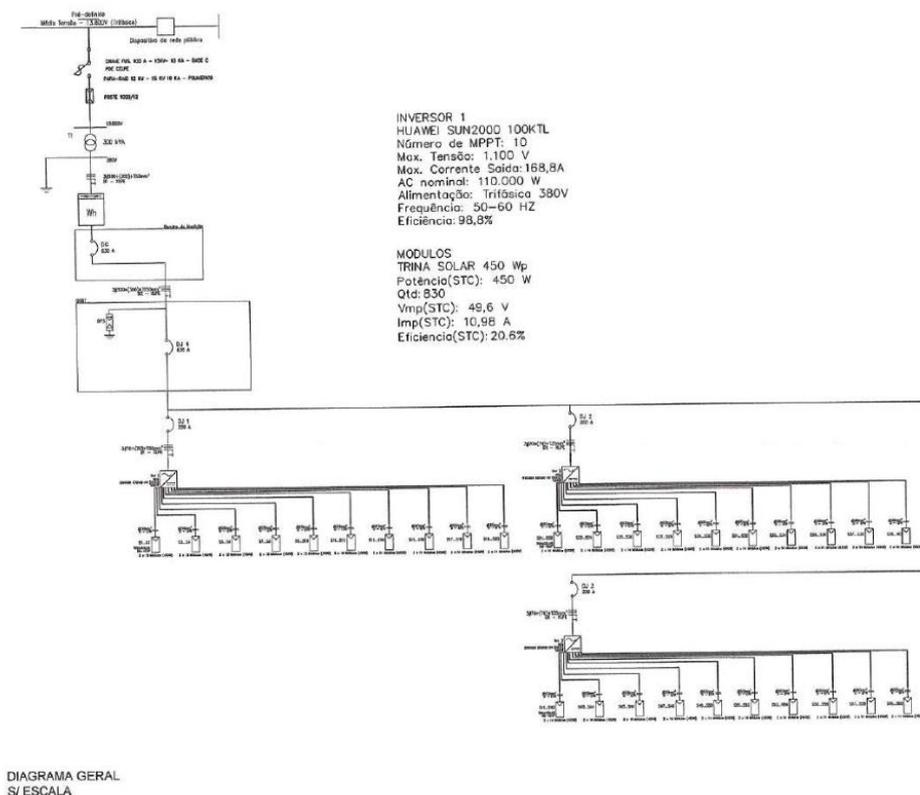


Figura 5 – Diagrama unifilar



Figura 6 – Disposição dos Inversores



Figura 7 – Disposição dos Módulos

A seguir apresentamos imagens das unidades construídas e em funcionamento:



Figura 9 – Usinas construídas e em funcionamento.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Como exigido no termo de referência a geração é monitorada constantemente através de um aplicativo *web* que possibilita a obtenção de diversas informações em tempo real. Para a simplificação do monitoramento é feito um agrupamento dos portais de monitoramento através do aplicativo SolarZ, que permite a união de diversas usinas em uma única tela de visualização. Desse modo é feito o acompanhamento constante do desempenho diário das usinas. Além disso o sistema possibilita o recebimento de alertas de falhas na geração e o registro de chamados do cliente. A seguir temos exemplos de como é feita a supervisão em tempo real da geração das usinas:



Figura 10: Relatório gerado pelo monitoramento da UFV Flores VIII.

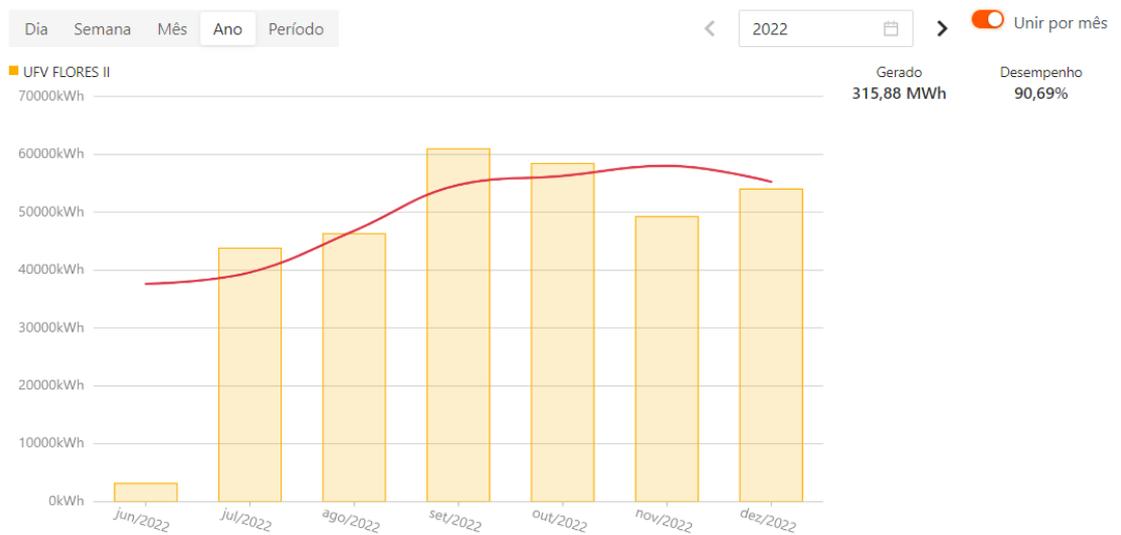


Figura 11: Relatório gerado pelo monitoramento da UFV Flores II.

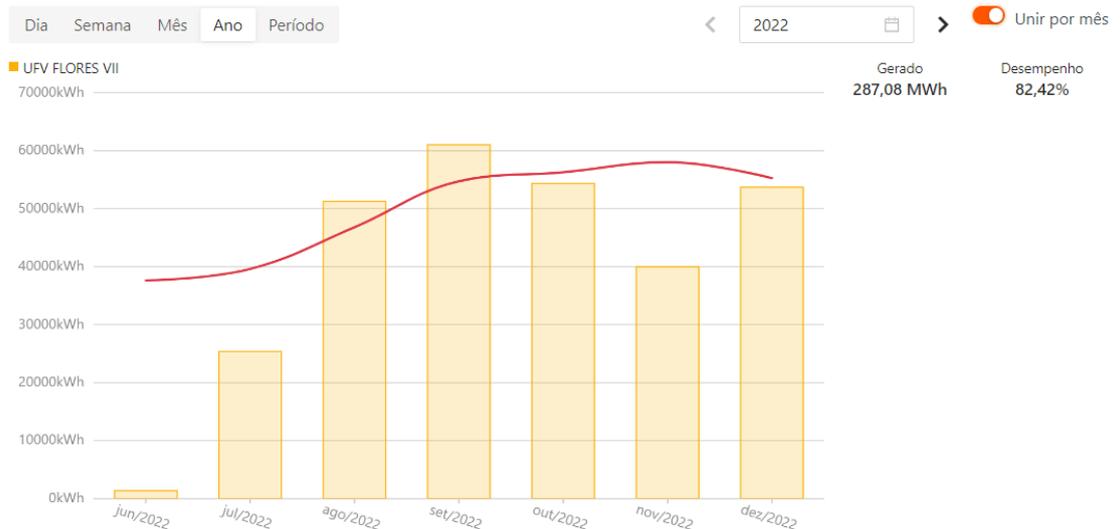


Figura 12: Relatório gerado pelo monitoramento da UFV Flores VII.

Como podemos observar nos gráficos acima a operação do sistema iniciou em junho/2022 em testes, até o final de dezembro/2022 as três usinas geraram aproximadamente 915MWh, o rendimento das usinas variou entre 80-90%, com desempenho próximo do esperado para o período.

CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

Por fim observamos que o termo de referência conseguiu guiar bem os procedimentos do arrendamento das usinas fotovoltaicas, fixando de forma clara as regras a serem cumpridas evitando possíveis conflitos no processo de licitação antes da assinatura dos contratos. O termo delimita bem o modelo de remuneração a ser repassado a empresa contratada, obrigando, mediante a penalidades financeiras, que o montante de energia gerado se mantenha em níveis satisfatórios para que não haja prejuízos para a contratante. Também são delimitadas reduções no valor repassado para a contratada caso não haja a devida apresentação de relatórios de manutenção, garantindo o bom estado do local arrendado e dos equipamentos. Além de que o valor final repassado também depende da performance da geração. Com esses termos acordados e aceitos por ambas contratada e contratante possibilitou-se a construção e o arrendamento das usinas fotovoltaicas que, de forma satisfatória, geram a energia previamente estabelecidas. Esses procedimentos podem muito bem serem replicados ou ajustados para outras empresas de saneamento que procuram outra fonte de energia mais sustentável que produza reduções nos valores das faturas de energia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Instituto Nacional de Eficiência Energética. [http://www.inee.org.br/forum_ger_distrib.asp#:~:text=Gera%C3%A7%C3%A3o%20Distribu%C3%ADa%20\(GD\)%20%C3%A9%20uma,incluir%20pot%C3%Aancias%20cada%20vez%20menores](http://www.inee.org.br/forum_ger_distrib.asp#:~:text=Gera%C3%A7%C3%A3o%20Distribu%C3%ADa%20(GD)%20%C3%A9%20uma,incluir%20pot%C3%Aancias%20cada%20vez%20menores) Acesso em 29/11/2022;
2. Constituição Federal, de 05 de outubro de 1988 - Art. 37, inciso XXI. Disciplina a contratação de obras, serviços, compras e alienações pela administração pública direta e indireta de qualquer dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios. <https://www.gov.br/saude/pt-br/acao-a-informacao/banco-de-precos/legislacao/constituicao-federal-de-05-de-outubro-de-1988-art-37-inciso-xxi.pdf/@@download/file/Constitui%C3%A7%C3%A3o%20Federal,%20de%2005%20de%20outubro%20de%201988%20-%20Art.%2037,%20inciso%20XXI.pdf> Acesso em 29/11/2022;



3. LEI Nº 13.303, DE 30 DE JUNHO DE 2016. Dispõe sobre o estatuto jurídico da empresa pública, da sociedade de economia mista e de suas subsidiárias, no âmbito da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/113303.htm
Acesso em 29/11/2022;
4. SolarZ. <https://solarz.com.br/> Acesso em 29/11/2022.