



COLEGIADO DO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
COORDENAÇÃO DE TCC
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICO-FINANCEIRA DA
INSTALAÇÃO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO NO HOSPITAL SÃO
JOSÉ NO MUNICÍPIO DE ILHÉUS**

**TECHNICAL AND FINANCIAL FEASIBILITY ANALYSIS OF
INSTALLING A PHOTOVOLTAIC SYSTEM AT THE SÃO JOSÉ
HOSPITAL IN THE MUNICIPALITY OF ILHÉUS**

Isabela de Carvalho dos Santos¹, Pablo Fernandes Costa de Marinho²

¹Discente do curso de Engenharia Elétrica da Faculdade Madre Thaís, Ilhéus, Bahia. e-mail: isabcarv@outlook.com.

² Docente do curso de Engenharia Elétrica da Faculdade Madre Thaís, Ilhéus, Bahia. e-mail: pablofernandes.eng@gmail.com.

RESUMO

A despesa com contas de energia elétrica em um hospital demanda recursos financeiros muito altos, essa pesquisa analisa os processos técnicos, expõe os benefícios ambientais e econômicos da instalação de um sistema fotovoltaico em hospital. A análise teve como base as regulamentações vigentes, revisão de literaturas que explanasse casos práticos, e estudos técnicos e econômicos no Hospital São José localizado no município de Ilhéus-Ba. O estudo evidencia a viabilidade econômica, os benefícios ambientais atrelados a implementação do sistema de energia solar fotovoltaica, uma vez que o modelo convencional de energia elétrica gera uma quantidade significativa de poluentes, e a efficientização. A análise sinaliza que a energia solar fotovoltaica é uma possibilidade muito promissora para hospitais, e a importância de procurar alternativas para aumentar a eficácia no consumo de energia elétrica.

Palavras-chave: Energia solar. Hospitais. Efficientização. Viabilidade financeira.

ABSTRACT

The expense of electricity bills in a hospital demands very high financial resources. This research analyzes the technical processes and exposes the environmental and economic benefits of installing a photovoltaic system in a hospital. The analysis was based on current regulations, a literature review that explained practical cases, and technical and economic studies at the São José Hospital located in the municipality of Ilhéus-Ba. The study highlights the economic viability, environmental benefits linked to the implementation of a photovoltaic solar energy system, since the conventional electricity model generates a significant amount of pollutants, and efficiency. The analysis shows that photovoltaic solar energy is a very promising possibility for hospitals, and the importance of looking for alternatives to increase efficiency in electricity consumption.

Keywords: Solar energy. Hospitals. Efficiency. Financial viability.

1 INTRODUÇÃO

A demanda de energia elétrica cresce a cada ano, e as atividades cotidianas estão cada vez mais dependentes do fornecimento de energia. A partir dessas premissas, têm sido geradas discussões sobre a implementação de fontes de energia renováveis, com o objetivo de minimizar o impacto ambiental. Além disso, o investimento em pesquisas e em inovações nos recursos energéticos alternativos trará melhorias na qualidade, eficiência e segurança.

Segundo o Plano Nacional de Energia 2050 (PNE, 2020), o Brasil possui grande potencial de geração de energia solar devido a sua localização que é propensa a ter altos níveis de insolação durante o ano, e, por ter esse aspecto os investimentos para implementação desse sistema têm tido uma crescente nos últimos anos. Esse crescimento é visto, por não precisar de uma grande infraestrutura para instalação de uma usina fotovoltaica, quando comparado com o modelo convencional de fornecimento de energia elétrica no Brasil, além de não gerar gases poluentes como o dióxido de carbono (CO₂).

Hospital é um serviço essencial que demanda uma capacidade energética constante visto que a energia elétrica é responsável por manter a funcionalidade de equipamentos como ventiladores pulmonar, máquinas de diálise, desfibrilador e monitor de sinais vitais que dão suporte a vida, ou seja, uma falha no fornecimento de energia pode resultar na perda de vidas. Os hospitais são construções primordiais na sociedade, mas possui grande potencial poluidor.

O consumo elevado de energia elétrica dos hospitais é desde o início do seu processo de construção, quando se faz necessário de uma disposição energética alta para torná-lo ativo, quanto ao seu período de uso. Partindo do ponto em que os hospitais são responsáveis pela

emissão de diversos gases poluentes torna-se indispensável a procura por fontes de energias sustentáveis com o intuito de amenizar os danos que são gerados no decorrer da sua formação e do seu ciclo de vida.

Esse trabalho analisa de forma objetiva os efeitos e resultados da implementação de energia solar em hospitais baseando-se em bibliografias existentes, mostrando como é possível obter eficiência energética, que, segundo Devens (2016) é fornecer o mesmo produto ou serviço utilizando-se de menos recursos energéticos, buscando redução nos índices globais específicos de energia.

Uma análise para estudar a aplicação desse conceito foi realizada no Hospital São José, localizado no município de Ilhéus, com os propósitos de buscar uma compreensão abrangente das implicações, das vantagens associadas a implementação do sistema fotovoltaico, evidenciando os benefícios socioambientais e financeiros, para que haja uma maior eficiência dentro dessa unidade hospitalar. E para que esses propósitos gerais fossem atingidos, foram estabelecidos os seguintes requisitos:

- Identificar os principais processos técnicos na implementação de energia solar fotovoltaica em hospitais;
- Analisar as etapas, processos e manutenção do sistema fotovoltaico;
- Avaliar os principais benefícios econômicos e socioambientais que a implementação de energia solar fotovoltaica em hospitais pode fornecer.

Dentro de uma estrutura hospitalar é necessário o uso contínuo de equipamentos elétricos como máquinas de ventilação mecânica, computadores, ar-condicionado, elevadores, aparelhos de aquecimento e de refrigeração, em suma, a energia elétrica é essencial para o funcionamento contínuo dos serviços hospitalares. O uso constante desses equipamentos acarreta um consumo elevado de energia tornando necessário alocar recursos significativos para pagamento, e assim surge a necessidade de estudar alternativas de fontes de energia.

Na busca por soluções mais eficientes e econômicas para suprir parte da demanda de energia do Hospital São José, além de estimular medidas sustentáveis em hospitais, o uso de uma fonte de energia limpa, renovável e que impacta diretamente na redução de despesas no setor da saúde, com um retorno de investimento a médio prazo foi analisada.

O Hospital São José foi escolhido como objeto de estudo devido ao seu modelo

convencional do uso de energia elétrica, que basicamente provém parte da concessionária de energia e parte dos geradores a diesel. Esse modelo híbrido deixa ainda mais evidente a importância do fornecimento de energia elétrica constante e a necessidade de explorar modelos alternativos para alcançar melhor eficiência energética.

2 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

2.1 Energia solar

A presença de uma diferença de potencial nas extremidades de uma estrutura feita de matéria semicondutora provocada pela absorção da luminosidade solar foi descrita por Edmond Becquerel no ano de 1839, e nomeado efeito fotovoltaico (Tolmasquim, 2016). A conversão direta da luz solar em eletricidade é chamada de efeito fotovoltaico. Essa tecnologia é amplamente utilizada como uma alternativa de disponibilidade de energia elétrica sem que haja prejuízos ambientais significativos (Gasparin et al., 2021).

A performance de um sistema está atrelada a dois elementos principais: a eficiência da célula solar, que depende principalmente do tipo de silício que foi empregado; e a eficiência global do módulo, que se dá diretamente pela orientação do arranjo, configuração do sistema, condições locais, como temperatura, nível de radiação, estação do ano (Prange, 2021).

A posição geográfica que o Brasil ocupa o expõe a uma incidência solar mais direta, isso justifica os altos níveis de radiação solar no país. E a baixa variação solar durante o ano é explicada pela sua localização aproximada da linha do equador, que faz com que mesmo durante o inverno haja uma radiação solar significativa. Essas características dão ao Brasil as melhores vantagens quando se trata da utilização de energia solar (Tolmasquim, 2016).

Uma das maiores vantagens da implementação do sistema fotovoltaico quando comparada a outras fontes de energia é a sua baixa emissão de poluentes. Durante a geração de energia elétrica não há emissões dos gases de efeito estufa, como o CO₂, CH₄ e N₂O, o que acarreta benefícios ambientais locais e globais (Tolmasquim, 2016).

2.1.1 Módulo fotovoltaico

O sistema fotovoltaico é subdividido em três classificações: *on-grid* (conectado à rede da concessionária), o *off-grid* (conectado a baterias), e o híbrido (junção dos sistemas *on-grid* e *off-grid*). Tonin (2017) vai destacar dois benefícios se tratando do sistema *on-grid*, que é

composto basicamente por módulos, inversor e dispositivo de proteção contra surtos. O primeiro benefício é a alta produtividade, porque toda energia gerada é utilizada, e o segundo benefício é baixo custo de manutenção desse sistema dado pela ausência de baterias.

Segundo a norma Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 10899 (2023), a definição de módulo fotovoltaico é dada por um agrupamento de células fotovoltaicas, encarregado de transformar a irradiação solar em energia elétrica, tornando-o um componente essencial no sistema solar fotovoltaico.

Os três principais tipos de células são: as monocristalinas que em geral são feitas com silício ultrapuro, formando uma estrutura cristalina, esse tipo de célula tem uma maior eficiência e um valor elevado por se tratar de uma tecnologia mais minuciosa (Villava, 2012).

As células do tipo policristalino são formadas por conjunto de cristais, tornando essa tecnologia menos eficiente e conseqüentemente mais barata. O terceiro tipo de célula são as de filmes finos, é nova no mercado e apresenta menor eficiência quando comparada com as células que já foram descritas. Essa célula não contém cristais no seu desenvolvimento, são fabricadas a partir da deposição de camadas em uma estrutura (Villava, 2012).

As fabricantes de módulos fotovoltaicos que seguem normas internacionais de qualidade garantem que a expectativa de vida dos módulos é de 25 anos, e que após esse tempo eles irão operar com 80% da sua potência nominal (Montenegro, 2013).

2.1.2 Inversor

O módulo fotovoltaico gera energia em corrente contínua (CC), porém a energia da rede é em corrente alternada (CA). O inversor é o equipamento responsável pela conversão da corrente, para que haja conformidade com a energia que provém da rede. É necessário que haja nesse equipamento eletrônico aspectos particulares para fornecer a segurança e qualidade exigida pela concessionária (Junior, 2010).

Os inversores devem possuir a função anti-ilhamento, os procedimentos realizados durante este ensaio são exigências a serem cumpridas para avaliar o desempenho dos inversores enquanto proteção. Satisfazendo de modo positivo a esse ensaio tem-se um equipamento sem evidências de riscos (ABNT NBR IEC 62116, 2012)

Apesar da variedade de inversores, no sistema fotovoltaico eles se dividem em basicamente dois grupos: O comutado pela rede da concessionária, que são geralmente usados

em sistemas de alta potência, e o auto comutado que é utilizado em sistemas de menor potência (Junior, 2010).

Quando o arranjo dos módulos fotovoltaicos está em uma fileira ligados em série e a as séries conectadas em paralelo utiliza-se um inversor central. Esse inversor é simples e tem um baixo custo, com ele não é possível tratar o funcionamento das séries de maneira isoladas (Junior, 2010). Qualquer falha que ocorra, o sistema inteiro será prejudicado.

2.1.3 String box

A NBR 16690 caracteriza a string box como um invólucro no qual subarranjos, séries ou módulos fotovoltaicos são ligados em paralelo, e que são capazes de abrigar os dispositivos de proteção e manobra. Esse dispositivo tem finalidade de garantir a proteção do sistema fotovoltaico, conectado entre os módulos e o inversor impedindo acidentes e danos ao sistema. Composta basicamente pelo invólucro, chave seccionadora e os dispositivos de proteção contra surto CC, a string box geralmente se faz necessária em uma instalação (Feitosa, 2022).

2.1.4 Relógio medidor

Logo após a aprovação do projeto fotovoltaico, a concessionária de energia faz uma vistoria do sistema e substitui o medidor convencional pelo relógio medidor. Também chamado de medidor bidirecional, esse equipamento mede tanto a energia elétrica consumida, quanto a quantidade de energia que foi injetada na rede da concessionária. Ele apresenta o código 033: indicador da energia elétrica consumida; e o código 103: indicador da energia injetada na rede em elétrica, e, dessa forma é possível acompanhar a leitura em tempo real. Outro ponto importante é que a energia gerada é diferente da energia injetada, tendo em vista o autoconsumo, durante a geração de energia se houverem cargas ligadas elas iram ser abatidas imediatamente sem serem contabilizadas pelo relógio medidor (Feitosa, 2022).

2.1.5 Sistema fotovoltaico em hospitais

A ANEEL com o objetivo de reduzir desperdícios e custos com energia elétrica, e em paralelo reforçar práticas sustentáveis, preservando a prestação adequada de serviço dos hospitais autorizou 14 Projetos de Eficiência Energética (PEE) em hospitais públicos. Serão 142 repartições hospitalares favorecidas, dos quais 97 possuem viabilidade para implementação

de energia solar fotovoltaica totalizando uma potência de 15.319,20kWp. Como resultado espera-se a diminuição de inadimplência das unidades hospitalares, o retardo da necessidade de ampliação do sistema elétrico, e a redução da emissão de gases poluentes (ANEEL, 2022).

O Hospital Escola da Universidade Federal de Pelotas conta com um sistema fotovoltaico de 104,64kWp que irá gerar uma estimativa de 138,8MWh/ano, produzindo uma economia anual de R\$80 mil. Além das vantagens econômicas esse sistema tem também como foco a redução de toneladas de CO₂ liberados na atmosfera. Os recursos vieram do Programa de Reestruturação dos Hospitais Universitários (Anatel, 2023).

Com o intuito de gerar economia nos recursos ambientais e financeiros o Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco estão com um sistema fotovoltaico de 241 módulos já em operação em regime de teste. Esse sistema deve suprir mensalmente 3,5% da necessidade energética, gerando uma economia de R\$19,5 mil na fatura de energia. Até o fim de 2023 estima-se a implantação de mais 285 módulos, ampliando a economia (Anatel, 2023)

Referência no que diz respeito a diagnóstico e tratamento de alta complexidade o Hospital Santa Izabel localizado na Bahia é integrante da Rede Global de Hospitais Verdes e Saudáveis (HSI, 2018), e desde 2019 contam com a operação do sistema fotovoltaico para suprir parte da demanda energética do hospital. Ao total são 214 módulos instalados gerando uma economia estimada anual de R\$ 82.342,00 e deixando de emitir 8,94 toneladas de CO₂/ano (Prudente, [s.d]).

No Ibn Sina, hospital de especialidades localizado em Rabat no Marrocos, foi implementado um sistema de energia solar fotovoltaica com a potência de 150kWp, tendo como resultado uma economia de 260MWh/ano. O hospital Ibn Rochd, que também está localizado em Marrocos na cidade de Casablanca conta com 1000m² de módulos solares gerando uma economia anual de 890MWh. De fato, o governo marroquino tem investido em adoções de modelos que forneçam maior eficiência energética (Nourdine; Saad, 2020)

O hospital de Mirebalais no Haiti tem parte sua demanda energética suprima pelo seu próprio gerador fotovoltaico, composto por 1.800 módulos instalados em sua cobertura. O hospital economizará uma quantia significativa, permitindo que os recursos sejam direcionados para o atendimento dos pacientes. Com base nas tarifas atuais no Haiti, prevê-se que os painéis solares se amortizarão em menos de três anos (PARTNERS IN HEALTH, 2012).

2.2 Legislação

A resolução normativa 482 criada em 17 de abril de 2012 pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) estabelece algumas normas para o uso de energia solar no Brasil. Essa regulação determina as condições gerais que os usuários precisam atender para que o acesso a microgeração e minigeração distribuída na rede de energia elétrica seja bem executado, havendo assim um sistema de compensação de energia (ANEEL, 2012). Contudo, essa resolução era muito limitada quanto aos poderes legais dos consumidores, e por isso foi instaurada a lei 14.300/2022, o marco legal da microgeração e minigeração distribuída. A resolução 482 foi revogada pela REN ANEEL 1.059, de 07.02.2023.

A lei n.º 14.300/2022 publicada no dia 06 de janeiro de 2022 estabeleceu além do Marco Legal da Microgeração e Minigeração Distribuída, o SCEE (Sistema de Compensação de Energia Elétrica e o PERS (Programa de Energia Renovável Social). E foram realizadas mudanças na lei n.º 10.848/2004 e na lei n.º 9.427/1996. Com a nova legislação surge a cobrança do Fio B, que é um valor pago pelos donos dos sistemas fotovoltaicos referentes ao uso das linhas de transmissão da energia. O percentual a ser cobrado seguirá as taxas que foram determinadas pela ANEEL que teve um aumento de 15% no ano de 2023, e seguirá tendo esse reajuste de 15 % até o ano de 2028 (Brasil, 2022).

Se tratando Grupo A, a Resolução Normativa (REN) 1.059/23 a potência instalada do sistema fotovoltaico fica limitada a potência disponibilizada pela concessionária, ou seja, a demanda contratada. Caso haja o desejo de um sistema fotovoltaico com potência superior à que é disponibilizada, a unidade consumidora precisará custear a infraestrutura necessária (ANEEL, 2023). De modo geral essa Resolução firma os requisitos para o acesso das micro e minigeração distribuída ao sistema da rede das concessionárias de energia elétrica.

Sobre a REN 1.059/23 é necessário que se compreenda os seguintes conceitos do Art. 1º:

I – autoconsumo local: modalidade de microgeração ou minigeração distribuída eletricamente junto à carga, participante do Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE), no qual o excedente de energia elétrica gerado por unidade consumidora de titularidade de um consumidor-gerador, pessoa física ou jurídica, é compensado ou creditado pela mesma unidade consumidora;

XIII - minigeração distribuída: central geradora de energia elétrica renovável ou de cogeração qualificada que não se classifica como microgeração distribuída e que

possua potência instalada, em corrente alternada, maior que 75 kW (setenta e cinco quilowatts), menor ou igual a 5 MW (cinco megawatts) para as fontes despacháveis e menor ou igual a 3 MW (três megawatts) para as fontes não despacháveis, conforme regulamentação da Aneel, conectada na rede de distribuição de energia elétrica por meio de instalações de unidades consumidoras;

XIV - Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE): sistema no qual a energia ativa é injetada por unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída na rede da distribuidora local, cedida a título de empréstimo gratuito e posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica ativa ou contabilizada como crédito de energia de unidades consumidoras participantes do sistema (ANEEL, 2023).

2.2.1 Consumidores Grupo A

Os consumidores de energia no Brasil são divididos em dois grupos: Grupo A, que é onde indústrias e hospitais são introduzidos e a tarifa é a binômica, ou seja, a cobrança pela demanda de potência e o consumo de energia elétrica são feitas de forma separadas. O Grupo B reúne, de modo geral, os consumidores residenciais e da zona rural, e a tarifa utilizada para cobrança nesse grupo é a monômica (ANEEL, 2021).

A ANEEL subdivide o Grupo A da seguinte maneira:

Tabela 1 – DIVISÃO TARIFÁRIA DO GRUPO A.

Subgrupo	Tensão de Fornecimento
A1	$\geq 230\text{kV}$
A2	88 a 138kV
A3	69kV
A4	2,3 a 25kV
AS	$\leq 2,3\text{kV}$

Fonte: ANEEL, (2021)

Segundo a (ANEEL, (2021), os postos tarifários do Grupo A seguem as seguintes divisões:

a) posto tarifário ponta: período composto por 3 horas diárias consecutivas definidas pela distribuidora considerando a curva de carga de seu sistema elétrico, aprovado

pela ANEEL para toda a área de concessão ou permissão, não se aplicando aos sábados, domingos, terça-feira de carnaval, sexta-feira da Paixão, Corpus Christi e aos feriados nacionais dos dias 1º de janeiro, 21 de abril, 1º de maio, 7 de setembro, 12 de outubro, 2 de novembro, 15 de novembro e 25 de dezembro;

b) posto tarifário intermediário: período de duas horas, sendo uma hora imediatamente anterior e outra imediatamente posterior ao horário de ponta, aplicado apenas para o grupo B; e

c) posto tarifário fora de ponta: período composto pelo conjunto das horas diárias consecutivas e complementares àquelas definidas nos postos ponta e, para o grupo B, intermediário (ANEEL, 2021).

A ANEEL (2021) ainda estabelece a tarifa horo-sazonal verde aos subgrupos A3, A4 e AS, que é definida por um valor referente a demanda contratada, independentemente do uso ou do horário, um outro valor de tarifa para o consumo de energia elétrica no horário de ponta, e um terceiro valor de tarifa para energia elétrica consumida no horário fora de ponta. O valor no horário de ponta pode chegar a custar 780% do valor fora de ponta, por esse motivo os consumidores pertencentes a esses grupos buscam alternativas para terem a sua demanda energética suprida durante o horário de ponta, como por exemplo o gerador a diesel.

Além disso, a demanda contratada é a realização de um contrato entre a concessionária de energia elétrica e a unidade consumidora onde são estabelecidas a potência ativa medida em kW (quilowatts) que será fornecida pela concessionária de energia elétrica de forma obrigatória e contínua, e o valor a ser pago pela unidade consumidora durante o período contratual (ANEEL, 2021).

2.2.2 Sistema tarifário

A Resolução Normativa da ANEEL n.º 1000/2021 define o sistema tarifário como um grupo de tarifas empregadas ao faturamento de energia elétrica. Dentro do grupo de tarifas há as classes e subclasses tarifárias, que variam de acordo com a modalidade em que as unidades consumidoras se enquadram. Essa resolução apresenta os deveres e direitos dos consumidores, e argumenta da importância da tarifa para o custeio operacional, e para que haja maior eficiência e qualidade dos serviços prestados (ANEEL, 2021).

O valor final a ser pago pelo consumidor de energia elétrica é composto das seguintes tarifas: energia gerada, dada transmissão mesma até a unidade consumidora, encargos setoriais,

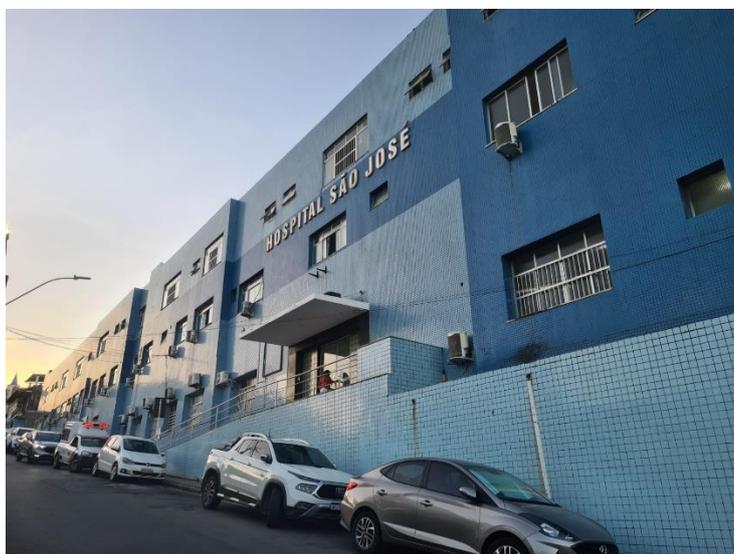
PIS/COFINS, ICMS e é adicionado uma porcentagem que varia de acordo com o local para custear a iluminação pública. As tarifas cobradas alteram conforme a concessionária de energia local e na classe em que o consumidor se enquadra (ANEEL, 2021).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Hospital São José

O Hospital São José (Figura 1) localizado no município de Ilhéus, atende a população ilheense há mais de um século. Fundado no ano de 1913, por determinação de um grupo de cidadãos conhecidos como Irmãos da Santa Casa de Misericórdia de Ilhéus, que se reuniram em assembleia e aprovaram o compromisso para criação da entidade. No dia 09 de dezembro de 1913, a Santa Casa de Misericórdia de Ilhéus recebeu um terreno localizado na Ladeira da Vitória, no centro de Ilhéus-BA, para que se construísse o Hospital São José. Com a colaboração dos ilheenses, o Hospital São José foi erguido e inaugurado 19 de setembro de 1920, com a finalidade de oferecer um serviço de melhor qualidade a população regional. Ainda hoje, seu funcionamento segue sendo de grande importância, prestando serviços médico-hospitalares a população (De Arruda, [s.d]).

Figura 1 – Hospital São José



Fonte: Dados da Pesquisa (2023).

3.2 Contextualização processual da pesquisa

Essa pesquisa se caracteriza como análise de viabilidade da implementação do sistema fotovoltaico no Hospital São José. Para melhor compreensão a pesquisa foi dividida nas seguintes etapas: i) Pesquisa bibliográfica para compreender no que diz respeito ao sistema fotovoltaico e a sua regulamentação; ii) estudo do hospital para verificar demanda contratada, consumo de energia elétrica, valor da fatura, localização geográfica e modelo que o hospital utiliza para suprir a sua necessidade energética; iii) dimensionamento fotovoltaico e, iv) análise do custo benefício da implementação do sistema fotovoltaico no Hospital São José.

3.3 Características do Hospital São José

O principal foco dessa análise é verificar se é vantajosa a implementação de um sistema fotovoltaico. O Hospital São José está enquadrado na modalidade horo-sazonal verde Grupo A4, tem uma demanda contratada de 380kW, conta com uma subestação abrigada onde contém três transformadores trifásicos de 320kVA, e um gerador a diesel que alimenta a carga do hospital em horário de ponta e quando há falta de energia da rede.

3.3.1 Modalidade horo-sazonal verde

Foi descrito na fundamentação teórica que se tratando dessa modalidade as tarifas são estabelecidas de acordo com o horário de consumo e da demanda contratada. Em resumo, é uma tarifa referente ao que foi consumido durante o horário de ponta, decretado pela concessionária, outra tarifa para o consumo fora do horário de ponta – todo horário diferente ao de ponta –, a tarifa da demanda contratada, a tarifa do uso do sistema de distribuição (TUSD) e os impostos PIS/COFINS e ICMS. Quando a demanda medida supera em 5% da demanda que foi contratada há a tarifa de ultrapassagem a ser considerada.

O valor da demanda contratada é calculado da seguinte forma:

$$\begin{aligned} & \text{Valor da demanda contratada (R\$)} \\ &= \frac{TUSD \times Demanda\ contratada(kW)}{\frac{1 - (PIS + COFINS)}{100} \cdot \left(1 - \frac{ICMS}{100}\right)} \end{aligned} \quad (1)$$

E quando há ultrapassagem:

$$\begin{aligned} & \text{Valor da demanda contratada com ultrapassagem (R\$)} \\ & = \frac{(2x TUSD x (Demanda ultrapassada - Demanda contratada))(kW)}{\frac{1 - (PIS + COFINS)}{100}} \\ & \qquad \qquad \qquad \frac{1 - \left(\frac{ICMS}{100}\right)}{1 - \left(\frac{ICMS}{100}\right)} \end{aligned} \quad (2)$$

O valor do consumo no horário de ponta precisa levar em consideração a tarifa de energia (TE) na ponta:

$$\begin{aligned} & \text{Valor do consumo no horário de ponta (R\$)} \\ & = \frac{(kW na ponta)x(TE + TUSD)}{\frac{1 - (PIS + COFINS)}{100}} \\ & \qquad \qquad \qquad \frac{1 - \left(\frac{ICMS}{100}\right)}{1 - \left(\frac{ICMS}{100}\right)} \end{aligned} \quad (3)$$

O valor do consumo no horário fora ponta:

$$\begin{aligned} & \text{Valor do consumo no horário fora ponta (R\$)} \\ & = \frac{(kW fora ponta)x(TE + TUSD)}{\frac{1 - (PIS + COFINS)}{100}} \\ & \qquad \qquad \qquad \frac{1 - \left(\frac{ICMS}{100}\right)}{1 - \left(\frac{ICMS}{100}\right)} \end{aligned} \quad (4)$$

Além desses valores são adicionados na fatura do consumidor a bandeira tarifária que representa custos eventuais na geração de energia, e contribuição de iluminação pública. Dito isso, o valor da fatura de energia do Grupo A4 horo-sazonal verde é composto da seguinte forma:

$$\begin{aligned} \text{Fatura} = & \text{R\$ Demanda contratada} + \text{R\$ kW na ponta} \\ & + \text{R\$ kW fora de ponta} \\ & + \text{R\$ Bandeira tarifária vigente} \\ & + \text{Contribuição de Iluminação Pública} \end{aligned} \quad (5)$$

A Figura 2 abaixo mostra os valores das tarifas sem tributação da modalidade horo-sazonal verde Grupo A4 de acordo com a Coelba, que é a concessionária responsável pela distribuição de energia elétrica no estado da Bahia, esses valores serão vigentes até 21/04/2024.

Figura 2 – Tarifa da modalidade horo-sazonal verde Grupo A4

Horo Sazonal VERDE			
A4			
Consumo Ativo na Ponta	2,61373000	0,43314000	3,04687000
Consumo Ativo Fora Ponta	0,08586000	0,26042000	0,34628000
Consumo Reativo Excedente		0,27538000	0,27538000
Demanda Ativa	38,95000000		38,95000000
Demanda Reativa Excedente	38,95000000		38,95000000
Ultrapassagem	77,90000000		77,90000000

Fonte: Coelba (2023).

3.3.2 Irradiação

A irradiação solar se refere a quantidade de energia solar que incide sobre uma superfície em um determinado período de tempo, ou seja, é quantidade de energia radiante emitida pelo sol e recebida em uma área específica (Gómez, 2018).

A energia a ser gerada por um sistema fotovoltaico está diretamente proporcional a irradiação solar do local. O Quadro 1 é possível verificar que segundo o CRESESB (2018) a média da irradiação solar mensal no plano horizontal do município de Ilhéus é de 5,01kWh/m².

Quadro 1 - Ferramenta de apoio ao dimensionamento de sistemas fotovoltaicos

Estação: Ilheus
Município: Ilheus , BA - BRASIL
Latitude: 14,801° S
Longitude: 39,149° O
Distância do ponto de ref. (14,788889° S; 39,048889° O):10,9 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
✓	Plano Horizontal	0° N	6,05	6,05	5,59	4,61	3,94	3,62	3,82	4,43	5,03	5,26	5,42	6,23	5,01	2,61
✓	Ângulo igual a latitude	15° N	5,59	5,80	5,64	4,92	4,41	4,15	4,34	4,83	5,19	5,13	5,07	5,69	5,06	1,65
✓	Maior média anual	11° N	5,74	5,90	5,66	4,86	4,30	4,03	4,22	4,75	5,17	5,19	5,18	5,86	5,07	1,87
✓	Maior mínimo mensal	30° N	4,89	5,28	5,41	4,97	4,65	4,47	4,63	4,98	5,08	4,76	4,51	4,91	4,88	,94

Fonte: CRESESB, (2023).

3.3.3 Gerador a Diesel

A função do gerador dentro de uma unidade hospitalar é garantir o seu pleno funcionamento energético em caso de falta da energia fornecida pela rede da concessionária. A ausência de um gerador em um hospital pode acarretar óbitos, visto que existem equipamentos que garantem a sobrevivência e que precisam estar sempre ligados. O Hospital São José conta com um gerador de potência 251kVA que funciona como suporte para rede da concessionária caso

ocorra instabilidade ou falta de energia, como também é usado durante o horário de ponta afim de amenizar os custos com energia elétrica.

3.4 Dimensionamento fotovoltaico

Com base nos dados expostos é possível dimensionar um projeto fotovoltaico. Sabe-se que a potência do sistema fica limitada a demanda contratada, então a potência máxima de inversores que pode haver é de 380kW. Em posse dessa informação é possível contabilizar a quantidade de módulos de acordo com a sua potência, e conseqüentemente como produto da potência e quantidade dos módulos divididos por 1.000 obtemos o kWp (quilowatt pico), que se refere ao máximo de produção de energia que o sistema fotovoltaico é capaz de atingir.

O cálculo da estimativa mensal de geração do sistema é dado da seguinte forma:

$$\begin{aligned} & \text{kWp} \times \text{kWh/m}^2 \times 30(\text{dias do mês}) \\ & \times 0,8(\text{margem de perda de geração}) \end{aligned} \quad (6)$$

No anexo A, o orçamento realizado pela empresa Ennergy Sol, é possível verificar que de acordo com a demanda contratada pelo Hospital São José é possível instalar 876 módulos de 555W, 5 inversores de 75kW, que conforme o datasheet que está no Anexo B tem um overload de 30%, tendo assim um sistema de 486,18kWp.

3.5 Análise financeira

Além dos módulos, inversores e a *string box*, há outros fatores que agregam no valor final de um orçamento de sistema fotovoltaico, como cabos, instalação, estrutura de fixação dos módulos e projeto. Para constatar se a implementação do sistema é ou não viável, utiliza-se o indicador econômico chamado de Payback. Ele determina em quanto tempo o investimento terá retorno e se dá pela seguinte equação:

$$\text{Payback Simples} = \frac{I_0(\text{Valor do Investimento})}{R_t(\text{Fluxo de caixa líquido do período})} \quad (7)$$

Além do Payback se faz necessário entender outras variáveis como o TIR (Taxa Interna de Retorno), que deve ter seu ganho maior que a caderneta da poupança, e a porcentagem maior que a taxa da SELIC, quando essas condições não ocorrem o investimento não é viável. Outras

variáveis são o VPL (Valor Presente Líquido), método que avalia o investimento realizado a longos prazos, e o IBC (Índice de Lucratividade) que contabiliza o ganho do capital por cada unidade investida. Vale pontuar também que a taxa do Sistema Especial de Liquidação e de Custódia (SELIC), durante o período da pesquisa é de 12,25% ao ano, além do IPCA acumulado no ano de 2023 que até o presente momento de realização da pesquisa é de 3,23%.

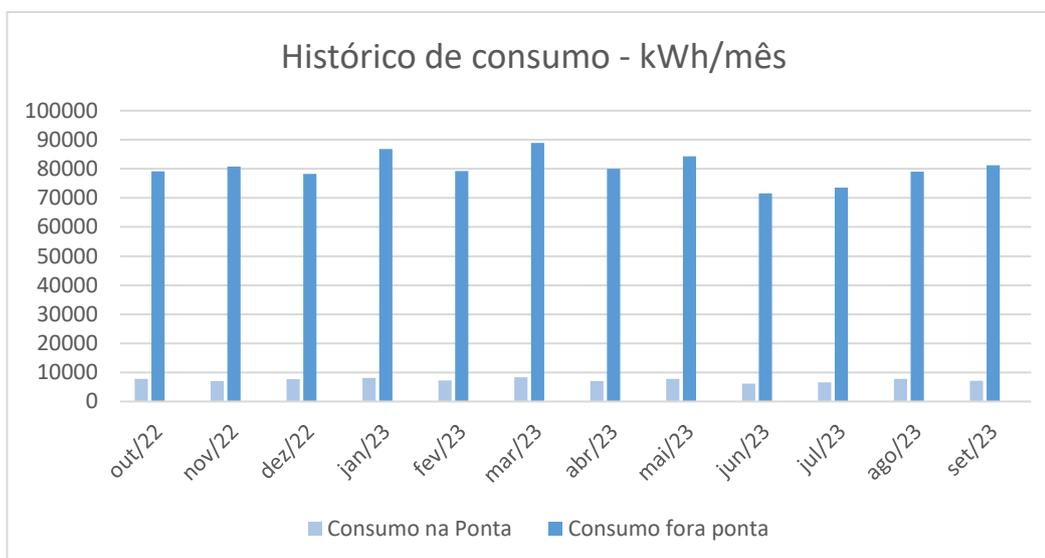
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir de agora serão apresentados os resultados obtidos durante a análise de viabilidade da implementação do sistema fotovoltaico no Hospital São José de acordo com a metodologia que foi proposta, bem como a avaliação do autor sobre os resultados obtidos.

4.1 Geração

Foi visto que para dimensionar um sistema fotovoltaico é necessário compreender as necessidades do cliente, e as especificações. Utilizou-se as faturas de energia do hospital para verificação do seu consumo de energia elétrica, que no período de doze meses (Figura 3).

Figura 3 – Histórico do consumo de energia



Fonte: Coelba (2022-2023).

O consumo médio fora da ponta do hospital é de 80.253,33kWh/m. Seria necessária uma geração diária de 2.675,11kWh para suprir o consumo no horário de ponta, com esse objetivo e considerando a irradiação solar de Ilhéus que é 5,01kWh/m², precisariam ser instaladas

aproximadamente 1.206 módulos fotovoltaico de 555W e inversores com uma potência total de 525kW levando em consideração 30% de *overload*. Esse esquema não seria viável financeiramente para o Hospital São José, uma vez que a potência do sistema fotovoltaico não pode ser superior a demanda contratada, e, que para todo o consumo fora ponta ser abatido, o hospital além do investimento no sistema solar, precisaria também modificar a sua infraestrutura elétrica, somado ao pagamento da demanda contratada, do consumo no horário de ponta, e os encargos, gerando um custo elevado.

Dito isso, preferiu-se que o sistema fosse dimensionado de acordo com atual demanda contratada do hospital, de maneira que a implementação do sistema se torne mais viável. A realização do dimensionamento se baseou nos 380kW de demanda do hospital, compondo um sistema de 486,18kWp.

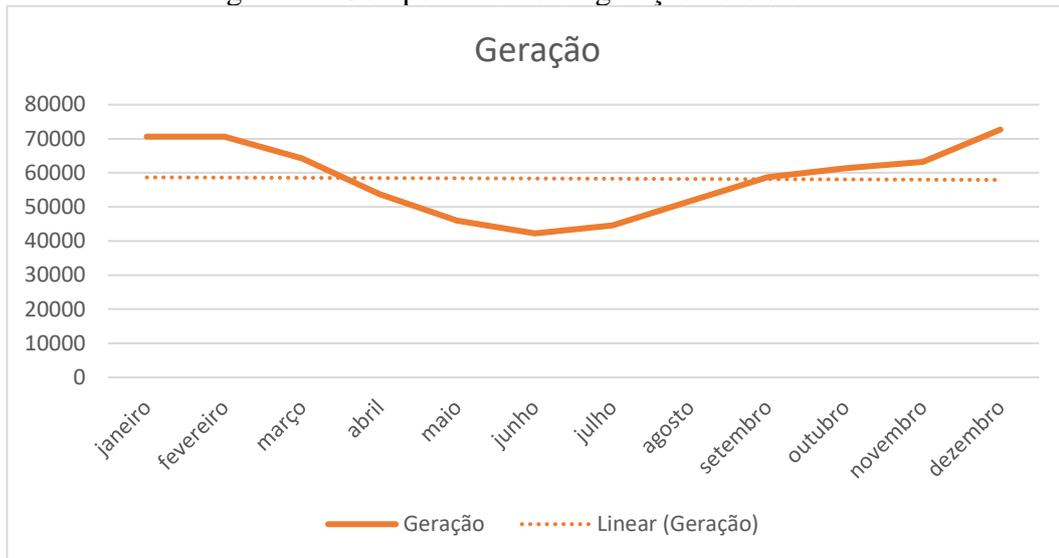
Tabela 2 – Especificações do sistema com Base no Anexo A.

Potência	486,18kWp
Módulos	Sunova
Potência dos Módulos	555W
Quantidade de Módulos	876
Inversor	Deye
Potência total dos Inversores	380k/W
Quantidade de Inversores	8
% de perda do sistema	20%

Fonte: Dados do Energysol (2023).

A estimativa do comportamento de geração desse sistema durante o ano na cidade de Ilhéus, levando em consideração a irradiação solar no plano horizontal apresentado conforme a Figura 4.

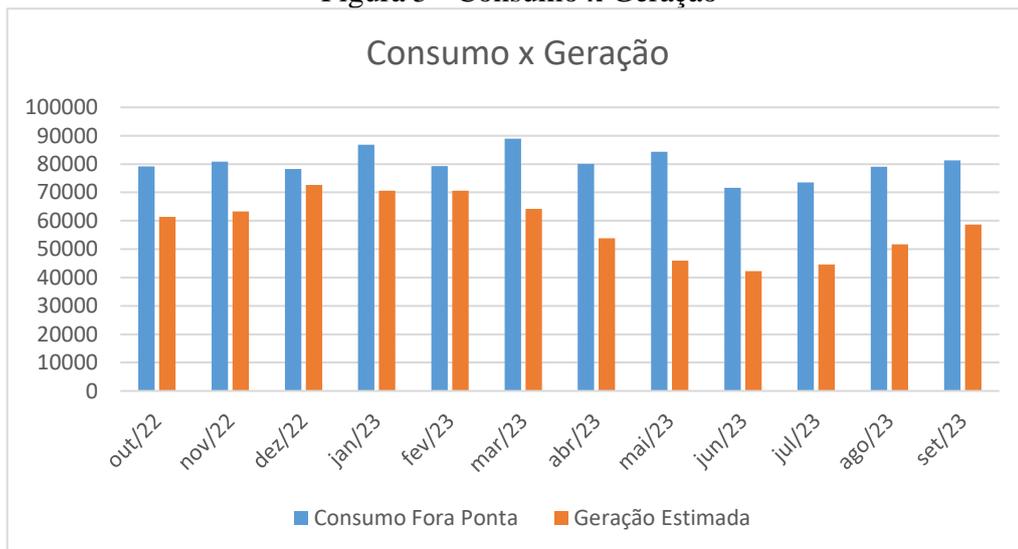
Figura 4 – Comportamento da geração do sistema



Fonte: Dados do Energysol (2023).

Ao verificar a curva de geração do sistema é possível observar uma variação entre os meses abril a agosto. Essa característica pode ser atribuída diretamente a fatores climáticos, e nos meses da estação verão há um aumento significativo na geração dada pela maior exposição solar dos equipamentos. Essas informações são importantes para compreensão da variação de geração ao longo do ano, e, por esse motivo é fundamental levar em consideração a sazonalidade que pode afetar a produção de energia do sistema fotovoltaico, por isso foi considerada uma margem de ineficiência de 20%.

Figura 5 - Consumo x Geração



Fonte: Dados do Energysol (2023).

A média de geração do sistema é de 58.458,28kWh/m, enquanto a de consumo fora ponta é de 80.253,33kWh/m, ou seja, uma média de 21.795,05kWh/m, conforme Figura 6, precisará ser suprida pela rede da concessionária mensalmente, que apesar de não suprir todo o consumo fora ponta já é possível visualizar a economia que a implementação do sistema trará. Tendo em vista que o valor do kW fora ponta na Coelba é de 0,38 o custo médio do hospital destinado a pagar consumo fora ponta seria de R\$7.547,18.

4.2 Manutenção

Ao longo dos anos, o sistema vai se degradando aos poucos, estima-se uma perda de eficiência dos módulos de 20% no período de 25 anos. Durante a vida útil do sistema fatores externos podem interferir na geração, como por exemplo a sujidades e resíduos nos módulos, visto que é um equipamento que fica exposto, por isso há necessidade de manutenção periódica no sistema, evitando maiores desgastes, perdas financeiras e garantindo a operação adequada. Outros pontos importantes na manutenção são: análise preditiva que evita danos maiores; a segurança operacional que reduz os riscos de falhas e de acidentes elétricos; proteção de investimento garantindo que o sistema opere de modo eficaz ao percorrer dos anos. Sabendo-se que há degradação do sistema em 0,80% por ano a manutenção periódica do sistema promove maximização da eficiência, confiabilidade e durabilidade.

4.3 Conexão à rede da concessionária

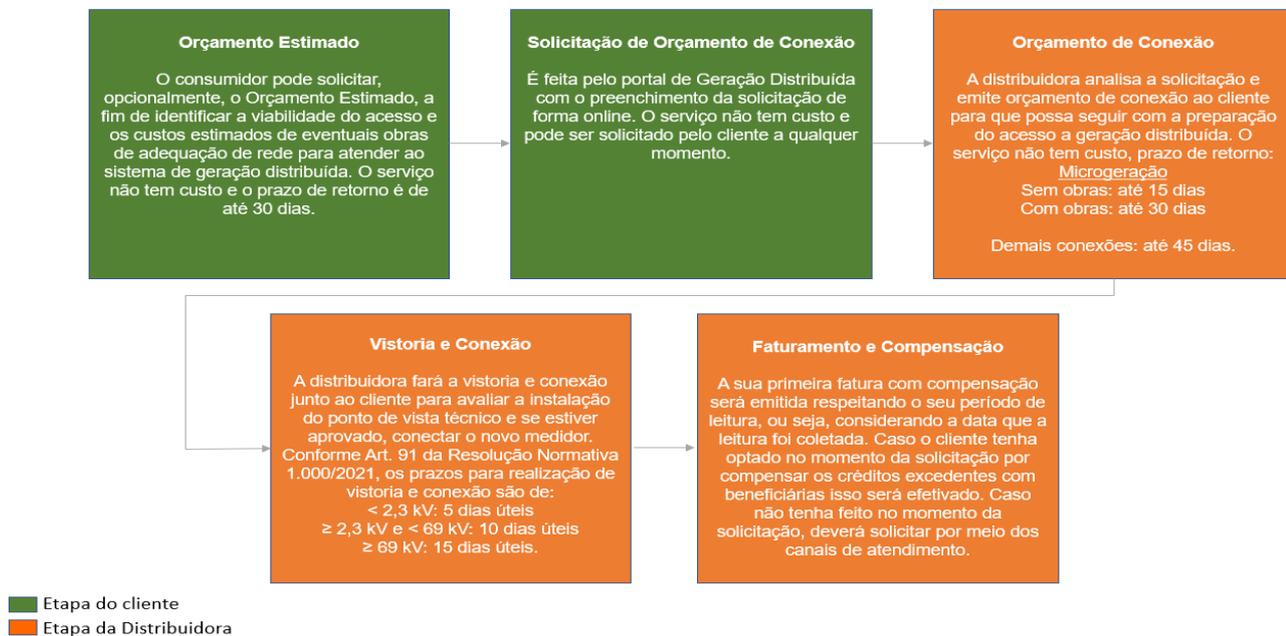
As concessionárias possuem requisitos técnicos para que haja conexão de usinas minigeradoras ao sistema de distribuição. Na Coelba esses requisitos incluem:

- Obediência as normativas, regulamentações e resoluções da Agência Nacional de Energia Elétrica, juntamente com diretrizes determinadas pela Coelba;
- Limite da capacidade da usina, para que não haja danos na rede local da concessionária, gerando problemas na qualidade do fornecimento de energia;
- Procedimentos administrativos, como o pagamento das taxas aplicadas e o envio de formulários para solicitar a conexão;
- Dispositivos de proteção que garanta a segurança dos operadores da rede, do sistema fotovoltaico e dos consumidores;

- Conformidade entre os equipamentos descritos no projeto enviado para a concessionária e a instalação, o que inclui marcas e potência dos módulos, inversores (Neoenergia, 2016).

Após a aprovação do projeto e a instalação do sistema é feita a inspeção do sistema pela concessionária, que caso esteja em conformidade com os requisitos estabelecidos o relógio convencional do medidor é substituído pelo relógio bidirecional. A Figura 6 é o fluxograma utilizado pela concessionária para a conexão da usina na rede.

Figura 6 – Fluxograma para conexão à rede



Fonte: Neoenergia (2023).

4.4 Benefícios Ambientais

A implementação do sistema fotovoltaico promove uma série de benefícios, dentre eles é a redução na emissão dos gases de efeito estufa, como o CO₂ que contribui para o aquecimento global; melhoria na qualidade do ar, reduzindo problemas respiratórios causados pela poluição do ar; durante o ciclo de vida os resíduos poluentes e nocivos ao meio ambiente são consideravelmente menores em comparação com outras fontes de energia; descentralização energética, reduzindo o uso das fontes de energia não renováveis. A implementação desse

sistema, além dos benefícios imediatos em termos financeiros também desempenha um papel fundamental na promoção e um futuro sustentável para as gerações seguintes. Ao adotar práticas verde o hospital promove práticas de saúde preventiva.

4.5 Análise financeira

Uma avaliação foi realizada para constatar a viabilidade da implementação do sistema fotovoltaico no Hospital São José. Essa avaliação permitiu computar o investimento, o potencial de retorno financeiro, as despesas operacionais e os benefícios que são esperados. Dito isso, a finalidade dessa análise é obter informações para estimar riscos e benefícios do investimento e determinar se o sistema fotovoltaico é viável do ponto de vista econômico.

A Tabela 2, é possível verificar o custo de energia do Hospital São José durante 12 meses.

Tabela 2 – Custo de doze meses do hospital com energia elétrica

MÊS	Valor da Fatura (R\$)
Outubro/2022	R\$ 87.518,09
Novembro/2022	R\$ 84.369,02
Dezembro/2022	R\$ 87.295,80
Janeiro/2023	R\$ 94.484,88
Fevereiro/2023	R\$ 86.476,25
Março/2023	R\$ 96.692,49
Abril/2023	R\$ 85.371,18
Mai/2023	R\$ 89.829,19
Junho/2023	R\$ 78.377,36
Julho/2023	R\$ 80.498,34
Agosto/2023	R\$ 87.609,23
Setembro/2023	R\$ 85.997,53

Fonte: Coelba

A média mensal de recursos financeiros destinados a quitação de conta de energia pelo hospital é de R\$ 87.043,03. Com os dados obtidos é possível fazer observações pontuais como mostra a Tabela 3.

Tabela 3 – Dados obtidos em termos de Investimento.

Ano	0	1	2	3	4
Investimento inicial	R\$ 1.550.000,00				
Economia Anual		R\$ 283.795,08	R\$ 281.524,71	R\$ 279.272,52	R\$ 277.038,34
Manutenção		R\$ 22.000,00	R\$ 22.000,00	R\$ 22.000,00	R\$ 22.000,00

Ano	5	6
Investimento inicial		
Economia Anual	R\$ 274.822,03	R\$ 272.623,45
Manutenção	R\$ 22.000,00	R\$ 22.000,00

Fonte: Dados da Pesquisa (2023).

Considerando os valores atuais das tarifas no primeiro ano a economia será de R\$23.649,59/mês, totalizando uma economia anual de R\$283.795,08. A partir do segundo ano foi considerado uma depreciação anual de 0,80% devido a redução da eficiência do sistema ao longo do tempo. Além do valor anual destinado a manutenção do sistema que deve ser levado em consideração ao calcular o retorno do investimento.

O tempo para o retorno do investimento foi estimado em 5 anos e 7 meses. Isso significa que ao final desse período a economia gerada pela redução dos gastos com energia elétrica seria suficiente para cobrir o valor do investimento inicial, e como resultado economia para o Hospital São José nos anos seguintes.

A empresa responsável pela realização do orçamento conta com a plataforma Solar Next, que a partir de dados como consumo mensal de energia, demanda contratada, valor do kWh na ponta e fora ponta, valor da demanda contratada, grupo e modalidade da unidade consumidora, e o valor do orçamento, revela o quão viável é o sistema e o tempo estimado para o retorno do investimento. No Anexo A é possível analisar de forma mais minuciosa a viabilidade econômica.

A análise de viabilidade realizada no Hospital São José revelou dados significativos quanto aos benefícios econômicos e socioambientais. Considerando um período de 6 anos, os números demonstram a relevância da implementação do sistema fotovoltaico para o hospital. Assim os resultados obtidos reafirmam a importância da adoção de fontes renováveis, como a

energia solar fotovoltaica, e isso não apenas na redução de custos operacionais, mas também na promoção da sustentabilidade no âmbito hospitalar.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Brasil é um país que atualmente está passando por uma crise energética, a falta de chuva tem gerado importantes discussões e a busca por alternativas mais eficientes e sustentáveis tem se tornado cada vez mais urgente, uma vez que a matriz energética do Brasil são as hidrelétricas. A abundância em irradiação solar no Brasil impulsiona o crescimento da energia solar fotovoltaica

Através do retrato de consumo do Hospital São José foi possível estabelecer o sistema fotovoltaico que melhor atendesse a sua demanda. O dimensionamento realizado pela empresa Ennergy Sol com a intenção de abater o consumo do horário fora ponta tem a capacidade de geração mensal de 61.247,27kWh/m, essa geração permite uma economia mensal esperada de 28.917,79 no valor da fatura de energia.

É importante ressaltar que a análise foi realizada de acordo com o orçamento de uma empresa, os dados podem alterar de acordo com os orçamentos de outras empresas, e assim obter-se resultados diferentes dos registrados nessa análise. Contudo, é possível a partir dos resultados obtidos expor as melhorias que o uso desse sistema fornece ao hospital.

A implementação do sistema no Hospital São José permitiria realocar parte do recurso destinados ao pagamento de faturas de energia para melhorias em outros setores do hospital. O curto prazo para esse evidenciar o retorno financeiro deixa a adoção desse sistema muito mais atrativo. Além de contribuir com redução dos gases de efeito estufa, trazendo benefícios ambientais evitando maiores degradações ambientais.

Deseja-se que este trabalho incentive os hospitais a procurarem e investirem em soluções energéticas provenientes de fontes limpas, contribuindo para um futuro mais econômico e ambientalmente consciente, impactando positivamente na eficiência energética nesses prédios.

Recomenda-se para pesquisas futuras um estudo mais aprofundado em relação a infraestrutura necessária para instalação do sistema fotovoltaico co contexto hospitalar, levando em consideração a arquitetura em que ficarão dispostos os módulos solares e a angulação em que serão instalados para melhor aproveitamento do sistema.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA. NBR 10899: **Energia solar fotovoltaica – Terminologia**. Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <<https://www.target.com.br/produtos/normas-tecnicas/29243/nbr10899-energia-solar-fotovoltaica-terminologia>>. Acesso em: 11 set de 2023.
- ABNT. NBR IEC 62116: **Sistemas de energia fotovoltaica – Procedimentos de ensaio de qualificação para dispositivos de proteção contra sobretensões**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <<https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/31603/abnt-nbriec62116-procedimento-de-ensaio-de-anti-ilhamento-para-inversores-de-sistemas-fotovoltaicos-conectados-a-rede-eletrica>>. Acesso em: 20 nov. 2023.
- ANEEL. **Agência Nacional de Energia Elétrica aprova 14 propostas de Projetos de Eficiência Energética em Hospitais Públicos ou Certificados pelo CEBAS**. Disponível em: <<https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2022/aneel-aprova-14-propostas-de-projetos-de-eficiencia-energetica-em-hospitais-publicos-ou-certificados-pelo-cebas>>. Acesso em: 16 nov. 2023.
- ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa ANEEL- REN nº 482**, de 17 de abril, de 2012. Disponível em: <<https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2023.
- ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa ANEEL- REN nº 1.000**, de 7 de dezembro, de 2021. Disponível em: <<https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20211000.pdf>>. Acesso em: 16 nov. 2023
- ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa ANEEL- REN nº 1.059**, de 7 de fevereiro, de 2023. Disponível em: <<https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20231059.pdf>>. Acesso em: 16 nov. 2023.
- ANATEL. **Hospital Escola instala painéis solares no prédio de internação**. 03 mar 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/ebserh/pt-br/hospitais-universitarios/regiao-sul/he-ufpel/comunicacao/noticias/hospital-escola-instala-paineis-solares-no-predio-de-internacao>>. Acesso 20 nov. 2023
- ANATEL. **Primeira etapa da Usina Solar Fotovoltaica do Hospital da Rede Ebserh em Recife (PE) é inaugurada nesta sexta-feira (20)**. Disponível em:

< <https://www.gov.br/ebserh/pt-br/comunicacao/noticias/primeira-etapa-da-usina-solar-fotovoltaica-do-hospital-da-rede-ebserh-em-recife-pe-e-inaugurada-nesta-sexta-feira-20>>.

Acesso em 14 out. 2023.

BRASIL. **Lei Nº 14.300, de 06 de janeiro de 2022**. Institui o marco legal da microgeração e minigeração distribuída, o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) e o Programa de Energia Renovável Social (PERS). Brasília, DF: Presidência da República, 2022.

CRESESB. **Centro de referência para as energias solar e eólica Sergio de S. Brito**. 25 de janeiro de 2018. Disponível em: <<https://cresesb.cepel.br/index.php#data>>. Acesso em: 15 nov. 2023.

DE ARRUDA , J. A. P. **Nossa História**. Disponível em:

<<https://universoadrenalina.wixsite.com/santacasadeilheus/nossa-historia>>. Acesso em: 12 ago. 2023.

DEVENS, G. L. **Projeto de Eficiência Energética Aplicado ao Hospital Margarida**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso. Departamento de Engenharia Elétrica, Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas, Universidade Federal de Ouro Preto. João Monlevade/MG. Disponível em:

<https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/217/1/MONOGRAFIA_ProjetoEfici%c3%aanciaEnerg%c3%a9tica.pdf>. Acesso em: 21 set. 2023.

FEITOSA, D. **Análise comparativa de geração entre tecnologia de microinversores e inversor string em um sistema fotovoltaico conectado à rede localizado em**

Fortaleza/CE. Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Elétrica, curso de graduação em Engenharia Elétrica 2022. Disponível em:

<https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/67611/3/2022_tcc_dfeitosa.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2023.

GASPARIN, F. B. et al. **A Influência de Políticas Públicas para o Progresso da Geração Solar Fotovoltaica e Diversificação da Matriz Energética Brasileira**. Revista Virtual de Química, v. 14, n. 1, p. 77–81, 2022.

GÓMEZ, J. M. R. et al. A irradiância solar: conceitos básicos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, n. 3, p. e3312, 2018.

HSI. **Hospital Santa Izabel celebra Dia Mundial do Meio Ambiente com sólidas ações de comprometimento socioambiental**. Disponível em:

<<https://www.hospitalsantaizabel.org.br/noticias/2018/06/04/hsi-celebra-dia-mundial-do-meio-ambiente-com-solidas-acoes-de.html>>. Acesso em: 16 nov. 2023.

JUNIOR, J. J. **Sistemas fotovoltaicos conectados a redes de distribuição urbanas: sua influência na qualidade da energia elétrica e análise dos parâmetros que possam afetar a conectividade**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC. 2010. Disponível em: <https://fotovoltaica.ufsc.br/Teses/Tese_Jair_Urbanetz_Junior.pdf>. Acesso em: 05 de ago de 2023.

MONTENEGRO, A. DE A. **Avaliação do retorno do investimento em sistemas fotovoltaicos integrados a residências unifamiliares urbanas no Brasil**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis. 2013.

NEOENERGIA. NOR.DISTRIBU-ENGE-0111: **Conexão de Minigeradores ao Sistema de Distribuição**. 19 de dezembro de 2016. Disponível em: <<https://clientescorporativos.neoenergiacoelba.com.br/informacoes/Paginas/gd-neoenergiacoelba.aspx>>. Acesso em 16 nov. 2023.

NOURDINE, B.; SAAD, A. *About energy efficiency in Moroccan health care buildings*. Materials Today: Proceedings, 2020.

PNE. **Plano Nacional de Energia 2050 Empresa de Pesquisa Energética - EPE. 2020**. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Plano-Nacional-de-Energia-2050>>. Acesso em: 04 set. 2023.

PRANGE, N. G. **Análise de Desempenho de Sistemas Fotovoltaicos Baseados em Silício Monocristalino e Policristalino**. Disponível em: <<https://repositorio-api.animaeducacao.com.br/server/api/core/bitstreams/709fbff6-f4ec-4a31-99d1-b49959d0f9f9/content>>. Acesso em: 21 nov. 2023.

PRUDENTE, T. A. **Gestão da energia elétrica no hospital santa izabel (ba): eficiência do consumo e autogeração renovável**. Disponível em: <https://cdn.hospitaissaudaveis.org/uploads/anexos/PAMA2019_117-Efici%C3%Aancia_consumo_autogera%C3%A7%C3%A3o-HSI-BA.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2023.

PARTNERS IN HEALTH. *Solar panels arrive at mirebalais national teaching hospital*. 2012. Disponível em: <<https://www.pih.org/article/solar-panels-arrive-at-mirebalais-national-teaching-hospital>>. Acesso em: 16 nov. 2023.

TOLMASQUIM, M. T. Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica. [s.l.] Empresa de Pesquisa Energética (EPE), 2016.

TONIN, F. S. **Caracterização de sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica, na cidade de Curitiba**. 2017. 130 f. Dissertação – Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Energia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

VILLALVA, M. G. **Energia Solar Fotovoltaica - Conceitos e Aplicações**. Editora Érica, 2012.

ANEXO A – PROPOSTA COMERCIAL



PROPOSTA COMERCIAL

CLIENTE: IRMANDADE DA SANTA CASA DE M. EM ILHÉUS
PROPOSTA: #261408
CIDADE: Ilhéus/Bahia
DATA: 26/10/2023





INFORMAÇÕES DO CLIENTE

Proposta Nº 261408

Nome do Cliente: IRMANDADE DA
SANTA CASA DE M. EM ILHÉUS
E-mail:
CNPJ: 14.168.470/0001-73

Contato: (73) 3234-5750
Endereço: RUA D. MANOEL
PAIVA 1
Cidade: Ilhéus
Estado: Bahia

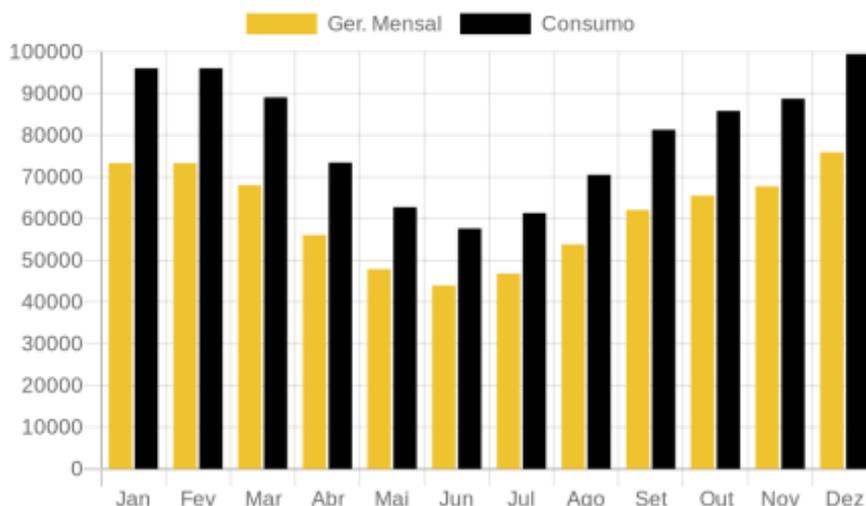
Consumo Médio: 80.253,30 kWh
Geração Média Estimada Mensal: 58.458,28 kWh
Economia mensal esperada: R\$ 23.649,59
Economia Esperada (%): 27,2 %
Data de Criação: 26/10/2023 Validade:
03/11/2023

Tipo de Conexão: Trifásico
Data de Criação: 26/10/2023
Validade da Proposta: 03/11/2023

DIMENSIONAMENTO

Potência Instalada: **486,18 kWp** Área Utilizada: **2.268,84 M²** Tipo de Estrutura: **FIBROCIMENTO PARAFUSO P/MADEIRA**

GERAÇÃO DE ENERGIA





COMPONENTES DO SISTEMA

PLACA SOLAR



Painel Sunova 555W

INVERSOR



INVERSOR DEYE SUN 30K - G e DEYE SUN 50K - G

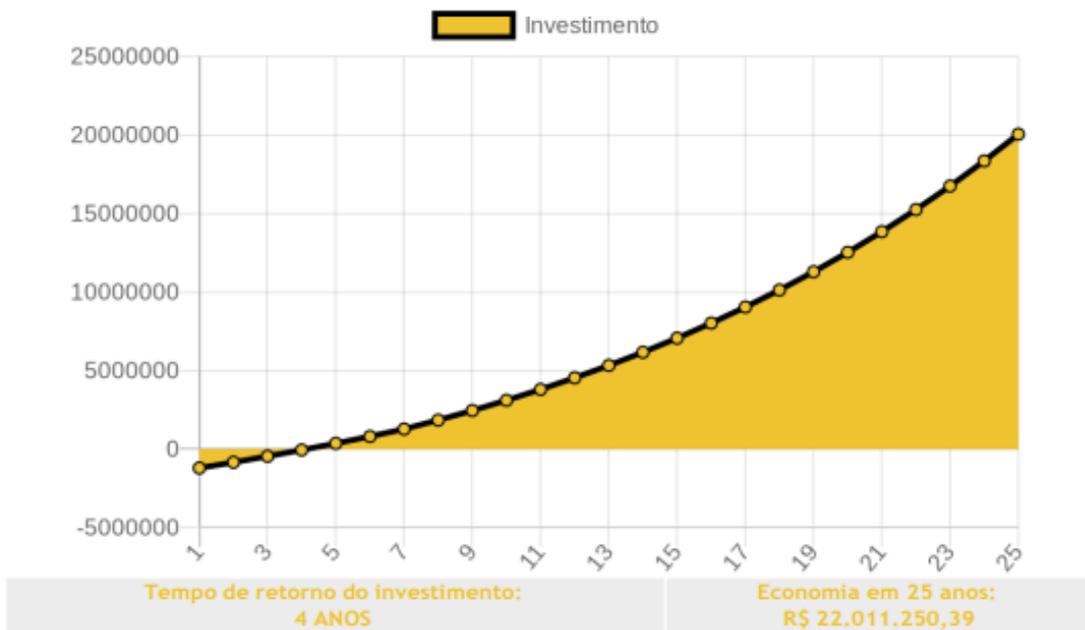
ITEM	QUANTIDADE
Painel Sunova 555W	876
INVERSOR DEYE SUN 50K - G	7
INVERSOR DEYE SUN 30K - G	1
STRING BOX	8
Projeto & Instalação	Incluso

VALOR TOTAL DO PROJETO: R\$ 1.550.000,00

Todos os demais materiais necessários para instalação, como estrutura de fixação e materiais elétricos estão inclusos.



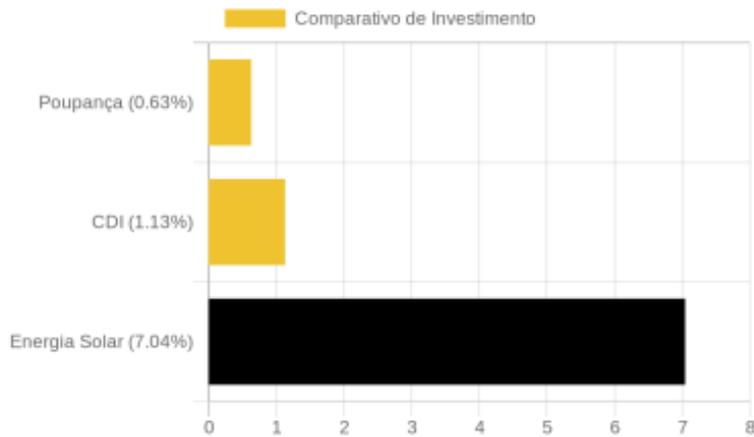
RETORNO DO INVESTIMENTO



ANÁLISE FINANCEIRA

Valor da Proposta: R\$ 1.550.000,00
Tempo de vida mínima: 25 Anos

Taxa de inflação anual: 7% ao ano
Perda de eficiência do sistema: 20% em 25 anos





VALOR DA ENERGIA MENSAL

VALOR DA ENERGIA (Mensal)				
Ano	Com Geração	Sem Geração	Economia %	Economia Mensal
2023	R\$53.078,18	R\$81.995,45	35.27%	R\$28.917,27
2024	R\$57.463,28	R\$87.846,64	34.59%	R\$30.383,36
2025	R\$62.213,29	R\$94.115,38	33.90%	R\$31.902,09
2026	R\$67.358,73	R\$100.831,45	33.20%	R\$33.472,72
2027	R\$72.932,72	R\$108.026,79	32.49%	R\$35.094,07
2028	R\$78.971,13	R\$115.735,58	31.77%	R\$36.764,45
2029	R\$84.800,22	R\$123.994,47	31.61%	R\$39.194,25
2030	R\$91.573,87	R\$132.842,71	31.07%	R\$41.268,85
2031	R\$98.338,96	R\$142.322,37	30.90%	R\$43.983,41

VALOR DA ENERGIA ANUAL

VALOR DA ENERGIA (Anual)				
Ano	Com Geração	Sem Geração	Economia %	Economia Anual
2023	R\$636.938,15	R\$983.945,37	35.27%	R\$347.007,22
2024	R\$689.559,35	R\$1.054.159,71	34.59%	R\$364.600,36
2025	R\$746.559,43	R\$1.129.384,55	33.90%	R\$382.825,12
2026	R\$808.304,80	R\$1.209.977,43	33.20%	R\$401.672,63
2027	R\$875.192,64	R\$1.296.321,42	32.49%	R\$421.128,79
2028	R\$947.653,51	R\$1.388.826,92	31.77%	R\$441.173,41
2029	R\$1.017.602,63	R\$1.487.933,61	31.61%	R\$470.330,98
2030	R\$1.098.886,39	R\$1.594.112,55	31.07%	R\$495.226,16
2031	R\$1.180.067,49	R\$1.707.868,42	30.90%	R\$527.800,93



TERMOS E CONDIÇÕES

- Os equipamentos informados em proposta podem ser alterados para outras marcas similares devido a disponibilidade, mas sem afetar a eficiência do projeto.
- Ciente das condições acima apresentados, autorizo a vistoria técnica final e a emissão de contrato de prestação do serviço e assumo que em caso de desistência da proposta comercial apresentado o contratante arcará com a taxa de vistoria e despesas de deslocamento no valor de R\$2.500,00.
- Este Contrato será regido pelas leis que abrangem o Ordenamento Jurídico brasileiro em todas as suas questões, dúvida ou controvérsia que se originar, nos termos do/ou em relação ao presente Contrato, inclusive, mas não se limitando à sua validade, interpretação e cumprimento, serão resolvidos pelo Foro da Comarca da Cidade de Ilhéus - Bahia, com a expressa exclusão de qualquer outro Foro ou juízo, por mais privilegiado que seja. E, por estarem assim justas e acertadas, as partes firmam o presente Contrato.
- Estão fora do escopo de serviço e fornecimento os itens descritos abaixo:
- Execução e adequação de qualquer obra civil
- Possíveis instalações de sistemas de aterramento ou adequação de rede elétrica
- Adequações de Padrão de entrada de energia ou na rede da companhia de energia solicitadas pela mesma.

OBSERVAÇÕES

Proposta válida até 03/11/2023.

Ilhéus, Bahia, 26/10/2023.

Assinatura do Integrador

Assinatura do Cliente
14.168.470/0001-73



Matriz: Av. N sra Aparecida, n 843, bairro Sao Francisco: CEP: 45655-100, Ilheus, BA

Telefone: (73) 99946-7356

E-mail: ennergysolcomercial@gmail.com

Site: <https://ennergysolenergisol.com.br/>

ANEXO B – DATASHEET DOS INVERSORES

Model	SUN-30K-G03	SUN-33K-G03	SUN-35K-G03	SUN-40K-G03	SUN-45K-G03	SUN-50K-G03
Input Side						
Max. DC Input Power (kW)	39	42.9	45.5	52	58.5	65
Max. DC Input Voltage (V)	1000					
Start-up DC Input Voltage (V)	250					
MPPT Operating Range (V)	200~850					
Max. DC Input Current (A)	40+40	40+40+40	40+40+40	40+40+40	40+40+40	40+40+40+40
Number of MPPT / Strings per MPPT	2 / 3	3 / 3	3 / 3	3 / 3	3 / 3	4 / 3
Output Side						
Rated Output Power (kW)	30	33	35	40	45	50
Max. Active Power (kW)	33	36.3	38.5	44	49.5	55
Rated AC Grid Voltage (V)	230 / 400					
AC Grid Voltage Range (V)	277Vac~460Vac (this may vary with grid standards)					
Rated Grid Frequency (Hz)	50 / 60 (Optional)					
Operating Phase	Three phase					
Rated AC Grid Output Current (A)	43.5	47.8	50.7	58	65.2	72.4
Max. AC Output Current (A)	47.8	52.8	55.8	63.8	71.7	79.7
Output Power Factor	0.8 leading to 0.8 lagging					
Grid Current THD	<2%					
DC Injection Current (mA)	<0.5%					
Grid Frequency Range	47~52 or 57~62 (Optional)					
Efficiency						
Max. Efficiency	98.7%					
Euro Efficiency	98%					
MPPT Efficiency	>99%					
Protection						
DC Reverse-Polarity Protection	Yes					
AC Short Circuit Protection	Yes					
AC Output Overcurrent Protection	Yes					
Output Overvoltage Protection	Yes					
Insulation Resistance Protection	Yes					
Ground Fault Monitoring	Yes					
Anti-islanding Protection	Yes					
Temperature Protection	Yes					
Integrated DC Switch	Yes					
Remote software upload	Yes					
Remote change of operating parameters	Yes					
Surge protection	DC Type II / AC Type II					
General Data						
Size (mm)	647.5Wx537Hx303.5D					
Weight (kg)	44.5					
Topology	Transformerless					
Internal Consumption	<1W (Night)					
Running Temperature	-25~65°C					
Ingress Protection	IP65					
Noise Emission (Typical)	<45 dB					
Cooling Concept	Smart cooling					
Max. Operating Altitude Without Derating	2000m					
Designed Lifetime	>20 years					
Grid Connection Standard	EN50549, IEC61727, VDE 0126-1-1, IEC62109-1-2					
Operating Surroundings Humidity	0-100%					
Safety EMC / Standard	IEC62109-1/-2, EN61000-6-1, EN61000-6-3					
Features						
DC Connection	MC-4 mateable					
AC Connection	IP65 rated plug					
Display	LCD 240 x 160					
Interface	RS485/RS232/Wifi/LAN					

Fonte: Deye