



INTEGRAÇÃO SOLAR: ABASTECIMENTO SUSTENTÁVEL DE CARROS ELÉTRICOS EM CONDOMÍNIOS

MACHADO, Luiza Morato¹
Centro Universitário Academia - UniAcademia
ABRITTA, Camila do Carmo Almeida²
Centro Universitário Academia – UniAcademia

Linha de pesquisa: Eficiência Energética

RESUMO

Este estudo investiga a integração entre a geração de energia solar e o abastecimento de veículos elétricos em residências, com ênfase no uso de fontes de energia renováveis, no armazenamento de energia e na implementação de estações de carregamento em condomínios inteligentes. Será realizada uma análise do eletroposto que utiliza a energia solar como fonte primária, incluindo uma discussão sobre os equipamentos essenciais, como painéis solares e baterias, além dos diferentes modos de carregamento de veículos elétricos, que englobam tecnologias de carregamento rápido e de baixa potência. Por fim, serão apresentados os benefícios e as aplicações dessa integração em condomínios, bem como as possíveis falhas e problemas que o sistema pode enfrentar.

Palavras-chave: Eficiência energética. Energia Solar. Eletroposto. Veículo Elétrico.

1 INTRODUÇÃO

O propósito deste estudo é relacionar a integração entre a geração solar e o abastecimento de carros elétricos em condomínios, destacando a utilização de fontes de energia renováveis, bem como seu armazenamento e aplicação de estações de carregamento dentro de áreas comuns de condomínios residenciais.

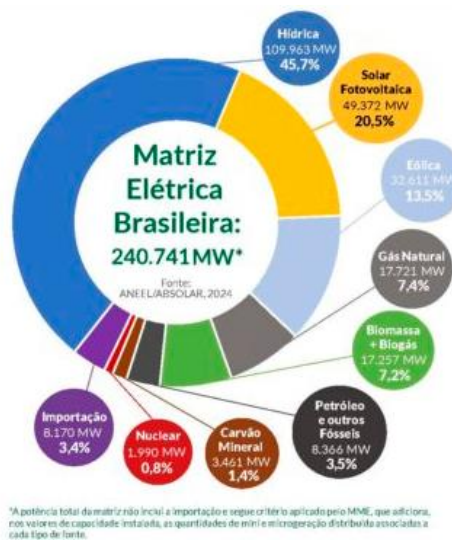
Atualmente, torna-se essencial considerarmos e integrarmos no nosso dia a dia maneiras mais ecológicas e que agredem menos o meio ambiente, tornando o mundo um lugar mais limpo e saudável.

¹Graduanda em Engenharia Elétrica pelo Centro Universitário Academia - UniAcademia.

²Professora Mestra do curso de Engenharia Elétrica do Centro Universitário Academia - UniAcademia.

Segundo a Absolar - Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica, em novembro de 2024, 20,5% da matriz elétrica brasileira corresponde à geração Solar Fotovoltaica, sendo a segunda mais usada no país, perdendo apenas para a hidrelétrica, como podemos observar no Figura 1.

FIGURA 1: Matriz Elétrica Brasileira



Fonte: ABSOLAR - Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (2024).³

O armazenamento de energia também é uma questão amplamente discutida, uma vez que um sistema fotovoltaico possui limitações. Dentre os tipos de sistemas fotovoltaicos podemos destacar o *on grid* (conectado diretamente a rede da concessionária) e os sistemas *off grid* (usam baterias para armazenar energia gerada a partir das placas solares, assim não há a injeção direta na rede elétrica e sim o armazenamento para consumo posterior aumentando sua autonomia).

Segundo a Revista Quatro Rodas, em março de 2023, apenas 9% de toda a frota de carros equivale a carros elétricos. Devido ao alto custo de aquisição, e a dificuldade em encontrar pontos de recarga ou ainda o alto custo da energia elétrica, dificultam sua disseminação por todo o país. Esse número vem crescendo a cada dia,

³ Disponível em: <https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/>. Acesso em 29 nov. 2024.

e ainda mais com os carros híbridos que funcionam tanto com o motor a combustão quanto através de recargas elétricas.

Crescem, ainda, os Edifícios Inteligentes, conceito esse relacionado à incorporação de sistemas integrados à tecnologia, controle e interfaces que interagem entre si visando a um ambiente mais econômico e sustentável. São muitas as formas de tornar um Condomínio ou edifício inteligente: sistemas automatizados e uso de energias renováveis são bons exemplos. O abastecimento de carros elétricos, usando a energia solar, também pode ser usado como exemplo.

Ao longo do trabalho, será abordada a análise da construção de estações de carregamento de carros elétricos, a partir de energia solar e sua importância na construção de edifícios inteligentes favorecendo um mundo mais sustentável.

Ao longo da pesquisa, serão abordados os fundamentos da geração solar, incluindo conceitos, funcionamento, componentes, etapas do processo e os principais tipos de sistemas utilizados: *on grid*, *zero grid* e *off grid*, bem como serão discutidos os benefícios de cada um. Além disso, será examinado o conceito de armazenamento de energia e baterias. Serão detalhados os equipamentos essenciais para o eletroposto, responsáveis tanto pela geração da energia solar quanto pelos dispositivos de carregamento para os veículos, com o intuito de assegurar a execução bem-sucedida do projeto em condomínios residenciais. Por meio dessa análise, serão apresentadas considerações sobre os obstáculos e os benefícios associados à implantação desse sistema.

1.1 OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo principal demonstrar a análise da implementação de um sistema de abastecimento de veículos elétricos em condomínios, conhecido como eletroposto. Nesse modelo, é empregada a energia solar como fonte primária de energia, complementada por baterias para o armazenamento da energia gerada por meio de placas solares. Pretende-se também, apresentar os principais conceitos associados a edifícios inteligentes, suas aplicações, benefícios e a crescente relevância desses conceitos na atualidade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 VEÍCULOS ELÉTRICOS

Os Veículos Elétricos (VEs) são sistemas energéticos, que combinam as funções de consumo, geração (por meio da frenagem regenerativa), armazenamento (através de baterias) e mobilidade. Em comparação com os Veículos de Combustão Interna (VCIs), os VEs demonstram alta eficiência energética, pico de energia elevado e aceleração rápida devido à resposta eficaz do motor elétrico. Projeções otimistas e moderadas sobre a adoção de veículos elétricos no Brasil indicam um aumento desse tipo de veículo, variando apenas na intensidade de sua introdução. A significativa integração dos VEs no sistema de transporte urbano resultará em mudanças não apenas em aspectos ambientais e sociais, mas também na estrutura de um setor complexo como o setor elétrico brasileiro (Baracho, 2016).

Segundo ABNT NBR 17019 - Instalações elétricas de baixa tensão - Requisitos para instalações em locais especiais - Alimentação de veículos elétricos, Veículo Elétrico é aquele que obtém energia de um sistema recarregável de armazenamento, idealmente projetado para uso em estradas públicas.

Os primeiros veículos elétricos datam de 1890, nos Estados Unidos, criado por William Morrison, um químico do estado de Iowa. Seu veículo possuía espaço para até seis passageiros e atingia uma velocidade máxima de 14 quilômetros por hora (Antunes, 2018).

FIGURA 2: Veículo Elétrico William Morrison



Fonte: Sekurit Partner (2024).⁴

⁴ Disponível em: <https://www.sekurit-partner.com.br/news/veiculos-eletricos-conheca-historia>. Acesso em 29 nov. 2024.

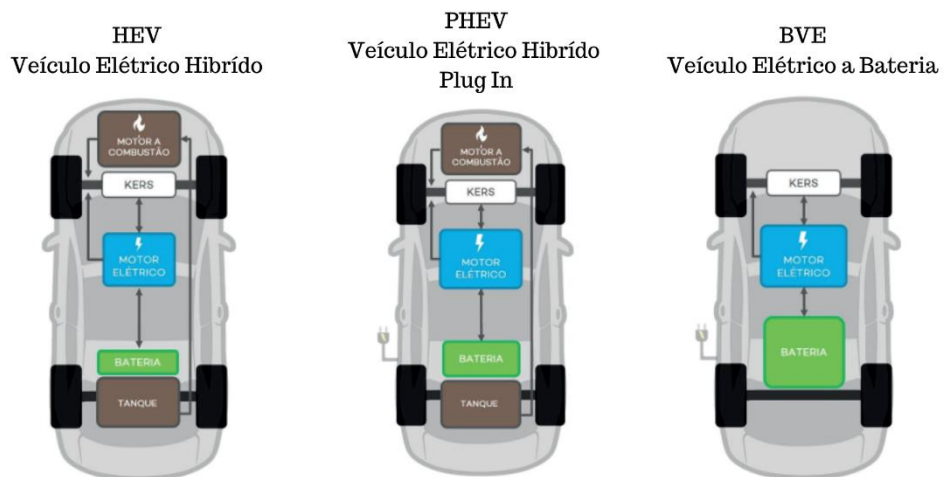
2.1.1 Classificação dos Veículos Elétricos

Os Veículos Elétricos podem ser classificados em:

- Veículos elétricos híbridos (HEVs): Os HEVs possuem o motor a combustão e o motor elétrico. A energia elétrica utilizada para carregar as baterias do carro é gerada pelo próprio veículo, usando a frenagem regenerativa, um processo que ocorre quando o freio é acionado. Nos HEVs, o motor elétrico é utilizado no início do funcionamento do carro, e quando é necessária uma alta potência, o motor a combustão é acionado. Esse processo é controlado pelo computador interno do veículo (Antunes, 2018).
- Veículos elétricos híbridos *plug-in* (PHEVs): são automóveis que, assim como os HEVs, empregam dois tipos de motores: um motor a combustão interna e um motor elétrico. A distinção dos PHEVs está na capacidade de recarregar as baterias através de tomadas ou em estações de carregamento de veículos elétricos (Antunes, 2018).
- Veículos Elétricos a Bateria (BEVs) são automóveis que utilizam apenas o motor elétrico como propulsor, não possuindo tanque de combustível nem sistema de escapamento. Esses veículos são também conhecidos como veículos *plug-in*, pois carregam suas baterias por meio de tomadas ou estações de carregamento dedicadas. Diferentemente dos veículos híbridos, os BEVs são movidos exclusivamente pela energia elétrica armazenada em suas baterias, não contando com a presença de um motor a combustão interna (Antunes, 2018).

Na figura 3, são apresentados os três principais tipos de veículos elétricos:

FIGURA 3: Tipos de Veículos Elétricos



Fonte: Guia do Veículo Elétrico Michelin (2014) - Adaptado pelo Autor (2024).

2.1.2 Classificação das baterias dos Veículos Elétricos

É na bateria que a energia, responsável por alimentar o motor elétrico, fica armazenada. É importante ressaltar que os Veículos Elétricos possuem tempo de autonomia, em razão do armazenamento das baterias, e precisam ser recarregados com o uso de uma fonte externa (Azevedo, 2018).

São três as principais classificações das baterias:

- **Bateria chumbo-ácida:** também conhecidas como baterias chumbo, são compostas por eletrodos de chumbo esponjoso e dióxido de chumbo em pó, imersos em ácido sulfúrico. Quando o dióxido de chumbo reage com o ácido sulfúrico, forma-se sulfato de chumbo e água. Apesar de ser uma tecnologia antiga, ainda é viável utilizar essas baterias em veículos elétricos. No entanto, a autonomia desses veículos não ultrapassa os 200 km, tornando-os impraticáveis para longas viagens, especialmente considerando o tempo de recarga das baterias, que pode chegar a até 6 horas (Barros, 2021).

- Bateria íon-lítio: oferecem um bom desempenho e segurança, além de terem baixo custo, tamanho e massa. Em comparação com as baterias de chumbo, são menos tóxicas, tornando-as mais amigáveis ao meio ambiente e possuindo uma energia específica quatro vezes maior. São amplamente utilizadas em dispositivos eletrônicos. Quando o circuito é fechado, os íons se movem do material do ânodo para o material do cátodo, enquanto os elétrons percorrem o circuito externo (Barros, 2021).
- Bateria níquel-ferro: criadas por Edison no início do século XX, foram amplamente usadas nos veículos elétricos da época, pois ofereciam autonomias consideráveis. Têm aplicações em diversos campos, como sinalização ferroviária, empilhadeiras industriais e residências alimentadas por energia solar. Essas baterias são altamente tolerantes a sobrecargas e descargas excessivas, podendo durar mais de 25 anos. No entanto, as baterias de Níquel-Ferro não foram amplamente aceitas devido à sua baixa densidade de energia (entre 30 e 50 Wh/kg) e eficiência limitada (entre 65 e 85%), além de sofrerem de uma alta taxa de autodescarga de 10 a 15% ao mês (Antunes, 2018).

2.1.3 Carregamento dos Veículos Elétricos

Atualmente, 80% das recargas dos VEs ocorrem em residências e no período noturno, aumentando ainda mais a necessidade de estações eficientes e acessíveis (Cunha, 2024).

Para recarregar as baterias, são usados carregadores conectados a uma porta específica no veículo, como mostrado na figura 4, de maneira similar ao abastecimento de carros movidos a combustíveis fósseis. Como as baterias requerem corrente contínua, enquanto a maioria das redes públicas fornecem corrente alternada, o carregador desempenha o papel de um inversor. O principal desafio nesta etapa é o tempo necessário para recarga (Barros, 2021).

FIGURA 4: Carregador para VE



Fonte: Solar Volt Energia (2024).⁵

A adoção de veículos elétricos é uma tendência global e a presença de um carregador se tornará essencial nesse novo contexto. Vários fabricantes já criaram modelos que podem ser facilmente integrados em condomínios e utilizados com frequência (Stahelin, 2021).

Podem-se destacar os seguintes modelos de carregadores para VE's:

- Carregador de parede: O carregador é de tamanho compacto e projetado para ser fixado na parede, sendo ideal para instalação em condomínios (Stahelin, 2021).
- Carregador de estacionamento: proporciona recursos avançados de medição de energia e conectividade essenciais para autenticação de usuários, geração de relatórios, alocação de custos individuais e manutenção remota. Além disso, permite a recarga simultânea de dois veículos elétricos, garantindo um alto desempenho no tempo de recarga (Stahelin, 2021).
- Estação de carregamento móvel: perfeito para uma variedade de aplicações, desde veículos elétricos de passeio e frotas corporativas até concessionárias, pontos de recarga de emergência e compartilhamento em condomínios (Stahelin, 2021).

⁵ Disponível em: <https://www.solarvoltenergia.com.br/blog/carregador-de-carros-eletricos/>. Acesso em 29 nov. 2024.

2.1.4 Modos de Recarga

Segundo a ABNT NBR 17019:2022, que trata sobre carregamento de Veículos Elétricos, são especificados 4 modos para recarga:

- Modo 1: a recarga ocorre em corrente alternada (CA) por meio de tomada de uso geral, residencial e sem controle específico para recarga de veículo elétrico, com corrente máxima de 16 A por fase.
- Modo 2: a recarga em CA por meio de tomada da instalação elétrica fixa local, conforme a ABNT NBR 14136, com corrente máxima de 32A por fase, utiliza um cabo com dispositivo de controle e proteção integrado.
- Modo 3: a recarga ocorre em CA, com corrente máxima de 63 A por fase, por meio de tomada ou conector dedicado, com controle específico para recarga de veículo elétrico, através de um cabo fixo ou destacável.
- Modo 4: a recarga é feita em corrente contínua (CC), por meio de equipamento de recarga externa ao veículo, com corrente máxima de 400 A.

Os modos 1 e 2 de recarga são considerados lentos, pois levam cerca de 8 e 4 horas, respectivamente, para completar o carregamento. Esses modos podem ser usados em ambientes domésticos, com um carregador que acompanha o veículo. O modo 3, por sua vez, é classificado como um carregamento rápido, capaz de recarregar as baterias em até 30 minutos. Esse modo emprega um conector específico em eletroposto, que pode ser alimentado por sistemas solares fotovoltaicos. Por fim, o modo 4 é o mais veloz, podendo concluir o carregamento em apenas 10 minutos (Baracho, 2016).

De acordo com a ABNT NBR 17019:2022, para o carregamento do VE, é vedada qualquer tipo de extensão elétrica. Tomadas múltiplas ou adaptadores que possuem apenas uma entrada e uma saída só podem ser usados se forem recomendados pelo fabricante do veículo elétrico ou pelo fabricante do sistema de recarga para VE. Esses adaptadores e cabos de recarga não devem permitir a troca entre diferentes modos de recarga.

2.1.5 Veículos Elétricos mais vendidos

Segundo a ABVE - Associação Brasileira de Veículos Elétricos em fevereiro de 2024, as montadoras que mais emplacaram carros elétricos foram:

TABELA 1: Montadoras que Mais Emplacaram Carros Elétricos em 2024

Colocação	Montadora	Número de Veículos
1º	BYD	4.428
2º	GWM	1.715
3º	Toyota	1.548
4º	CAOA Chery	590
5º	Volvo	338

Fonte: ABVE (2024) - Adaptado pelo Autor (2024).

Ainda, segundo a instituição, os modelos mais emplacados em fevereiro de 2024 foram:

QUADRO2: Modelos Mais Emplacados Carros Elétricos em 2024

Colocação	Modelo
1º	Song Plus GS DM / BYD (PHEV)
2º	Dolphin GS 180 EV / BYD (BEV)
3º	Corolla Cross XRX Hybrid / TOYOTA (HEV flex)
4º	BYD Dolphin Plus 310 EV / BYD (BEV)
5º	Haval H6 PREM PHEV / GWM (PHEV)

Fonte: ABVE (2024) - Adaptado pelo Autor (2024).

2.2 ENERGIA SOLAR

O Sol desempenha um papel importante como fonte primordial de energia renovável e limpa para sustentar o equilíbrio dos ecossistemas terrestres. Sua

influência é fundamental na regulação e manutenção dos ciclos naturais do planeta, impulsionando processos dinâmicos que moldam a paisagem física e impulsionam a evolução da vida. Uma das fontes renováveis de energia que mais crescerá no mundo nos próximos anos será a solar (Casagrande,2019).

A eficácia da captação de energia solar encontra obstáculos associados à eficiência e aos custos das tecnologias de conversão. No entanto, os avanços contínuos estão tornando a energia solar cada vez mais acessível, emergindo como uma alternativa sustentável e renovável. Investimentos persistentes em pesquisa e desenvolvimento são essenciais para fortalecer o papel da energia solar na matriz energética futura (Vieira, 2023).

A energia solar fotovoltaica é notável por sua capacidade de gerar eletricidade diretamente a partir da luz solar, utilizando painéis solares fotovoltaicos compostos por semicondutores, como o silício. Essa fonte de energia, que é inesgotável e ambientalmente limpa, possui diversas aplicações práticas, podendo ser utilizada para gerar eletricidade. Os sistemas fotovoltaicos convertem a luz solar em eletricidade através da interação com o material semicondutor, resultando na geração de corrente elétrica para abastecimento de casas ou armazenamento (Vieira, 2023).

2.2.1 Energia Solar No Brasil

O Brasil possui abundantes recursos naturais e desfruta de uma posição vantajosa no que diz respeito à disponibilidade de energia solar. Além disso, o país possui uma força de trabalho qualificada pronta para contribuir no setor de geração de energia solar fotovoltaica. No entanto, apesar dos esforços notáveis, ainda existem obstáculos que impedem a adoção em larga escala da energia fotovoltaica na matriz elétrica nacional (Rella, 2017).

A inclusão da geração distribuída na matriz energética nacional é motivada pelos benefícios que proporcionam à rede elétrica, como baixo impacto ambiental e redução da carga nas redes. Atualmente, a geração distribuída é um tema amplamente debatido no planejamento energético global, sendo reconhecida como uma alternativa viável para ampliar e diversificar a matriz energética (Rella, 2017).

Em 2024, a Absolar divulgou que o Brasil ultrapassou a marca de 40 GW de capacidade solar instalada, mostrando que, mesmo com os desafios, o país vem crescendo. Segundo Rodrigo Sauaia, presidente da instituição: “Além de acelerar a descarbonização das atividades econômicas e ajudar no combate ao aquecimento global, a fonte solar tem papel cada vez mais estratégico para a competitividade dos setores produtivos, independência energética e prosperidade das nações”.

2.3 SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO

Um sistema fotovoltaico apresenta quatro componentes básicos: os painéis solares, responsáveis por transformar a energia solar em energia elétrica. Os controladores de carga, equipamentos que servem para evitar sobrecargas na bateria, aumentando sua vida útil. Os inversores solares, responsáveis basicamente por estabelecer a ligação entre o gerador e a rede ou a carga, seu papel mais significativo é converter o sinal elétrico CC do arranjo fotovoltaico em sinal elétrico CA, e ajustá-lo para a frequência e o nível de tensão da rede que está ligado. E as baterias, equipamentos que armazenam energia para que o sistema opere sem a presença do sol (Oliveira, 2021).

Podemos dividir os Sistemas Fotovoltaicos em:

- Sistema *On grid*: esses sistemas são conectados à rede elétrica e podem ser considerados uma fonte complementar ao sistema elétrico e empregados em locais já atendidos por energia elétrica. A energia é gerada pelos painéis, e a rede da concessionária funciona como uma bateria que recebe todo excedente de energia gerado pelo sistema (Alves, 2019).
- Sistema *Zero grid*: aquele em que uma usina fotovoltaica pode atender parte ou toda a demanda elétrica do local, eliminando a necessidade de comprar eletricidade da rede elétrica convencional ou de exportar o excesso de energia para ela (Botezeli, 2023).
- Sistema *Off grid*: este sistema necessita de armazenamento para que o consumidor possa usar a energia armazenada durante períodos de baixa geração. Normalmente adotado em áreas remotas, onde não há

acesso à rede de distribuição das concessionárias, como é o caso de consumidores rurais (Botezeli, 2023).

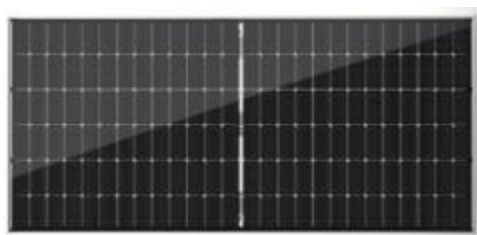
- Sistema Híbrido: Já os sistemas híbridos utilizam tanto energia da concessionária quanto baterias para armazenar energia. É muito usado em locais onde há grandes faltas de energia, funcionando como um no-break. Esse sistema agrega valor à instalação, principalmente em agroindústrias e atividades que necessitam de energia elétrica de forma contínua (Cunha; Silva, 2020).

2.3.1 Células Fotovoltaicas

As células fotovoltaicas podem ser produzidas em uma variedade de formatos e materiais diferentes, todas com o objetivo de converter energia solar em eletricidade. O material mais comumente utilizado na fabricação dessas células é o silício (Si), que também é o segundo elemento químico mais abundante na Terra (Oliveira, 2021).

As células fotovoltaicas são compostas por, pelo menos, duas camadas de silício carregadas positiva ou negativamente. Quando a luz solar incide sobre o semicondutor, um campo elétrico é criado entre as duas camadas, iniciando um fluxo de energia que resulta na geração de corrente contínua. A quantidade de eletricidade gerada é maior em condições de maior luminosidade e é influenciada pela densidade das nuvens. Devido a esse fato, mesmo em dias nublados, ainda há produção de energia. Os sistemas fotovoltaicos podem gerar mais energia em dias menos nublados do que em dias totalmente claros devido à reflexão da luz solar (Alves, 2019). Um exemplo pode ser observado na Figura 5:

FIGURA 5: Célula Fotovoltaica



Fonte: Jinko Solar (2024)⁶

⁶ Disponível em: <https://www.jinkosolar.com/pt/site/tigerneo#s3>. Acesso em 02 dez. 2024.

2.4 ARMAZENAMENTO DE ENERGIA

A geração, transmissão e transformação de energia elétrica são processos relativamente simples. No entanto, o armazenamento ainda representa um desafio devido à sua natureza pouco prática, custosa e, por vezes, complexa. Isso implica que a energia deve ser gerada conforme a demanda, e, conseqüentemente, as fontes de energia renovável variável necessitarão de suporte de sistemas de armazenamento para serem integradas ao sistema elétrico. Isso ajudará a evitar sobrecargas em momentos de baixa demanda e aumentará a eficiência geral do sistema elétrico (Souza Júnior, 2023).

São diversos mecanismos tecnológicos nos Sistemas de Armazenamento de Energia, com o objetivo de administrar o fornecimento de energia, contribuindo para a construção de uma estrutura energética mais eficiente (Flores, 2023).

2.5 EDIFÍCIOS INTELIGENTES

Para o conceito de casa inteligente, é necessário um conjunto de tecnologias que proporcionem aos seus usuários uma melhor usabilidade de seus recursos, visando à economia de forma direta (Santiago, 2021).

Para Edifícios Inteligentes, não é muito diferente. O projeto de edifícios inteligentes requer uma infraestrutura de equipamentos tecnológicos que ofereça agilidade, capacidade de grande armazenamento de dados, a gestão do conhecimento compartilhado e o gerenciamento eficaz de projetos (Mattar, 2004).

3 METODOLOGIA

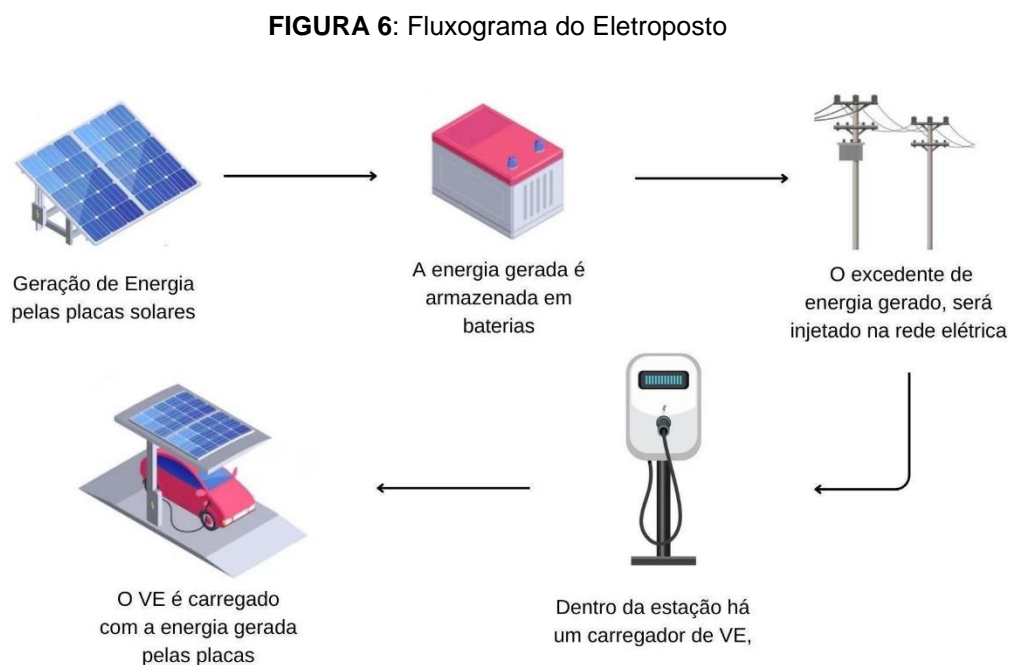
O propósito deste estudo é apresentar e avaliar a viabilidade de um sistema de carregamento de veículos elétricos (eletroposto), utilizando energia solar como fonte principal em um condomínio residencial. A metodologia envolve a análise técnica da implantação de painéis fotovoltaicos, usando um carport, em uma área aberta no estacionamento do condomínio, para aproveitar a incidência solar no local.

Para isso, serão apresentados os principais equipamentos que irão compor o sistema proposto, cálculos relacionados à geração dos módulos, armazenamento de energia e recarga de um Veículo Elétrico.

Assim, o objetivo do estudo é contribuir para o avanço da integração solar no abastecimento de carros elétricos, com destaque para condomínios residenciais, fornecendo uma visão dos benefícios técnicos, econômicos e ambientais dessa solução.

3.1 COMPOSIÇÃO DO ELETROPOSTO

Para a construção do eletroposto, será adotado o fluxograma apresentado na Figura 6:



Fonte: Autor (2024).

Como pode ser observado, a Figura 6 apresenta a estrutura do eletroposto, formado por placas solares, formando a cobertura do estacionamento (*Carport*), baterias para armazenamento de energia, carregador AC e plug para carregamento e, ainda, um inversor solar híbrido, que fará a ligação entre as baterias e a rede elétrica da concessionária local.

Inicialmente, será considerada uma estrutura que comporta dois veículos, elétricos ou não, com apenas um ponto para recarga.

3.2 EQUIPAMENTOS

Para o eletroposto solar, será considerado um *carport*, estrutura semelhante a um estacionamento coberto, sem paredes laterais, cuja cobertura é constituída por placas solares que podem gerar energia solar. A estrutura metálica se assemelha a estrutura para a instalação de placas solares no solo, porém mais altas, como observa-se na Figura 7:

FIGURA 7: Carport



Fonte: Ramagnole (2024).⁷

Considerando ainda, uma estrutura com espaço para dois veículos, 15 placas solares, monofaciais de 550W de potência, totalizando 8,25 kW de potência instalada, sendo necessário assim, um micro inversor híbrido de 8 kWp conforme exemplificado na Figura 8:

⁷ Disponível em: <https://www.romagnole.com.br/produto/estrutura-fotovoltaica/garagem-solar-carport>. Acesso em: 29 nov. 2024.

FIGURA 8: Inversor e Placa Solar



Fonte: Aldo Solar (2024).⁸

Por se tratar de um sistema híbrido de energia solar, há necessidade de baterias para armazenamento da energia gerada pelas placas solares. Serão utilizadas baterias 12MS234 MOURA SOLAR 12V 220AH, conforme na Figura 9:

FIGURA 9: Bateria Solar



Fonte: Moura (2024).⁹

⁸ Disponível em: <https://www.aldo.com.br/produto/286694-9/gerador-de-energia-solar-deye-hibrido-sem-estrutura-aldo-solar-hibrido-gf-825kwp-ja-deep-blue-mono-550w-sun-8kw-hibrido-2mppt-bif-127220v>. Acesso em: 29 nov. 2024.

⁹ Disponível em: <https://www.moura.com.br/produtos/estacionarias>. Acesso em: 02 dez. 2024

O carregador para veículo elétrico utilizado será o modelo Growatt THOR07AS-P com potência de 7 kW, monofásico e tensão saída 220V, conforme modelo mostrado na Figura 10:

FIGURA 10: Carregador para VE



Fonte: Aldo Solar (2024).¹⁰

Na Figura 11, está representada a estrutura do eletroposto, considerando o *carport*, placas solares e estação de recarga do VE (carregador elétrico).

FIGURA 11: Estrutura da Estação de Carregamento



Fonte: Kraper (2024).¹¹

¹⁰ Disponível em: <https://www.aldo.com.br/produto/266443-6/carregador-veicular-wallbox-growatt-thor07as-p-v1-thor-ac-7kw-wifi-cabo-5m-t2-monofasico-220v>. Acesso em: 02 dez. 2024

¹¹ Disponível em: <https://www.kraper.com/carregador-de-veiculo-eletrico>. Acesso em: 02 dez. 2024

Nesse sistema, são necessárias, ainda, as baterias e o inversor, que serão alocados em um abrigo, protegidos de intempéries, próximo a estação de recarga. Esse abrigo poderá ser de alvenaria ou contêiner, a depender do espaço disponível.

Na figura 12, pode ser observado um abrigo para inversores e baterias, feito em alvenaria.

FIGURA 12: Abrigo para Inversor e Baterias



Fonte: CCM Solar (2019).¹²

3.3 LOCALIZAÇÃO

O condomínio residencial, com área aberta e sem sombra, está localizado na cidade de Juiz de Fora - Minas Gerais, com latitude: 21°45'09" S e longitude: 43°21'06" W. Para eficiência do sistema, será considerada uma perda de 15%. Segundo o CRESESB - Centro de Referência para Energia Solar e Eólica, a irradiação média de Juiz de Fora é mostrada na Figura 13:

¹² Disponível em: <https://ccmsolar.eng.br/copia-sobre-1>. Acesso em: 02 dez. 2024

FIGURA 13: Irradiação Média em Juiz de Fora

Cálculo no Plano Inclinado

Estação: Juiz de Fora
Município: Juiz de Fora , MG - BRASIL
Latitude: 21,801° S
Longitude: 43,349° O
Distância do ponto de ref. (21,7525° S; 43,34° O): 5,5 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		
<input type="checkbox"/>	Plano Horizontal	0° N	5,51	5,81	4,76	4,15	3,52	3,35	3,52	4,26	4,54	4,83	4,70	5,41	4,53	2,46
<input checked="" type="checkbox"/>	Ângulo igual a latitude	22° N	5,00	5,53	4,87	4,63	4,25	4,24	4,38	4,96	4,80	4,71	4,34	4,85	4,71	1,29
<input type="checkbox"/>	Maior média anual	19° N	5,10	5,61	4,89	4,59	4,17	4,15	4,29	4,89	4,80	4,75	4,42	4,95	4,72	1,46
<input type="checkbox"/>	Maior mínimo mensal	24° N	4,93	5,48	4,86	4,65	4,29	4,30	4,43	5,00	4,80	4,67	4,29	4,78	4,71	1,19

Fonte: CRESESB (2024).¹³

Com base na Figura 13, em azul, aparecem as melhores irradiações e, em vermelho as piores, os meses de Fevereiro e Junho respectivamente. Pode-se observar, ainda, que a irradiação, em Juiz de Fora, não varia de forma considerável ao longo dos meses, podendo, desse modo, usar como referência a média de 4,71 kWh/m².dia.

3.4 ELETROPOSTO

O eletroposto será dimensionado conforme parâmetros mencionados anteriormente, placas solares com uma inclinação de 22°, respeitando a latitude de Juiz de Fora (21°45'09" ou 21,8°) e voltadas para o Norte para maior aproveitamento da incidência solar.

Levando em conta os dados do painel mostrados na Quadro 4:

¹³ Disponível em: <https://cresesb.cepel.br/index.php#data>. Acesso em: 02 dez. 2024

QUADRO 4: Dados da Placa Solar

Modelo	JA DEEP BLUE MONO 550W
Potência	550 W
Célula	Mono
Peso	27,3 kg
Dimensões (LxC)	1134 x 2278 mm
Área	2,58 m ²
Eficiência	21,30%

Fonte: JA Solar (2024) - Adaptada pelo Autor (2024).

Para o cálculo da energia produzida por painel, será considerada como base a equação 1:

$$E_p = I \cdot A \cdot \eta_{mod} \quad (1)$$

Onde:

E_p - Energia produzida pelo módulo diariamente (kWh);

I - Irradiação média por dia (Wh/m².dia);

A - área do módulo (m²);

η_{mod} - Eficiência do módulo;

Para o cálculo da potência gerada pelos módulos por dia, o cálculo será feito a partir da equação 2:

$$P_{gerada} = \frac{E_b}{H_{sol}} \cdot N_{módulos} \quad (2)$$

Onde:

P_{gerada} - Potência gerada pelos módulos (kW);

E_p - Energia produzida pelo módulo diariamente (kWh);

H_{sol} - Horas de Sol por dia (h);

$N_{módulos}$ - Número de módulos

O inversor usado no eletroposto será híbrido, como apresentado anteriormente, na Figura 7. As características detalhadas aparecem na Quadro 5:

QUADRO 5: Dados do inversor

Modelo	SUN 8KW HIBRIDO
Tensão CC de Entrada	370 V (150~500V)
Número de Entradas MPPT	2
Peso	32 kg
Dimensões (LxAxP)	420x670x233 mm
Tipo de Rede	Bifásico
Eficiência	97,60 %
Potência Nominal na Saída	8000 W
Tipo de Bateria	Chumbo ácido ou lítio
Faixa de Tensão na Bateria	40~60 V
Corrente Máxima a Carga	190 A

Fonte: Deye (2024) - Adaptada pelo Autor (2024).

Com base nas informações do Quadro 5, será necessária rede Bifásica, isto é, ligação elétrica feita com três fios, dois de fase e um neutro, para suportar a tensão de 220 V. A Tensão CC de entrada tem variação entre 150 e 500V. O inversor é adequado para baterias Chumbo ácido ou lítio, compatível com a escolhida no sistema.

Considerado 30 dias do mês, podemos usar a relação da equação (3), para calcular a potência entregue pelo sistema fotovoltaico:

$$P_{entregue} = P_{gerada} \cdot N_{módulos} \cdot \eta_{inversor} \cdot dias \quad (3)$$

Onde:

$P_{entregue}$ - Potência entregue pelo sistema (kW);

P_{gerada} - Potência gerada pelos módulos (kW);

$N_{módulos}$ - Número de módulos;

$\eta_{inversor}$ - Rendimento do inversor;

$dias$ - número de dias considerados.

O carregador escolhido possui as características indicadas no Quadro 6:

QUADRO 6: Dados do Carregador

Modelo	THOR07AS-P
Potência	7 kW
Tensão de Saída	220 V AC
Tensão de Entrada	220 V AC
Conexão	Conector
Máxima corrente de Saída	32 A
Dimensões (LxAxP)	240 x 380 x 164 mm
Peso	9,5 kg
Comprimento do Cabo	5 m
Tipo de Interface de Carregamento	EC32196-2 - Tipo II

Fonte: Growatt (2024) - Adaptada pelo Autor (2024).

Como a tensão de saída do carregador selecionado é de 220 V, não é preciso utilizar transformadores para ajuste da tensão, uma vez que a tensão é a mesma fornecida pela rede da concessionária de energia local, a Cemig.

A partir do modelo do carregador, pode-se definir o tempo de recarga, de acordo com a ABNT NBR 17019:2022 e com o fabricante. Para o caso proposto será considerado o Modo 2, com corrente máxima na saída de 32 A, em corrente alternada, ficando o tempo de recarga entre 4 e 8 horas. Logo, para os cálculos, será considerado o tempo de recarga em 8h, que seria o tempo máximo de acordo com a norma.

A potência média gasta para o carregamento do VE irá depender da capacidade da bateria de cada modelo de veículo, de acordo com a equação (4):

$$T_{\text{carregamento}} = \frac{C_{\text{bateria VE}}}{P_{\text{carregador}}} \quad (4)$$

Onde:

$T_{\text{carregamento}}$ - Tempo de Carregamento da bateria do VE (h);

$C_{bateria\ VE}$ - Capacidade da bateria do VE (kWh);

$P_{carregador}$ - Potência Carregador Elétrico VE (W);

Para simplificar o sistema e facilitar os cálculos relacionados ao armazenamento de energia no eletroposto, considerando as variações nas baterias internas dos veículos elétricos (VE), de acordo com o modelo e fabricante, podemos utilizar a equação (5), que estabelece uma relação entre potência e tempo.

$$E = P \cdot t \quad (5)$$

Onde:

E - Energia (kWh);

P - Potência (W);

t - Tempo (h).

Adaptando a equação (5), podemos estimar a energia gasta para carregar um VE, com a equação (6):

$$E_{gasta} = P_{carregador} \cdot t_{recarga} \quad (6)$$

Onde:

E_{gasta} - Energia gasta na recarga do VE (kWh);

$P_{carregador}$ - Potência Carregador Elétrico VE (W);

$t_{recarga}$ - Tempo de recarga (h).

Dado que o sistema será implementado, inicialmente, em condomínios residenciais, é esperado que a recarga dos VE's ocorra principalmente à noite. Assim, é fundamental considerar a inclusão de um sistema de armazenamento de energia, para menor dependência possível da rede elétrica da concessionária, que se dará através de baterias previamente dimensionadas. A bateria usada no sistema terá as

características apresentadas na Quadro 7:

QUADRO 7: Dados da Bateria

Modelo	12MS234
Tensão Nominal	12 V
Descarga em Potência Constante	249 W
Descarga em Corrente Constante	11 A
Peso	57,35 kg
Dimensões (LxCxA)	272 x 517 x 246 mm
Capacidade (C10)	200 Ah
Composição	Chumbo, ácido sulfúrico e plástico

Fonte: Moura (2024) - Adaptada pelo Autor (2024).

Para o dimensionamento do banco de baterias, precisamos da capacidade do sistema em ampere-hora, uma vez que o fabricante nos dá essa informação nesta unidade. Logo, podemos escrever a equação (7):

$$C_N = \frac{P_{necessária}}{V_{bateria}} \quad (7)$$

Onde:

C_N - Capacidade Necessária do banco de baterias (Ah);

$P_{necessária}$ - Potência necessária de armazenamento (kWh);

$V_{bateria}$ - Tensão da bateria (V).

Com a equação 7, temos a capacidade total do banco de baterias. Para o cálculo do número de baterias necessárias no sistema, basta dividirmos capacidade necessária pela capacidade da bateria, conforme mostrado na equação (8):

$$N_{banco} = \frac{C_N}{C_B} \quad (8)$$

Onde:

N_{banco} - Número de baterias necessárias no sistema

C_N - Capacidade Necessária do banco de baterias (Ah);

C_B - Capacidade da bateria (Ah).

Como estamos considerando um sistema híbrido, não será necessário um banco de baterias que supra toda a demanda do sistema. Sendo assim, serão consideradas 2 recargas de VE's para armazenamento. Como as baterias possuem um custo relevante, essa é uma forma de diminuir o valor agregado, sem impactar de forma significativa no objetivo final.

Na escolha dos equipamentos, foram considerados diversos fatores, como a compatibilidade entre os dispositivos, a facilidade de aquisição e instalação, além da análise dos fornecedores. Dessa forma, é possível que existam opções mais modernas ou com outras características relevantes além das selecionadas, porém a decisão foi tomada visando à otimização do projeto.

4 RESULTADOS

4.1 POTÊNCIA INSTALADA

Considerando a irradiação média 4,71 kWh/m².dia (4710 Wh/m².dia) na cidade de Juiz de Fora, a área dos módulos com 2,58 m² e sua eficiência com 21,3% de acordo com o fabricante, a Energia produzida por cada painel será calculada conforme a equação 1:

$$Ep = 4710 \cdot 2,58 \cdot 0,213$$

$$Ep = 2,59 \text{ kWh}$$

Levando em conta que, para geração de energia solar, temos em média 7 horas por dia e vão ser usados 15 módulos, podemos fazer o cálculo usando a equação 2:

$$P_{gerada} = \frac{2,59 \cdot 10^3}{7} \cdot 15$$

$$P_{gerada} = 5,55 \text{ kW}$$

O número de entradas MPPT indica quantas placas podem ser conectadas em paralelo no sistema do eletroposto. No caso deste trabalho, o inversor possui 2 entradas MPPT, de acordo com a Tabela 2, as placas serão dispostas da seguinte forma: 1 arranjo de 8 painéis em série na mppt MPPT1 e 1 arranjo de 7 painéis em série na MPPT 2, de forma a respeitar as recomendações do fabricante.

Usando a equação 3, podemos calcular a potência entregue pelo sistema, uma vez que a potência gerada foi calculada anteriormente, 15 o número de módulos do sistema, a eficiência do inversor 97,6% ou 0,976 e ainda considerando 30 dias no mês, temos:

$$P'_{entregue} = 5,55 \cdot 15 \cdot 0,976 \cdot 30$$

$$P'_{entregue} = 2437,56 \text{ kW}$$

Avaliando diversos fatores que interferem no desempenho do sistema, como: sujeira, sombreamento, variações de temperatura, degradação dos módulos, perdas elétricas nos cabos e inversores e desajustes na inclinação e orientação dos painéis, será considerada uma perda de 15% na potência gerada. Logo, a potência entregue em um mês será:

$$P_{entregue} = 2437,56 \text{ kW} \cdot 85\%$$

$$P_{entregue} = 2071,93 \text{ kW}$$

A potência entregue mostrada acima é referente a um mês. Como as baterias serão recarregadas diariamente, podemos calcular a potência entregue diária:

$$P_{entregue} = \frac{2071,93 \text{ kW}}{30}$$

$$P_{entregue} = 69,1 \text{ kW}$$

4.2 CARREGAMENTO

O tempo de carregamento do VE será calculado com a equação 6, onde vamos considerar a potência do carregador como 7 kw (7000 W) e o tempo de recarga como 8h, de acordo com a NBR 17019. Assim:

$$E_{gasta} = 7000 \cdot 8$$

$$E_{gasta} = 56 \text{ kWh}$$

Logo, como podemos observar, serão gastos 56 kWh de energia para a recarga de um VE. Considerando duas recargas para o armazenamento, podemos calcular:

$$E'_{gasta} = 56 \text{ kWh} \cdot 2$$

$$E'_{gasta} = 112 \text{ kWh}$$

4.3 BATERIAS

A partir da equação 7, é possível calcular a capacidade necessária do banco de baterias usados no sistema. Podemos considerar a potência necessária como sendo a energia gasta para a recarga de dois VEs:

$$C_N = \frac{P_{necessária}}{V_{bateria}} = \frac{E'_{gasta}}{V_{bateria}}$$

$$C_N = \frac{12000}{12}$$

$$C_N = 1000 \text{ Ah}$$

Substituindo a capacidade necessária (1000 Ah) e a capacidade da bateria, considerando um tempo de descarga de 10h ($C_{10} = 200\text{Ah}$) na equação 8, temos:

$$N_{banco} = \frac{1000}{200}$$

$$N_{banco} = 5$$

Utilizar uma bateria com capacidade de C10 = 200Ah significa que, em um período de 10 horas, ela fornecerá 200Ah, ou seja, seu tempo de descarga será de 10 horas. Esse tempo é suficiente para recarregar um veículo elétrico.

Com base nos cálculos apresentados, serão necessárias 5 baterias para armazenar a energia no sistema proposto.

4.4 SISTEMA FINAL

Com a finalidade de apresentar os dados de maneira clara, o Quadro 8, mostra as informações importantes do sistema proposto:

QUADRO 8: Resumo do Sistema

Sistema Fotovoltaico	
Número de Módulos	15 módulos
Potência dos Módulos	550 W
Potência Inversor	8 kW
Potência entregue pelo sistema	69,1 kW

Estação de Recarga	
Potência do Carregador	7 kW
Energia Gasta na Recarga (para 1 VE)	56 kWh
Tempo de recarga	8 h
Capacidade das Baterias (C10)	200 Ah
Número de Baterias	5 unidades

Fonte: Autor (2024).

5 CONCLUSÃO

A crescente adoção de fontes alternativas de energia tem impulsionado a busca por formas mais eficientes de reduzir custos e minimizar impactos no cotidiano, especialmente em condomínios residenciais, onde essa necessidade se torna ainda mais evidente. Nesse contexto, observamos também uma demanda crescente por veículos elétricos e estações de carregamento, que se apresentam como uma alternativa sustentável adicional.

Os resultados obtidos neste trabalho podem ser utilizados como referência para embasar a tomada de decisão por parte dos condomínios e das autoridades públicas que estejam buscando implementar soluções sustentáveis para a mobilidade.

A escolha dos equipamentos é apenas uma sugestão, visando à facilidade de encontrar todos em um mesmo fornecedor. Entretanto há de se considerar constantes estudos e surgimento de equipamentos cada vez mais modernos e eficientes, de forma a tornar o sistema ainda mais produtivo.

As baterias usadas para armazenamento da energia produzida pelos painéis solares são os componentes mais caros do sistema. A instalação correta, os ciclos de descarga adequados e a correta manutenção elevam sua vida útil e reduzem a probabilidade de substituição no sistema. De acordo com o fabricante, apenas 20% da capacidade nominal da bateria é retirada a cada ciclo, assim, ela deve ser submetida a uma recarga completa antes do próximo uso, o que, no Eletroposto proposto, irá ocorrer durante o dia, uma vez que estamos armazenando apenas parte da energia produzida. Esta prática evita a descarga incorreta da bateria, aumentando sua vida útil. Ao fim da vida útil, devem ser descartadas em local adequado e seguindo as recomendações do fabricante.

Os equipamentos usados neste trabalho devem ser instalados de forma correta, a fim de evitar altas temperaturas e condições adversas, que podem prejudicar o desempenho do sistema e reduzir sua eficiência. As placas fotovoltaicas devem ser limpas periodicamente, para não impactar na geração do sistema.

A substituição de qualquer equipamento do sistema proposto, seja por defeito, falha ou fim da vida útil, deverá ser feita por modelos compatíveis, para manter as características construtivas e funcionais do sistema.

É possível que empecilhos possam surgir ao longo da instalação e uso do sistema, podendo um deles pode ter relação com os conectores dos Veículos Elétricos. Há possibilidade dos conectores variarem de acordo com o veículo e com a marca, podendo ocorrer incompatibilidades com o modelo do carregador escolhido. Recomenda-se a verificação da norma IEC 62196- 2, para evitar problemas futuros.

Nos condomínios residenciais, é fundamental avaliar detalhadamente todas as possibilidades de conexão do sistema, considerando não apenas a capacidade de carga disponível, mas também a demanda prevista para o uso das instalações. Essa análise deve ser feita de forma minuciosa, levando em conta o perfil de consumo dos moradores e o potencial de aumento de demanda. A prevenção de sobrecargas no sistema é crucial, pois eventuais falhas podem comprometer tanto a segurança quanto o desempenho geral das instalações elétricas, afetando diretamente o funcionamento dos equipamentos e a estabilidade do fornecimento de energia.

ABSTRACT

This study investigates the integration of solar power generation and electric vehicle charging in residential homes, placing emphasis on the use of renewable energy sources, energy storage, and the implementation of charging stations in smart condominiums. An analysis of the electric charging station which uses solar energy as a primary source will be conducted, including a discussion on essential equipment, such as solar panels and batteries, in addition to different charging modes for electric vehicles, which include fast and low-power charging technologies. Finally, the benefits and applications of this integration in condominiums will be presented, as well as potential failures and problems that the system may face.

Keywords: Energy efficiency. Solar energy. Electric charging station. Electric vehicle.

REFERÊNCIAS

ABSOLAR. **Energia fotovoltaica**. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/>. Acesso em: 04 dez. 2024.

ABVE. **Veículo elétrico**. Disponível em: <https://abve.org.br/>. Acesso em: 04 dez. 2024.

ALVES, Marliana de Oliveira Lage. **Energia Solar: Estudo Da Geração De Energia Elétrica Através Dos Sistemas Fotovoltaicos On-Grid E Off-Grid**. 2019. 76 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas, Universidade Federal de Ouro Preto, João Monlevade, 2019. Disponível em: https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/2019/6/MONOGRAFIA_EnergiaSolarEstudo.pdf. Acesso em: 02 dez. 2024.

ANTUNES, Paulo Donizete Ribeiro. **Veículos Elétricos, Funcionamento E Seus Benefícios**. 2019. 73 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universitário Unifacvest., Lages, 2018. Disponível em: <https://www.unifacvest.edu.br/assets/uploads/files/arquivos/d74d7-antunes,-p.-d.-r.-veiculos-eletricos-funcionamento-e-seus-beneficios.-tcc,-2018..pdf>. Acesso em: 02 dez. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 17019: **Instalações elétricas de baixa tensão** — Requisitos para instalações em locais especiais — Alimentação de veículos elétricos. 1 ed. Rio de Janeiro: S.N, 2022. 20 p.

AZEVEDO, Marcelo Henrique de. **Carros elétricos: viabilidade econômica e ambiental de inserção competitiva no mercado brasileiro**. 2018. 54 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Controle e Automação) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2018. Disponível em: <http://www.monografias.ufop.br/handle/35400000/1579>. Acesso em: 02 dez. 2024.

BARACHO, Gabrielle Monique Maciel de Oliveira. **Veículos elétricos: estudo preliminar das estratégias de suprimento de energia por eletroposto solar fotovoltaico**. 2016. 53 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, Gama, 2016.

BARROS, Luis Otávio Oliveira. **Apresentação De Alguns Dos Aspectos Ambientais E Econômicos A Cerca Dos Veículos Elétricos**: Análise Do Impacto Socioambiental E Viabilidade Econômica. 53 f. Monografia (Graduação). Curso de Engenharia Elétrica. Universidade Federal do Tocantins. Palmas, 2021. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11612/3548>. Acesso em: 03 dez. 2024.

BOTEZELI, Luydi Kunzler. **Análise de viabilidade para o investimento industrial em energia solar fotovoltaica em uma empresa de grande porte do setor metal mecânico**. 2023. 136 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Elétrica, Centro de Excelência em Energia e Sistemas de Potênci, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2023. Disponível em: <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/30789>. Acesso em: 03 dez. 2024.

CASAGRANDE JUNIOR, E. F.; et al. **Energia solar fotovoltaica e automóveis elétricos**: a combinação de um modelo para redução de emissões de carbono na cidade de Curitiba. R. Tecnol. Soc., Curitiba, v. 15, n. 37, p. 653-678, jul./set. 2019. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts>. Acesso em: 03 dez. 2024.

COSENTINO, Vinicius de Lima. **Dimensionamento de um banco de baterias interligado em um sistema fotovoltaico para suprimento de energia em horário de ponta nos blocos UFASA do campus Gragoatá da UFF**. 2021. 59f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2021. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/handle/1/23192>. Acesso em: 03 dez. 2024.

CUNHA, João Gilberto; CUNHA, Rafael Gosuen. **O desafio da instalação de carregadores em condomínios**. Fotovolt, São Paulo, v. 71, n. 1, p. 34-45, ago. 2024. Mensal. Disponível em: https://issuu.com/aranda_editora/docs/fotovolt-agosto-2024?fr=xKAE9_zU1NQ. Acesso em: 03 dez. 2024.

CUNHA, Thiago Henrique J. R. da; SILVA, Antônio Manoel Batista da. **Baterias estacionárias e tracionárias aplicadas em sistemas off-grid e híbridos**. In: EDEPA - ENCONTRO DE DESENVOLVIMENTO DE PROCESSOS AGROINDUSTRIAS, 4., 2020, Uberaba. Artigo. Uberaba: Uniube, 2020. p. 1-7. Disponível em: <http://dSPACE.uniube.br:8080/jspui/handle/123456789/1440>. Acesso em: 05 dez. 2024.

FLORES, Marcelli Schossler. **Sistemas De Armazenamento De Energia Vinculados Ao Sistema Elétrico De Potência: Uma Análise Das Possibilidades E Obstáculos.** 2023. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, 28 jun. 2023. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10737/3621>. Acesso em: 03 dez. 2024.

MATTAR, Daniela Gonçalves. **Processo De Projeto Para Edifícios Residenciais Inteligentes E O Integrador De Sistemas Residenciais.** 2007. 181 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura, Construção Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2007. Disponível em: http://www.aureside.org.br/_pdf/tcc_2007.pdf. Acesso em: 03 dez. 2024.

MICHELIN (org.). **Guia do Veículo Elétrico.** São Paulo:2014. Disponível em: <https://www.michelin.com.br/conteudos/meu-veiculo-eletrico0>. Acesso em: 01 nov. 2024.

OLIVEIRA, Gessyelle Vilela; ABRITTA, Camila do Carmo Almeida; FERNANDES, Victor. **Energias Renováveis: estudo de caso de aplicação residencial de energia solar fotovoltaica.** Caderno de Estudos em Engenharia Elétrica, Juiz de Fora, v. 2, n. 3, jan. 2021. Disponível em: <https://seer.uniacademia.edu.br/index.php/eletrica/article/view/3063>. Acesso em: 03 dez. 2024.

RELLA, Ricardo. **Energia Fotovoltaica no Brasil.** Revista de Iniciação Científica, Criciúma, v. 15, n. 1, nov. 2017. Disponível em: <https://periodicos.unesc.net/ojs/index.php/iniciacaocientifica/article/view/2937/3523>. Acesso em: 03 dez. 2024.

SANTIAGO, Luis Felipe Fonseca; PICCININI, Marco Aurélio. **A utilização do sistema de automação residencial para melhorar a qualidade de vida dos portadores de necessidades especiais.** Caderno de Estudos em Engenharia Elétrica, Juiz de Fora, v. 2, n. 3, jan. 2021. Disponível em: <https://seer.uniacademia.edu.br/index.php/eletrica/article/view/3049>. Acesso em: 03 dez. 2024.

SOUSA JUNIOR, Elizaldo Severino de. **Sistemas de Armazenamento de Energia por Baterias**: Histórico, Aplicações e Desafios. 2023. 38 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - Puc-Rio, Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/colecao.php?strSecao=resultado&nrSeq=63011&idi=1>. Acesso em: 03 dez. 2024.


STAHELIN, Kleber Roberto Rios; PAULI, Miguel. **Estudo De Sistemas De Carregamento De Carros Elétricos Para Viabilidade Em Condomínios**. 2021. 76 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2021.

VIEIRA, Ariany Alves Orosco Fernandes; OLIVEIRA, Maria Mariah da Costa Sales e; ABRITTA, Camila do Carmo Almeida; MORAES, Camile Arêdes Moraes. **Estudo de Dimensionamento de Sistemas Solares Fotovoltaicos**. Caderno de Estudos em Engenharia Elétrica, Juiz de Fora, v. 9, n. 1, jan. 2023. Disponível em: <https://seer.uniacademia.edu.br/index.php/ANL/article/view/3862>. Acesso em: 03 dez. 2024.



ANEXO A - BATERIA SOLAR - 12MS234 MOURA SOLAR 12V 220AH

SÉRIE MS



A série MS possui a durabilidade e o desempenho de que o seu negócio precisa. Especialmente projetada para ser utilizada em aplicações de ciclagem, possui a tecnologia chumbo-carbono. Assim, é ideal para a maioria dos sistemas de energia fotovoltaica off-grid.

SOLAR
Estacionária

Principais características técnicas


Modelo (C120)	Tensão nominal	Capacidade a 25°C (Ah) / 1,75V/ga			Dimensões (mm)				Peso (Kg)
	(V)	C10I	C20I	C120I	Comp.	Larg.	Alt.		
							com polo	sem polo	
12MS02	12	27	30	33,6	187	130	106	103	8,0
12MS06	12	30	36	40	212	175	175	175	11,06
12MS09A	12	41	45	50,4	212	175	190	190	12,5
12MS09	12	50	55	61,2	242	175	175	175	14,4
12MS09A	12	52	60	67,2	242	175	190	190	15,5
12MS09	12	56	63	70,8	262	175	175	175	17,8
12MS14	12	63	70	77,4	262	175	190	190	19,3
12MS09	12	74	80	88,8	300	172	227	202	22,4
12MS111	12	90	100	110,4	330	172	244	218	26,5
12MS182	12	135	150	166,2	509	211	260	221	42,5
12MS188	12	160	175	194,4	517	272	240	221	52,15
12MS234	12	200	220	244,8	517	272	240	221	57,20

Benefícios do produto

- Liga especial anticorrosão
- Tampa antivazamento
- Tecnologia PbC
- Tecnologia de ácido livre

- Mais de 450 ciclos
- Recarga até 50% mais eficiente
- Excelente desempenho em ciclagens profundas
- Performance em altas temperaturas
- Livre de manutenção

SOLAR Pode contar com a nossa energia.





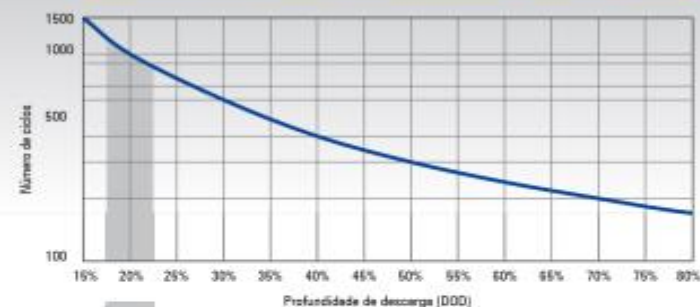
INFORMAÇÕES TÉCNICAS DA SÉRIE MS



Descarga em corrente constante (A)

MODELOS	1,85 VFE - 25°C		1,75 VFE - 25°C									
	C129	C120	C100	C24	C29	C19	C8	C3	C4	C3	C2	C1
12MS32	0,27	0,29	0,33	1,30	1,50	2,70	3,30	4,00	5,00	7,40	10,30	16,40
12MS38	0,32	0,33	0,40	1,60	1,80	3,30	3,90	5,40	6,40	8,50	12,90	20,00
12MS43A	0,40	0,42	0,50	1,90	2,30	4,10	5,00	7,40	8,00	11,30	16,80	27,00
12MS59	0,44	0,51	0,61	2,40	2,80	5,00	6,50	9,00	10,90	15,70	23,70	35,70
12MS64A	0,53	0,56	0,68	2,42	3,16	5,45	6,95	9,50	11,80	14,90	21,40	32,70
12MS69	0,59	0,59	0,69	2,70	3,30	5,70	6,90	9,50	12,90	16,40	23,70	35,70
12MS74	0,62	0,64	0,75	2,34	3,40	6,21	7,52	11,40	14,90	17,80	25,70	43,00
12MS95	0,71	0,74	0,88	3,30	4,00	7,20	8,50	12,70	14,90	18,70	26,70	45,00
12MS111	0,83	0,91	1,10	4,30	5,30	8,50	11,70	17,40	20,80	26,70	36,70	61,40
12MS192	1,30	1,41	1,68	6,30	7,50	13,50	15,80	23,70	27,90	34,90	47,40	76,10
12MS186	1,50	1,60	1,90	7,30	8,50	16,00	18,10	27,00	31,90	41,70	54,70	90,00
12MS234	1,80	2,04	2,40	9,50	11,00	20,00	24,00	35,90	43,00	55,00	70,00	111,00

Número de ciclos em função da profundidade de descarga



Descarga em potência constante (W)

MODELOS	1,85 VFE - 25°C		1,75 VFE - 25°C									
	C129	C120	C100	C24	C29	C19	C8	C3	C4	C3	C2	C1
12MS32	0,48	3,20	5,40	16,70	17,80	31,50	37,80	54,50	66,90	94,00	122,00	215,00
12MS38	0,57	4,30	5,00	18,20	23,00	39,50	48,00	69,00	77,90	106,00	136,00	238,00
12MS43A	0,72	4,90	7,00	24,10	27,40	46,00	56,30	84,70	106,00	130,00	174,00	306,00
12MS59	0,84	6,00	8,00	28,70	35,10	60,90	71,20	101,00	118,00	147,00	198,00	341,00
12MS64A	0,99	7,10	9,01	32,30	39,30	66,70	77,41	110,00	128,71	160,23	216,91	371,66
12MS69	1,03	7,30	10,43	35,10	40,80	71,60	85,70	122,00	144,00	180,00	240,00	400,00
12MS74	1,11	7,90	11,34	36,28	44,04	76,04	92,74	132,56	156,56	198,01	266,04	446,00
12MS95	1,27	9,70	13,70	43,20	52,50	87,80	104,00	147,00	173,00	216,00	286,00	484,00
12MS111	1,47	12,70	16,80	55,80	65,70	111,00	132,00	190,00	223,00	287,00	382,00	624,00
12MS192	2,43	17,20	23,80	74,80	89,00	154,00	181,00	258,00	310,00	378,00	516,00	888,00
12MS186	2,74	21,30	29,20	94,20	111,00	192,00	227,00	321,00	379,00	469,00	633,00	1050,00
12MS234	3,51	25,80	31,30	118,00	141,00	249,00	297,00	426,00	507,00	633,00	858,00	1500,00





ANEXO B - CARREGADOR PARA VEÍCULO ELÉTRICO - THOR07AS-P







Datasheet*	THOR 07AS-P (WIFI/4G)
Dados de entrada e saída	
Tensão de entrada	220V AC
Frequência de entrada	60Hz
Tensão de saída	220V AC
Máx. tensão de saída	7KW
Máx. tensão de saída de corrente	32A
Tipo de interface de carregamento	EC32196-2 - Tipo II
Conexão	Conector
Comprimento do cabo	5m
Proteção	
Proteção sobretensão	Sim
Proteção sobtensão	Sim
Proteção de sobrecarga	Sim
Proteção contra curto-circuito	Sim
Proteção de fuga do terra	Sim
Proteção superaquecimento	Sim
Proteção contra relâmpago	Sim
Função e Acessório	
Cabo Ethernet	Sim
LCD	Não
RCD	Tipo A + 6mA Protecção de corrente de falha CC (Equivale ao Tipo B)
Ativação de carregamento	APP / Plug and Play
Luz indicadora LED	Sim
Botão de parada de emergência	Sim
Múltiplos modos de funcionamento	Rápida/ PV Linkage /Fora do pico / Balanceamento de carga
Geral	
Grau de proteção	IP65
Temperatura ambiente	-20°C ~ +65°C
Humidade relativa	5-95% sem condensação
Altitude máxima	<2000m
Resfriamento	Resfriamento natural
Consumo de energia em standby	< 8W
Dimensões (L/A/P)	240/380/164mm
Peso	9,5kg
Suporte de parede	Sim
Garantia	3 Anos

ANEXO C - INVERSOR HÍBRIDO - SUN 8KW HÍBRIDO

Inversor Híbrido

SUN-3.6/5/8K-SG03LP1-EU



-  Tela touch LCD colorida, grau de proteção IP65
-  Acoplamento CA para potencializar a geração solar
-  16 Controle de queda de frequência Max. 16pcs em paralelo
-  190 Corrente máxima de carga e descarga de 190A
-  6 6 períodos de carga e descarga da bateria
-  Suporta fornecimento de energia de um gerador a diesel

Technical Data

Modelo	SUN 3.6K -SG03LP1-EU	SUN 5K -SG03LP1-EU	SUN 8K -SG03LP1-EU
Dados de Entrada da Bateria			
Tipo de bateria	Chumbo-ácido ou Ion-Lítio		
Faixa de tensão da bateria (V)	40-60		
Corrente máxima de carregamento (A)	90	120	190
Corrente máxima de descarga (A)	90	120	190
Sensor de temperatura externo	Sim		
Curva de carregamento	3 estágios / Equalização		
Carregamento para baterias de Ion-Lítio	Auto adaptação ao BMS		
Dados de entrada do String FV			
Potência máxima de entrada CC (W)	4680	6500	10400
Tensão de entrada fotovoltaica (V)	370 (125-500)		
Tensão de partida (V)	125		
Faixa de operação do MPPT (V)	150-425		
Faixa de tensão CC à Plena Carga (V)	300-425	200-425	
Tensão de entrada FV (A)	13+13	26+26	
Corrente Máxima de Curto-Circuito FV (A)	17+17	34+34	
Nº de MPPT/ Nº de Strings por MPPT	2/1+1		2/2+2
Dados de Saída CA			
Saída nominal CA e potência UPS (W)	3600	5000	6000
Potência máxima de saída CA (W)	3690	5500	6600
Corrente nominal de saída CA (A)	16,4	22,7	36,4
Corrente CA máxima (A)	18	25	40
Máxima corrente de passagem CA (A)	35		
Potência de pico (fora da rede)	Dobro da potência nominal, 10 S		
Fator de potência	0,8 atrasado - 0,8 adiantado		
Frequência e tensão de saída	50/60Hz; L/N/PE 220/230Vac (monofásico)		
Tipo de Rede	Monofásico		
Corrente de injeção CC	THD<3% (Carga linear<1.5%)		
Eficiência			
Eficiência máxima	97,60%		
Eficiência Euro	97,00%		
Eficiência MPPT	99,90%		
Proteção			
Integrado	Proteção contra descargas atmosféricas na entrada PV, Proteção anti-ilhamento, Proteção de polaridade reversa do string PV, Detecção de resistência de isolamento, Unidade de Monitoramento de Corrente Residual, Proteção contra sobrecorrente de saída, Proteção contra surto		
Certificações e Padrões			
Conexão com a rede	CEI 0-21, VDE-AR-N 4105, NRS 097, IEC 62116, IEC 61727, G99, G98, VDE 0126-1-1, RD 1699, C10-11		
Segurança EMC / Padrão	IEC/EN 61000-6-1/2/3/4, IEC/EN 62109-1, IEC/EN 62109-2		
Dados Gerais			
Temperatura do ambiente de operação(°C)	-45-60 °C, >45°C Redução de potência (derating)		
Resfriamento	Resfriamento natural		
Ruído (dB)	<30 dB		
Comunicação com BMS	RS485; CAN		
Peso (kg)	20,5		
Tamanho (mm)	330 x 580 x 232 (L x A x P)		
Grau de proteção	IP65		
Tipo de instalação	Montagem na parede		
Garantia	5 anos		

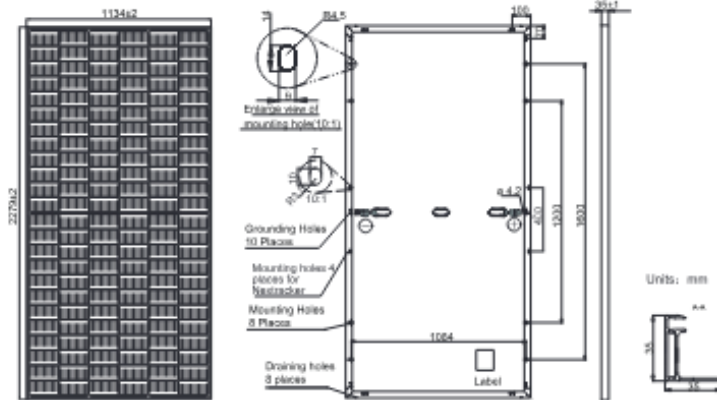


ANEXO D - PLACAS SOLARES - JA DEEP BLUE MONO 550W

JASOLAR

JAM72S30 530-555/MR Series

DIAGRAMA MECÂNICO



ESPECIFICAÇÕES

Célula	Mono
Peso	28.6kg±3%
Dimensões	2278±2mm×1134±2mm×35±1mm
Seção transversal do cabo	4mm ² (IEC) , 12 AWG(UL)
Nº de células	144(6×24)
Caixa de Junção	IP68, 3 diodos
Conector	QC 4.10(1000V) QC 4.10-35(1500V)
Comprimento do cabo (Incluindo Conector)	Porta-retrato: 300mm(+)/400mm(-); Paisagem: 1300mm(+)/1300mm(-)
Configuração da Embalagem	31pcs/Pallet 620pcs/40HQ Container

PARAMÊTROS ELÉTRICOS NA STC

Tipo	JAM72S30 -530/MR	JAM72S30 -535/MR	JAM72S30 -540/MR	JAM72S30 -545/MR	JAM72S30 -550/MR	JAM72S30 -555/MR
Potência Máxima(Pmax) [W]	530	535	540	545	550	555
Tensão de Circuito Aberto(Voc) [V]	49.30	49.45	49.60	49.75	49.90	50.02
Tensão na Potência Máxima(Vmp) [V]	41.31	41.47	41.64	41.80	41.96	42.11
Corrente de Curto-circuito(Isc) [A]	13.72	13.79	13.86	13.93	14.00	14.07
Corrente na Potência Máxima(Imp) [A]	12.83	12.90	12.97	13.04	13.11	13.18
Eficiência do Módulo [%]	20.5	20.7	20.9	21.1	21.3	21.5
Tolerância de Potência	±5W					
Coefficiente de Temperatura da Isc(α _{Isc})	+0.045%/°C					
Coefficiente de Temperatura da Voc(β _{Voc})	-0.275%/°C					
Coefficiente de Temperatura da Pmax(γ _{Pmp})	-0.350%/°C					

STC (Condições de Testa Padrão) Irradiância 1000W/m², temperatura das células 25°C, AM1.5G

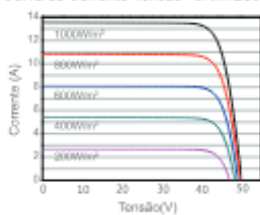
Observações: Os dados neste catálogo não se referem a um módulo e não são parte da oferta. Eles somente servem como comparação entre módulos distintos.

PARÂMETROS ELÉTRICOS NA NOCT

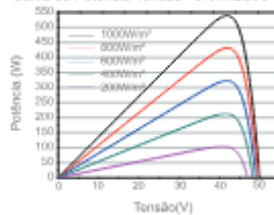
Tipo	JAM72S30 -530/MR	JAM72S30 -535/MR	JAM72S30 -540/MR	JAM72S30 -545/MR	JAM72S30 -550/MR	JAM72S30 -555/MR	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO
Potência Máxima(Pmax) [W]	401	405	408	412	416	420	Tensão Máxima do Sistema 1000V/1500V DC
Tensão de Circuito Aberto(Voc) [V]	46.18	46.31	46.43	46.55	46.68	46.85	Temperatura Operacional -40°C~+85°C
Tensão na Potência Máxima(Vmp) [V]	38.57	38.78	38.99	39.20	39.43	39.66	Classificação Máxima de Fusíveis em Série 25A
Corrente de Curto-circuito(Isc) [A]	11.01	11.05	11.09	11.13	11.17	11.21	Carga Estática Máxima, Frontal* 5400Pa(112lb/ft ²) Carga Estática Máxima, Traseira* 2400Pa(50lb/ft ²)
Corrente na Potência Máxima(Imp) [A]	10.39	10.43	10.47	10.51	10.55	10.59	NOCT 45±2°C
NOCT	Irradiância 800W/m ² , temperatura ambiente 20°C, velocidade do vento 1m/s, AM1.5G						Classe de Segurança Class II
*Para instalações NexTracker, Carga Estática Máxima, Frontal 2000Pa, enquanto, Carga Máxima Estática Traseira 2000Pa							Classificação Contra Fogo UL Type 1

CARACTERÍSTICAS

Curva de Corrente-Tensão JAM72S30-540/MR



Curva de Potência-Tensão JAM72S30-540/MR



Curva de Corrente-Tensão JAM72S30-540/MR

