

## **ESTUDO DE IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO EM ESTAÇÕES DE MANUTENÇÃO DE BICICLETAS NO MUNICÍPIO DE GUABIRUBA/SC**

### **STUDY OF PHOTOVOLTAIC SYSTEM IMPLEMENTATION IN BICYCLE MAINTENANCE STATIONS IN THE MUNICIPALITY OF GUABIRUBA/SC**

**Larissa Ignês Boos  
Milton Augusto Pinotti**

**Resumo:** *A busca por métodos de geração de energia de forma renovável tem se destacado sendo, a energia proveniente de recursos solares, uma alternativa interessante, para auxiliar na contribuição do aumento dos índices de geração de energia limpa. As vantagens proporcionadas pela energia solar são inúmeras, principalmente em países em que os valores de irradiação são expressivos, como no caso do Brasil. Diversos investimentos, quer sejam privados ou governamentais, tem sido realizados na pesquisa e utilização dessa fonte de geração de energia elétrica. Atualmente, a cidade de Guabiruba/SC participa de um acordo de cooperação internacional em prol do meio ambiente e do clima, que tem como objetivo incentivar ações relacionadas a sustentabilidade, preservação do meio ambiente, além de contribuir com melhorias no meio urbano, propiciando saúde, bem estar e segurança à população. Analisando-se a recente implantação de diversos pontos de estações de manutenção de bicicletas, fruto da parceria firmada entre o município de Guabiruba/SC e a cidade Karlsdorf- Neuthard (Alemanha), o presente trabalho visa contribuir com uma proposta de implantação de uma cobertura fotovoltaica nessas estações de bicicletas. Visa, essa implantação, apoiar os ciclistas que trafegam pela região, propiciando pontos de carregamento de dispositivos eletrônicos, através de módulos USB, e iluminação noturna no local, auxiliando na visibilidade para utilização dos equipamentos existentes nas estações, destinados a realizar pequenas manutenções em seus veículos. Ademais foi este projeto concebido para, além de aproveitar o espaço para geração de energia renovável, proteger a estrutura existente de eventuais intempéries. Outrossim, justifica-se a viabilidade da instalação desta estrutura fotovoltaica, o fato de que o município busca incentivar o uso da bicicleta como meio de transporte e a implantação de um projeto relacionado ao ciclo turismo.*

Estudo De Implantação De Sistema Fotovoltaico Em Estações De Manutenção De Bicicletas No Município De Guabiruba/Sc

**Palavras-chave:** *Sistemas fotovoltaicos. Energia Solar. Sustentabilidade. Estações de Bicicleta.*

**Abstract:** *The search for all energy generation in a renewable way is that energy from solar resources is an interesting alternative to help contribute to the increase in the rates of clean energy generation. The advantages provided by solar energy are numerous, especially in countries where irradiation values are expressive, as in the case of Brazil. Several investments, whether private or governmental, have been carried out in the research and use of this source of electricity generation. Currently, the city of Guabiruba/SC participates in an international cooperation agreement for the environment and climate, which aims to encourage actions related to sustainability, and preservation of the environment, in addition to contributing to improvements in the urban environment, providing health, well-being, and safety to the population. Analyzing the recent implementation of several points of bicycle maintenance stations, the result of the partnership between the municipality of Guabiruba/SC and the city Karlsdorf- Neuthard (Germany), this work aims to contribute to a proposal for the implementation of photovoltaic coverage for bicycle stations. It aims, in the implementation, to support cyclists traveling through the region, providing charging points for electronic devices, through USB modules, and night lighting on site, assisting in visibility for the use of existing equipment in the stations and intended to perform small maintenance on their vehicles. In addition, this project was designed to taking advantage of the space for renewable energy generation, protect the existing structure from any weather. Moreover, the feasibility of installing this photovoltaic structure is justified, by the fact that the municipality seeks to encourage the use of bicycles as a means of transport and the implementation of a project related to the tourism cycle.*

**Keywords:** *Photovoltaic systems. Solar energy. Sustainability. Bicycle Stations.*

## 1. INTRODUÇÃO

Estudo De Implantação De Sistema Fotovoltaico Em Estações De Manutenção De Bicicletas No Município De Guabiruba/Sc

A energia elétrica se tornou um insumo vital para o desenvolvimento da sociedade contemporânea, sendo uma das formas de energia mais utilizadas no mundo. A criação de novos artefatos elétricos, que auxiliam na rotina de vida das pessoas, vem crescendo constantemente, demandando dessa forma um incremento no consumo de energia elétrica.

De acordo com Silva (2020), a energia elétrica pode ser gerada através de diversas fontes, tais como a hidráulica, eólica, solar, gás natural, biomassa, carvão, derivados de petróleo. Com base no Relatório de *status* global de energia renovável publicado pela Renewables (2020), no ano de 2018, a principal fonte de energia utilizada em âmbito mundial foi a proveniente de combustíveis fósseis (representada por um percentual de 79,9% em relação as demais fontes acima mencionadas). Apoiados nesta informação, pode-se concluir que a matriz global de energia ainda se baseia principalmente em fontes não renováveis.

Tendo em vista os diversos danos ambientais causados pela geração de energia elétrica, em especial as fontes derivadas de petróleo, diversos países procuram investir em projetos relacionados a geração de energia sustentável, em particular através de relações públicas e privadas.

De acordo com a Organização das Nações Unidas do Brasil (2020) os investimentos globais voltados a geração de energia renovável no ano de 2018 alcançaram em torno de 288,9 bilhões de dólares. O valor apresentou uma queda de 11% em relação ao ano anterior. Porém, esta queda pode ser parcialmente justificada pela diminuição nos custos relacionados a tecnologia solar fotovoltaica, ou seja, a mesma quantidade de energia pode ser gerada com investimentos menores.

A geração de energia elétrica, produzida a partir do calor e da luz solar, ganhou força no início da década de 1970, impulsionada pela crise do petróleo, onde notou-se que os recursos naturais eram finitos. Em paralelo com a crise, começaram a surgir diversos movimentos ecológicos voltados a incentivar pesquisas relacionadas a geração de energia, entre elas a energia solar (OLIVEIRA; VILLA; COSTA, 2017).

Conforme Oliveira, Villa e Costa (2017), a aplicação de painéis fotovoltaicos para a geração de energia solar é o que mais vem tendo destaque atualmente. Pinho e

Estudo De Implantação De Sistema Fotovoltaico Em Estações De Manutenção De Bicicletas No Município De Guabiruba/Sc

Galdino (2014) descrevem que a energia fotovoltaica é obtida através da transformação direta da luz em eletricidade, originando o efeito fotovoltaico.

De acordo com Júnior A., Júnior J. e Júnior H. (2017), o Brasil possui um grande potencial para geração de energia através de sistemas fotovoltaicos, devido a sua grande extensão territorial, incidência de radiação média e pouca variedade interanual em grande parte de suas regiões. O Brasil, possuindo área territorial similar a China e Estados Unidos da América (primeiro e terceiro colocados no *ranking* mundial de geração de energia solar, respectivamente), e área ligeiramente maior que a do Japão e Alemanha (segundo e quarto colocados no *ranking* mundial de geração de energia solar, respectivamente) apresentou, no ano de 2019, um ínfimo percentual de geração de energia solar de 1,1 %, ao se comparar com as demais fontes de produção de energia elétrica, conforme com o relatório anual de estatísticas de energia elétrica desenvolvido pela EPE (Empresa de Pesquisa Energética).

A despeito da participação da geração de energia elétrica, através de recurso solar ainda estar abaixo dos níveis esperados no território brasileiro, cabe ressaltar que, de acordo com o anuário estatístico de energia elétrica disponibilizado pela EPE, entre 2018 e 2019 o aumento da aplicação de sistemas fotovoltaicos aumentou em 92,1%. Ou seja, os investimentos nessa área estão sendo realizados. A elevação deste percentual pode ser justificada pelas medidas governamentais no âmbito comercial, residencial e parcerias público privadas, que acabam incentivando os investimentos em geração de energia através de fontes renováveis.

Com o aumento da frota veicular nas cidades, principalmente nas grandes metrópoles, os impactos ambientais causados pela poluição dos veículos automotores tornaram-se uma preocupação constante das autoridades locais. Silveira (2010) destaca que uma das metas do planejamento de transportes é incentivar novas medidas de desenvolvimento sustentável. Estas medidas visam contribuir com a humanização no trânsito, a mobilidade urbana e ao meio ambiente.

A administração pública do município de Guabiruba/SC, procurando inserir o município no contexto da sustentabilidade ambiental, iniciou a elaboração de um plano de ação sustentável firmando, no ano de 2019, parceria com a cidade Karlsdorf-Neuthard (Alemanha), relacionadas ao projeto 50 Parcerias pelo Clima e alinhado com

Estudo De Implantação De Sistema Fotovoltaico Em Estações De Manutenção De Bicicletas No Município De Guabiruba/Sc

os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Desta forma, o objetivo do primeiro projeto (50 Parcerias pelo Clima) é fortalecer e desenvolver a cooperação de municípios alemães e da América Latina em prol do meio ambiente, financiados pelo engajamento global dos serviços de agências e cooperativas associadas ao projeto. O segundo projeto (ODS), constitui uma agenda mundial voltada em desenvolver ações de melhorias na qualidade de vida das pessoas e do meio ambiente, por meio de elaboração de padrões de consumo e investimentos em projetos voltados a sustentabilidade.

Obteve-se como um dos resultados do plano de ações sustentáveis, impulsionado pela parceria entre a cidade de Guabiruba e o distrito alemão, bem como em consonância com o Objetivo ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), a implantação de pontos de manutenção de bicicletas em diversos locais da cidade. O projeto também foi incentivado pela CIMVI, devido a relação com o tema cicloturismo.

Com o intuito de estimular a utilização de bicicletas como meio de transporte, visto que este não expõe riscos consideráveis ao meio ambiente, além de contribuir com o estilo de vida saudável do ser humano, os investimentos realizados pelos órgãos públicos voltados a urbanização podem ser um grande avanço nesta área. Os pontos de manutenção de bicicletas existentes no município de Guabiruba/SC servem como exemplo deste tipo de incentivo, justificado pelo fato de que auxiliam como ponto de apoio aos ciclistas que trafegam pela região.

Em virtude de a estrutura dos pontos de manutenção de bicicletas estarem totalmente expostas ao clima (sol, chuva, calor e outros), a vida útil da estrutura acaba sendo comprometida ao longo do tempo, necessitando de manutenções com maior frequência. Pode-se destacar também que a falta de iluminação do local acarreta, no período noturno, dificuldade do manuseio dos equipamentos pelos ciclistas que por ali trafegam.

Em análise realizada nos locais em que as estações de bicicletas se encontram instaladas, notou-se a disponibilidade de uma área livre em torno dessas estações, onde planeja-se construir uma estrutura de telhado do tipo *carport*. A implantação desta cobertura visa contribuir com a proteção da estrutura metálica existente, que serve como apoio para estacionamento de bicicletas, e acoplamento das ferramentas

## Estudo De Implantação De Sistema Fotovoltaico Em Estações De Manutenção De Bicicletas No Município De Guabiruba/Sc

utilizadas para manutenção das mesmas. O projeto conceitual prevê a instalação de painéis fotovoltaicos integrados a cobertura, permitindo gerar energia suficiente para alimentar um ponto de iluminação, bem como carregar dispositivos eletrônicos através de uma conexão padrão USB.

## 2. ESTADO DA ARTE

### 2.1. Energia Solar

“A energia solar está diretamente relacionada com os processos químicos, físicos e biológicos, ou seja, está associada com a vida na Terra. As variações dessa energia têm impacto na atmosfera e no clima da Terra em largas escalas de tempo” (GÓMEZ *et al.*, 2018, p.1).

Segundo Pinho e Galdino (2014), a energia gerada pelo sol se torna inesgotável na escala terrestre, servindo tanto como fonte de calor, como de luz. É importante destacar que praticamente todas as demais fontes de energia dependem da incidência de sol, ou seja, diversas outras fontes de energia são provenientes da energia solar. Por exemplo, a partir da energia do sol se obtém a evaporação, logo contribui com o ciclo das águas, onde por meio de represamento, resulta na geração da energia hidrelétrica.

Com foco na engenharia, Pinho e Galdino (2014) designam evidência para a energia solar térmica e a energia solar fotovoltaica sendo, essa última, referência como objeto para esse estudo. No caso da energia térmica, o interesse consiste em determinar a quantidade de energia que um corpo é capaz de absorver, sob a forma de calor, a partir da radiação que incide sobre ele. Os equipamentos utilizados para essa ação são conhecidos como coletores solares. A energia solar fotovoltaica, por sua vez, é aquela resultante da conversão direta da luz em eletricidade, através de um dispositivo específico para este processo, denominada célula fotovoltaica.

### 2.2. Geração Fotovoltaica

## Estudo De Implantação De Sistema Fotovoltaico Em Estações De Manutenção De Bicicletas No Município De Guabiruba/Sc

A origem do efeito fotovoltaico foi descoberta em meados de 1839, por Edmond Becquerel, que desenvolveu estudos relacionados ao aparecimento de uma diferença de potencial nos terminais de uma estrutura semicondutora causada pela absorção da luz sobre ela (NASCIMENTO, 2004). No ano de 1876 foi desenvolvido o primeiro mecanismo fotovoltaico, proveniente dos estudos da física e do estado sólido. A produção industrial e o crescimento da área de eletrônica do dispositivo surgiu somente após o ano de 1956 (PINHO; GALDINO, 2014).

A célula fotovoltaica é o componente que têm como função principal converter a luz solar em eletricidade. Em geral, elas são formadas por dois tipos de materiais semicondutores, sendo um com terminal positivo (material P) e outro negativo (material N). Dessa forma, quando a luz solar incide sobre a junção dos materiais semicondutores, uma corrente é gerada e transformada em energia elétrica pela célula fotovoltaica (SOLARPRIME, 2020).

Para a geração de uma quantidade de energia considerável, torna-se necessário a união de diversas células fotovoltaicas conectadas em série e encapsuladas em várias camadas de proteção. O conjunto dessas células resultam nas denominadas placas solares, também conhecidas como módulos fotovoltaicos (FONTES, 2019).

Conforme FONTES (2019), a estrutura do painel fotovoltaico consiste basicamente nas seguintes camadas: uma lâmina de vidro temperado, um material orgânico (como por exemplo etileno – vinil- acetato), as células conectadas, mais uma lâmina de material orgânico e uma cobertura (podendo ser vidro, polímeros e similares). Posteriormente a estrutura é emoldurada, na maioria das vezes por material similar ao alumínio, e por fim inseridas as caixas de conexão (cabos e conectores) para a ligação em série.

### **2.3 Sistema desconectado à rede – *Off Grid***

Os Sistemas Fotovoltaicos (SFT) desconectados à rede caracterizam-se por não possuírem conexão com a rede de distribuição das concessionárias elétricas, e dependem unicamente da radiação solar para a geração de energia. Classifica-se este

Estudo De Implantação De Sistema Fotovoltaico Em Estações De Manutenção De Bicicletas No Município De Guabiruba/Sc

tipo de sistema em três subgrupos: sistema *off grid* com armazenamento, sistema *off grid* sem armazenamento e sistema *off grid* híbrido.

Conforme Bortoloto *et al.* (2017), os SFT isolados são aplicados de maneira mais comum em áreas rurais e locais em que não há distribuição de rede de energia elétrica. A aplicação dos SFT *off grid* também está ganhando espaços em cidades grandes, onde deseja-se alimentar um ponto de consumo específico.

A caracterização do SFT *off grid* com armazenamento é definida por carecer de algum tipo de armazenamento. “O armazenamento pode ser em baterias, quando se deseja utilizar aparelhos elétricos nos períodos em que não há geração fotovoltaica, ou em outras formas de armazenamento de energia” (Pinho e Galdino, 2014). De acordo com Pinho e Galdino (2014), o sistema também deve conter um dispositivo responsável pelo controle e condicionamento de potência composta por inversor e controlador de carga.

## 2.4 Controlador de Carga

Segundo Pinho e Galdino (2014) o controlador de carga (também denominados de gerenciadores de carga /reguladores de carga) tem como função principal, quando incluídos junto aos SFT isolados, proteger a bateria contra cargas excessivas. Os controladores devem se desconectar do gerador de energia no momento em que a bateria alcançar um nível de carga mínimo de segurança. Alguns reguladores de carga possuem a função de monitorar o desempenho do SFT, acionando um sistema de alarmes quando há a ocorrência de alguma anormalidade.

É importante destacar que, no momento de a escolha do tipo de controlador, deve ser avaliado suas especificações em relação ao tipo de bateria utilizado no sistema, a fim de buscar o dispositivo mais eficiente para a configuração do sistema adotado.

## 2.5 Baterias

As baterias são comumente aplicadas junto aos SFT isolados e híbridos, garantindo o fornecimento de energia elétrica durante o período noturno ou nos dias



### Estudo De Implantação De Sistema Fotovoltaico Em Estações De Manutenção De Bicicletas No Município De Guabiruba/Sc

de menor irradiação solar. Em geral, as baterias são dispositivos eletroquímicos responsáveis em converter energia química em energia elétrica e vice-versa (PINHO; GALDINO, 2014).

A vida útil destes dispositivos pode ser expressa em duas formas: através do número de ciclos ou do período de tempo de utilização, variando de acordo com o tipo de serviço que a bateria foi especificada. A vida útil, determinada pelo número de ciclos, depende da profundidade de descarga do ciclo, da corrente de descarga e da temperatura de operação. Conforme Pinho e Galdino (2014), na aplicação das baterias junto aos SFT, os ciclos de carga/ descarga são diários, correspondendo ciclo de vida relacionado ao número de dias de serviço. Com a locação do equipamento em local adequado e com temperaturas ambientes controladas, além do controle de carga e sobrecarga, a vida útil do equipamento pode ser prolongada.

Quanto ao tipo de bateria aplicada nos sistemas fotovoltaicos, comumente são utilizadas as baterias estacionárias, que apresentam melhor desempenho para este tipo de sistema. Este tipo de bateria é fabricado com placas de chumbo mais grossas e materiais internos mais nobres que as convencionais. Além disso, possuem a capacidade de descarga mais profunda (80% da capacidade total), garantindo maior vida útil ao equipamento e menor tempo de uso (GUIMARÃES, 2020). Em alguns casos, utilizam-se também as baterias automotivas, porém, pelo fato de as baterias automotivas serem projetadas para operar em sua maior parte do tempo totalmente carregadas, a descarga máxima de uma bateria automotiva é relativamente menor se comparado a uma bateria estacionária, resultando em mais ciclos de uso em curto período de tempo.

## 2.6 Carport Solar

Os *carport* solares são estruturas que vem sendo muito aplicados para comportar painéis fotovoltaicos. Caracterizam-se como armações semelhantes àquelas utilizadas como suporte de placas fotovoltaicas instaladas sobre o solo, possuindo como diferencial a utilização da área inferior do telhado, pelo fato de serem instaladas a uma altura mais elevada, similares a de um estacionamento coberto comum.

Estudo De Implantação De Sistema Fotovoltaico Em Estações De Manutenção De Bicicletas No Município De Guabiruba/Sc

De acordo com Fontes (2020) o “carport” solar se resume em uma estrutura metálica que utiliza as placas solares para fechamento da cobertura. Esses, além de proporcionar uma fixação segura para as placas, possibilitam o posicionamento ideal em relação a orientação ao sol desejada, bem como a altura de instalação em relação ao piso, propiciando a área do piso suficiente para comportar os veículos.

## 2.7 Aplicação de iluminação LED em espaços públicos

Considerando que diversas cidades ainda utilizam luminárias de vapor de mercúrio, e outros modelos similares no sistema de iluminação pública, Novicki e Martinez (2008) destacam a importância da substituição dos modelos atuais por uma nova tecnologia LED (*Ligth Emitting Diode*), a fim de contribuir com a diminuição do consumo de energia e emissão de gases poluentes.

Dentre as diversas vantagens do uso de LED's para iluminação de espaços públicos, Novicki e Martinez (2008) destacam os principais:

- A segurança deste tipo de equipamento, diminuindo o risco de acidentes ocorridos durante a instalação e manutenção;
- Vida útil prolongada, representando cerca de 50 mil horas, reduzindo a necessidade de manutenções e trocas dos dispositivos;
- Menor consumo proporcionado pelo elevado grau de eficiência do equipamento, projetado para atingir um fluxo luminoso ideal;
- Ausência da emissão de radiação ultravioleta, diminuindo a atração de insetos a luminária, gerando menores riscos de degradação do equipamento;
- Resistência aos impactos e vibrações
- Minimização da poluição luminosa gerada pela bolha luminosa das luminárias sem tecnologia LED, projetadas de forma incorreta que contribuem com a redução da nitidez do céu.

Considerando os itens descritos acima, conclui-se que a aplicação dos LED's no meio urbano é recomendada, pois esta é capaz de produzir muito mais luz do que o calor, se comparado pelo emprego das lâmpadas incandescentes. Desta forma, as

Estudo De Implantação De Sistema Fotovoltaico Em Estações De Manutenção De Bicicletas No Município De Guabiruba/Sc

luminárias LED's tornam-se mais eficientes, capazes de reduzir o consumo de energia em até 50% em relação as luminárias comuns empregadas nesta situação

## 2.8 Emprego de Portas USB em Espaços Públicos

Os dispositivos USB (*Universal serial bus*) se tornaram uma tecnologia simples e rápida com a função de conectar diversos tipos de aparelhos (câmeras, *pen drives*, impressoras, carregadores) ao computador e a dispositivos móveis. Conforme Alecrim (2009), uma das vantagens de criação da tecnologia é a necessidade de padronizar a interconexão de equipamentos distintos, tornando isento a necessidade de um tipo de conector para cada aparelho.

Analisando-se a crescente demanda de equipamentos móveis nas atividades do ser humano, e considerando os constantes avanços na autonomia das baterias, em determinado momento se faz necessário o carregamento destes aparelhos, e a demanda por tomadas ou portas USB se tornam essenciais (ALECRIM, 2009).

Levando-se em conta a ampla necessidade da existência de pontos de alimentação e portas do tipo USB's, para carregamento de dispositivos móveis, a implantação destes módulos vem ganhando força em meio aos espaços públicos, tais como pontos de ônibus, praças e postes inteligentes, tornando uma solução bastante conhecida na rotina diária das pessoas. A implantação das portas USB's são bem aceitas por se tratar de uma instalação elétrica relativamente simples e de baixo consumo de energia elétrica.

Conforme Jornal da Cidade.Net (2020) o carregamento via USB geralmente padroniza o valor de tensão em 5V (volt), e possui variação de corrente entre 0,5 a 2 A (ampere), ou seja, quanto maior a corrente oferecida pelo módulo, mais rápido se torna o carregamento do dispositivo.

## 2.9 Estações de Manutenção de Bicicletas

As estações de manutenção de bicicletas existentes na cidade de Guabiruba/SC, encontram-se instaladas em praças e em áreas de estacionamento próximo a

Estudo De Implantação De Sistema Fotovoltaico Em Estações De Manutenção De Bicicletas No Município De Guabiruba/Sc

edificações públicas da cidade. As estações são compostas por uma estrutura metálica, para acondicionamento de bicicletas (quatro vagas de estacionamento) e um nicho com ferramentas e equipamentos, a serem utilizados na realização de pequenas manutenções nos veículos dos ciclistas. As Figuras 1 e 2 ilustram duas estações instaladas nos bairros Centro e Aymoré, respectivamente.



Figura 1: Perspectiva da estação localizada no centro durante o período noturno (OS AUTORES, 2020)

Estudo De Implantação De Sistema Fotovoltaico Em Estações De Manutenção De Bicicletas No Município De Guabiruba/Sc



Figura 2: Perspectiva da estação localizada no bairro Aymoré durante o período diurno (ABRADBI, 2020)

Em ambas as figuras (1 e 2) pode-se observar a área livre de obstáculos em torno das estações de manutenção de bicicletas, justificando a viabilidade de implantação de uma estrutura de telhado do tipo *carport* no local. Na figura 1 também é possível verificar que, no período noturno, o local fica desprovido de iluminação ideal para utilização do espaço.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

A finalidade do presente estudo consiste na elaboração de um projeto de sistema fotovoltaico e de uma estrutura do tipo *carport*, que devem ser implantadas junto as estações de manutenção de bicicletas localizadas no município de Guabiruba/SC.

## Estudo De Implantação De Sistema Fotovoltaico Em Estações De Manutenção De Bicicletas No Município De Guabiruba/Sc

A escolha do desenvolvimento do projeto foi impulsionada pelas ações que a administração pública do município vem realizando, apoiados por parcerias internacionais e regionais, visando o desenvolvimento do ciclo turismo na região e ações voltadas a sustentabilidade.

### **3.1 Métodos Empregados**

O trabalho desenvolvido pode ser caracterizado como sendo de natureza exploratória e descritiva, fazendo uso do método quantitativo para obtenção de dados e informações relevantes para o desenvolvimento do projeto. Da mesma forma, utiliza esse projeto, uma adequada revisão bibliográfica, visando sustentar de forma lógica e coerente os resultados do presente estudo.

### **3.2 Coleta de Dados / Informações**

#### **3.2.1 Localização das estações**

Atualmente existem 6 pontos de estações de manutenção de bicicletas instaladas no município de Guabiruba, conforme identificados no mapa ilustrado pela Fig. 3.



Estudo De Implantação De Sistema Fotovoltaico Em Estações De Manutenção De Bicicletas No Município De Guabiruba/Sc



Figura 3: Pontos de estações de manutenção de bicicletas instalados no município de Guabiruba/SC (Fonte: GOOGLE EARTH, editado pelos autores, 2020).

O levantamento dos pontos existentes se tornou necessário com a finalidade de verificar qual o ponto de menor área livre disponível, para elaboração de uma estrutura de telhado padrão para todas as unidades.

### 3.2.2 Avaliação da radiação solar no município de Guabiruba/SC

Utilizou-se o programa SunData, na sua versão 3.0, para realização do procedimento de avaliação do recurso solar, referente aos locais de implantação do sistema fotovoltaico. O programa tem como principal função indicar o índice de irradiação média mensal, em qualquer ponto do território nacional.

Para obtenção dos resultados de irradiação solar, fez-se necessário a inserção dos dados referente a localização geográfica do município de Guabiruba no programa SunData, representada pelas coordenadas geográficas: Latitude 27° 5' 11" e Longitude 48° 59' 12".

Com os dados inseridos o programa apresentou os valores de irradiação solar média diária mensal no plano horizontal (HSP- hora de sol pleno), além da média total anual, conforme demonstra a Tab. 1.

Estudo De Implantação De Sistema Fotovoltaico Em Estações De Manutenção De Bicicletas No Município De Guabiruba/Sc

Tabela 1: Dados irradiação solar média diária mensal no Plano Horizontal para o município de Guabiruba, com base no programa Sun Data (Os AUTORES, 2020).

IRRADIAÇÃO SOLAR DIÁRIA MÉDIA MENSAL (kWh/m <sup>2</sup> . dia)												
JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
5,25	5,12	4,40	3,54	2,97	2,45	2,62	3,24	3,30	3,70	4,86	5,36	3,90

Analisando-se a Tabela 1, verifica-se que o mês de junho apresentou menor irradiância solar diária, representando uma queda de 45% em relação ao mês de dezembro, representado pela maior incidência solar do ano.

### 3.3 Definição dos Parâmetros do Sistema

Neste item deve ser definido o tipo de sistema fotovoltaico adotado, a forma de estrutura de telhado, o tipo de módulo fotovoltaico e demais equipamentos que devem compor o projeto.

#### 3.3.1 Descrição do sistema a ser implantado

Optou-se pela implantação de sistema fotovoltaico *off grid* com armazenamento por baterias, considerando que o sistema deve atender uma demanda de potência relativamente baixa, bem como da impossibilidade de alimentação elétrica, das estações, através da concessionária de energia elétrica local.

Visto que o sistema tem a finalidade de atender os equipamentos de baixa tensão (5V e 12V), como dispositivos eletrônicos e um ponto de iluminação, o circuito adotado deve funcionar em C.C, tornando desnecessária a utilização do inversor fotovoltaico (inversor CC – CA).

#### 3.3.2 Estrutura a ser adotada

O tipo de estrutura adotada é similar a uma estrutura do tipo “*carport*” sendo agregado, a essa, um forro de material do tipo policarbonato. A finalidade, deste forro, será a de facilitar a fixação dos painéis fotovoltaicos na estrutura, proporcionar maior



## Estudo De Implantação De Sistema Fotovoltaico Em Estações De Manutenção De Bicicletas No Município De Guabiruba/Sc

resistência ao vento e isolamento da chuva, e proteger a estrutura que se encontra abaixo do telhado, destinada ao apoio das bicicletas, ferramentas de manutenção e demais componentes do sistema fotovoltaico. A inclinação da estrutura foi definida em função da latitude geográfica da localidade de Guabiruba/SC (neste caso 27°), considerando que é a inclinação recomendada para a instalação do painel solar, a fim de obter o melhor aproveitamento do equipamento.

### **3.3.3 Definição dos equipamentos de consumo de energia elétrica**

Por se tratar de um projeto inicial e, a princípio, experimental, o custo de implantação deve ser minimizado. Assim sendo, num primeiro momento, os equipamentos a serem instalados serão dois módulos USB (com duas conexões cada, totalizando 4 portas USB), destinados ao carregamento de equipamentos eletrônicos, e uma luminária LED para iluminação do local durante os períodos de ausência de luminosidade natural. As características de cada equipamento adotado estão descritas a seguir.

#### **3.3.3.1 Módulo USB**

Devido a fonte de alimentação dos dispositivos a serem implantados ser proveniente de um sistema de baterias, optou-se pelo uso de módulo USB náutico, destinado para aplicações em barcos/lanchas ou até veículos automotores, por conter as características de tensão de operação de 12 à 24V, e ser indicado para aplicação em áreas externas, por ser fabricado de material mais resistente e possuir tampa protetora.

#### **3.3.3.2 Luminária LED**

O tipo da luminária LED, elegida para esse projeto, possui potência de 6,8 W, tensão de alimentação de 12V, fluxo luminoso de 830 lúmens (lm), material composto por alumínio e acrílico de alta qualidade, com vida útil estimada em 50.000 horas.

## Estudo De Implantação De Sistema Fotovoltaico Em Estações De Manutenção De Bicicletas No Município De Guabiruba/Sc

Além das características mencionadas acima, o produto possui tecnologia *ActiveDim*, que permite ajustes da intensidade luminosa da luminária, resultando em maior economia de energia elétrica e iluminação adequada para o tipo de ambiente. Outrossim, esta tecnologia, possibilita a compensação da luz externa do ambiente, neste caso no período diurno, em que não se faz necessário o acionamento da luminária.

### 3.3.4 Módulo fotovoltaico a ser instalado

Optou-se na instalação de um módulo policristalino fabricado pela empresa *Canadian Solar*, a fim de garantir a potência mínima necessária para alimentação dos equipamentos previstos na instalação, assegurando também uma margem excedente de energia gerada permitindo a implantação futura de novos equipamentos no futuro.

Para a escolha do equipamento se fez necessário realizar o levantamento da área disponível de instalação (conforme definida no projeto básico da estrutura metálica), com a finalidade de realizar a escolha de um módulo que se enquadraria nas dimensões disponíveis.

### 3.3.5 Demais componentes do sistema fotovoltaico

Neste item devem ser descritos os equipamentos e suas especificações que compõem o sistema fotovoltaico híbrido.

#### 3.3.5.1 Controlador de carga MPPT

A escolha do controlador, a compor o sistema, dar-se-á em função da corrente dimensionada no projeto, de modo que atenda também as especificações do painel escolhido. Em relação ao modelo, optou-se na instalação de um controlador de carga MPPT- *maximum power point tracking* (no português, rastreamento de ponto de potência máximo), por apresentarem um fator de aproveitamento cerca de 30% maior do que os controladores tradicionais. Para o ganho dessa eficiência, é importante

### Estudo De Implantação De Sistema Fotovoltaico Em Estações De Manutenção De Bicicletas No Município De Guabiruba/Sc

analisar a corrente máxima de potência do painel solar, para que não ultrapasse a corrente máxima de potência do controlador de carga.

#### 3.3.5.2 Bateria estacionária

Em relação ao modelo de bateria a ser adotada no sistema, optou-se por uma bateria do tipo estacionária, por permitir grandes ciclos de descarga diários (podendo chegar até 80% da capacidade total). Devido a vida útil destes equipamentos serem projetadas para períodos consideráveis, se torna uma opção eficiente para aplicação em sistemas solares, considerando também o custo-benefício do equipamento em relação a outros tipos de baterias utilizadas para esta finalidade. Como exemplo de uma inadequada relação custo-benefício, na atualidade, pode-se citar as baterias de lítio, que possuem uma capacidade de descarga de 100% tendo, no entanto, valores de mercado mais elevados.

#### 3.3.6 Fator de desempenho do sistema fotovoltaico

Para a obtenção dos valores de geração de energia total do sistema fotovoltaico, devem ser considerados alguns fatores de perdas envolvidos no sistema, em função da temperatura, sombreamento, sujeiras que se acumulam nos painéis, posicionamento dos módulos e outras considerações. De um modo geral, este índice, denominado *Performance Ratio*, avalia a geração real de um projeto em relação a capacidade de geração teórica máxima possível (ENERGES, 2020).

A energia gerada é o valor registrado pelo monitoramento do sistema, dado em kWh. Tendo a informação de geração, adota-se um intervalo de tempo, geralmente meses ou ano, para obtenção do valor de energia teórica dentro do período escolhido. É importante destacar que o mesmo intervalo de tempo deve ser adotado no cálculo da energia teórica.

Em relação a energia teórica, esta é definida através da análise entre a irradiação existente no local de instalação do sistema, o tempo de análise, a área de ocupação dos módulos e o rendimento do módulo.

Estudo De Implantação De Sistema Fotovoltaico Em Estações De Manutenção De Bicicletas No Município De Guabiruba/Sc

De acordo com Energes (2020), de um modo geral os sistemas fotovoltaicos apresentam uma *Performance Ratio* em torno de 75%, ou seja, considerando o valor de perda equivalente a 25%. Para o presente estudo adotou-se uma taxa padrão de *performance ratio* de 60%, visto que deve haver uma variação de perdas entre os 06 pontos de estações de manutenção de bicicletas, devido as características de cada local e orientação (em geral voltadas para o nordeste). Desta forma, trabalhou-se como um fator de segurança acima do indicado, garantindo a eficiência do sistema padrão, para que possa ser replicado nas 6 localidades desejadas.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

##### 4.1 Dimensionamento do Sistema

O dimensionamento de cada elemento do sistema foi elaborado através dos cálculos apresentados a seguir.

##### 4.1.1 Cálculo de demanda energética do sistema

A Tabela 2 apresenta a somatória das potências (W) dos equipamentos que o sistema fotovoltaico deve alimentar.

Tabela 2: Descrição e demanda energética dos equipamentos adotados no SFT (OS AUTORES, 2020).

EXIGÊNCIAS DE CONSUMO					
ITEM	DESCRIÇÃO	QTD.	POTÊNCIA (W)	HORAS DE CONSUMO (h)	CONSUMO DIÁRIO (Wh)
1	Luminária LED 12V	1	6,8	12	81,60
2	Módulo USB 5V	2	20	8	160
<b>Consumo total diário (Wh)</b>					<b>241,60</b>

##### 4.1.2 Cálculo de Potência dos Módulos Fotovoltaicos

O valor de potência mínima do painel solar obter-se-á através da Eq 1:

Estudo De Implantação De Sistema Fotovoltaico Em Estações De Manutenção De Bicicletas No Município De Guabiruba/Sc

$$P = \frac{E}{IR * n} \quad \text{Eq. (1)}$$

$$P = \frac{241,60}{2,45 * 0,60}$$

$$P = 164,35 \text{ W}$$

Onde:

P = potência mínima necessária no painel solar, em Watts (W);

E = demanda energética diária dos equipamentos (Wh);

Ir = Irradiação solar diária média mensal (kWh/m<sup>2</sup>. dia) do mês mais crítico, considerado mês de junho, conforme a tabela 1 ilustrada no tópico 3.2.2;

n= fator de desempenho do sistema (adotado 60%).

Através dos valores obtidos, optou-se pelo modelo de módulo MAXPOWER2CS6U330P da *Canadian Solar*. Para a escolha desse modelo de módulo, além de verificar a demanda mínima necessária e a área disponível para instalação, outro fator que influenciou na escolha desse modelo foi o valor comercial, visto que módulos com potência menor (entre 150 a 250W) geram um investimento maior do que se aplicado um módulo com capacidade de 330W (como pode ser observado na tabela 3), tornando a terceira opção mais atraente ao consumidor.

Tabela 3: Comparativo de custos entre módulos fotovoltaicos (OS AUTORES, 2020)

Comparativo de Custos dos módulos fotovoltaicos				
Fornecedor	Potência do módulo (W)	Quantidade de módulos necessária	Custo médio de mercado por unidade	Custo médio total
NEOSOLAR	150	2,0	R\$ 439,00	R\$ 878,00
PW ELETRÔNICOS	250	1,0	Produto descontinuado	-
	330	1,0	R\$ 775,00	R\$ 775,00

#### 4.1.3 Dimensionamento do Controlador de Carga

O valor da corrente (A), que o controlador de carga deve atender, será definido através da Eq. 2, a seguir:

Estudo De Implantação De Sistema Fotovoltaico Em Estações De Manutenção De Bicicletas No Município De Guabiruba/Sc

Eq. (2) 
$$I = \frac{P}{V}$$

$$I = \frac{164,35}{12}$$

$$I = 13,70 A$$

Onde:

I = corrente mínima necessária para o controlador de carga (A);

P = Capacidade de potência do  
 painel (Wh); V = tensão de  
 operação do sistema (V).

De acordo com os cálculos efetuados, para a corrente a ser consumida pelas cargas, um controlador comum de 20A seria o suficiente para atender a demanda. Porém, considerando as especificações técnicas do equipamento, para atender a potência de 330W gerada pelos painéis, tornou-se necessário a implantação de um controlador MPPT de 30A para satisfazer todos os pré-requisitos necessários.

#### 4.1.4 Cálculo de Capacidade da Bateria

Através das informações estabelecidas na Tab.4, referente ao quadro de cargas do sistema *off-grid* analisado, realizou-se os cálculos necessários (representados na Eq. 03) a fim de definir a capacidade da bateria a ser adotada no sistema.

Tabela 4: Tabela de dimensionamento de autonomia de Baterias (OS AUTORES,2020).

Tabela de Cargas Sistema Off-Grid Dimensionamento de Autonomia de Baterias						
ITEM	DESCRIÇÃO	QTD.	POTÊNCIA (W)	Horas / Dia	CONSUMO DIÁRIO (Wh)	Bateria (Ah)
11	Luminária LED 12V	1	6,8	12	81,6	6,8
2	Módulo USB 5V	2	20	8	120	32
<b>Capacidade da bateria (Ah)</b>						<b>38,8</b>

A capacidade necessária da bateria será dimensionada através da Eq. 3 abaixo:

Estudo De Implantação De Sistema Fotovoltaico Em Estações De Manutenção De Bicicletas No Município De Guabiruba/Sc

Eq. (3)  $Capacidade\ mínima\ da\ bateria\ (luminária) = I * tempo$

$$Capacidade\ mínima\ da\ bateria = \left(\frac{6,8}{12}\right) * 12$$

$$Capacidade\ mínima\ da\ bateria = 0,5 * 12$$

$$Capacidade\ mínima\ da\ bateria = 6,8\ Ah$$

Eq. (3)  $Capacidade\ mínima\ da\ bateria\ (módulos\ USB) = I * tempo$

$$Capacidade\ mínima\ da\ bateria = \left(\frac{20}{5}\right) * 12$$

$$Capacidade\ mínima\ da\ bateria = 4 * 8$$

$$Capacidade\ mínima\ da\ bateria = 32\ Ah$$

Onde:

Capacidade mínima da bateria =

calculada em Ah;

I = corrente calculada no sistema, através da Eq. 2 (A);

T = tempo de funcionamento do equipamento (horas).

Realizando a somatória da demanda de bateria que cada equipamento deve consumir, obteve-se o resultado de capacidade total da bateria, sendo de 38,8Ah, conforme demonstrado na Tab. 4. Considerando que a capacidade de descarga, de bateria estacionárias, situa-se em torno de 80%, admitiu-se 20% a mais da carga calculada (resultando em 46,56Ah), a fim de armazenar 100% da energia necessária para o sistema operar em um dia de autonomia, realizando apenas um ciclo de descarga. Por outro lado, este percentual de acréscimo na capacidade de armazenamento, evita que a bateria se descarregue por completo, evitando danos e diminuição da vida útil deste equipamento.

#### 4.2 Dimensionamento com a utilização do aplicativo PVSYST

Com o intuito de ratificar e/ou retificar os resultados apresentados no tópico 4.1, realizou-se o pré-dimensionamento do sistema isolado com auxílio do software PVsyst versão 7.0. Detalha-se, a seguir, as etapas de tarefas inseridas no software para obtenção dos resultados.

Estudo De Implantação De Sistema Fotovoltaico Em Estações De Manutenção De Bicicletas No Município De Guabiruba/Sc

Inicialmente realizou-se a escolha do tipo de pré-dimensionamento adotado, nesse caso para um sistema isolado com armazenamento de baterias. A Figura 4 demonstra as etapas do pré-dimensionamento realizado no software, sendo dividida nos seguintes itens:

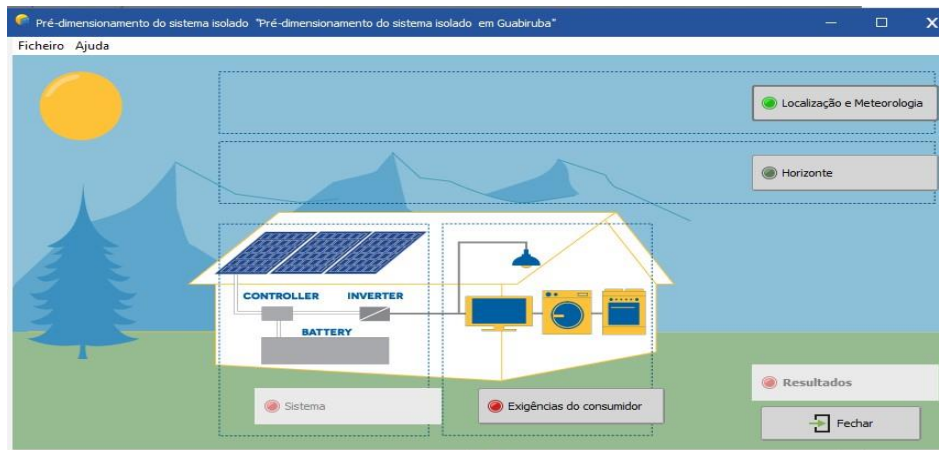


Figura 4. Etapas do pré-dimensionamento definidas pelo software PVsyst (PVsyst V.7.0, 2020).

➤ **Localização e Meteorologia:** neste item foram adicionadas as coordenadas geográficas do município de Guabiruba, haja visto que a localidade não se encontra pré-definida no banco de dados do sistema. Com a inserção das coordenadas, realizou-se o preenchimento dos dados referente a irradiação global horizontal, conforme dados apresentados na Tab.1. Nessa aba também foram inseridas informações referentes as temperaturas médias mínimas registradas em um período de 30 anos, de acordo com os registros realizados pelo Climatempo (2020). A Fig. 5 demonstra a aba em que estas informações foram inseridas no software *PVsyst*.



Estudo De Implantação De Sistema Fotovoltaico Em Estações De Manutenção De Bicicletas No Município De Guabiruba/Sc

Parâmetros da localização por Guabiruba\_MV72mod.SIT (under modification)

Coordenadas geográficas | Meteorologia mensal | Mapa interativo

Localização: **Guabiruba (Brazil)**

Fonte dos dados: [Meteoform 7.2 station (modified by user)]

	Irradiação global horizontal kWh/m <sup>2</sup> /dia	Temperatura °C
Janeiro	5.25	20.0
Fevereiro	5.12	20.0
Março	4.40	19.0
Abril	3.54	17.0
Mai	2.97	14.0
Junho	2.45	13.0
Julho	2.62	12.0
Agosto	3.24	12.0
Setembro	3.30	14.0
Outubro	3.20	16.0
Novembro	4.86	17.0
Dezembro	5.36	19.0
<b>Ano</b>	<b>3.85</b>	<b>16.1</b>

Dados exigidos:  
 Irradiação global horizontal  
 Temperatura exterior média

Dados suplementares:  
 Irradiação difusa horizontal  
 Velocidade do vento  
 Linke turbidity  
 Relative humidity

Unidades de irradiação:  
 kWh/m<sup>2</sup>/dia  
 kWh/m<sup>2</sup>/mês  
 MJ/m<sup>2</sup>/dia  
 MJ/m<sup>2</sup>/mês  
 W/m<sup>2</sup>  
 Índice de limpeza Kt

Imprimir Anular OK

Figura 5. Inserção dos dados de irradiação e temperatura para a localidade de Guabiruba/SC (PVsyst, 2020).

➤ Horizonte: neste item devem ser definidos os parâmetros referentes a sombreamentos que possam influenciar na eficiência do sistema. Considerando que este fator deve variar entre os 6 pontos de aplicação do sistema, considerou-se uma carga horária de irradiação solar existente entre as 8:00 horas da manhã até as 16:00 horas da tarde, compensando a pequena fração horária em que possa ocorrer algum tipo de sombreamento nos locais de objeto deste estudo. A Fig. 6 demonstra a definição do horizonte adotada no software Pvsyst.

Estudo De Implantação De Sistema Fotovoltaico Em Estações De Manutenção De Bicicletas No Município De Guabiruba/Sc

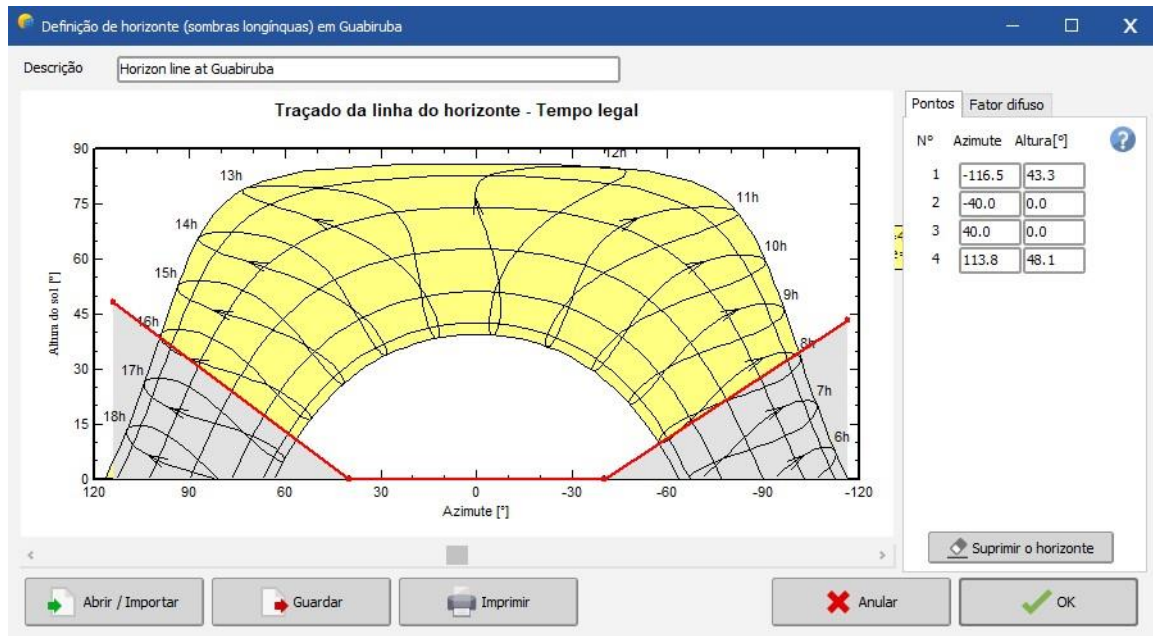


Figura 6. Definição do horizonte (PVsyst, 2020).

➤ Exigências do consumidor: nesta etapa inseriu-se todas as informações referente a especificação dos equipamentos que o sistema deve atender, destacando a potência de cada equipamento e as horas de funcionamento de cada um deles. As figuras 6 e 7 demonstram as etapas descritas neste item.

Estudo De Implantação De Sistema Fotovoltaico Em Estações De Manutenção De Bicicletas No Município De Guabiruba/Sc

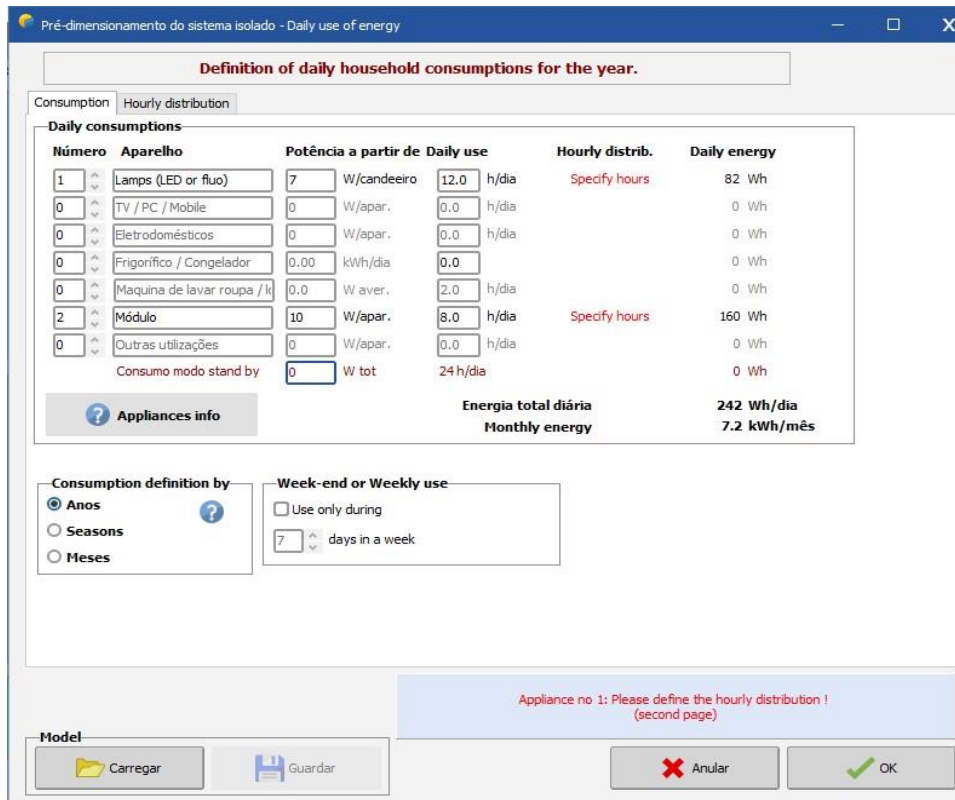


Figura 6. Especificação dos equipamentos que o sistema deve alimentar (PVsyst, 2020).

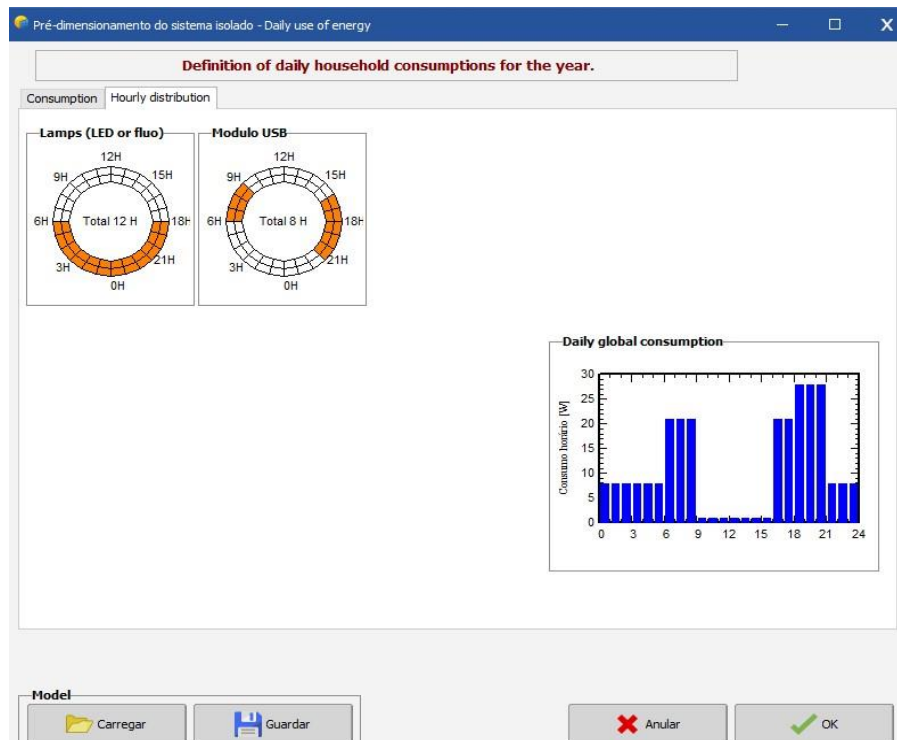


Figura 7. Especificação do horário de funcionamento de cada equipamento (PVsyst, 2020).

Estudo De Implantação De Sistema Fotovoltaico Em Estações De Manutenção De Bicicletas No Município De Guabiruba/Sc

➤ Sistema: na última etapa, são fornecidas ao sistema o fator de inclinação que os módulos devem ser instalados (27° conforme mencionado anteriormente no item 3.3.2), bem como o desvio em relação ao azimute considerando que, nesse caso, o alinhamento não se encontra posicionado ao norte, e sim a nordeste, acarretando um fator de perdas maior que o recomendado.

Após todas as informações inseridas no sistema, solicita-se os resultados, aos quais podem ser observados na Fig. 8.

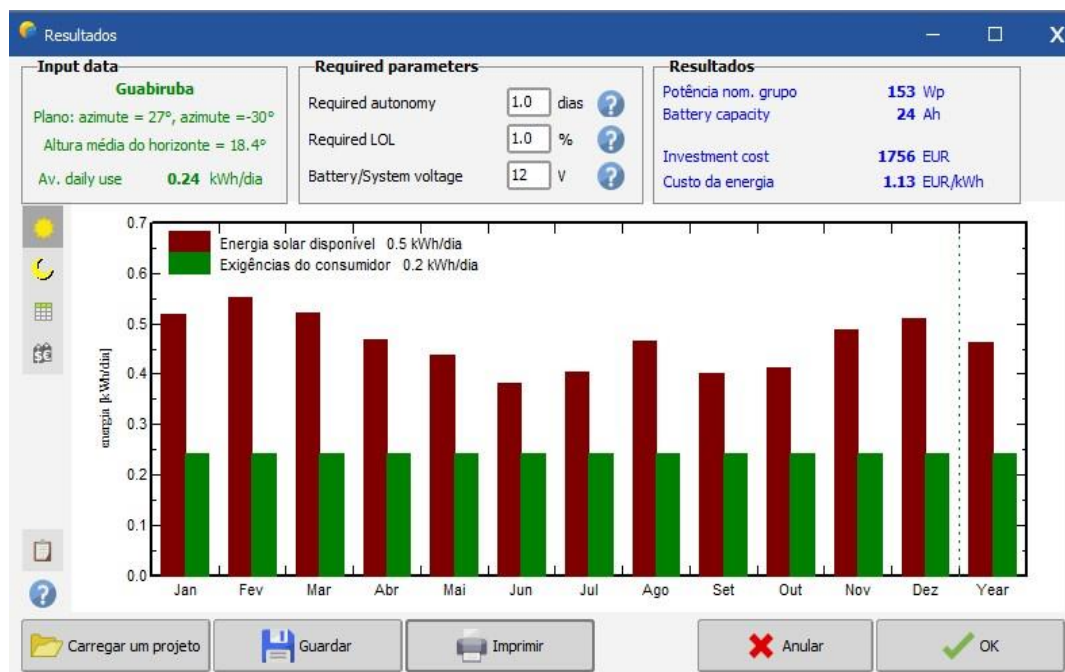


Figura 8. Resultados do pré-dimensionamento obtidos através do software PVsyst (PVsyst, 2020).

Observando-se os resultados acima, para o sistema de baterias em 12V, a potência dos módulos fotovoltaicos calculada resultou em 153 W corroborando, dessa forma, o cálculo apresentado no item 4.1.2, visto que se considerou um fator de aproveitamento menor do que o calculado pelo software tendo, dessa forma, uma margem de segurança superior.

Em relação ao dimensionamento da capacidade de baterias, verifica-se que o aplicativo sugere uma bateria com capacidade de 24 Ah, sendo inferior a bateria dimensionada pelo projeto. Esse fato se justificativa tendo em vista que, o aplicativo

Estudo De Implantação De Sistema Fotovoltaico Em Estações De Manutenção De Bicicletas No Município De Guabiruba/Sc

*PVsyst*, considera uma parcela da energia, fornecida aos equipamentos, diretamente dos painéis, reduzindo a corrente necessária acumulada na bateria.

#### 4.3 Ilustração 3D do Sistema

Para a elaboração da representação do projeto em três dimensões, utilizou-se as ferramentas do aplicativo *SketchUp 2017* para o desenvolvimento das ilustrações apresentadas nas figuras 9, 10 e 11.



Figura 9. Perspectiva em 3D da proposta de projeto (lateral direita) (OS AUTORES).

Estudo De Implantação De Sistema Fotovoltaico Em Estações De Manutenção De Bicicletas No Município De Guabiruba/Sc



Figura 10. Perspectiva em 3D da proposta de projeto (lateral esquerda) (OS AUTORES).

Estudo De Implantação De Sistema Fotovoltaico Em Estações De Manutenção De Bicicletas No Município De Guabiruba/Sc



Figura 11. Perspectiva em 3D da proposta de projeto (fundos) (OS AUTORES).

#### 4.4 Estimativa de Custo para a Implantação do Sistema

Através da especificação dos produtos adotados para compor o sistema fotovoltaico, realizou-se a cotação de valores de venda no mercado (ano base 2020), conforme valores repassados pelos respectivos fornecedores listados na Tab. 5. O valor médio estimado resultou em R\$6.438,00, sem inclusão dos valores de instalação de cada equipamento.

Tabela 5. Estimativa de custos para implantação do sistema fotovoltaico (OS AUTORES).

ESTIMATIVA DE CUSTOS- SFT ISOLADO- GUABIRUBA					
ITEM	FORNECEDOR	DESCRIÇÃO	VALOR UNITÁRIO (R\$)	QTD.	VALOR TOTAL (R\$)
1	PW ELETRÔNICOS	Módulo fotovoltaico Canadian solar (CS6U330P)	775,00	1	775,00
2	ENERGY SHOP	Bateria estacionária Freedom 50Ah-DF700	389,00	1	389,00

## Estudo De Implantação De Sistema Fotovoltaico Em Estações De Manutenção De Bicicletas No Município De Guabiruba/Sc

3	ALFA LED	Luminária Led Star-7 modelo A- 6,8W	305,00	1	305,00
4	NEOSOLAR	Controlador de carga	789,00	1	789,00
5	TIBURON NÁUTICA	Módulo USB	120,00	2	240,00
6	METAL BRUSQUE	Estrutura metálica (sem instalação)	4.000,00	1	4.000,00
<b>VALOR TOTAL ESTIMADO</b>					<b>6.498,00</b>

## 5. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, constata-se a viabilidade da implantação do sistema fotovoltaico *off grid*, com armazenamento de baterias, junto as estações de manutenção de bicicletas existentes na cidade de Guabiruba/SC. Essa afirmativa baseia-se em alguns fatores importantes avaliados, sendo eles: índices de irradiação solar suficientes, posicionamento e orientação do módulo admissível, e área livre disponível para implantação do sistema. Outro item importante a ressaltar, é a disponibilidade dos equipamentos sugeridos no mercado, adequados para atender a demanda energética solicitada em questão, visto conter características de desempenho satisfatório.

Através da revisão bibliográfica, verificou-se que a aplicação de soluções fotovoltaicas vem crescendo constantemente, com o objetivo de reduzir o consumo de energia proveniente de combustíveis fósseis, contribuindo com o crescimento dos índices de geração de energia renovável. Nesse intuito, com a criação de diversos programas objetivados a incentivar projetos relacionados a sustentabilidade, destaca-se a recente parceria firmada entre o município de Guabiruba/SC e a cidade Karlsdorf-Neuthard (Alemanha). Devido a essa parceria, a elaboração de medidas e ações voltadas para o projeto “50 parcerias pelo clima”, e alinhadas a ODS, a implantação do presente projeto também pode ser avaliada como uma medida a incrementar esse conjunto de ações.

Por fim, o projeto apresenta outros aspectos positivos dentre eles, a contribuição de geração de energia sustentável na cidade, o incentivo do uso de bicicletas como modal de transporte (contribuindo com a redução de gases poluentes



Estudo De Implantação De Sistema Fotovoltaico Em Estações De Manutenção De Bicicletas No Município De Guabiruba/Sc

no meio urbano), além de servir como ponto de apoio para o ciclo turistas que trafegam pela região.

## 6. REFERÊNCIAS

ABRADIBI. **Estações da bicicleta são ponto de apoio ao cicloturismo em Guabiruba/SC.** São Paulo, 2020. Disponível em: <http://www.abradibi.com.br/noticias/mobilidade/estacoesda-bicicleta-sao-ponto-de-apoio-ao-cicloturismo-em-guabirubasc>. Acesso em: 13 out. 2020.

ALECRIM, Emerson. **O que é USB?** (velocidades, conectores e versões). São Paulo, 2009. Disponível em: <https://www.infowester.com/usb.php>. Acesso em: 01 nov. 2020

BORTOLOTO, Valter A. et al. **Geração de energia solar on grid e off grid.** In: Jornada Científica e Tecnológica (FATEC), 6, 2017, Botucatu. **Anais [...]** São Paulo. Disponível em: <http://www.jornacitec.fatecbt.edu.br/index.php/VIJTC/VIJTC/paper/viewFile/1069/1234>. Acesso em: 07 out. 2020.

CLIMATEMPO. **Climatologia e histórico de previsão do tempo em Guabiruba,SC.** Disponível em: <https://www.climatepo.com.br/climatologia/4605/guabiruba-sc>. Acesso em: 30 nov. 2020.

ENERGÊS. **Como calcular a performance ratio.** 27 jul. 2020. Disponível em: <https://energes.com.br/energia-solar/performance-ratio/>. Acesso em: 04 out. 2020.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Anuário estatístico de energia elétrica ano base 2019.** 2020. Disponível em [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dadosabertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Anu%C3%A1rio\\_2019\\_WEB\\_alterado.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dadosabertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Anu%C3%A1rio_2019_WEB_alterado.pdf). Acesso em 07 out. 2020.

FONTES, Ruy. **Carport solar:** conheça os benefícios do estacionamento solar + preço. 30 out. 2020. Disponível em: <https://blog.bluesol.com.br/carport-solar-tudo-sobre/>. Acesso em: 07 out. 2020.

FONTES, Ruy. **O guia mais absurdamente completo da energia solar fotovoltaica:** entenda tudo. 30 abr. 2019. Disponível em: <https://blog.bluesol.com.br/energia-solarfotovoltaica-guia-supremo/>. Acesso em: 07 out. 2020.

GÓMEZ *et al.* Da. A irradiância solar: conceitos básicos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 40, n. 03, mar. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-20170342>. Disponível em:

Estudo De Implantação De Sistema Fotovoltaico Em Estações De Manutenção De Bicicletas No Município De Guabiruba/Sc

[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S180611172018000300412&lng=pt&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S180611172018000300412&lng=pt&tlng=pt). Acesso em: 04 out. 2020.

GUIMARÃES, Gabriel. **Baterias para o sistema fotovoltaico**: entenda. Disponível em: <https://www.solarvoltenergia.com.br/blog/baterias-para-o-sistema-fotovoltaico-entenda/>. Acesso em: 01 nov. 2020.

JORNAL DA CIDADE.NET. Como funcionam as tomadas USB? **Jornal da Cidade.Net**. Aracaju, 19 jun. 2020. Disponível em: <http://www.jornaldacidade.net/morarbem/2020/06/318138/como-funcionam-as-tomadas-usb.html>. Acesso em: 01 nov. 2020.

MERCADO LIVRE. **Carregador UBS náutico duplo Arieltek iluminação marinizado**. 2020. Disponível em: [https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1331862273-carregadorusb-nautico-duplo-arieltek-iluminaco-marinizado-\\_JM?matt\\_tool=86155663&message=true](https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1331862273-carregadorusb-nautico-duplo-arieltek-iluminaco-marinizado-_JM?matt_tool=86155663&message=true). Acesso em: 07 out. 2020.

NEOSOLAR. **Energia solar fotovoltaica off grid**. Disponível em: [https://www.neosolar.com.br/images/saiba-mais/energia\\_solar\\_fotovoltaica-off-grid.jpg](https://www.neosolar.com.br/images/saiba-mais/energia_solar_fotovoltaica-off-grid.jpg). Acesso em: 04 out. 2020.

NOVICKI, Jackson Merise; MARTINEZ, Rodrigo. **LEDs para iluminação pública**. 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008. Disponível em: <http://www.eletrica.ufpr.br/p/arquivostccs/41.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2020.

OLIVEIRA, Edwin Gabriel Carvalho; VILLA, Alvaro Antonio Ochoa; COSTA, José Angelo Peixoto da. Conceitos básicos de sistemas solares fotovoltaicos. **Revista Cientec**, Pernambuco, vol. 9 n. 3, p. 105-118, dez 2017. Disponível em: <http://revistas.ifpe.edu.br/index.php/cientec/article/view/278>. Acesso em 06 out. 2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS DO BRASIL. **Investimento em energias renováveis supera o de combustíveis fósseis em 2018 no mundo**. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/investimento-em-energias-renovaveis-supera-o-de-combustiveisfosseis-em-2018-no-mundo/>. Acesso em: 04 out. 2020.

PINHO, João Tavares; GALDINO, Marco Antônio (org.). **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**. Disponível em: <https://www.portal-energia.com/downloads/livromanual-de-engenharia-sistemas-fotovoltaicos-2014.pdf>. Acesso em: 04 out. 2020.

RENEWABLES 2020 global status report. Paris: REN 21 secretariat. 2020. Disponível em: [https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/gsr\\_2020\\_full\\_report\\_en.pdf](https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/gsr_2020_full_report_en.pdf). Acesso em 07 out. 2020.

Estudo De Implantação De Sistema Fotovoltaico Em Estações De Manutenção De Bicicletas No Município De Guabiruba/Sc

SEBRAE RESPOSTAS. **Energia solar: qual a diferença entre sistemas on grid e Off grid?** 30 maio 2020. Disponível em: <https://respostas.sebrae.com.br/energia-solar-qual-adiferenca-entre-sistemas-on-grid-e-off-grid/>. Acesso em: 04 out. 2020.

SILVA, Marcelo S. da. **Energia elétrica no Brasil: dados e geração.** Alameda, 07 maio 2020. Disponível em: [https://www.suapesquisa.com/o\\_que\\_e/energia\\_eletrica.htm](https://www.suapesquisa.com/o_que_e/energia_eletrica.htm). Acesso em: 07 out. 2020.

SILVEIRA, Mariana Oliveira da. **Mobilidade sustentável: a bicicleta como um meio de transporte integrado.** 2010. Dissertação de Mestrado (Mestre em Engenharia de Transportes) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: [http://objdig.ufrj.br/60/teses/coppe\\_m/MarianaOliveiraDaSilveira.pdf](http://objdig.ufrj.br/60/teses/coppe_m/MarianaOliveiraDaSilveira.pdf). Acesso em: 04 out. 2020.

SOLARPRIME. **Entenda o que são células fotovoltaicas e suas funções.** 28 maio 2020. Disponível em: < <https://blog.solarprime.com.br/o-que-sao-celulas-fotovoltaicas/>. Acesso em: 07 out. 2020.