

REVISTA | CANAL

SOLAR

OPINIÃO

Como se preparar para a Lei 14.300?

ARTIGO TÉCNICO

Relevo de terreno no PVSyst a partir do Google Earth

REPORTAGEM

Conheça as usinas que mais geram energia no Brasil

Qual é a figura do condomínio voluntário instituída pelo Marco Legal da GD?

Canal
Solar

OUTUBRO 2022 | Nº 12



Alta Potência Solis-250K-EHV para uma Nova Era de Baixo LCOE

Eficiência

- 14 MPPTs, eficiência máxima de 99,0%
- > 150% de relação CC/CA
- Densidade de rastreamento de alta potência 48MPPT/MW
- Compatível com 500W+ módulos bifaciais

Inteligente

- Função SVG noturna
- Monitorização inteligente de string, varredura de curva IV inteligente
- Atualização remota de firmware com operação simples

Seguro

- IP66
- Recuperação de PID integrada para melhor desempenho do módulo
- Design sem fusíveis, seguro e sem manutenção
- Componentes de marca reconhecidos globalmente para uma vida útil mais longa

Económico

- Comunicação por linha de energia (PLC) (opcional)
- Suporta conexão do tipo "Y" no lado CC
- Suporta acesso a fio de alumínio para reduzir custos



Estande da Solis

#88



www.solisinverters.com       Solis

Lnhalocal : (+55)19 996133803 | O-email: sales@ginlong.com

ÍNDICE

08



Qual é a figura do condomínio voluntário instituída pelo Marco Legal da GD?

12



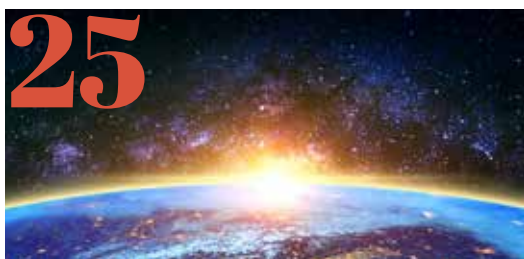
Como se preparar para a Lei 14.300?

16



Dispositivo para geração de arco elétrico para teste de AFCI em sistemas fotovoltaicos

25



Relevo de terreno no PVSyst a partir do Google Earth

38



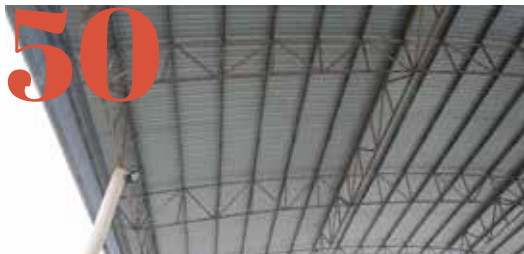
Recarga de carros elétricos em condomínios: necessidade ou preciosismo?

43



Conheça as usinas que mais geram energia no Brasil

50



Estudo de caso: análise estrutural de telhados para instalação de sistemas fotovoltaicos



Conhecimento é a nossa
Energia!

EDITOR-CHEFE

Bruno Kikumoto

EDITOR DE CONTEÚDO

Ericka Araújo

REDAÇÃO

Mateus Badra
Stella Miranda

DIAGRAMAÇÃO E ARTE

Wissam Haddad

PRODUÇÃO

Henrique Hein

MARKETING

Renata Zani

ENDEREÇO

R. Paulo César Fidélis, 39
Campinas - SP
13087-727

ANUNCIAR

marketing@canalsolar.com.br

SUGESTÕES DE PAUTAS

redacao@canalsolar.com.br

TELEFONE

(19) 3296-6103

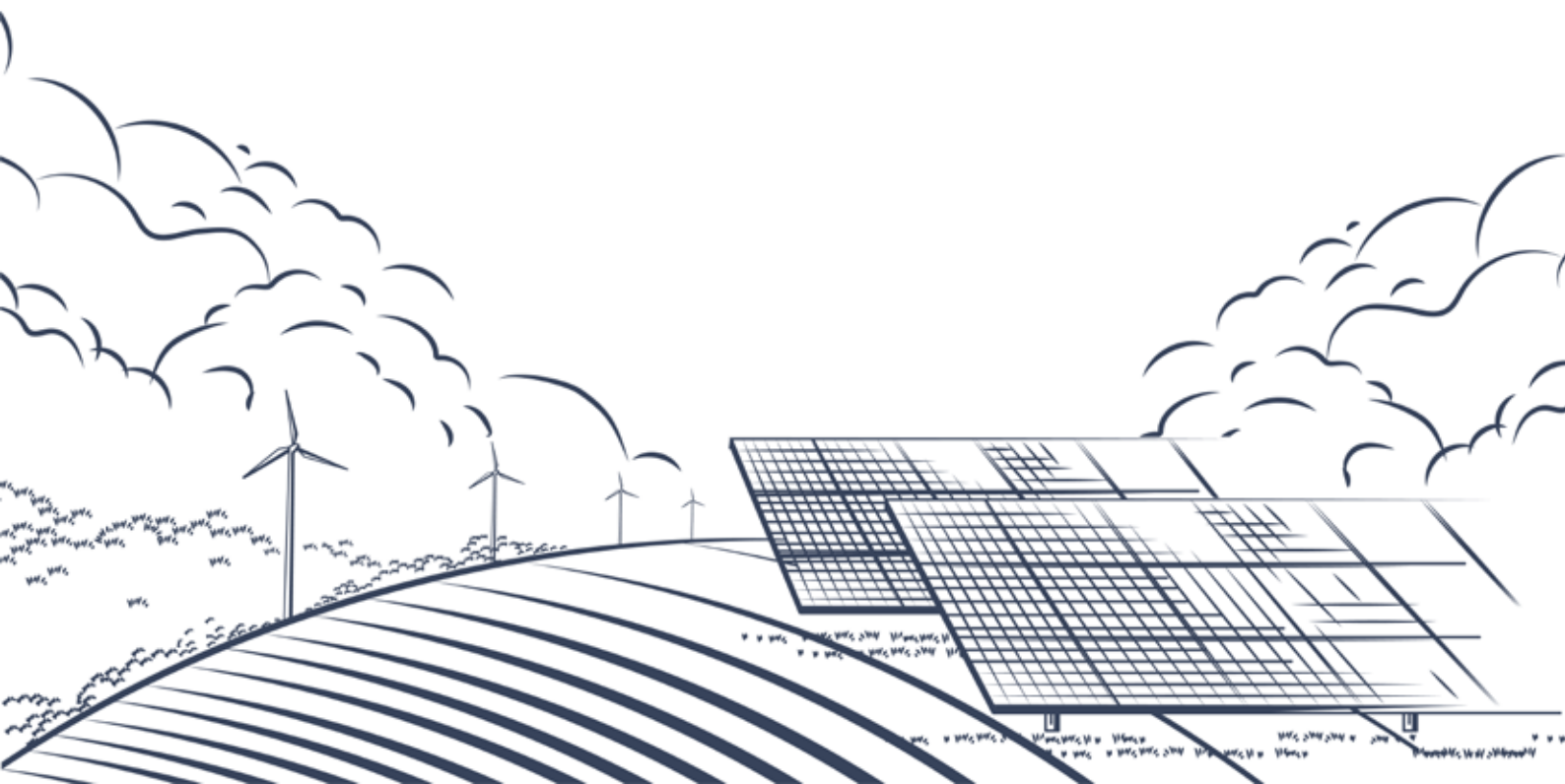
SITE

www.canalsolar.com.br

REVISTA CANAL SOLAR 2022 - Nº 12

JORNALISTA RESPONSÁVEL

MTb 88122/SP



BRUNO KIKUMOTO
Diretor do Canal Solar



CARTA AO LEITOR

Chegamos à 12ª edição da Revista **Canal Solar**. Com nossa publicação bimestral, completamos dois anos ao lado dos nossos leitores, trazendo notícias, artigos e entrevistas que enriquecem a bagagem dos profissionais do setor de energia solar fotovoltaica, além de abordar temas como armazenamento de energia elétrica, veículos elétricos, fontes renováveis, hidrogênio e outros tantos assuntos interessantes que estão sempre permeando nossas páginas.

Estamos já nos aproximando do final do ano de 2022, e do dia 6 de janeiro de 2023. Em breve, o prazo para a manutenção das regras da geração distribuída vigentes antes da lei federal 14.300 irá se exaurir. Em meio a este cenário, ainda existem dúvidas sobre a figura dos condomínios voluntários, uma inovação trazida na Lei da GD – assunto abordado nesta edição pelos advogados Pedro Dante, Leonardo Balbino e Joálisson Gusmão.

Já existem mais de 100 mil veículos elétricos e híbridos em circulação no Brasil, informação trazida pelos jornalistas Rubens Morelli e Stella Miranda em uma matéria que aborda a questão da instalação de pontos de recarga de veículos elétricos em condomínios.

Nesta edição, trouxemos também uma matéria sobre as principais usinas fotovoltaicas de grande porte, atualmente em operação e conectadas ao SIN (Sistema Interligado Nacional) na modalidade de geração centralizada (GC). Com base em dados oficiais do ONS (Operador Nacional do Sistema), trouxemos números importantes como o volume de energia produzido e o fator de capacidade destes complexos. Mostramos também a contribuição destes projetos para o desenvolvimento socioeconômico para as regiões onde as usinas foram instaladas.

Finalmente, o professor Marcelo Villalva nos brinda com um artigo didático sobre como introduzir o relevo de terrenos nas simulações do PVSyst. Pouca gente sabe que é possível obter informações topográficas de qualquer parte do planeta em poucos passos – uma informação muito valiosa para os projetos dos nossos leitores.

Boa leitura e até a próxima edição!

Com o objetivo de ter um mercado cada vez mais capacitado e qualificado no setor de energia solar brasileira, o Canal Solar realiza a **1ª edição do Canal Conecta**, um congresso com palestras sobre diversos temas que abordam várias áreas da indústria, concentrando-se na atualização de todos os participantes.

Com autoridades e referências do mercado, a missão do evento é contribuir para o desenvolvimento da energia solar fotovoltaica no Brasil, conectando profissionais, investidores e empresas, através de informação, educação e capacitação. Serão dois dias de imersão, **28 e 29 de novembro**, no Centro de Convenções da UNICAMP em Campinas (SP). O advogado Pedro Dante, sócio do escritório Lefosse, ministrará a palestra “Como se preparar para a 14.300”. O especialista trará os principais pontos a serem considerados sobre o Marco Legal da GD. Bernardo Marangon, diretor da Exata Energia, conduzirá o painel de discussão “14.300 e os impactos nos integradores”, onde serão levantados e discutidos os desafios e as oportunidades para 2023.

28 E 29 DE NOVEMBRO

Canal Solar

CONECTA

Um evento do Canal Solar

Canal Solar

**PALESTRANTES
COM EXPERIÊNCIAS EM
CASES DE SUCESSO**

E ainda tem muito mais!

GARANTA SEU INGRESSO!

O evento contará com uma palestra exclusiva de José Bione, gerente de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação da Companhia Chesf, sobre usinas flutuantes. A companhia é uma referência no desenvolvimento de projetos de P&D no Brasil, com foco no avanço dos estudos voltados para a tecnologia. Durante a palestra, Bione mostrará cases de estudos da empresa e responderá as principais dúvidas dos participantes. Sobre o tema O&M (Operação e Manutenção), o evento trará uma palestra e um painel de discussão que contará com a participação de grandes nomes do setor. Dentre eles, Leandro Figueiredo, gerente de Operações e Manutenção da Siemens; Paulo Freire, doutor em engenharia e proprietário da Paiol Engenharia; e Victor Soares, sales Engineer da JA Solar. E para falar sobre Hidrogênio Verde, Ennio Peres, doutor em engenharia mecânica e coordenador e pesquisador do Laboratório de Hidrogênio da Unicamp, explorará o mercado e suas possibilidades. Para mais informações sobre ingressos e mais palestras, [clique aqui](#).

Capacitação não é custo, **é investimento!**

São 10 cursos para você atuar com excelência
no mercado fotovoltaico.





Qual é a figura do condomínio voluntário instituída pelo Marco Legal da Geração Distribuída?



**Pedro Henrique
Dante**



**Leonardo
Balbino**



**Joálisson
Gusmão**

Sócio e associados da área de energia do Lefosse

Em 7 de janeiro de 2022, foi publicada a Lei nº 14.300/2022, que instituiu o Marco Legal da GD (geração distribuída). Em meio à grande expectativa, o texto final estabeleceu as regras de continuidade e transição de benefícios atualmente concedidos pela ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) e as normas tarifárias de uso dos sistemas de distribuição que entrarão em vigor a partir de 2045.

Com o estabelecimento de regras de transição para os pedidos de novos consumidores aderentes a esse modelo de geração própria, a lei deu

um sinal positivo para que os consumidores interessados iniciassem uma corrida para aproveitar, ainda este ano, os benefícios das regras atuais com a não assunção dos custos de uso das redes de distribuição, por exemplo.

Além da resolução de conhecidos impasses do setor elétrico e maior segurança jurídica, o Marco Legal da GD também trouxe inovações necessárias.

Dentre elas, a ampliação do leque de estruturas contratuais (associativas ou societárias), que poderão ser utilizadas pelos interessados para o

desenvolvimento e a implantação de projetos de GD na modalidade de geração compartilhada.

A geração compartilhada é responsável por possibilitar o compartilhamento de energia de micro ou minigeração entre um grupo de pessoas (CPF ou CNPJ) que estejam na mesma área de concessão ou permissão da distribuidora local.

Até então, a Resolução Normativa nº 482/2012, que regia exclusivamente a matéria, somente previa as figuras do consórcio (para pessoas jurídicas) e cooperativa (para pessoas físicas), trazendo uma certa inflexibilidade na estruturação de projetos que unem um ativo de geração de energia com diversos consumidores de energia.

A partir da instituição do Marco Legal da GD, além do consórcio e da cooperativa, a geração compartilhada passou a ser permitida sob a forma de condomínio edilício ou voluntário, ou qualquer outra forma de associação civil instituída para fins de exploração da geração distribuída, composta por pessoas físicas ou jurídicas, o que permite novos modelos de negócio e arranjos societários e contratuais na busca do varejo da geração distribuída.

A geração compartilhada está definida no Artigo 1º, inciso X, da Lei 14.300/22, como a “modalidade caracterizada pela reunião de consumidores, por meio de consórcio, cooperativa, condomínio civil voluntário ou edilício ou qualquer outra forma de associação civil, instituída para esse fim, composta por pessoas físicas ou jurídicas que possuam unidade consumidora com micro-

geração ou minigeração distribuída, com atendimento de todas as unidades consumidoras pela mesma distribuidora”.

O condomínio de que trata a Lei 14.300/2022 é aquele regido pelo Código Civil. Pela doutrina jurídica, ele fica caracterizado como grupos despersonalizados (condomínio voluntário, comum ou tradicional) ou entes com personalidade anômala, como alguns doutrinadores costumam tratar.

É o caso do condomínio edilício, que pratica determinados atos civis, mas não consta do rol de pessoas jurídicas do art. 44 do Código Civil, o que, em tese, não lhe permitiria deter direitos nem contrair obrigações.

A introdução da figura do condomínio voluntário no Marco Legal da Geração Distribuída criou ainda mais oportunidades de entrada no mercado de GD, uma vez que suas estruturas podem ser menos burocráticas sob o ponto de vista administrativo, espe-



cialmente pela ausência de interação com as Juntas Comerciais, que ocorrem obrigatoriamente nos modelos de Consórcio e/ou Cooperativa.

Todavia, deve-se ter em mente que o condomínio tem por base a existência de uma propriedade comum sobre determinado bem, com frações ideais detidas por cada condômino.

Em síntese, ao se pensar na estrutura de condomínio voluntário para geração distribuída, falamos da reunião voluntária de pessoas para detenção de parcela de uma central geradora de energia, o que acarreta complexibilidade na estruturação dos contratos



que serão necessários para a formalização do ingresso dos consumidores de energia.

De todo modo, o impacto inicial é, sem sombra de dúvidas, a maior flexibilidade na modelagem das estruturas contratuais e econômicas, ampliando a gama de modelos de negócio executáveis e necessários para a estruturação dos projetos de GD.

A escolha da melhor estrutura do projeto pressupõe a percepção das peculiaridades de cada tipo de negó-

cio, o que permite identificar o modelo mais adequado e suas vantagens e desvantagens.

Para tanto, é importante observar, dentre as particularidades do caso concreto: a composição (pessoas físicas/jurídicas) do veículo a ser constituído; as necessidades de registros nos órgãos competentes, como Junta Comercial e Cartórios; critérios de entrada e saída no veículo do projeto; e os instrumentos contratuais aplicáveis.

Diante das oportunidades que se encontram, com prazo exíguo para aproveitamento das regras atuais, muitos são aqueles que encontram nessa transitoriedade oportunidade de investir com custos reduzidos, aumentando sua capacidade de retorno, o que os leva a buscar os melhores meios econômicos, financeiros e jurídicos, que lhes garantam a segurança necessária para suas operações e o retorno financeiro esperado.

Por fim, destacamos que não existe um modelo ideal ou perfeito de geração compartilhada. Em todas as estruturas, existem pontos favoráveis e desfavoráveis.

Para cada tipo de gerador/investidor, um modelo pode ter uma aderência melhor que outro, existindo sempre a necessidade de inserir na avaliação aspectos fiscais e de financiabilidade do ativo de energia que terá a sua geração compartilhada com os consumidores de energia (pessoas físicas e/ou jurídicas).

SEJA UM PROFISSIONAL CERTIFICADO



**Faça a Certificação Profissional Ecori,
seja um profissional diferenciado no mercado
e tenha um pacote exclusivo de benefícios!**

Para obter mais informações sobre a Certificação Profissional Ecori,
acesse o QR Code abaixo



Aponte a sua câmera para o QR Code localizado
acima e acesse o link para mais informações

ecori

Como se preparar para a Lei 14.300?



Bernardo Marangon

Sócio administrador da Exata Energia

No dia 06/01/2022 foi aprovada a lei 14.300/2022, que trata de algumas mudanças das regras de GD (geração distribuída), dentre elas a mais importante está relacionada às regras de compensação da energia injetada na rede, que passarão a ser válidas a partir de 6 de janeiro de 2023.

Este artigo tem como principal objetivo informar sobre a importância destas mudanças, e sugerir algumas ações a serem implementadas pelos empreendedores do mercado, para se prepararem para as mudanças.

Aproveitar a janela de oportunidade

Em resumo a mudança trará uma redução da compensação de créditos na fatura do cliente e consequentemente reduzirá a

atratividade do investimento em projetos de geração distribuída.

Na Lei foi definido que quem pedir a solicitação de acesso 12 meses após a publicação da lei, ou seja, até o dia 6 de janeiro de 2023, terá a regra atual garantida até 31 de dezembro de 2045, sendo necessário injetar energia na rede nos seguintes prazos, após a emissão do parecer de acesso:

- Microgeração (até 75 kW) – 120 dias independente da fonte;
- Minigeração (acima 75 kW) fonte solar – 12 meses;
- Minigeração (acima 75 kW) demais – 30 meses.

Importante destacar que estes prazos ficam suspensos enquanto houver pendências de responsabilidade da distribuidora ou caso fortuito ou de força maior.

Neste contexto, não é preciso se aprofundar muito para saber que

o melhor momento de investir em um projeto de GD é agora, portanto é importante aproveitar a janela de oportunidade e informar os possíveis investidores da urgência para a tomada de decisão.

Saber quais serão as mudanças e adaptar as propostas

Caso o cliente não tenha conseguido aproveitar a janela de oportunidade é necessário se aprofundar sobre como serão as novas regras de compensação de energia. A lei definiu duas regras dependendo da potência instalada do projeto. Mas antes é importante entender as subcomponentes da tarifa de energia.

A TUSD apresenta as seguintes subcomponentes:

- Transporte Fio B – Corresponde ao custo do serviço prestado pela distribuidora de energia;
- Transporte Fio A – Corresponde ao custo do uso das redes de transmissão;
- Encargos – Recursos destinados aos programas de governo e incentivos relacionados ao setor elétrico;
- Perdas – Corresponde aos custos com as perdas técnicas e não técnicas relacionadas ao transporte de energia.

A TE apresenta as seguintes subcomponentes:

- Encargos e demais componentes – Recursos destinados aos programas de governo e incentivos relacionados ao setor elétrico;
- Energia – Custo relacionado

à aquisição de energia da distribuidora, principalmente por meio dos leilões regulados.



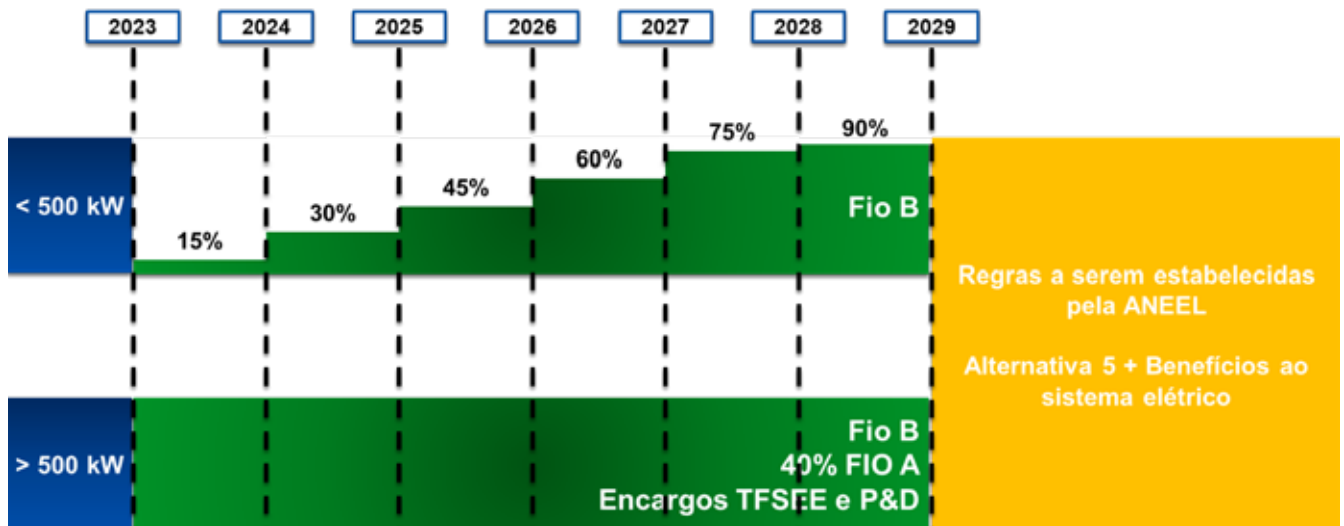
Para os projetos que tiverem uma potência instalada inferior ou igual a 500 kW há uma escada de não compensação do Fio B:

- 15% a partir de 2023;
- 30% a partir de 2024;
- 45% a partir de 2025;
- 60% a partir de 2026;
- 75% a partir de 2027;
- 90% a partir de 2028;
- Para 2029 em diante ainda será definido pela ANEEL a regra de compensação.

Para os projetos com uma potência superior a 500 kW não há escalonamento e a partir de 2023 não haverá compensação:

- 100% do Fio B;
- 40% do Fio A;
- 100% dos encargos de TFSEE, P&D e Eficiência energética.

Existe também uma condição especial para os projetos que solicitarem acesso entre os dias 06/01/2023 e 06/07/2023, que passarão a seguir a nova regra a ser estabelecida pela ANEEL a partir de 2031.



Muito importante ficar claro que a regra do escalonamento servirá para todos, independente do momento da solicitação de acesso, ou seja, não significa que o cliente que pedir a solicitação em 2023 irá manter a não compensação do Fio B de 15% durante a operação do projeto, ele seguirá o escalonamento a medida que os anos forem passando. O cliente que entrar em 2024 já iniciará a não compensação de 30% do fio B e seguirá o escalonamento para os demais anos.

O valor de cada componente da tarifa varia de acordo com a distribuidora, na qual o projeto de GD será instalado. O valor de cada componente pode ser coletado no site da ANEEL através da planilha base para a Resolução homologatória.

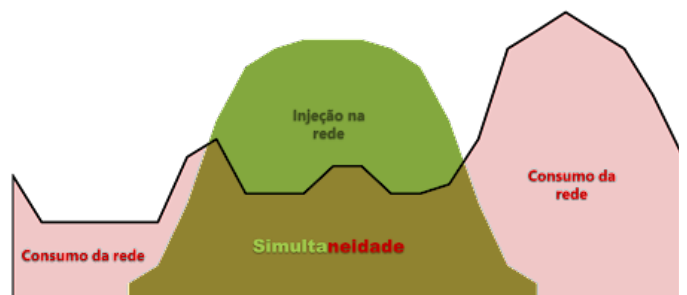
Para acessar a planilha clique aqui.

A variável que ganha importância: simultaneidade

O cálculo da simultaneidade será fundamental para atenuar os impactos do novo formato da compensação, uma vez que quando geramos e consumimos a energia ao mesmo tempo, não há injeção na rede, logo não sofrendo as regras de

compensação.

Para definir a simultaneidade é preciso desenhar a possível curva de consumo do cliente, a forma mais fácil de desenhar a curva, é por meio da análise das cargas que o cliente possui e como é sua rotina. Quanto maior a carga nos momentos em que a usina solar estiver gerando maior será o fator de simultaneidade.



Conclusão

Anova regra demandará do mercado um maior conhecimento e eficiência, dado que a economia percebida pelo cliente diminuirá substancialmente.

Destaco o aparecimento das baterias como uma possível solução para ampliar a simultaneidade uma vez que a distribuidora perderá sua eficiência como bateria virtual dos sistemas junto a carga.

Tenho certeza que o mercado encontrará novos caminhos e oportunidades para crescer.

GOODWE

Linha HT 225/250 kW

É a escolha preferida para a utilização de usinas fotovoltaicas centralizadas e usinas de grande porte para gerar energia solar e maximizar o retorno do investimento.



Maior rendimento

- Até 20A de Corrente de Entrada por String
- Até 12 MPPTs
- Até 1500Vcc
- Potência Máxima em 45°C para todos os modelos



O&M inteligente

- Monitoramento a nível de string
- Recuperação PID integrada
- Configuração e atualização remotas para reduzir os custos de visita ao local
- Comunicação PLC



Excelente segurança e confiabilidade

- Interruptor CC de proteção automático
- DPS Tipo II CC e CA integrados (Tipo I opcional)
- Grau de Proteção IP66 e C5
- Proteção contra Arcos (AFCI)



br.goodwe.com

GOODWE **PLUS+**

Torne-se um instalador certificado e tenha acesso à um mundo de benefícios.



Central WhatsApp



Dispositivo para geração de arco elétrico para teste de AFCI em sistemas fotovoltaicos

João Antonio da Silva

Membro do grupo de pesquisa do LESF/Unicamp

fácil. Por outro lado, nas instalações em corrente contínua, como é o caso dos sistemas fotovoltaicos, o risco de arco elétrico está sempre presente.

Eliminar completamente o risco do arco elétrico é impossível, portanto medidas de proteção devem ser tomadas para evitar a propagação do arco e evitar riscos a pessoas e equipamentos.

Sistemas Fotovoltaicos

Os arcos elétricos originados em sistemas fotovoltaicos possuem particularidades que os tornam consideravelmente mais perigosos do que arcos comuns, dentre elas: presença de corrente contínua, elevados valores de tensão, circuitos elétricos longos e com muitas conexões e existência de muitos componentes descentralizados, não contidos em um único espaço confinado.

Nos sistemas fotovoltaicos, os arcos existentes se classificam em três tipos:

- Arco terra, originado entre algum componente energizado e o chão
- Arco em paralelo, originado entre dois componentes de potenciais diferentes – como, por exemplo,

Arco Elétrico

Arcos elétricos acontecem quando ocorre uma ruptura dielétrica entre dois pontos, com diferença de potencial elevada, separados pelo ar.

As características do arco dependem do material condutivo, do isolamento utilizado e de fatores ambientais como a umidade do ar.

Enquanto arcos podem ser causados propositalmente em aplicações industriais, como nas máquinas de solda, nas instalações elétricas esse fenômeno é indesejável.

O arco elétrico pode se originar em instalações elétricas que apresentem problemas de maus contatos (conexões sem aperto, conectores ruins) ou falhas de isolamento (revestimentos de cabos danificados).

Nas instalações em corrente alternada esse fenômeno é menos comum e a extinção do arco é mais

dois cabos positivo e negativo muito próximos

- Arco em série, causado por mau contato elétrico ou rompimento de cabos e conexões

Nos sistemas fotovoltaicos o arco elétrico pode ocorrer em diversos pontos da instalação e pode ser de um desses três tipos, conforme ilustrado na Figura 1.

Arcos do tipo série são os mais comuns nas usinas fotovoltaicas e são os mais fáceis de se detectar, já que a principal fonte de informação é a corrente elétrica que circula pelo circuito. A corrente pode ser monitorada por sensores de corrente presentes em um ou mais pontos da instalação (preferencialmente dentro do próprio inversor).

Por outro lado, o arco paralelo apresenta maior dificuldade na detecção, pois pode ocorrer em qualquer ponto da instalação, decorrente de falhas de isolamento em cabos elétricos ou outros

componentes, em locais onde um dispositivo de monitoramento não pode ser instalado.

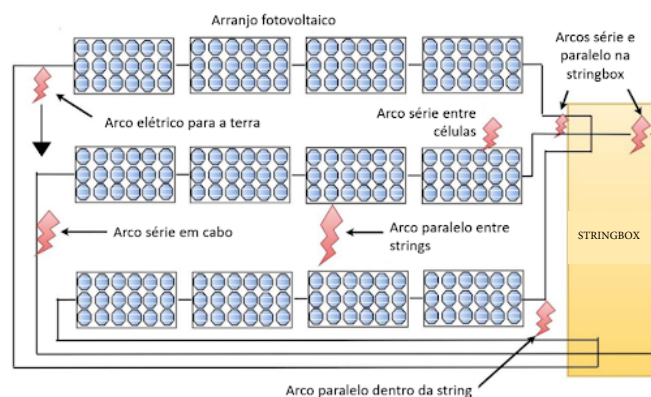


Figura 1: Tipos de arcos elétricos e locais de ocorrência nos sistemas fotovoltaicos. Fonte: adaptado de S. Lu, B. T. Phung, e D. Zhang, Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 89, p. 88–98, 2018

Proteção contra arco elétrico nos sistemas fotovoltaicos

A detecção do arco elétrico não é um problema trivial e impõe muitos desafios. Nos sistemas fotovoltaicos o ruído de interferência eletromagnética da comutação dos conversores eletrônicos de potência, associado à intermitência da fonte solar, aumenta as dificuldades na

detecção de falhas de arco elétrico.

Uma técnica bastante explorada para a detecção de arco elétrico do tipo série consiste na análise da assinatura da corrente elétrica no domínio da frequência, como ilustrado na Figura 2. Essa análise de assinatura é realizada pela técnica FFT (fast Fourier transform), muito empregada na análise de sinais em engenharia elétrica e também em outras áreas do conhecimento.

Nos sistemas de geração de energia

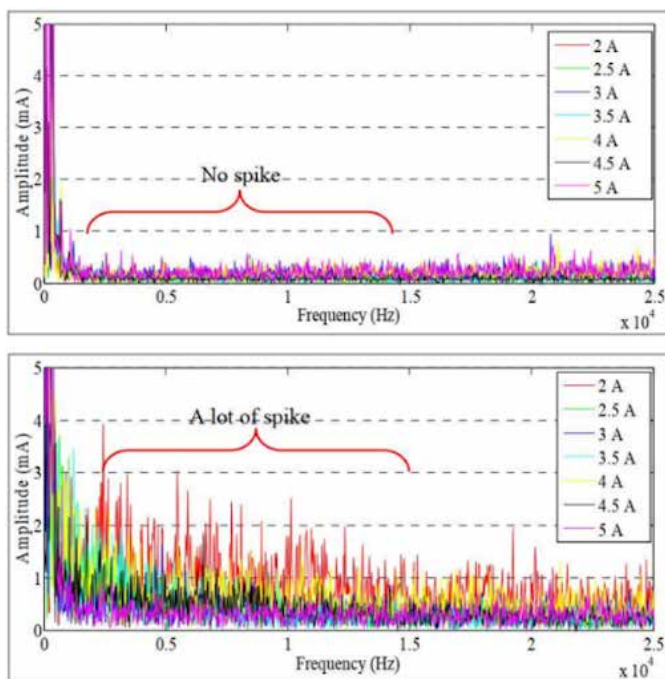


Figura 2: FFT da corrente elétrica de um sistema fotovoltaico para a detecção de arco elétrico. A presença de ruído, mostrada no gráfico inferior, indica a existência de um arco elétrico. Fonte: Adaptado de M. H. Riza Alvy Syafiri, E. Prasetyono, M. K. Khafidli, D. O. Anggriawan, e A. Tjahjono, IES-ETA), 2018

solar fotovoltaica, sejam distribuídos ou centralizados, os sistemas de detecção de arco elétrico conhecidos como AFCI (arc fault circuit interrupter) podem ser embutidos nos inversores que fazem a interface entre os arranjos fotovoltaicos e a rede elétrica.

Ainda são poucos os fabricantes

de inversores que disponibilizam o sistema AFCI no Brasil, já que sua presença nos equipamentos não é obrigatória e não existe uma norma técnica nacional para estabelecer os critérios de avaliação dos sistemas AFCI.

A discussão sobre o problema do arco elétrico nos sistemas fotovoltaicos ainda é muito incipiente no país. A portaria número 140/2022 do INMETRO, de 21 de março de 2022, publicou o novo regulamento técnico para os requisitos de avaliação da conformidade (RAC) de componentes para sistemas fotovoltaicos.

A portaria torna opcional a presença de sistemas de detecção de arco elétrico nos equipamentos comercializados no país e apresenta requisitos bastante simples nos itens 5.4.7 e 5.4.8:

“5.4.7 Os inversores on-grid devem ser classificados quanto à existência e as características de sistema de proteção contra arcos elétricos série na(s) porta(s) fotovoltaicas.

5.4.8 Os inversores on-grid que operam com tensão na(s) porta(s) fotovoltaica(s) superior a 80 V e que possuam sistema de proteção contra arcos elétricos, devem detectar e/ou interromper o arco série em, no máximo, 2,5 s ou antes da energia do arco exceder 750 J, o que ocorrer primeiro.”

Normas e regulamentos sobre AFCI

As normas brasileiras vigentes não tratam da detecção do arco elétrico em sistema fotovoltaico. Além de um adendo que faz referência aos tipos



CAMPANHA DE CASHBACK

FSP.PAY

QUANTO MAIS VOCÊ INSTALAR,
MAIOR SUA BONIFICAÇÃO



de arco presentes no sistema, não existem requerimentos específicos além dos cuidados já tomados em relação ao isolamento. Tanto a ABNT como o INMETRO não possuem normas e regulamentos específicos sobre dispositivos de detecção e interrupção de circuitos sujeitos a arco elétrico.

No mundo o único padrão técnico atualmente vigente sobre o assunto é o documento UL1699B da organização Underwriters Laboratories, dos EUA, que determina a obrigatoriedade de dispositivos de detecção de arco elétrico em sistemas fotovoltaicos com tensão até 1500 V, enquanto na Europa a Comissão Eletrotécnica Internacional discute atualmente a norma técnica IEC 63027.

A norma UL1699B, entre outras coisas, apresenta os requisitos para a construção de um dispositivo de geração de arco elétrico empregado no teste de sistemas AFCI.

Requisitos da UL1699 B

A UL1699B atua como um conjunto extenso de parâmetros que estes dispositivos devem alcançar para terem o seu uso aprovado.

A norma descreve uma série de testes envolvendo escape de corrente, temperaturas extremas, condições climáticas, interferência eletromagnética, corrosão e mais dezenas de critérios que devem ser alcançados. No entanto, o cerne da norma é avaliar a capacidade do sistema de detectar e extinguir o arco

NOVA
PARCERIA
HORUS



HORUS



ENPHASE®

SOLUÇÃO DE
MICROINVERSORES
ENPHASE



Inclua em seu
projeto fotovoltaico.



**DESIGN
MODULAR**



**PRODUÇÃO DE
ENERGIA PERMANENTE**

BRASÍLIA - GOIÂNIA - RIO VERDE - PALMAS - FORTALEZA

WWW.HORUS.COM.BR



ACESSO NOSSAS REDES

de forma segura. Para isso, a norma separa os sistemas de AFCI em três categorias distintas, como mostrado na Figura 3.

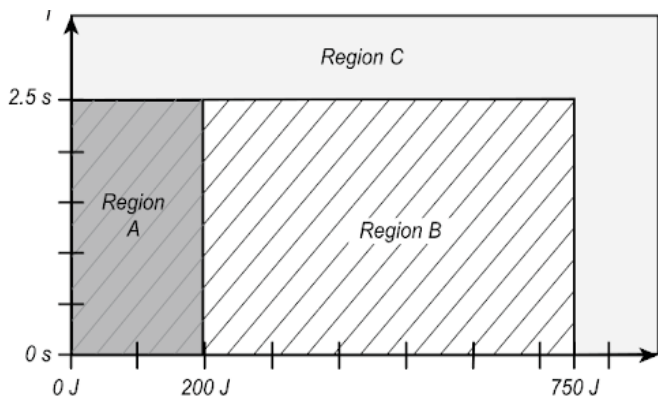


Figura 3: Regiões que definem os sistemas de AFCI em categorias. Fonte: UL1699B

Os sistemas da região A, são capazes de extinguir o arco antes de 2,5 segundos e antes que a energia liberada ultrapasse 200 J.

Os sistemas da região B, são capazes de extinguir o arco antes de 2,5 segundos e antes que a energia liberada ultrapasse 750 J.

Já os sistemas da região C são qualquer AFCI que deixe o arco durar mais do que 2,5 segundos ou que permitam que a liberada ultrapasse 750 J. Qualquer dispositivo na região C está automaticamente reprovado pela norma, mesmo que passe em todos os outros testes.

Dispositivo de geração de arco elétrico

Para que um AFCI possa ser categorizado nas regiões A, B ou C, é

necessário que testes sejam realizados para determinar a eficiência do equipamento.

A norma UL1699B disponibiliza um roteiro de como realizar os testes em questão. Porém, para que os parâmetros do arco possam ser alcançados, é necessário um dispositivo de geração de arco.

A norma disponibiliza detalhes construtivos e algumas características importantes de dois modelos de dispositivos, mostrados nas figuras 4 e 5. A principal preocupação da norma é definir os requisitos dos eletrodos, deixando margem para a definição de outras características do dispositivo.

As possibilidades para a construção dos aparatos das figuras 4 e 5 são diversas, permitindo diferentes materiais e desenhos para as bases.

Com o aparato atuando da forma esperada, e o AFCI pronto para ser testado, é necessário que a medição do arco seja feita de acordo com a literatura, considerando o período do arco e não apenas a corrente e a tensão do sistema.

Além das características do dispositivo, a norma UL1699B também apresenta as condições de geração do arco elétrico de acordo com as características do sistema fotovoltaico. O rascunho da norma IEC 63027, ainda em fase de consulta pública e não publicada, também apresenta uma tabela semelhante.

HELTE®

**Novos centros
de distribuição** Helte Solar
em Betim e Cuiabá

- Logística ISO 9001
- Rastreabilidade
- Caminhões com plataforma

Test no.	Minimum Iarc (A) ^a	I _{mpp} (A)	Sep. rate (mm/s)	V _{mpp} (V) ^b	V _{oc} (V) ^b	R _{tot} (ohms) ^b	Gap (mm)
1	2.5	3.0	2.5	312.0	480.0	56.0	0.8
2	7.0	8.0	5.0	318.0	490.0	21.0	0.8
3 ^c	14.0	16.0	5.0	318.0	490.0	11.0	1.1
4	7.0	8.5	5.0	607.0	810.0	24.0	2.5

a Iarc values in Table 29.2 are representative of realistic arc events with one or two strings at full and low irradiance. It is expected that the AFCI shall meet compliance criteria below at intermediate current levels also.

b These values are approximate.

c Required for arcs in series with two parallel strings.

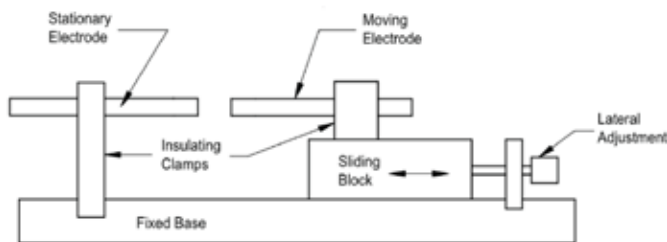


Figura 4: Detalhes construtivos do gerador de arco elétrico do modelo A, com eletrodo de cobre. Fonte: UL1699B

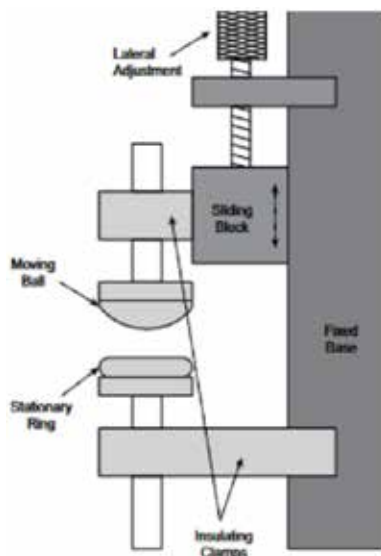


Figura 5: Detalhes construtivos do gerador de arco elétrico do modelo B, com eletrodos de tungstênio em formato circular. Fonte: UL1699B

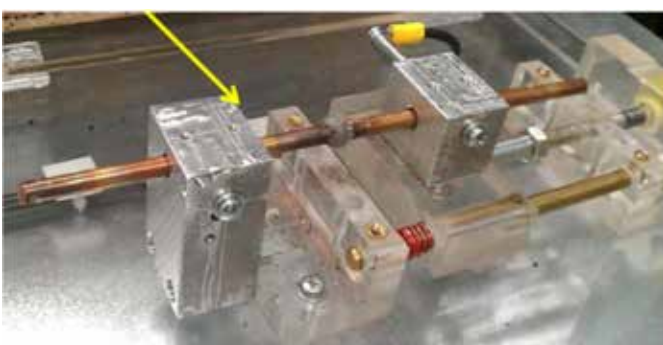


Figura 6: Dispositivo gerador de arco elétrico. Fonte: S. McCalmont, NREL, 2013

Considerações finais

Um importante recurso para a prevenção do arco elétrico do tipo série (o mais comum) é o sistema AFCI, que pode ser incorporado aos inversores fotovoltaicos.

Alguns fabricantes já trazem inversores com esse recurso para o Brasil, mas o sistema ainda não é obrigatório.

Como em toda tecnologia, os sistemas de AFCI devem ser testados e ter sua eficácia comprovada.

A norma UL1699B descreve um dispositivo e o modo de geração de arco elétrico para efeito de teste.

É importante a existência de procedimentos padronizados para avaliar a eficácia e assegurar que os sistemas de AFCI dos inversores funcionem e proporcionem a proteção necessária às instalações e aos usuários.

Referências e leituras recomendadas

A. J. P. de Souza, "Riscos do arco elétrico em sistemas fotovoltaicos e soluções de segurança", Canal Solar,

27 de dezembro de 2021

M. Vinturini, "Proteção contra arco elétrico nos inversores fotovoltaicos", Canal Solar, 15 de dezembro de 2020.

Incêndio em sistemas FV: os perigos do arco elétrico. <https://canalsolar.com.br/arco-eletrico-em-sistemas-fv/>

UL Standard | UL 1699B

S. McCalmont, "Low Cost Arc Fault Detection and Protection for PV Systems: January 30, 2012 - September 30, 2013", NREL/SR-5200-60660, 1110454, out. 2013. doi: 10.2172/1110454

M. H. Riza Alvy Syafiri, E. Prasetyono, M. K. Khafidli, D. O. Anggriawan, e A. Tjahjono, "Real Time Series DC Arc Fault Detection Based on Fast Fourier Transform", International Electronics Symposium on Engineering Technology and Applications (IES-ETA), 2018

S. Lu, B. T. Phung, e D. Zhang, "A comprehensive review on DC arc faults and their diagnosis methods in photovoltaic systems", Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 89, p. 88–98, 2018





ENERGY TRANSITION KEY PARTNER

Além de produtos e serviços

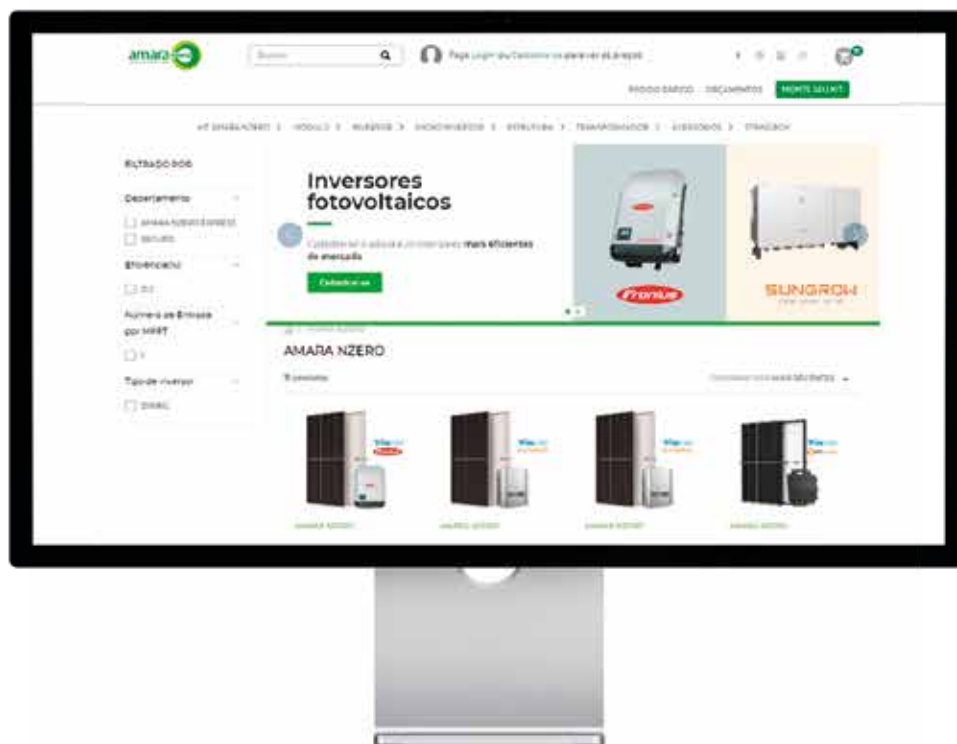
Desde nossa **experiência integral em energia sustentável**, nos comprometemos a acompanhá-lo **agregando valor** aos seus projetos



Descubra

tudo que podemos fazer juntos em

app.amaranzero.com.br



[amaranzero.com.br](https://www.amaranzero.com.br) sac@amaranzero.com app.amaranzero.com.br +55 71 3483-3212

ESPAÑA · BRASIL · PORTUGAL · ITÁLIA · MÉXICO · ESTADOS UNIDOS · CHINA

Relevo de terreno no PVSyst a partir do Google Earth



Marcelo Gradella Villalva

Professor e pesquisador da Unicamp

Introdução

O objetivo deste artigo é descrever o processo de geração do modelo tridimensional de um terreno no PVSyst, tendo como ponto de partida a demarcação da área no Google Earth. As ferramentas que vamos utilizar são: Google Earth, QGis, Autocad e o website GPS Visualizer.

Demarcação do terreno

A demarcação de terrenos no Google Earth tem sido bastante utilizada no setor de energia solar para delimitar a área de implantação de usinas fotovoltaicas. Essa demarcação pode ser fornecida no formato de um arquivo KMZ e utilizada e compartilhada entre os profissionais que vão atuar no projeto.

O Google Earth pode ser baixado

gratuitamente ou pode ser usado online, sem a necessidade de instalação, no website **earth.google.com**

A demarcação do terreno pode ser feita com as ferramentas de polígono e contorno (caminho), destacadas na Figura 1.

Uma vez demarcado o terreno, vamos iniciar o processo para extrair os dados dimensionais e de relevo, que serão usados para a construção de um modelo tridimensional da área dentro do PVSyst.

Extração das informações do terreno

Depois de demarcado o contorno do terreno, nosso próximo passo é obter uma nuvem de pontos dentro da área delimitada, como mostra a Figura 2.

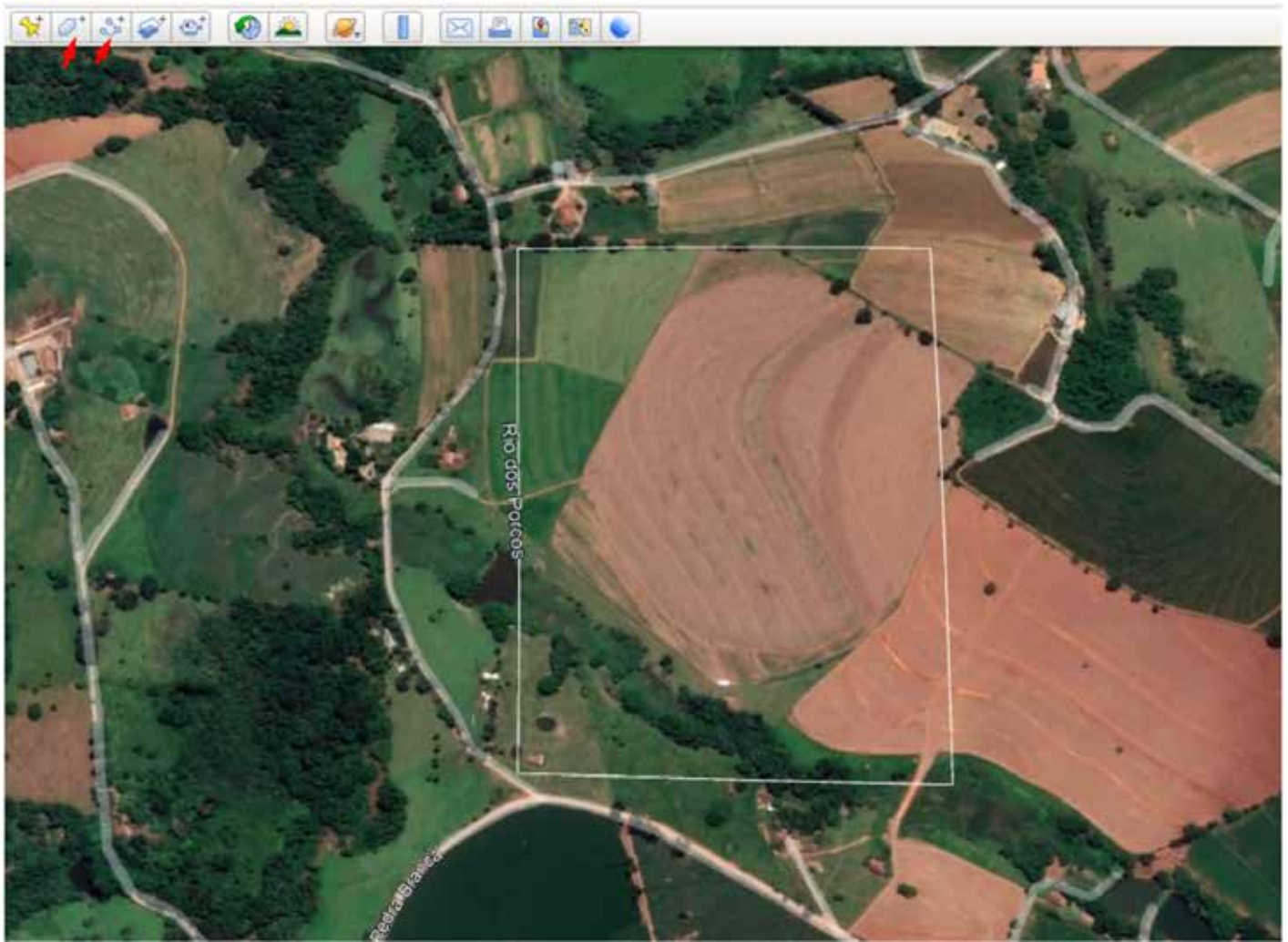


Figura 1: Demarcação de um terreno com a ferramenta de contorno no Google Earth

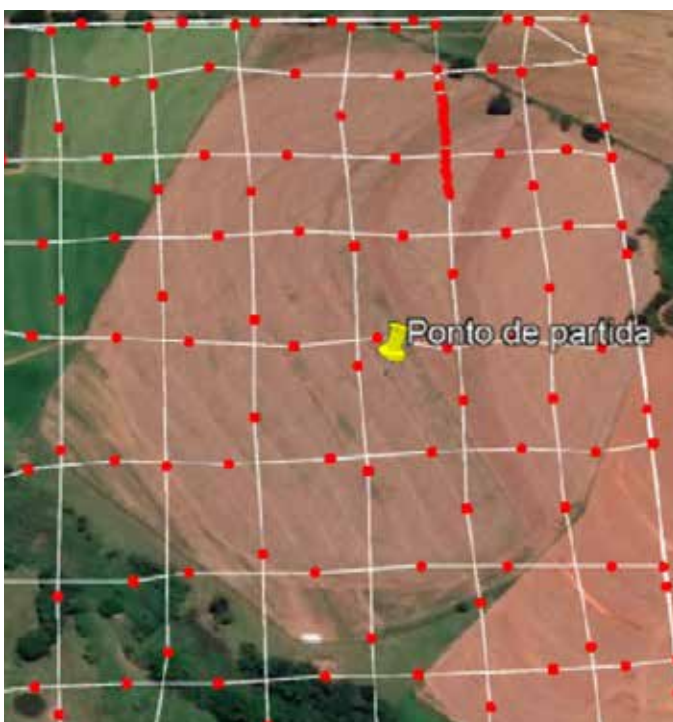


Figura 2: Nuvem de pontos criada no Google Earth

Esses pontos são demarcados também com a ferramenta de “Caminho”.

Deve-se demarcar uma quantidade de pontos suficiente para abranger a área com boa resolução. Entretanto, o número de pontos não deve ser muito grande.

Quanto maior o número de pontos, mais complexo e pesado será o modelo 3D obtido.

Em seguida a nuvem de pontos deve ser exportada em um arquivo no formato KMZ com a opção “Salvar lugar como”, encontrada na barra lateral esquerda do Google Earth, como mostra a Figura 3.

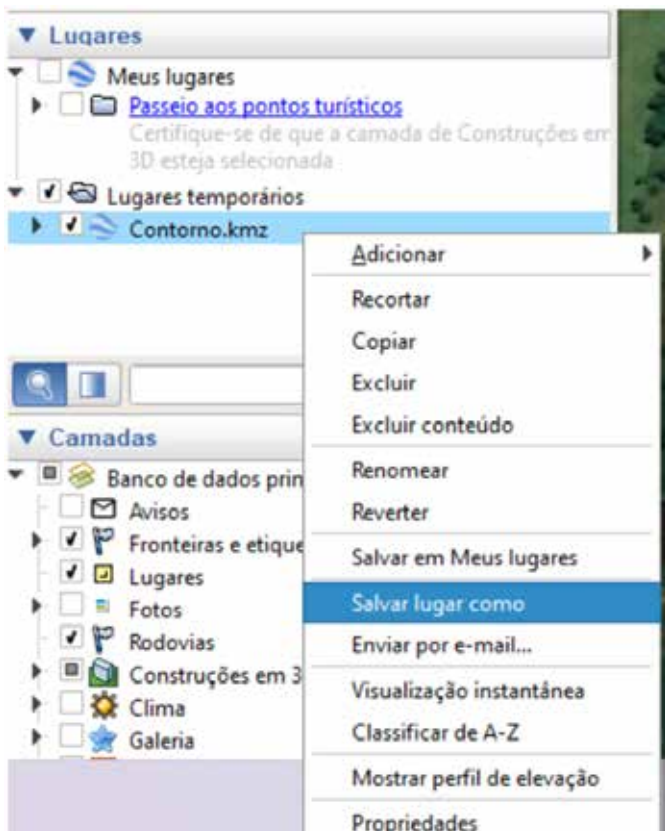


Figura 3: Opção "Salvar lugar como" do Google Earth

O arquivo KMZ exportado contém as coordenadas dos pontos da nuvem elaborada no processo descrito anteriormente. Entretanto, apenas informações de latitude e longitude estão disponíveis. Infelizmente o Google Earth não permite exportar as informações de relevo.

Para obter a coordenada que falta, relativa à altitude de cada ponto da nuvem, pode-se usar um serviço disponível no website **gpsvisualizer.com/elevation**, que permite importar as coordenadas do arquivo KMZ e extrair as coordenadas de altitude de uma base de dados.

O GPS Visualizer utiliza bases de dados de relevo coletadas de diversas organizações governamentais. Existem

QUEREMOS VOCÊ COMO UM PARCEIRO!

Na sua primeira compra como novo integrador Elsys Solar, você ganha um kit Casa Conectada.

ELSYS
SOLAR

CLIQUE AQUI, CADASTRE-SE E COMPRE*!

*Válida para os 50 primeiros novos parceiros que comprarem



bases de dados específicas para cada região do planeta, com resoluções que variam de 20 m a 90 m, conforme o local.

A Figura 4 mostra um exemplo do resultado fornecido pelo GPS Visualizer. O resultado é apresentado na forma de um arquivo texto contendo as coordenadas originais de latitude e longitude (que foram extraídas do Google Earth) e adicionalmente a coordenada de altitude (em metros), que era a informação que faltava.

latitude	longitude	altitude
-21.936344794	-46.863749343	685.4
-21.936338233	-46.863072512	690.1
-21.936346791	-46.862283095	694.3
-21.936352643	-46.861716278	697.7
-21.936357626	-46.861119337	699.1
-21.936361818	-46.860491892	700.6
-21.936352818	-46.859755917	701.3
-21.936351079	-46.859158466	700.3
-21.937245906	-46.859105282	712.0
-21.938236092	-46.859054441	723.2
-21.939340523	-46.859012801	722.3

Figura 4: Exemplo de tabela extraída do GPS Visualizer

Conversão da nuvem de pontos

A conversão dos dados da tabela pode ser realizada com uma ferramenta de georreferenciamento. Utilizamos neste artigo a ferramenta Qgis, que pode ser baixada gratuitamente no site <https://qgis.org>

O primeiro passo no Qgis é importar o arquivo texto produzido pelo GPS Visualizer através da adição de uma camada a partir de texto delimitado, conforme mostram as Figuras 5 e 6.

Desta forma a nuvem de pontos do terreno, mostrada na Figura 5, fica disponível para processamento no Qgis.

Em seguida é necessário reprojeter a camada, ajustando-a para o sistema de coordenadas mais adequado para aquele terreno.



Kehua Tech

PV+ESS PARA O FUTURO

TOP 10

Marcas de inversores solares usadas em projetos financiados por empréstimos a prazo (Bloomberg)



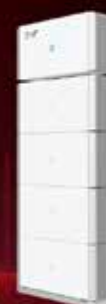
Intelligent Trifásico Inversor
SPI8K-40K-B X2



Ótimo Trifásico Inversor para UFV
SPI75-125K-B



Inversor de String Mais Poderoso
SPI350K-B



All-in-one Battery Hybrid System
iStorageE Series

TOP 5

Fornecedor de inversores de armazenamento mundial (IHS Markit 2021)

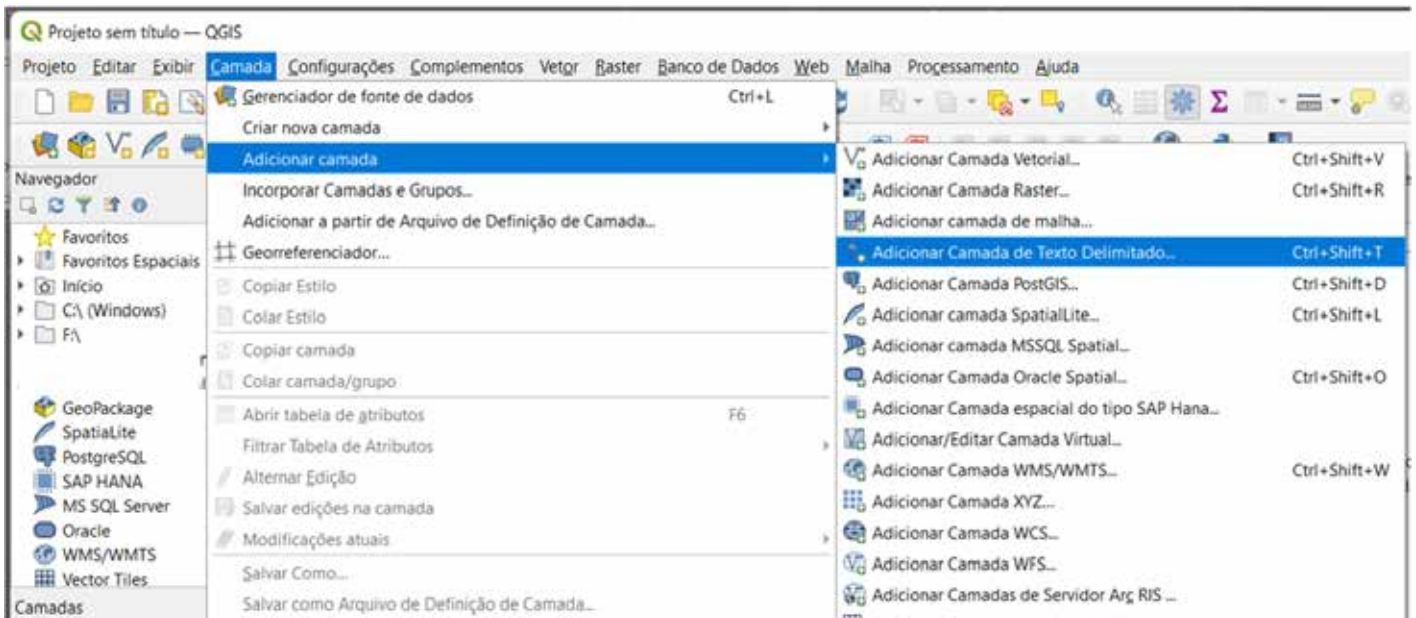


Figura 5: Localização da ferramenta de importação de arquivo texto no Qgis GPS Visualizer

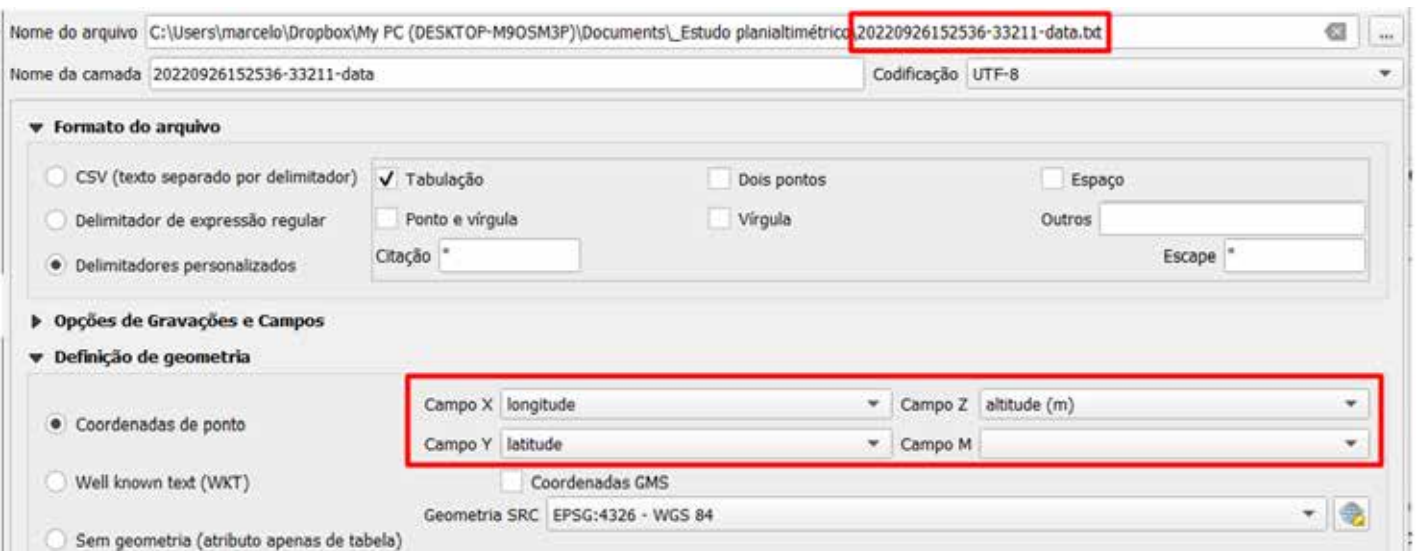


Figura 6: Importação da nuvem de pontos no Qgis, destacando as opções que devem definidas fornecidas pelo usuário

A Figura 7 mostra como acessar a ferramenta de reprojeção de camada e mostra também a nuvem de pontos trazida para o Qgis.

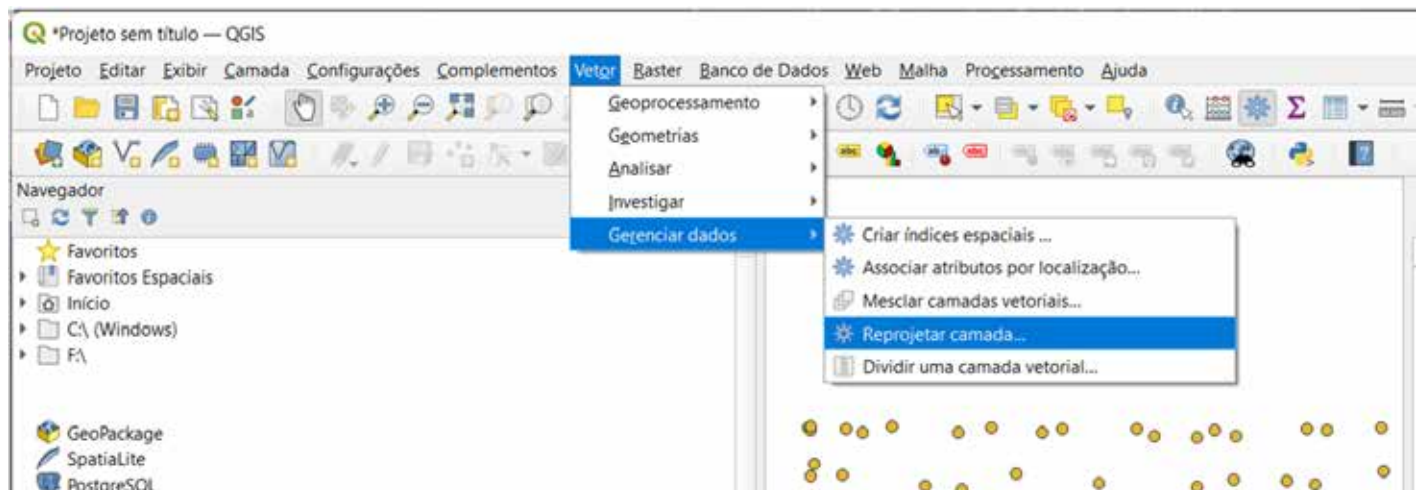


Figura 7: Localização da ferramenta de reprojeção de camada no Qgis

Nesta ferramenta é definida a camada atual como fonte de dados e usa-se um sistema de coordenadas escolhido pelo usuário, como mostra a Figura 8. Escolhemos neste exemplo o sistema WGS84- UTM-23S.

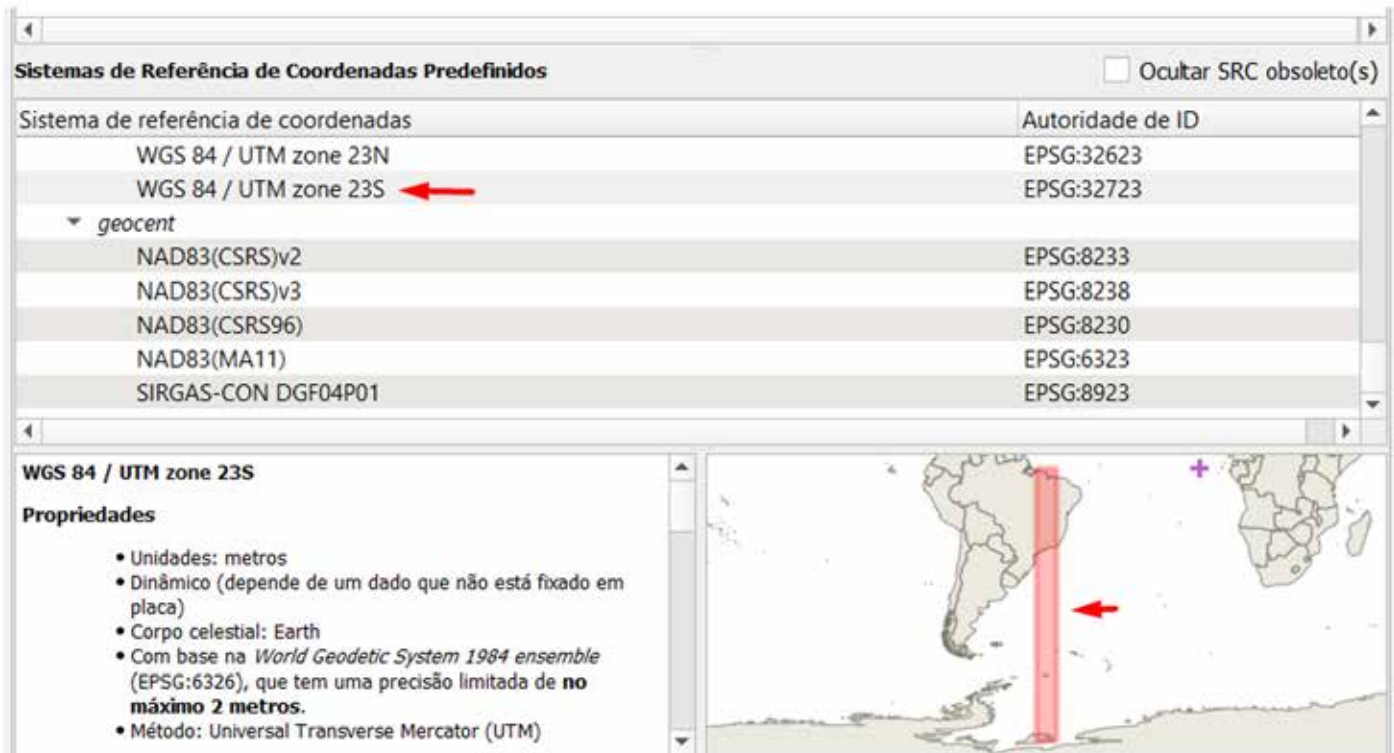


Figura 8: Escolha do sistema de referência para reprojeter a nuvem de pontos

Para cada zona do planeta existe um sistema de coordenadas específico. Neste caso escolhemos a zona 23 Sul, que cobre o local onde está situado o terreno.

O número da zona pode ser obtido na barra inferior do Google Earth, conforme mostra a Figura 9. Importante: o número da zona só fica disponível quando a exibição de coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator) está ativada, o que pode ser feito nas configurações do aplicativo.



Figura 9: Obtenção do número da zona na barra inferior do Google Earth

O passo seguinte consiste na exportação da nuvem de pontos para um arquivo DXF, de onde finalmente vamos extrair as coordenadas métricas que serão usadas para a criação do relevo no PVSyst.

Após a leitura do arquivo DXF deve-se usar a ferramenta DATAEXTRAC-

TION para extrair os pontos da nuvem, conforme mostram as Figuras 10 e 11. O processo de extração é intuitivo, bastando selecionar as informações desejadas (coordenadas X, Y e Z) e o formato XLS, o que permitirá a posterior manipulação e limpeza do arquivo no Excel.

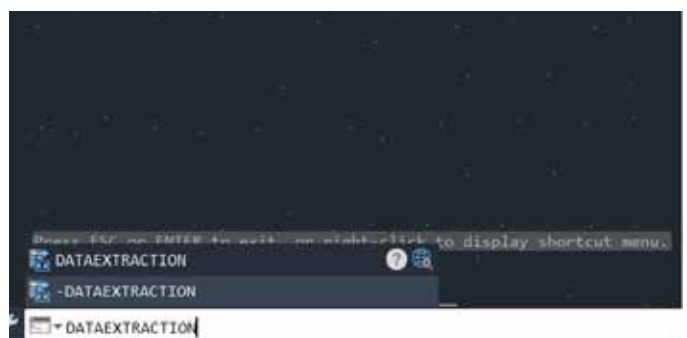
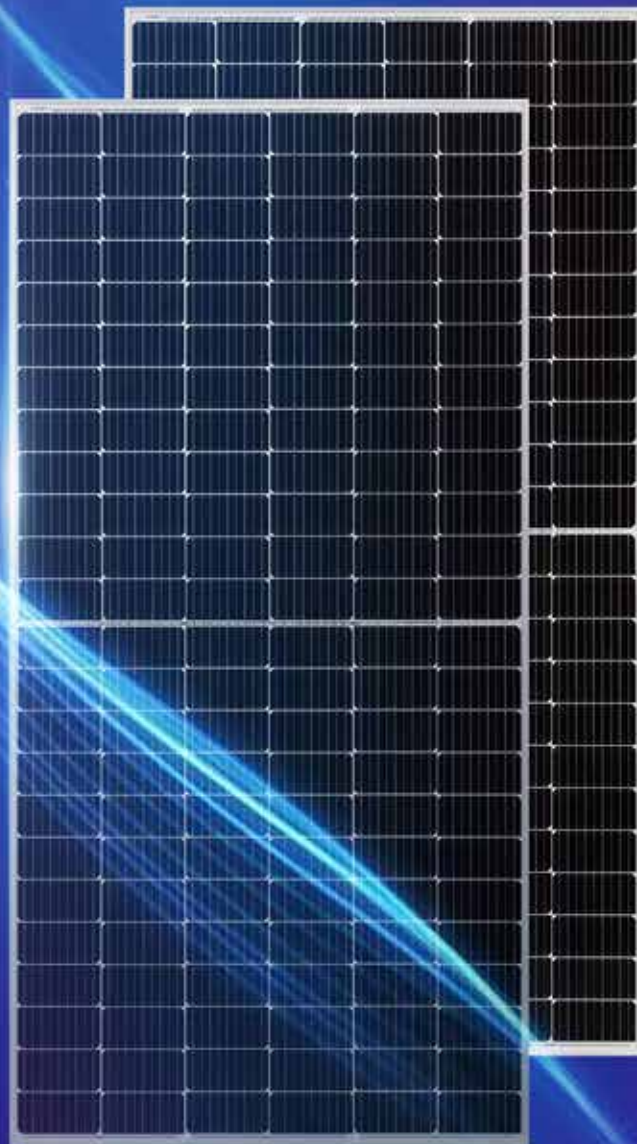


Figura 10: Pontos lidos do arquivo DXF no Autocad

JA SOLAR

DEEP BLUE 3.0



P-Type

+540W +580W

Saiba mais em



Confira nossa série no YouTube


Crerios a serem considerados na compra de M3dulos Fotovoltaicos.



Entrepasto Alfandegado

Maior agilidade na entrega de M3dulos Fotovoltaicos.

 JA Solar Brasil

 @jasolarbrasil

 JA Solar Brasil

 www.jasolar.com

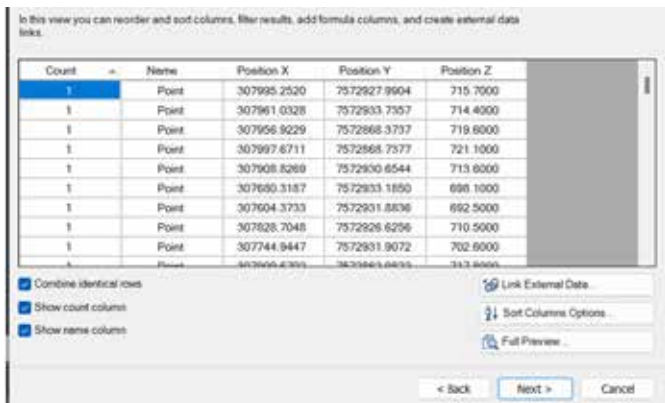


Figura 11: Extração dos pontos do arquivo DXF com a ferramenta DATAEXTRACTION do Autocad

O arquivo de pontos obtido do Autocad (Figura 12) deve ser manipulado e exportado no formato de texto tabulado, ficando parecido com o conteúdo mostrado na Figura 12. Cada linha do arquivo deve possuir apenas três colunas com as coordenadas X, Y e Z que serão importadas pelo PVSyst. O arquivo pode ser colocado no formato TXT para poder ser lido pelo PVSyst

Criação do relevo 3D do PVSyst

Depois de obtido o arquivo de texto final com as coordenadas métricas dos pontos da nuvem, o passo final é a importação das informações na área gráfica do PVSyst, disponível na ferra-

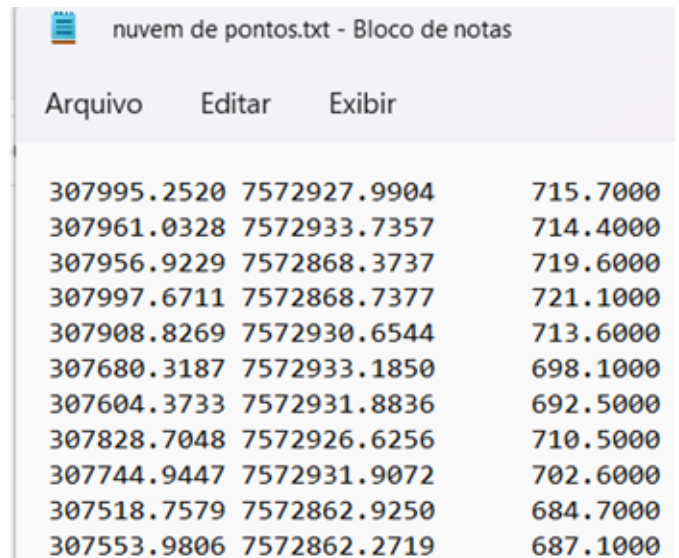


Figura 12: Coordenadas X, Y e Z armazenadas em arquivo texto, prontas para serem importadas pelo PVSyst

menta "Near shadings".

A Figura 13 mostra a opção de importação de informação de relevo no formato CSV. Apesar do nome, esta opção também importa arquivos de texto no formato TXT.

Após a leitura do arquivo o PVSyst desenha uma malha com elementos triangulares a partir dos pontos fornecidos, como mostra a Figura 14. O relevo do terreno pode ser visualizado com a ferramenta "Render" e o resultado é mostrado nas Figuras 15 e 16.



Seu projeto de energia está operando de forma eficiente?

Oferecemos validação técnica, análise de falhas, comissionamento e serviços de engenharia



Tenha projetos excelentes



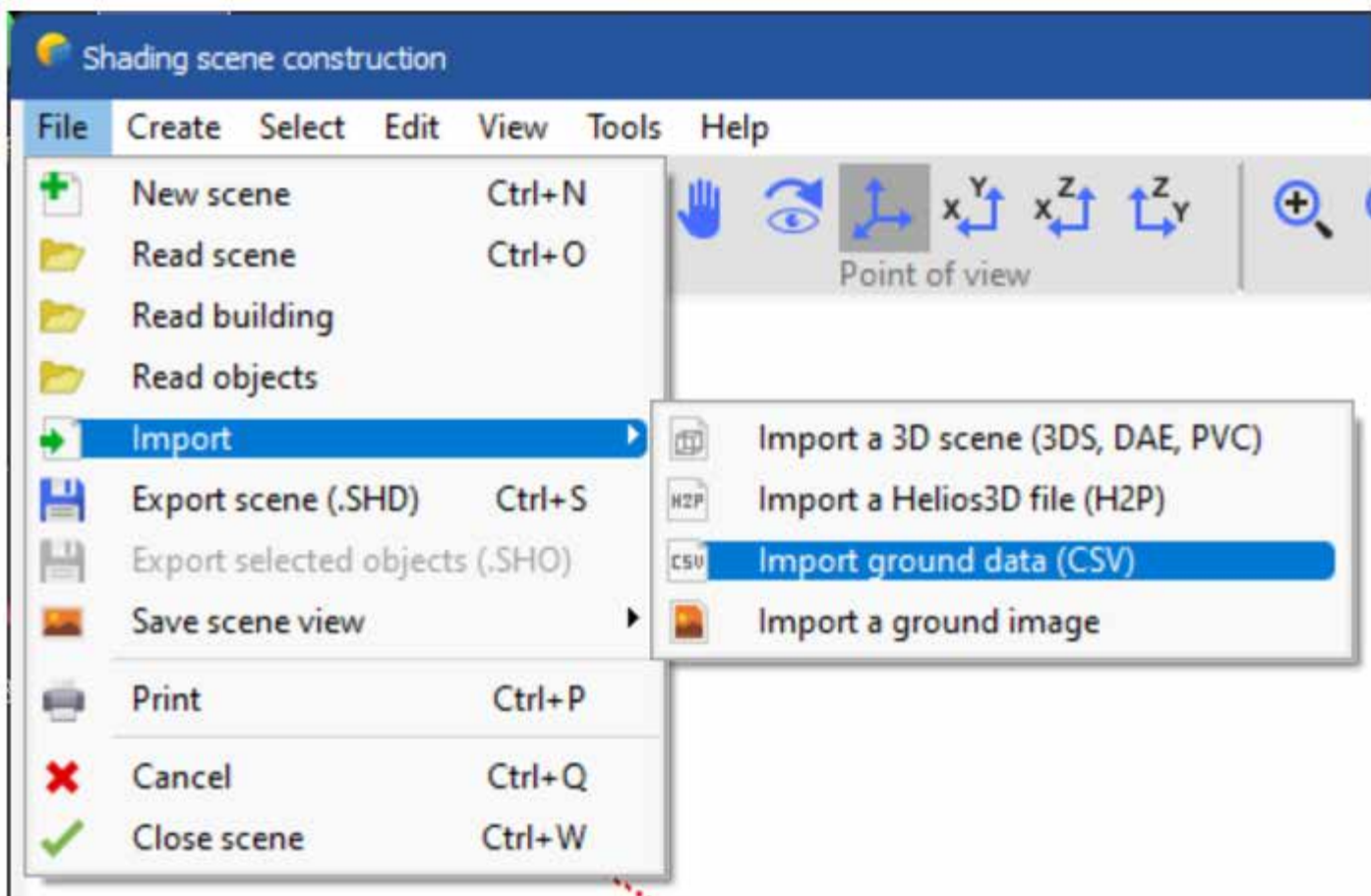


Figura 13: Importação do arquivo de pontos em formato de texto

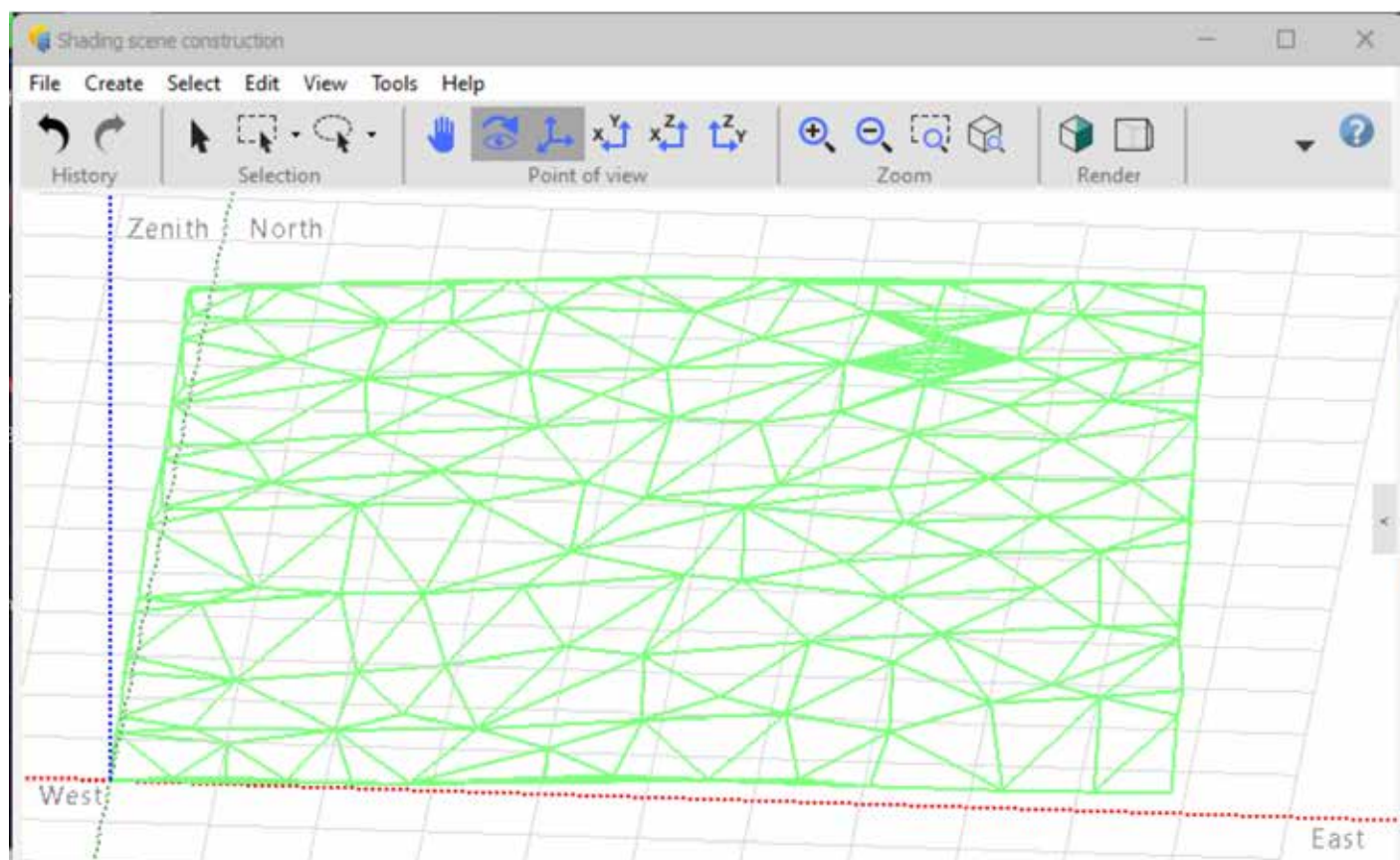


Figura 14: Malha triangular definida pelo PVSyst a partir dos pontos importados

A importação do relevo do terreno no PVSyst é útil para auxiliar o posicionamento dos sheds, como também mostrado nas Figuras 15 e 16, além de permitir analisar a sombra causada pelo próprio relevo sobre os módulos fotovoltaicos, se a opção “Enable shadow casting” estiver habilitada.

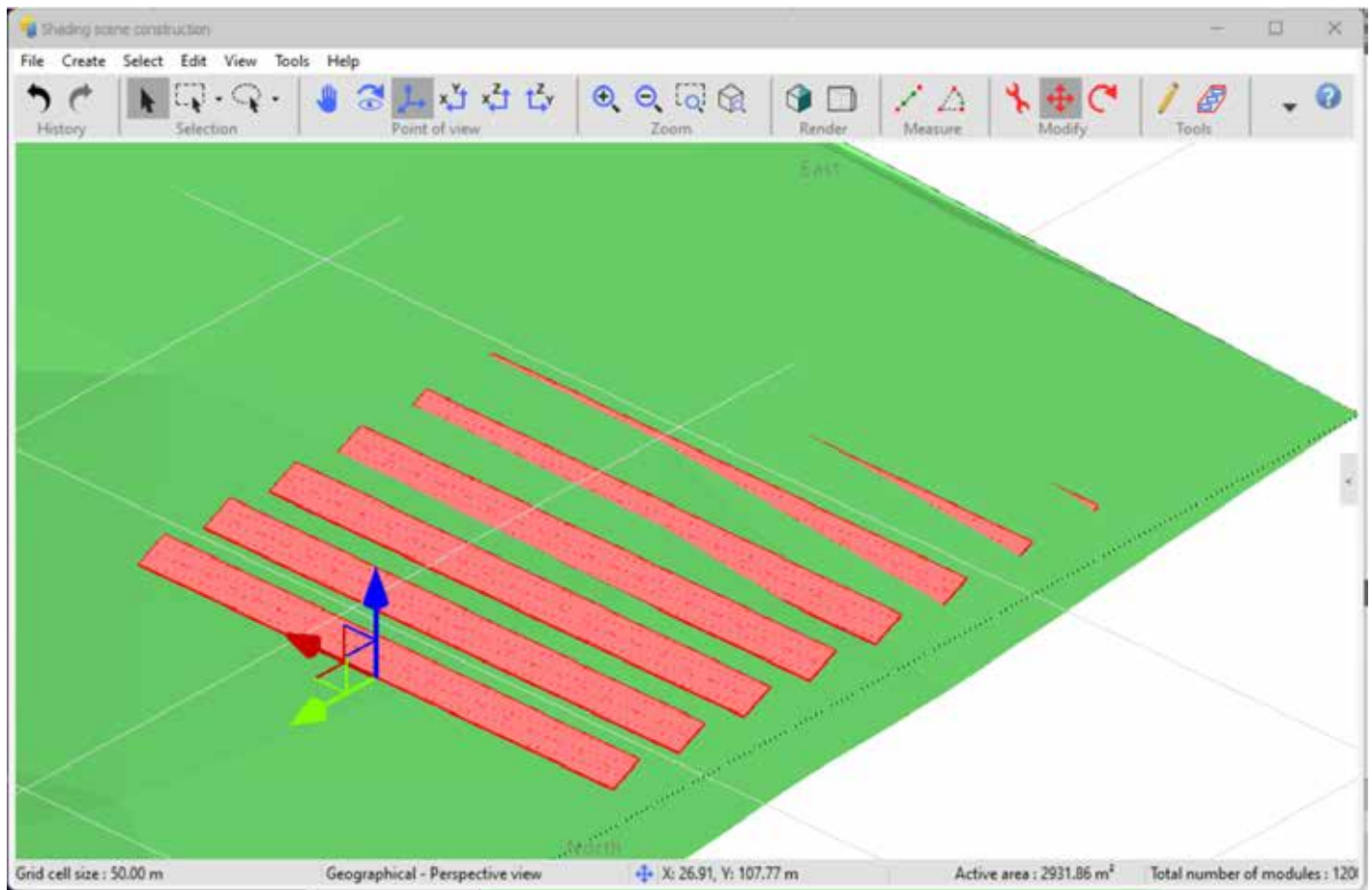


Figura 15: Conjunto de sheds posicionados no nível mais baixo do terreno, mostrando que alguns sheds não ficam perfeitamente encaixados sobre o terreno devido ao seu relevo

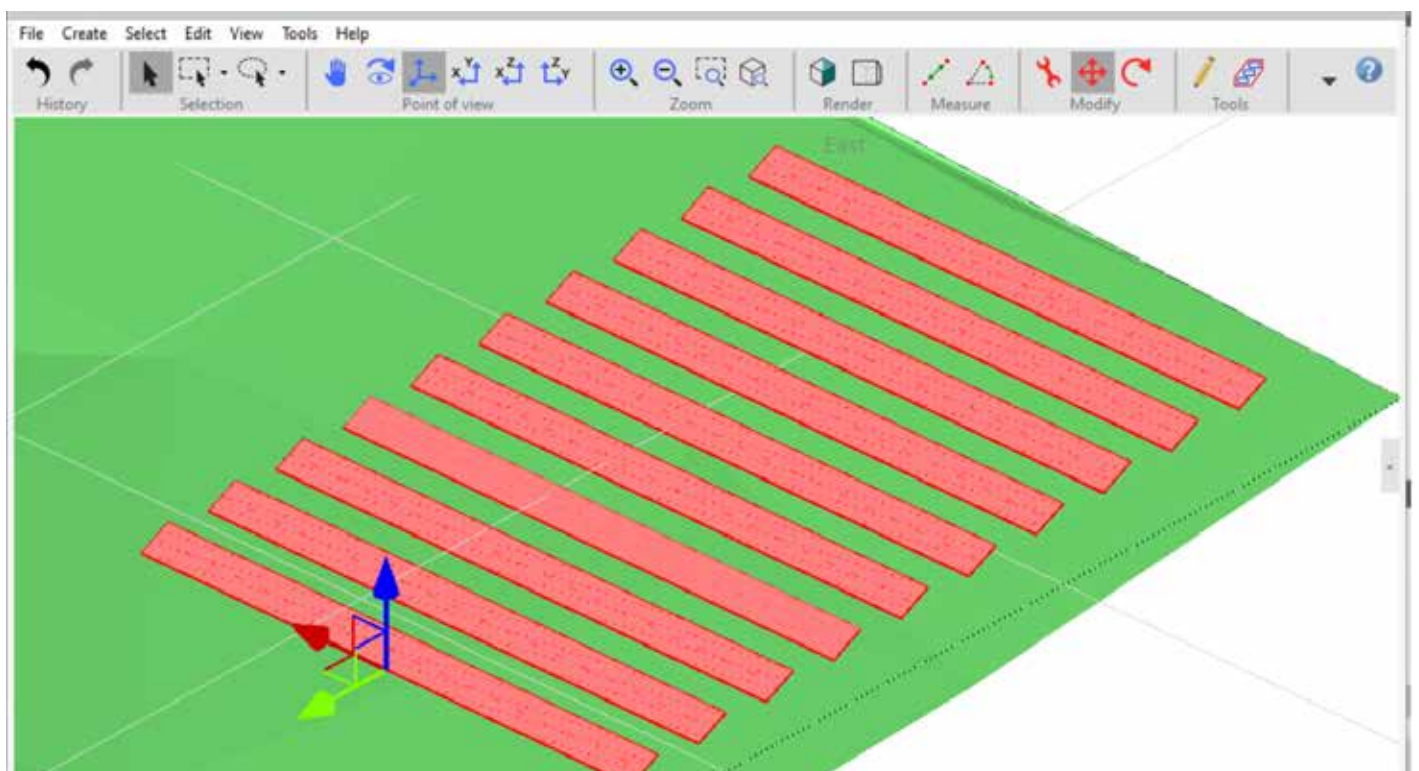


Figura 16: Conjunto de sheds com uma correção de nível de 3 graus, mostrando que todos os sheds agora estão posicionados sobre a superfície

Tudo que o integrador solar precisa



Plataforma GENYX 4.2
Personalize projetos mais completos
com a agilidade que você precisa!

GENYX SOLAR POWER

genyx.com.br

ECOSSISTEMA GENYX

Além da melhor plataforma online para comercialização de kits geradores fotovoltaicos, o integrador parceiro Genyx pode contar com todo um ecossistema de soluções integradas. Conheça o **Banco Genyx**: O Banco Digital do Integrador Solar - parceria com o Banco BV.

[BANCOGENYX.COM.BR](https://banco.genyx.com.br)



banco.genyx.com.br

GENYX SOLAR POWER[®]

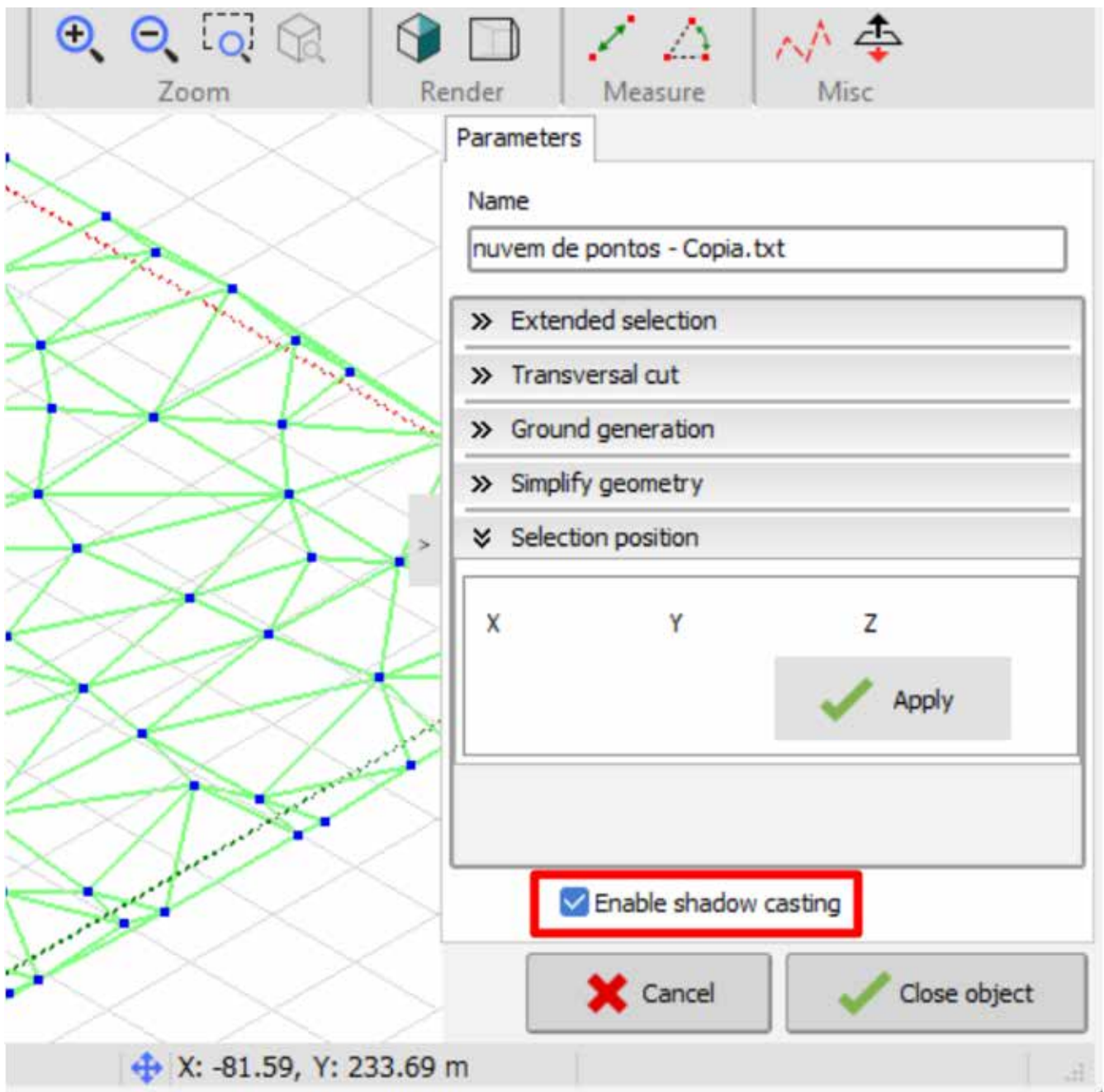


Figura 17: Opção que habilita o estudo das sombras causadas pelo relevo

A função “Enable shadow casting” pode ser encontrada na tela de informações do objeto da malha do terreno, mostrada na Figura 17, que é acessível a partir da lista “Scene objects” na barra lateral direita do PVSyst.

Material complementar

Você pode encontrar o conteúdo deste artigo em vídeos no link <https://youtu.be/I39o-mZ0cwc>

Referências

Como obter curvas de nível utilizando Google Earth + QGIS + AutoCAD, Jean-carlo Ribas, disponível em: <https://youtu.be/xekwB3d6e6c>

Aplicativo GPS Visualizer, disponível em <https://www.gpsvisualizer.com/elevation>

Aplicativo QGIS, disponível em https://qgis.org/pt_BR/site/

Solução fotovoltaica pronta para baterias preparada para o futuro



Potência em dobro ao trabalhar com baterias



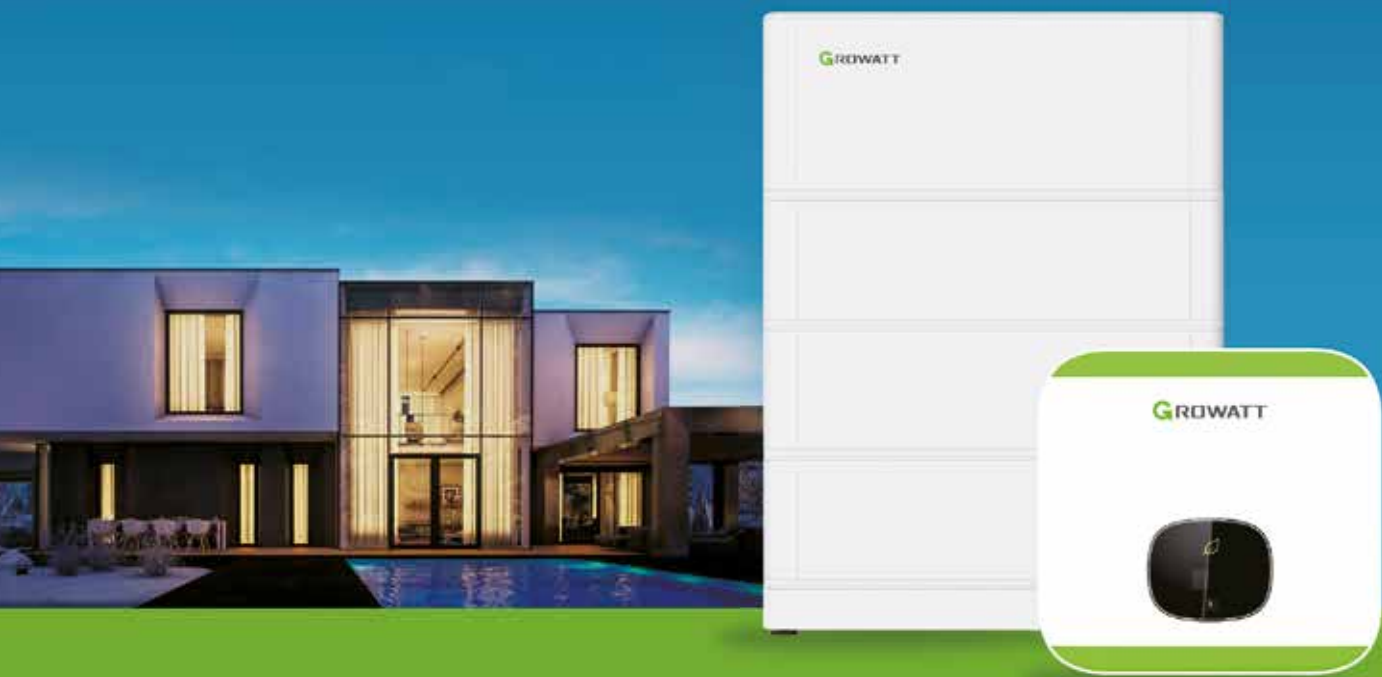
Bateria com design modular



Segurança aprimorada com composição química de LFP



Compatível com módulos de alta potência de +500W



Sistema de Baterias ARK XH MIN 2500-6000TL-XH



🔍 Growatt New Energy

SHENZHEN GROWATT NEW ENERGY CO., LTD.

www.ginverter.pt | Info@ginverter.com

Centro de Suporte - São Paulo e Maringá

☎ +55 (44) 312 2-3636 +55 (44) 3123-3650 ✉ br.service@growatt.com



Recarga de carros elétricos em condomínios: necessidade ou preciosismo?



Rubens Morelli
Jornalista do Canal VE



Stella Miranda
Jornalista do Canal Solar

A mobilidade elétrica chegou para ficar no Brasil. Já são mais de 100 mil carros híbridos ou elétricos em circulação no país, segundo dados da ABVE (Associação Brasileira do Veículo Elétrico). A marca foi superada em julho de 2022, com forte tendência de expansão.

Para se ter ideia, só neste ano, de janeiro a agosto, 27.850 unidades de carros 100% elétricos e híbridos foram emplacadas no Brasil, de acordo com levantamento da Fenabrave (Federação Nacional da Distribuição de Veículos Automotores). O número representa uma alta de 30,13% em relação

ao mesmo período do ano passado.

Mas o crescimento exponencial da participação dos carros elétricos no trânsito deixa uma preocupação: onde recarregar esses veículos que estão cada vez mais presentes no mercado?

É fato que a estrutura de recarga também está crescendo, mas o número ainda é relativamente pequeno. Atualmente, há cerca de 1.500 pontos de recarga públicos e semipúblicos no país, segundo estimativas de entidades e associações especializadas no mercado de veículos elétricos.

Por isso, a rede privada de recarga ganha destaque. Segundo levanta-

mento realizado a pedido da GM do Brasil, 90% dos motoristas de carros elétricos preferem recarregar a bateria de seu carro em casa ou no escritório, aproveitando o período em que o veículo permanece estacionado.

A preferência se justifica: é sabido que há uma taxa de deterioração das baterias dos carros elétricos pelo uso constante de cargas rápidas. Um estudo, da empresa canadense Geotab, especializada no gerenciamento de frotas, revelou que o estado de saúde da bateria é afetado

pela frequência com que um VE é carregado com carga rápida. O carregamento lento garante uma maior durabilidade do conjunto de baterias.

Assim, o ideal é que todo carro elétrico tenha seu próprio ponto de recarga em casa. Mas e quando a casa ou o escritório está dentro de um condomínio, com vagas de estacionamento demarcadas ou em espaço comum?

A cidade de São Paulo saiu na frente e criou uma legislação específica sobre o tema. A lei municipal número 17.336, de 30 de março de 2020, dispõe sobre a obrigatoriedade da previsão de solução para carregamento de veículos elétricos em edifícios (condomínios) residenciais e comerciais no município.

Pela regra, todo empreendimento imobiliário, residencial ou comercial, construído na capital paulista, deve ser entregue já com a solução prevista, ou seja, precisa disponibilizar a infraestrutura necessária para promover as instalações dos equipamentos de recarga, como cabeamento e disjuntores, entre outros itens.

Pela lei, a solução deve prever: modo de recarga do veículo elétrico conforme normas técnicas brasileiras; e medição individualizada e cobrança da energia consumida, conforme procedimentos vigentes das concessionárias.

Ainda de acordo com o documento, “a lei não se aplica em empreendimentos resultantes de programas habitacionais públicos ou subsidiados com recursos públicos



desde que comprovada a impossibilidade técnica ou econômica”.

A medida, que entrou em vigor no ano passado (12 meses após a publicação), está sendo implementada para projetos de novas edificações, protocolados a partir da data de vigência da lei na capital paulista.

Tendência de crescimento

A lei está diretamente relacionada às novidades tecnológicas do setor automotivo e às tendências de crescimento do uso de carros elétricos. A ABNT (Associação Nacional de Normas Técnicas) publicou, neste ano, a norma ABNT NBR 17019:2022 – Instalações elétricas de baixa tensão – Requisitos para instalações em locais especiais – Alimentação de VEs (veículos elétricos).

O documento, baseado na IEC 60364-7-722:2018 e elaborado pelo Comitê Brasileiro de Eletricidade (ABNT/CB-003), determina os requisitos para a instalação elétrica fixa para o fornecimento de energia elétrica aos veículos elétricos.

O texto ainda determina que as estações de recarga para veículos elétricos destinadas ao público devem ser projetadas visando o fácil acesso ao ponto de recarga, além de estarem sinalizadas adequadamente.

Inovações na área

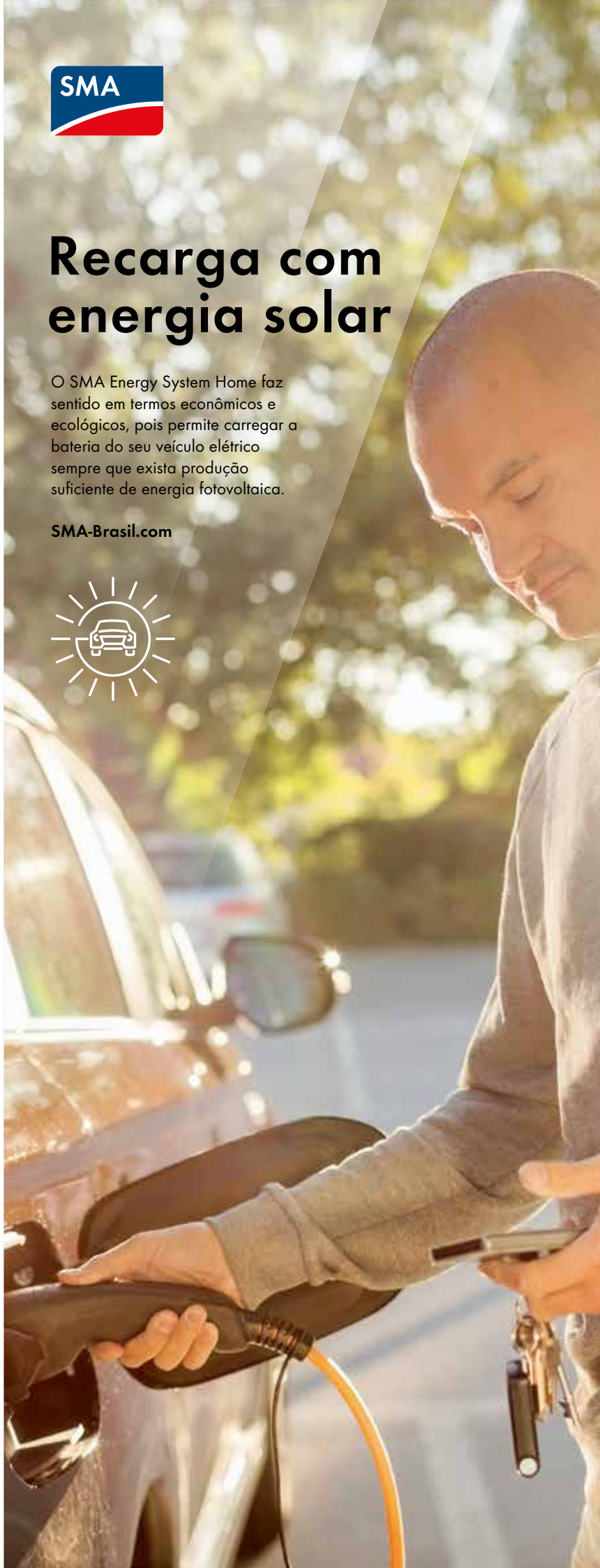
Outras cidades brasileiras ainda não têm legislações em vigor, mas isso não significa que os novos



Recarga com energia solar

O SMA Energy System Home faz sentido em termos econômicos e ecológicos, pois permite carregar a bateria do seu veículo elétrico sempre que exista produção suficiente de energia fotovoltaica.

SMA-Brasil.com



empreendimentos não estejam fazendo algo a respeito. É o caso da construtora Patriani.

Com sede em Santo André (SP), a empresa é pioneira em entregar seus prédios com um ponto de recarga para carro elétrico por apartamento, com medição individual.

A estrutura pronta, incluindo o carregador individualizado, facilita para os condôminos, que garantem uma unidade sem a necessidade de buscar fornecedores para instalar equipamentos de recarga.

A iniciativa também deixa o condomínio atualizado com a tecnologia e naturalmente valorizado pela praticidade do serviço.

“A transição energética já está em curso no Brasil. Podemos questionar a velocidade em que ela está ocorrendo diante da capacidade que temos de gerar energia limpa, mas ela está acontecendo. Para a Patriani, o principal é contribuir com a descarbonização e com a diversificação da matriz energética, e, paralelamente, construirmos prédios que sejam atualizados por 30, 40 anos”, diz Bruno Patriani, CEO da empresa.

Atualmente, a construtora tem 19 obras em andamento nas cidades de Campinas, São José dos Campos, Santo André, São Bernardo do Campo, São Caetano, Atibaia, Suzano, São Paulo e Santos, e todas contam com o ponto de recarga para carro elétrico e medição individual.

“Como os pontos de recarga já estão sendo integrados durante a construção do prédio, o custo acaba sendo diluído em todo o investimento do empreendimento. Claro que acaba

encarecendo um pouco a obra, mas o valor é infinitamente menor que se tivéssemos que adaptar as vagas após o prédio pronto. Algumas pessoas perguntam se os pontos de recarga refletem em um condomínio mais caro. E a resposta é que não reflete porque o custo de toda a instalação já foi incluído no valor total da obra”, afirma o empresário, citando ainda que os condôminos não precisam passar pelo estresse da aprovação em assembleia. “Esse é o ponto. Já entregamos pronto”, diz.

Condomínios mais antigos

Em condomínios mais antigos ou em empreendimentos imobiliários em cidades sem legislações a respeito da recarga de veículos em condomínios, as instalações precisam ser realizadas por empresas especializadas.

Afinal, os projetos elétricos desses condomínios, em grande maioria, não foram previstos com sistemas de recarga de veículos elétricos.

Dessa forma, é primordial que haja uma preparação para a instalação, atentando-se aos cuidados de segurança elétrica da edificação e do veículo. Os padrões de segurança e as certificações devem ser observados no momento da compra, assim como a garantia do produto.

Além disso, um outro ponto a ser analisado e considerado, é o custo da instalação, que depende de diversos fatores, como a distância entre o quadro de alimentação do edifício e as estações de recarga, por exemplo.

Segundo Thiago Castilha, co-fundador e diretor de marketing da E-Wolf, empresa que oferece soluções de recarga residenciais e comerciais, o

grande motivador das instalações é o comprador do carro elétrico. E ele deve entrar em acordo com o seu condomínio.

“Quando a gente fala em condomínio, a gente sabe que é complicado, porque o imóvel é da pessoa, mas não ela pode fazer o que quer. Para fazer a instalação do carregador, é preciso autorização da direção do condomínio, e realizar a instalação com profissionais capacitados, com tecnologia própria e ART”, afirma, citando que é preciso ter um balanceamento adequado para não causar uma eventual sobrecarga na rede.

Para Castilha, a falta de consenso entre os condôminos para a instalação de um projeto de sistema de recarga de veículos elétricos é por falta de conhecimento.

“Não faz sentido, com a tecnologia de hoje, não ter uma gestão de uma coisa tão simples. Toda linha de carregadores que a gente vende é conectável. E hoje há softwares no mercado que até personalizam com a cara do condomínio. Uma instalação como essa vai agregar valor ao condomínio, e vai ser bom para todos, até para quem não é usuário do equipamento”, diz.

Os condomínios podem propor projetos diferentes, seja para todas

as vagas disponíveis no empreendimento, ou para parte das vagas, de maneira rotativa, com o sistema de gestão que individualiza a cobrança, sem ônus para os demais.

Outra empresa a atuar em empreendimentos imobiliários é a Zuuz, que tem uma estrutura modular e aérea para atender os usuários.

“Nós propomos uma solução com barramento blindado, garantindo segurança na distribuição da energia elétrica, e de forma modular, oferecendo facilidade na expansão. Isso possibilita ao condomínio acompanhar a demanda dos condôminos de acordo com o crescimento do mercado de veículos elétricos, e adicionar vagas para a recarga gradualmente”, afirma Vinício Carrara, diretor da empresa.

O sistema permite que se faça um investimento inicial baixo, mantendo flexibilidade para a expansão no futuro.

“Se compararmos com países da Europa ou da América do Norte, o Brasil está de 5 a 7 anos de atraso nessa tecnologia. Porém, nosso país tem essa característica de ter um crescimento

muito rápido, exponencial. Então

as novas tecnologias serão vistas em pouco tempo.

E quem largar

na frente será beneficiado”,

diz.





Conheça as usinas que mais geram energia no Brasil



Henrique Hein

Jornalista do Canal Solar



Mateus Badra

Jornalista do Canal Solar

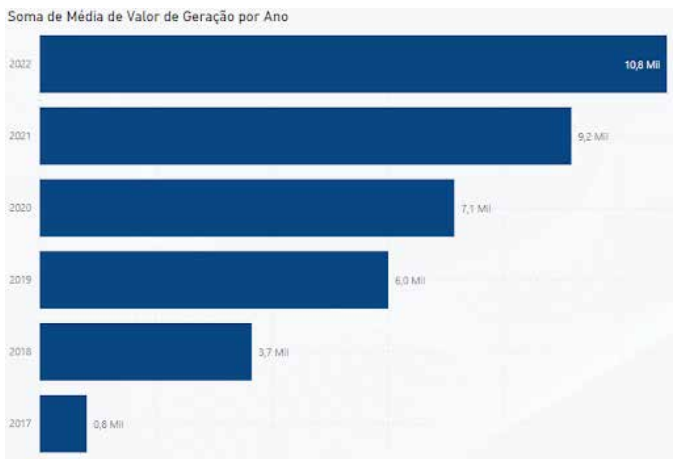
O volume de geração de energia solar no Brasil, por meio das usinas de GC (geração centralizada) nos primeiros nove meses de 2022, já superou o total registrado no ano passado inteiro, segundo dados do ONS (Operador Nacional do Sistema Elétrico).

Ao todo, as 40 usinas solares registradas pelo órgão junto ao SIN (Sistema Interligado Nacional) já acumularam

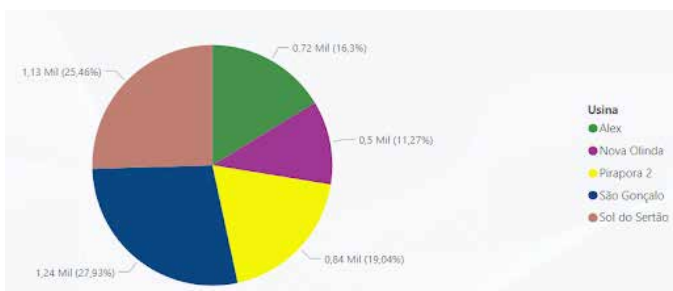
10,8 GWmed em 2022 – o maior volume da história do país em apenas um único ano.

Deste montante, contudo, pouco mais de 40% foram gerados por apenas cinco complexos fotovoltaicos: São Gonçalo (1,24 GWmed); Sol do Sertão (1,13 GWmed); Pirapora 2 (0,84 GWmed); Alex (0,72 GWmed) e Nova Olinda (0,5 GWmed), que juntos somam mais de 4,4 GWmed.

A grandeza expressa pela unidade GWmed corresponde ao volume de energia (GWh) gerado pela usina solar em um certo período, dividido pelo número de horas desse mesmo período. A unidade, que na realidade expressa uma potência elétrica, é um indicador muito usado no setor elétrico para revelar a produção energética de uma usina de geração.



Geração anual de energia solar em MWmed de todas as usinas brasileiras de GC. Fonte: ONS



Volume de geração de energia solar por usina de GC em 2022 em GWmed. Fonte: ONS

Diante deste cenário, o Canal Solar realizou um levantamento, com base em dados de janeiro a setembro, mostrando os detalhes sobre os cinco principais empreendimentos do país, como seus respectivos desenvolvedores, volume de produção e fator de capacidade.

Além disso, também serão mostrados os benefícios econômicos, ambientais e sociais que foram obtidos por estas usinas desde o início de suas operações comerciais. Confira, abaixo:

São Gonçalo



Usina de São Gonçalo, com fator de capacidade de 23,91%. Foto: Enel Green Power

Localizada na região semiárida do Brasil, em São Gonçalo do Gurguéia (PI), a usina de São Gonçalo, segundo dados do ONS, produziu cerca de 1,24 GWmed de janeiro a setembro deste ano.

O fator de capacidade médio da usina é de 23,91%.

O fator de capacidade é a relação entre a energia gerada por uma usina e a sua capacidade instalada, ou seja, quanto uma usina gera em relação ao seu máximo possível.

Ao todo, o complexo ocupa uma área de 1,2 mil hectares, o equivalente a 1,5 mil estádios de futebol, segundo a Enel Green Power, empresa desenvolvedora do projeto, que conta com mais de 2,2 milhões de painéis solares.

Atualmente, o conjunto - que ainda está com parte das obras em andamento - já está contribuindo com a redução da emissão de carbono de mais de 1,2 milhão de toneladas por ano.

A construção da primeira seção de 475 MW da usina começou em outubro de 2018 e foi conectada à rede em janeiro de 2020.

Em agosto de 2019, a Enel anunciou o início da extensão de 133 MW do parque solar.

No momento, a desenvolvedora informou que está trabalhando na segunda extensão da usina, com uma capacidade instalada de 256 MW, o que elevará a potência total do complexo para 864 MW.

Somando todas as etapas do complexo (São Gonçalo 1, 2 e 3) serão empregadas 2.950 pessoas, sendo 2 mil trabalhadores locais.

Sol do Sertão



Usina FV Sol do Sertão, na Bahia. Foto: Essentia Energia

O complexo fotovoltaico Sol do Sertão, localizado na cidade de Oliveira dos Brejinhos (BA), gerou 1,13 GWmed nos primeiros nove meses de 2022.

O fator de capacidade médio é de 30,25%.

O complexo, com 414,965 MW de potência, de titularidade da Essentia Energia, possui oito usinas instaladas e que juntas acumulam pouco mais de 1,07 milhão de painéis fotovoltaicos bifaciais da LONGi.

A oitava e última usina do complexo teve sua operação liberada em outubro de 2021.

Ao todo, a construção do empreendimento garantiu 4 mil empregos diretos e indiretos ao longo de suas obras.

Uma particularidade deste projeto é a sensação térmica do local, já que a região chega a registrar temperaturas acima de 40 °C.

Por causa disso, os inversores fornecidos pela Sungrow contam com uma tecnologia de refrigeração para que o empreendimento possa produzir energia em elevadas temperaturas.

Pirapora 2



Complexo de Pirapora, em Minas Gerais. Foto: EDF Renewables

Localizado em uma área de 800 hectares, o equivalente a 1,5 mil campos de futebol, o Complexo Solar Pirapora é composto por 11 usinas no meio de uma planície a 350 km de Belo Horizonte (MG).

A região foi escolhida pela empresa EDF Renewables em razão da alta incidência de radiação solar. Ao todo, a planta possui 329 MW de potência e gerou cerca de 2 mil empregos durante as obras de implantação das unidades.

A usina também contou com financiamentos do BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social) e do BNB (Banco do Nordeste). O fator de capacidade foi de 23,91% no período.

Segundo dados da ONS, em termos de produção, a usina de maior destaque do complexo é a Pirapora 2, que, sozinha, produziu 0,84 GWmed nos primeiros nove meses deste ano.

Alex

De acordo com a Elera Renováveis, a usina fotovoltaica possui 360 MWp de



PHB SOLAR: ● ● ●
*ENGENHARIA, ASSISTÊNCIA
E SUPORTE TÉCNICO PRÓPRIO*

Engenharia PHB Solar

Trabalha ativamente para implementar melhorias nos produtos, utilizando instrumentos voltados ao desenvolvimento e testes de inversores, analisando todas as atualizações de firmware e hardware dos equipamentos.



Assistência técnica

Possui equipe local especializada no teste e reparo de inversores PHB Solar.

Suporte técnico

Atendimento localizado no Brasil que oferece respostas rápidas aos integradores.



SEJA NOSSO PARCEIRO, REALIZE O CADASTRO EM NOSSA PLATAFORMA

www.plataformaphbsolar.com.br



@PHBSOLAR



YOUTUBE.COM/PHBSOLARBR





Usina Alex gerou mais de 2,8 mil empregos. Foto: Elera Renováveis

capacidade instalada, somando suas nove centrais geradoras elétricas.

Ao todo, o empreendimento conta com 811 mil painéis solares da Trina Solar e possui capacidade para atender aproximadamente 1 milhão de pessoas.

Neste ano, a geração da usina foi de 7,73 GWmed entre os meses de janeiro e setembro, com fator de capacidade médio de 28,87%.

Desde a sua inauguração, no começo do ano passado, o complexo já gerou cerca de 1,3 mil empregos diretos e aproximadamente 2,5 mil indiretos.

Atualmente, cerca de 20 trabalhadores atuam diariamente na operação do parque, além de algumas contratações pontuais realizadas por demanda de manutenções diversas.

O espaço conta com 81 inversores da Sungrow, 9.009 trackers da Soltec e string boxes de 1.500 V da Proauto Solar. Ao todo, a usina ocupa uma área de 830 hectares, o equivalente a mais de 800 campos de futebol.

Deste montante, R\$ 4,8 milhões foram destinados a iniciativas de ESG (Ambiental, Social e Governança). Entre as principais iniciativas destacam-se:

- Implantação de um sistema de captação de energia solar no

Hospital Filantrópico Celestina Colares, em Tabuleiro do Norte, que permite a autoprodução de quase a totalidade da energia consumida pela entidade.

- Realização de cursos de qualificação profissional nas áreas de Segurança do Trabalho e de instalação de sistemas fotovoltaicos (Montagem Elétrica e Mecânica), que beneficiaram mais de 700 pessoas.
- Investimentos sociais em estruturas públicas, como a reforma da fachada do campo florestal do município de Limoeiro do Norte.
- No contexto da pandemia de Covid-19, entre os anos de 2020 e 2021, foram realizadas pela Elera doações que somaram mais de R\$ 200 mil em equipamentos hospitalares, testes rápidos e cestas básicas.
- Doação de mais de 140 toneladas de resíduos para reciclagem, entre eles papelão, paletes e bobinas de madeira, que puderam ser transformados em mesas e bancos, por exemplo, e reaproveitados.

Nova Olinda



Usina de Nova Olinda, no Piauí. Foto: Enel Green Power

O Parque Solar Nova Olinda, situado no município de Ribeira do Piauí (PI), produziu 0,49 GWmed de janeiro a

setembro. O fator de capacidade médio é de 26,45%, de acordo com o Operador Nacional do Sistema Elétrico.

A planta da Enel Green Power, possui capacidade de geração de energia de 292 MW e conta com quase um milhão de módulos fotovoltaicos instalados em 690 hectares, área equivalente a 700 campos de futebol.

De acordo com a empresa responsável, o parque tem capacidade para abastecer até 300 mil famílias. Durante a fase de obras, mais de 2 mil pessoas contribuíram para a construção da usina de Nova Olinda, que contou com o apoio do Governo do Estado.

Toda a potência produzida no parque é transmitida da subestação própria para a subestação da Chesf (Companhia Hidro Elétrica do São Francisco) em São João do Piauí, por onde é fornecida para o sistema nacional de distribuição elétrica.



RENOVIGI
ENERGIA SOLAR



RENOVIGI

10 ANOS

ENERGIZANDO UM MUNDO MELHOR COM VOCÊ!



RENOVIGI
é a energia que você precisa
para transformar seu negócio.

Fundada em 2012 em Chapecó-SC, a Renovigi tornou-se uma das maiores fabricantes de sistemas fotovoltaicos no Brasil, com mais de 75 mil geradores instalados em todo território nacional. São 10 anos distribuindo qualidade, confiabilidade, inovação e ajudando a tornar o mundo mais sustentável tendo o sol como inspiração.

Com matriz em Chapecó-SC, a Renovigi não para de crescer e hoje conta com filiais em, Navegantes-SC, Louveira-SP e Campinas-SP. Na Renovigi, a energia é feita por gente, feita pelos mais de 200 colaboradores diretos e indiretos, que trabalham diariamente para levar essa energia até você.

Deixe a energia Renovigi transformar seus negócios. Faça parte da história de uma das empresas que mais cresce no Brasil e seja você também um dos mais de 4 mil parceiros credenciados Renovigi.
Conquiste seu lugar, conecte-se com essa energia.

Solicite já seu credenciamento
como parceiro Renovigi
(49) 9 9179.1079

Matriz Chapecó | SC
Serviçào Turquia, 135-E Pres. Médici, 89801-303.
Telefone: (49) 3323-9933

Quem conhece, indica
Renovigi



Visite nosso site
renovigi.com.br

Seja um
credenciado:





Estudo de caso: análise estrutural de telhados para instalação de sistemas fotovoltaicos



Caio Vinícius Santos

Engenheiro Civil

caiov.santanasantos@gmail.com

Muitas empresas estão surgindo para atuar nas implementações de sistemas fotovoltaicos em telhados de imóveis residenciais, comerciais e industriais, de forma que o usuário possa produzir energia elétrica durante os horários de incidência solar.

Porém, muitas dessas empresas atuantes neste nicho não estão tomando os devidos cuidados na hora do planejamento, projeto e orçamento, quanto na execução delas. Segundo Bernardindo (2019), essa negligência se confirma com os acidentes envolvendo placas fotovoltaicas, isto é, algumas cidades como Teresina (PI), Rio Verde (GO) e Caxias do Sul (RS) já registraram quedas de telhado de estruturas que culminaram em danos mate-

riais e humanos.

Estes casos reforçam a importância da realização de uma análise estrutural do telhado por profissionais da engenharia civil para avaliar e definir se uma estrutura está apta para suportar um sistema fotovoltaico e propondo, caso necessário, reforços estruturais e alterações que promovam segurança durante e após a etapa de instalação.

Segundo Crea-PR (Conselho de Engenharia e Agronomia do Paraná) (2021) o acompanhamento de um profissional técnico habilitado garante o sucesso do projeto e minimiza problemas futuros aos clientes, uma vez que as placas solares podem causar sobrecarga nos telhados.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como foco, realizar o estudo que identifique os procedimentos adotados pelas empresas que prestam serviços no setor fotovoltaico, em relação às análises estruturais dos telhados no município.

Estruturas de apoio para os painéis solares

Nas palavras de Flandoli (2018), essas estruturas representam um valor pequeno para o conjunto da instalação, apesar de ter um papel fundamental para o projeto. O objetivo desse equipamento é de promover segurança para as placas geradoras, garantir a robustez da fixação mecânica e maximizar a geração de energia, conforme a inclinação das placas fotovoltaicas.

Essas estruturas têm um papel fundamental de resistência ao vento, ou seja, elas precisam ser medidas e mensuradas em túneis de vento para ser forte o suficiente para aguentar tempestades, seja no telhado ou em solo.

Outro papel importante do suporte é prover a inclinação ideal das placas fotovoltaicas para que elas consigam captar a maior quantidade de luz solar possível, aumentando a sua eficiência e geração.

Cada tipo de telhado exige um tipo específico de estrutura (que melhor se adeque ao material e formato das telhas) para fixação. Dessa maneira é preciso contratar profissionais qualificados, averiguar qual a melhor estrutura para fixação dos módulos e, com isso, suportar as intempéries climáticas, não ocasionando problemas futuros, como por exemplo, quedas de telhados, placas se desprendendo dos

telhados.

Os principais tipos de estruturas e seus sistemas de fixação são: suporte com parafuso estrutural (prisoneiro), ganchos para telhado cerâmico, ganchos T ou L para fixação direta sobre telhas metálicas, gancho com base trapezoidal para apoio em telhas metálicas ou de fibrocimento, perfil chato ou mini-trilho para fixação direta sobre telhas metálicas.

Análise estrutural do telhado

Principais estruturas/telhados na construção civil

Na concepção de Pereira (2018) o telhado na construção civil é a última parte da estrutura, tendo como função a proteção do interior de qualquer edificação, de raios solares, chuva, animais, temperatura etc.

Existem vários tipos de telhados e estruturas para eles. Os principais telhados são os convencionais de madeira que possuem várias estruturas como os apoios, beiral, telhas, cumieiras, caibro, terça e outros.

Outro tipo de estrutura e telhado são os galpões que possuem cobertura em aço.

Há diversas alternativas de tipologia para galpões industriais, cada uma apresentando suas vantagens e desvantagens. Entre elas, segundo Freitas (2021), a mais simples e largamente utilizada é a cobertura em duas águas, com o uso de treliças (tesouras) de cobertura, conforme a Figura 1.



SAJ

INVERSORES SOLARES E SOLUÇÕES DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA PARA TODOS OS CENÁRIOS



Novo design e melhor desempenho

SAJ Brasil

www.saj-electric.com brasil@saj-electric.com

+55 (11) 963 207 954 | +55 (11) 963 475 982



Figura 1: Edifício industrial com duas águas com cobertura de tesoura e colunas em perfil I. Fonte: Instituto Aço Brasil – Centro Brasileiro da Construção em Aço (2010)

Segundo Freitas (2021), outra tipologia muito utilizada em edifícios industriais são os pórticos com vigas e pilares em alma cheia, regularmente espaçados (Figura 2). Atualmente, muitos edifícios têm adotado este modelo devido à facilidade de montagem.



Figura 2: Edifício industrial de duas águas com pórtico em alma cheia. Fonte: Instituto Aço Brasil – Centro Brasileiro da Construção em Aço (2010)

Sistema solar fotovoltaico: contexto e importância da análise estrutural

Segundo Kikumoto (2021), a instalação de sistemas fotovoltaicos nos telhados das edificações brasileiras tem crescido vertiginosamente por conta de todos os benefícios que a energia solar proporciona. Entre eles, a economia na fatura de energia, previsibilidade de gastos, questões ambientais, valorização da imagem da empresa e retorno do investimento garantido, entre outras vantagens.

Entretanto, muitas vezes as edificações não estão preparadas para receber a carga adicional dos painéis solares, pois seus telhados e estruturas não foram projetados ou executados

adequadamente.

Dessa forma, antes de instalar as placas fotovoltaicas no telhado é muito importante que um Engenheiro Civil capacitado faça a análise estrutural, pois tais placas irão gerar uma sobrecarga e esforços adicionais e dessa forma é preciso averiguar se as estruturas estão preparadas para receber tais placas (BRADA, 2021).

Segundo FILHO (2019), o engenheiro civil gerente da Regional Maringá do Crea-PR, diz que o acompanhamento de um profissional técnico habilitado garante o sucesso do projeto e minimiza problemas futuros aos clientes, uma vez que os sistemas fotovoltaicos podem causar sobrecarga nos telhados.

Segundo Filho (2019) “a análise estrutural é necessária em qualquer instalação fotovoltaica, seja em telhados residenciais, comerciais ou coberturas. É uma segurança para a população” (FILHO, 2019).

Normas Técnicas para análises estruturais

Segundo Nichele (2020) no que se refere a análise estrutural, a responsabilidade técnica de avaliar e definir se uma estrutura é eficiente para suportar um sistema fotovoltaico pertence aos Engenheiros Civis, que contam com algumas normas que regulamentam como analisar determinadas estruturas. Dentre elas pode-se destacar:

- ABNT NBR 8800/2008 – Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios;
- ABNT NBR 14762/2010 – Dimen-

sionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio;

- ABNT NBR 6123/1988 – Forças devidas ao vento em edificações;
- ABNT NBR 6120/1980 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações;
- ABNT NBR 14323/1999 – Dimensionamento de estruturas de aço de edifícios em situação de incêndio – Procedimento;
- ABNT NBR 8681/1984 – Ações e segurança nas estruturas;
- ABNT NBR-7190/97 - Projeto de estruturas de madeira.

Ações Atuantes na estrutura

Para o projetista e analista das estruturas, é de fundamental importância o estabelecimento de critérios para quantificação das ações e das resistências que produzam efeitos significativos para a estrutura, levando-se em conta os estados limites últimos (ELU) e de serviço (ELS).

Para o estabelecimento desses critérios de combinação das ações, estas se classificam de acordo com a sua variabilidade no tempo como: ações permanentes, ações variáveis e ações excepcionais.

Ações Permanentes

Segundo a Norma Brasileira NBR 8800 (ABNT, 2008), essas ações são aquelas que ocorrem com valores constantes durante toda a vida útil da construção. Podem ser diretas e indiretas. As ações permanentes diretas são decorrentes do peso próprio da estrutura e de todos os elementos construtivos fixos da construção e ins-

talações permanentes (que é o caso das placas fotovoltaicas).

Já as ações permanentes indiretas são aquelas constituídas pelas deformações consequentes da retração e fluência do concreto, deslocamentos de apoio e imperfeições geométricas.

Ações Variáveis

Como o nome sugere, são aquelas ações que ocorrem com valores que apresentam variações significativas durante a vida útil da construção. Ocorrem pelo uso e ocupação da edificação, que podem ser as sobrecargas em pisos e coberturas, equipamentos, pressões hidrostáticas e hidrodinâmicas, ação do vento e variação da temperatura da estrutura (ABNT NBR 8800, 2008).

Ação do Vento

Segundo Villalva (2019), outro ponto fundamental é analisar a velocidade básica do vento e sua ação no local da construção antes de instalar o sistema fotovoltaico. Conforme consta na norma ABNT 6123, para o cálculo da influência do vento na estrutura, é levado em conta a velocidade básica do vento na região, o relevo do terreno, o tipo de superfície, dimensões das estruturas e fator estatístico.

Ações excepcionais

São as ações com probabilidade muito baixa e de duração extremamente curta durante a vida útil da construção, mas devem ser levadas em consideração para estruturas específicas. São as ações decorrentes de incêndios, explosões, choques de veículos, efeitos sísmicos etc.

Valores de cálculo das ações

Os valores de cálculo das ações são obtidos a partir dos valores representativos, que são multiplicados pelos respectivos coeficientes de ponderação, os quais irão majorar as ações e garantir a segurança da estrutura. A norma brasileira ABNT NBR 8800, indica os valores base para os respectivos coeficientes de ponderação (FREITAS, 2021).

Combinações de ações

Para o cálculo e análise estrutural, é necessário fazer diversas combinações das ações, e projetar a estrutura para receber o carregamento mais crítico. Um carregamento nada mais é, que a combinação das ações que têm probabilidades consideráveis de atuarem simultaneamente sobre a estrutura, durante um período pré-estabelecido (FREITAS, 2021).

A verificação dos estados limites últimos (ELU) – relacionado com a segurança da estrutura sujeita às combinações mais desfavoráveis de ações previstas em toda a vida útil, durante a construção ou quando atuar uma ação especial ou excepcional - e dos estados limites de serviço (ELS) – relacionado com o desempenho da estrutura sob condições normais de utilização -, deve ser realizada em função de combinações últimas e combinações de serviço, respectivamente.

Combinações últimas normais

Segundo a ABNT NBR 8800:2008, as combinações últimas normais são as previstas para edificação durante toda sua vida útil. É preciso considerar todas as combinações possíveis para

verificação das condições de segurança em relação a todos os estados limites últimos aplicáveis.

Combinações últimas especiais

Segundo a ABNT NBR 8800:2008, as combinações últimas especiais ocorrem da atuação de ações variáveis de natureza ou intensidade especial, cujos efeitos superam em intensidade os efeitos produzidos pelas ações consideradas nas combinações normais. Os carregamentos especiais são transitórios, com duração muito pequena em relação ao período de vida útil da estrutura.

Combinações quase permanentes de serviço

Segundo a ABNT NBR 8800:2008, as combinações quase permanentes são aquelas que podem atuar durante grande parte do período de vida da estrutura. A ocorrência de um estado-limite de serviço pode prejudicar a aparência, a possibilidade de manutenção, a durabilidade, a funcionalidade e o conforto dos ocupantes de um edifício, além de poder causar danos aos equipamentos e materiais de acabamento vinculados ao edifício.

Combinações frequentes de serviço

Segundo a ABNT NBR 8800:2008, as combinações frequentes são aquelas que se repetem muitas vezes durante o período de vida da estrutura. Essas combinações são utilizadas para os estados limites que não causam danos permanentes à estrutura ou a outros componentes da construção, incluindo os relacionados ao conforto dos usuários e ao funcionamento de equipamentos.

30
SERTÕES

SERRANA
SOLAR 



RALLY

INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO

Abrindo caminhos para o futuro.

Em 2022, o Rally dos Sertões completa 30 anos e o Instituto Alpha Lumen, junto com a Ello Motorsport, participa do evento com o **Rally Internacional de Educação**. Nessa jornada, a Serrana Solar contribuiu com 7 KITS FOTOVOLTAICOS OFF GRID. Uma forma de levar energia elétrica e internet para famílias e comunidades próximas. Em paralelo foram viabilizados 10 mil carrinhos de material reciclado para levar educação e diversão às crianças e adolescentes das escolas participantes.



Acesse o Qr Code para ver vídeos e fotos sobre os eventos. Conheça mais sobre o projeto e a incursão social.



Rod RSC 453, 4380 | Caxias do Sul – RS

serranasolar.com.br (54) 3039 9999



Aponte a câmera do seu celular e CONHEÇA A SERRANA



Vantagens exclusivas para o Integrador Solar Parceiro

15 ANOS



Sobrecarga acidental

De acordo com a norma NBR 8800/2008, para estruturas metálicas como galpões, considera-se uma sobrecarga acidental mínima de 0,25 kN/m², correspondente a ações ou esforços que não foram previstos inicialmente. Esta carga é prevista para compensar os pesos decorrentes de instalações elétricas, hidráulicas, de isolamentos termoacústicos e pequenas peças eventualmente fixadas na cobertura.

Sobrecarga em coberturas e/ou má execução: consequências

A análise estrutural é necessária em qualquer instalação fotovoltaica, seja para edificações já existentes ou para novas estruturas. E como citado anteriormente, é preciso considerar os pesos dos módulos fotovoltaicos nestas análises.

Vale lembrar que cada placa solar pesa uma média de 20 kg (Canadian Solar, 2019) e considerando que geralmente são utilizados conjuntos de quatro ou mais placas solares, o peso que ficará sobre a estrutura do telhado será consideravelmente grande.

Dessa forma, deve-se fazer o levantamento das dimensões e localizações dos pilares, das terças, das treliças e tesouras do telhado, e as características de todo material dos elementos estruturais, o estado das ligações, além do projeto estrutural adequado, de acordo com todas as normas vigentes (NICHELE, 2020).

Porém, infelizmente, algumas empresas estão negligenciando tal análise e com isso pode ocorrer resultados danosos, patologias, desabamentos

por conta da negligência da avaliação estrutural, podendo levar a danos materiais e até mortes. Da mesma maneira, Santos (2019) aponta: “a instalação de sistemas fotovoltaicos tem se expandido de forma exponencial no Brasil e em diversos países. O projeto de instalação destes sistemas tem sido considerado muito simples e de fácil projeto.

Assim, diversos cuidados não têm sido tomados, dentre estes um dos principais é a análise das condições estruturais dos locais onde os sistemas fotovoltaicos estão sendo instalados. Muitos problemas já foram constatados (SANTOS, 2019, p. 12).”

Além disso, Souza (2017) contempla que existem outros problemas gerados por empresas duvidosas, que oferecem um preço não condizente com o de mercado.

Um deles é a qualidade dos equipamentos implantados na instalação, que muitas vezes não oferece termos de garantia, outro problema é a mão de obra não especializada, o que muitas vezes se torna o maior problema nessa situação, completando um material barato e de baixa qualidade, uma instalação mal feita e cheia de perigo a edificação e a todos os usuários dela.

A seguir na Figura 11 será mostrado alguns casos de acidentes envolvendo placas solares, ou seja, projetos realizados sem avaliações/inspeções prévias e análises estruturais por engenheiro civil capacitado.

As possíveis causas são sobrecarga das estruturas pelas placas fotovoltaicas e má fixação/dimensionamento das placas.

Sobrecarga em coberturas: soluções

Com uma correta e eficaz análise estrutural realizada por um engenheiro civil capacitado, em muitos casos, é necessário fazer o reforço das estruturas, isto é, o resultado da análise estrutural irá indicar essa necessidade (Villalva, 2021).

Por isso, caso o diagnóstico indique a necessidade de instalar reforços na estrutura, o engenheiro irá encontrar, baseada nas normas e práticas corretas de engenharia, os melhores materiais e dará as melhores soluções para garantir a segurança de todo o projeto.

Tipos de Reforços

Os principais tipos de reforços são:

- Pilares (Figura 3), que são instalados para garantir uma melhor distribuição dos esforços nas diagonais da edificação. Segundo Kikumoto (2019), deve-se atentar para o posicionamento dos pilares, pois na maioria das vezes a melhor posição do ponto de vista dos esforços mecânicos não atende as necessidades de fluxo de passagem de pessoas, máquinas e automóveis. Deve-se buscar uma opção que atenda todas as necessidades.



Figura 3: Reforço tipo Pilar. Fonte: Canal Solar (2021)

- Nos telhados, existem as terças, que são os elementos estruturais onde são fixadas as telhas. Como são as terças que recebem a maior carga na instalação dos painéis de energia solar no telhado, é preciso reforçá-las com um tubo ou uma viga em paralelo (Figura 4) e que cubra todo o comprimento da terça. A fixação pode ser feita por meio de parafuso ou processo de soldagem.



Figura 4: Exemplo de reforço realizado nas terças de um telhado de estruturas metálicas. Fonte: Canal Solar (2021)

Nos telhados, as tesouras, por sua vez, são as estruturas apoiadas sobre os pilares e sobre as quais são montadas as terças. E elas podem ser reforçadas também caso precise (Figura 5).



Figura 5: Exemplo de reforço realizado nas tesouras de um telhado de estruturas metálicas. Fonte: Canal Solar (2021)

Caso não seja possível instalar reforços nas terças/tesouras ou instalar pilares, uma terceira alternativa

(Figura 6) é concentrar a instalação dos painéis apenas sobre as tesouras estruturais ou em pontos mais robustos que suportam a carga adicional. Vale lembrar, que segundo Kikumoto (2019), deve-se, no entanto, realizar o cálculo estrutural para verificar o limite de peso que pode ser aplicado nestes pontos.

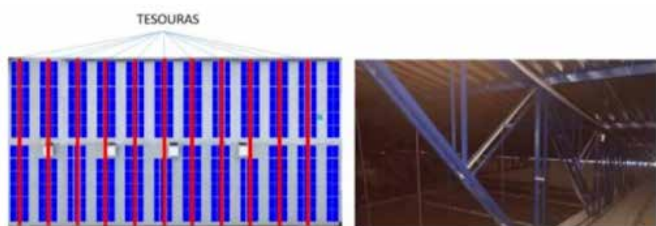


Figura 6: Exemplo de telhado onde não foi possível realizar reforços estruturais. A opção foi a concentração do peso dos painéis solares sobre as tesouras estruturais, evitando a sobrecarga das terças. Fonte: Canal Solar (2021)

Custo de reforço estrutural

Em geral, os custos com os reforços estruturais não ultrapassam 5% do investimento com o sistema fotovoltaico, estendendo o tempo de payback (tempo de retorno do investimento) em no máximo dois ou três meses (Kikumoto, 2019).

O prazo para a execução do reforço também não é longo, podendo ser realizado em algumas semanas. Deste modo, a realização do reforço estrutural é fundamental, pois, caso aconteça algum acidente com a estrutura, o prejuízo será muito maior que os 5% de investimento. Portanto, quando necessário, os reforços não inviabilizam o projeto fotovoltaico (Kikumoto, 2019).

Uma pesquisa sobre realização de reforços estruturais

Realizou-se uma pesquisa com

possíveis clientes para a instalação de sistemas fotovoltaicos na cidade de Viçosa-MG.

Com as respostas observou-se que na cidade de Viçosa (MG) algumas das empresas deste setor não realizam adequadamente a análise estrutural do telhado bem como a elaboração dessas análises pelo engenheiro civil.

Isso revela a existência de estruturas que não estão aptas para receber essas placas e que exigem, portanto, profissionais capacitados para verificar a análise estrutural.

Quanto a reformas, como por exemplo, troca de telhas, empresas alegaram que dependendo do caso em que a reforma exija um alto custo que inviabilize financeiramente o projeto, existiu parte de seus clientes que preferiram instalar em outro local para então utilizar os créditos.

Quanto às análises estruturais, realizadas por profissionais da engenharia civil, antes de se instalar as placas fotovoltaicas, foi observado que nem todas as empresas recorrem a este expediente. Em muitos casos a equipe da empresa apenas “olha” a estrutura e se achar necessária alguma análise, eles contratam o serralheiro que tem experiência na área.

Vale ressaltar, portanto, que realizar uma análise somente visual pode ser arriscado, visto que o processo de análise da estrutura é complexo, o qual demanda cálculos, estudos, simulações em softwares de acordo com as normas vigentes. É preciso fazer análises e cálculos para determinar se está apta ou não e não optar por uma análise empírica.

Outro ponto que chamou atenção

foi que também para instalação em solo as empresas não contratam profissionais da engenharia civil para dimensionar a fundação, o que pode ser outro problema, pois a fundação é a estrutura que irá receber a carga final da estrutura e se for mal dimensionada, pode causar problemas.

Isso mostra a importância da análise estrutural e inspeção antes mesmo dos técnicos subirem no telhado para se instalar as placas, pois é uma forma também de mitigar riscos para o instalador das placas.

Manual de boas práticas para análise estrutural e fluxograma

Diante dos resultados deste trabalho e da ausência de empresas que fazem corretamente essa análise, este trabalho buscou elaborar um manual de boas práticas, bem como um fluxograma para análise estrutural de telhados para averiguar se está apto para receber o sistema fotovoltaico.

Vale ressaltar que este manual foi elaborado com base no conhecimento próprio do autor, a partir de referências bibliográficas e também pela colaboração do engenheiro civil Silvio Pariz, sócio executivo da empresa Invento Projetos de Curitiba (PR), o qual trabalha diretamente na área de análises de telhados prestes a receber sistemas fotovoltaicos e que dessa forma, compartilhou em uma entrevista realizada com o autor, conhecimentos acerca o dia a dia de seu trabalho e o tema deste presente trabalho.

Primeira etapa: início do negócio

É de se esperar que o cliente que deseja ter um sistema fotovoltaico vá

até uma empresa que presta serviço de instalação fotovoltaica. Esta empresa então, já terá em sua equipe um engenheiro civil capacitado para verificar a estrutura e emitir o laudo estrutural. Caso não tenha na equipe, a empresa deverá terceirizar o serviço.

Com isso, o engenheiro civil fará alguns questionamentos sobre qual o valor da área (metros quadrados) para se instalar o sistema fotovoltaico, o tipo de estrutura (madeira, metálica, concreto) para então, elaborar o orçamento. Caso o cliente/empresa aceite, ele fará uma análise de segurança, culminando na conclusão, através do Laudo Estrutural, se tal estrutura pode suportar ou não as placas.

Segunda etapa: procedimento preliminar

Com o aceite, o engenheiro civil irá solicitar, para consulta, os projetos arquitetônicos e do memorial de cálculo do telhado que será instalado nas placas fotovoltaicas. Isso é importante, pois será possível saber de antemão, qual é a sobrecarga prevista no projeto original e verificar as dimensões de todas as estruturas dos telhados.

Entretanto, caso o telhado não possua projeto, seja por ter sido construído sem projeto ou mesmo se perdeu o memorial com o tempo, é necessário que o engenheiro civil visite o local para fazer o levantamento das características da estrutura e do telhado.

Dessa forma, será preciso fazer o levantamento das dimensões e localizações dos pilares, das terças, das treliças, tesouras do telhado e de todas as estruturas que o profissional julgar necessário.

É preciso também levantar as características/geometria do material que foi empregado na fabricação das estruturas (tipo de perfil, espessura, tipo de aço, caibros, treliça etc.) e o tipo de telha usado na cobertura.

Vale destacar que mesmo a estrutura tenha um memorial de cálculo e projeto, é recomendável que o engenheiro civil vá ao local, com o projeto em mãos, para dar um duplo check, isto é, caso algo o chame atenção, como por exemplo, alguma estrutura aparentemente está diferente que o do projeto, ele faça as devidas medições para adequar e corrigir ao projeto original.

Em ambas as situações, a visita in loco é muito importante também para verificar a integridade da estrutura, ou seja, o engenheiro civil irá realizar uma inspeção visual da estrutura do telhado e analisar por exemplo, se ela possui alguma patologia, como por exemplo:

- Pontos de apodrecimento/umidade/infiltração;
- Infestação por pragas, como cupim;
- Corrosão, trincas;
- Má conservação dos ligamentos, parafusos;
- Emendas de forma de errônea de perfis e suportes das tesouras;
- Ausência de eletrodutos para fiação elétrica;
- Soldas inadequadas.

Vale ressaltar, que é fundamental nas visitas in loco que o engenheiro tire as fotos para documentar no laudo estrutural.

Após essa etapa, se tiver alguma falha na inspeção visual, o engenheiro civil irá recomendar o reparo destes pontos antes da implantação dos painéis para garantir a integridade, funcionalidade e segurança da estrutura. Além disso, é fundamental o estabelecimento de plano de manutenção preventiva para evitar surgimento dessas patologias.

Terceira etapa: modelagem da estrutura

Após levantadas todas as características da construção, e do telhado bem como ter feito a inspeção visual, o próximo passo é realizar a modelagem das estruturas (Exemplos: Figura 7 – Estrutura Real e Figura 8- Estrutura Modelada). Esse trabalho é realizado pelo engenheiro civil capacitado com o auxílio de softwares especializados, como CYPECAD, AltoQI Eberick 2021 Plena, Ansys.

Essa modelagem será fundamental para fazer as simulações (com base nas normas ABNT, como por exemplo, NBR 8800/2008, 14762/2010, NBR 6123/1988 entre outras) para verificar se as estruturas como terças, tesouras, pilares suportam o peso extra das placas fotovoltaicas.



Figura 7: Exemplo de cobertura do galpão. Fonte: Canal Solar (2019)

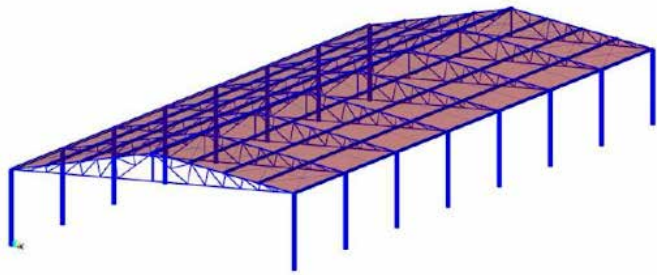


Figura 8: Exemplo de modelagem computacional da cobertura do galpão. Fonte: Canal Solar (2019)

Quarta etapa: simulação das estruturas

Neste manual de boas práticas para análises, se propõe, com a modelagem já realizada das estruturas, dois casos para simular (PARIZ, 2021):

- **Caso 1:** Estrutura existente sem carregamento das placas fotovoltaicas a serem instaladas;
- **Caso 2:** Estrutura existente com o carregamento das placas fotovoltaicas a serem instaladas.

Vale destacar, que para fazer as simulações, o Engenheiro Civil responsável precisará determinar as Ações Atuantes, isto é, de acordo com a NBR 8800 (ABNT, 2008), na análise estrutural deve ser considerada a influência de todas as ações que possam produzir efeitos significativos para a estrutura.

Normalmente, as ações permanentes são constituídas pelo peso próprio da estrutura (por exemplo, treliças, terças, telhas, contraventos...) e pelos pesos próprios de instalações permanentes, que nesse trabalho, serão representadas pelo peso do sistema fotovoltaico.

Os valores dessas cargas serão determinados pelo engenheiro civil que consultará as normas ABNT, o da-

tasheet das placas fotovoltaicas (que contém as dimensões e peso das placas fotovoltaicas) e outras fontes que julgar necessário para sua análise.

Um ponto a chamar atenção, é que se, for estrutura metálica o telhado analisado, o engenheiro civil precisará colocar no cálculo a sobrecarga acidental, que de acordo com o item B.5.2, do anexo B da NBR 8800 (ABNT, 2008), é prescrito uma sobrecarga mínima de $0,25 \text{ kN/m}^2$ que age em projeção horizontal.

No que tange as ações variáveis será a carga do vento, que pode ser obtida pelo software VisualVentos, onde já possui referências das normas brasileiras NBR 6123:2013 - forças devidas ao vento em edificações: procedimento, NBR 8681:2003 - Ações e segurança nas estruturas: procedimento, e a NBR 6120:1980 - Cargas para cálculo de estrutura de edificações.

Além disso, o analista estrutural determina em quais estados-limites irão ser analisados, sendo o de Serviço (ELS), Último (ELU) ou em ambos. Vale lembrar que os estados limites, detalhados na Seção 3.4.10 desta pesquisa, indicam os valores de referência a partir dos quais uma estrutura não apresenta desempenho adequado conforme sua especificação/projeto. Estes limites podem se tratar, como exemplo, de uma flexibilidade excessiva, vibração, e propagação de trincas, ou mesmo a ruptura de um componente.

E assim, com as premissas, ações e estados definidos, o Engenheiro irá utilizar softwares para simular as condições (Caso 1 e Caso 2) com as várias

combinações de ações que julgar necessário bem como os coeficientes de ponderações/majoração necessárias para as combinações.

Para o Caso 1 poderá realizar a combinação do (como Peso Próprio; Peso Próprio + Sobrecarga; Peso Próprio + Sobrecarga + Vento) e para o Caso 2, combinação igual às do Caso 1 adicionando também o peso da estrutura fotovoltaica (carga permanente).

Quinta etapa: simulação: caso 1 - reprovado

Se a primeira simulação, ou seja, o Caso 1 não passar nos testes, que o engenheiro civil irá propor baseado nas normas ABNT e nos softwares, é porque a estrutura não foi dimensionada corretamente antes mesmo de receber as placas. Isso acontece em alguns casos em que profissionais que fazem as estruturas não têm conhecimento sobre os procedimentos corretos e nem sobre as Normas ABNT.

Segundo (Santos, 2021): São comuns galpões comerciais de médio e pequeno portes onde o cliente não possui projetos estruturais, sendo na maioria das vezes construídos e ampliados com base em experiências de serralherias – e isso aumenta muito o risco de acidentes com sobrecarga. Às vezes ocorrem acidentes sem mesmo a carga de painéis, ou seja, somente com sobrecarga de vento (SANTOS, 2021 p.4)

Porém, pode existir situações, que mesmo sendo Engenheiros que dimensionou a estrutura, ou seja, mesmo a estrutura tenha apresentado o memorial de cálculo, ela pode não ter sido dimensionado corretamente.

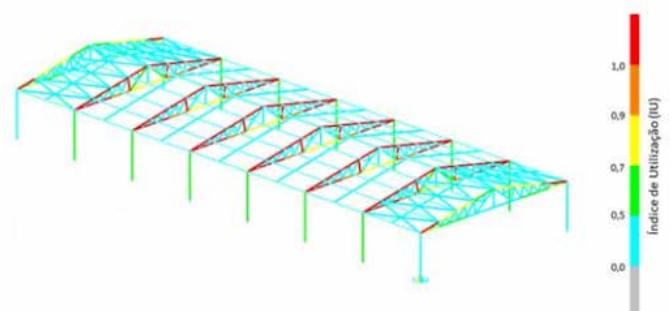
Por isso, é importante, em uma forma mais conservadora, se realizar a simulação do Caso 1 em estrutura que tenha o memorial de cálculo.

Com o resultado da simulação do Caso 1, o engenheiro civil analista irá verificar onde a estrutura não foi aprovada nos testes, por exemplo, se reprovou nas seções transversais dos elementos estruturais (Figura 9) ou sofreram deslocamento superior ao que a norma permite.

Além disso, o profissional irá verificar qual foi o motivo principal da reprovação nos testes, se foi a Carga do Vento ou o peso próprio da estrutura, por exemplo.

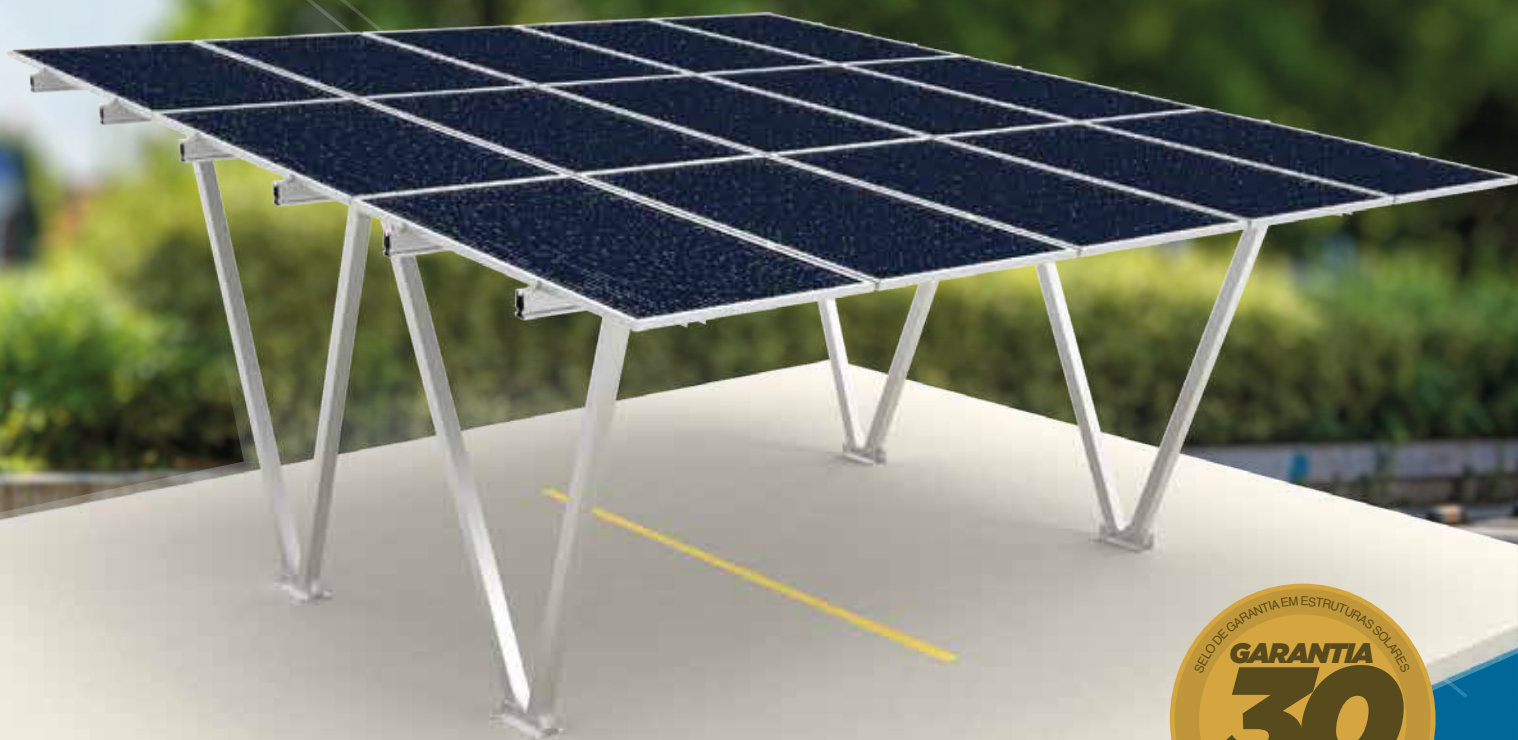
Após isso, o engenheiro alertará o cliente sobre a situação que se encontra seu imóvel, pois o estado de segurança da estrutura está comprometido, uma vez que não foi projetada corretamente. Concomitantemente, o engenheiro simulará o Caso 2 para verificar o comportamento com as placas fotovoltaicas.

É de se esperar logicamente, que também não passará nos testes da simulação. Dessa forma, será preciso comparar os Casos 1 e 2 e definir os melhores tipos de reforços estruturais (citadas na seção 3.6.1), como nas terças (Figura 10), tesoura (Figura 11). E nisso, o engenheiro fará novas simulações até ser aprovada em todos os testes que a norma exige.



SSM

SOLAR DO BRASIL



Veja nosso catálogo e
conheça nossas soluções

NOSSO **OBJETIVO**
É A **ECONOMIA DE TEMPO**
NA SUA **INSTALAÇÃO.**

UTILIZAR nossas
ESTRUTURAS
faz toda a **DIFERENÇA**
para todos os tipos de telhados
solos e carport

vendas@ssmdobrasil.com.br

+55(41)3037-3750

+55(41)99841-8202

www.ssmsolardobrasil.com.br

Figura 9: Exemplo de subdimensionamento das estruturas do galpão metálico, reprovado nos testes. Fonte: Martins (2019)

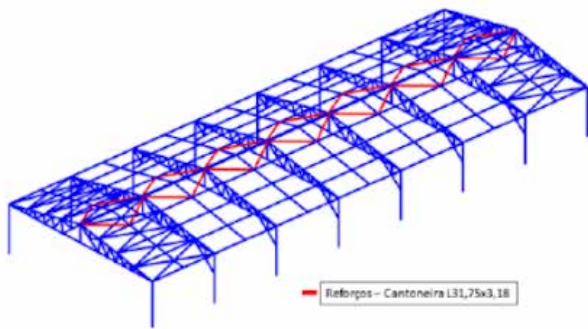
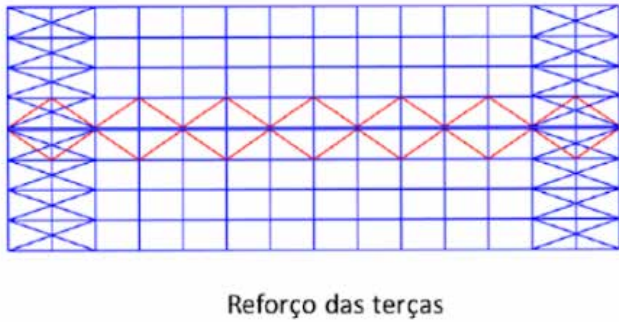


Figura 10: Exemplo de reforço proposto para a estrutura do galpão metálico. Fonte: Martins (2019)

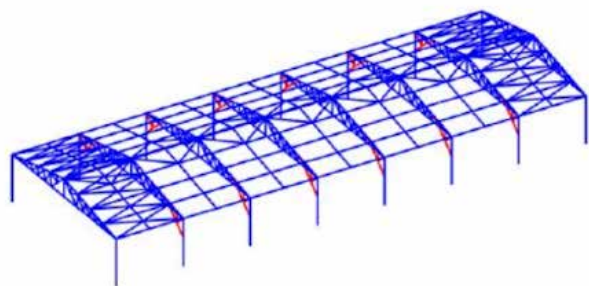
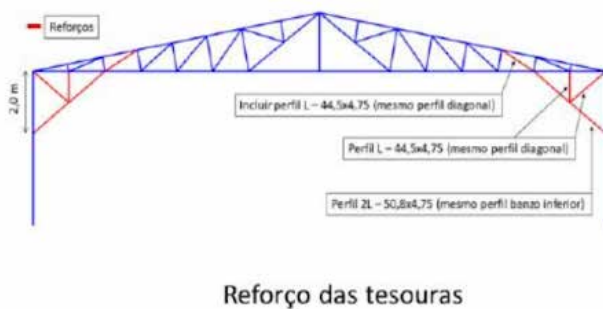


Figura 11: Exemplo de reforço proposto para a estrutura da tesoura do galpão metálico. Fonte: Martins (2019)

Sexta Etapa: caso 1 – aprovado

Se a primeira simulação, ou seja, Caso 1 passar nos testes (que o Engenheiro Civil irá propor baseado nas

normas ABNT e nos softwares), é porque a estrutura foi dimensionada corretamente antes mesmo de receber as placas.

Após isso, é preciso simular o Caso 2 para verificar o comportamento com as placas fotovoltaicas. Se o Caso 2 for aprovado nos testes, a estrutura estará apta para receber as placas fotovoltaicas.

Porém, se o Caso 2 não for aprovado nos testes, o engenheiro civil analista irá verificar onde a estrutura não foi aprovada nos testes, por exemplo, se reprovou nas seções transversais dos elementos estruturais ou sofreu deslocamento superior ao que a norma permite (Figura 12).

E assim, irá definir os melhores tipos de reforços estruturais, como nas terças, tesoura e fará novas simulações até ser aprovada em todos os testes que a norma exige.

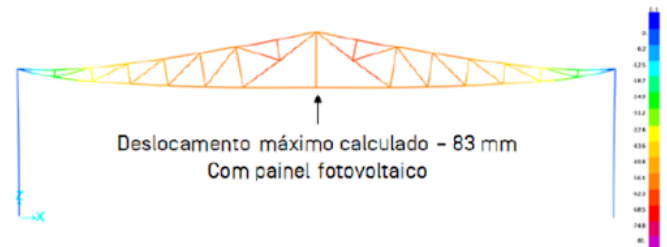


Figura 12: Exemplo de deslocamento da estrutura do galpão metálico: deslocamento superior ao que a norma permite. Fonte: Martins (2019)

Sétima etapa: laudo estrutural

Por fim, com as situações descritas acima, o engenheiro desenvolverá o laudo estrutural e anexará a ART.

E para isso, é necessário que um engenheiro documente com fotos e relatos todas as partes em detalhes, se atentando para enfermidades da estrutura, problemas de conservação, problemas de projeto, resultados das simulações e problemas causados

pelo uso, indevido ou não.

Após a análise estrutural do telhado e da aplicação, se necessário, dos reforços sugeridos pelo engenheiro civil responsável, o resultado será um projeto fotovoltaico realizado em respeito a todas as normas e práticas corretas de engenharia.

Fluxograma

Dessa forma, diante os resultados das entrevistas realizadas com as empresas e com sugestão do manual de boas práticas para análise estrutural, elaborou-se um fluxograma (Figura 13) deste manual para deixar mais visível e didático:

Conclusão

Este trabalho revelou uma baixa preocupação das empresas, que prestam serviço de instalação de sistemas solares, no que tange a análise do cálculo estrutural que suportará a sobrecarga ocasionada pela instalação fotovoltaica.

Isso evidencia a necessidade de ampla discussão e percepção da responsabilidade ao submeter estruturas previamente existentes a esta carga adicional do sistema fotovoltaico.

Vale notar que, infelizmente, a

maioria das empresas realiza os projetos que a legislação, concessionária e a prefeitura exigem.

Dessa forma, como a CEMIG não exige que se faça o laudo estrutural (por profissionais da engenharia civil) para liberar o acesso à rede do sistema solar, a maioria das empresas não recorre ao serviço do profissional da engenharia civil.

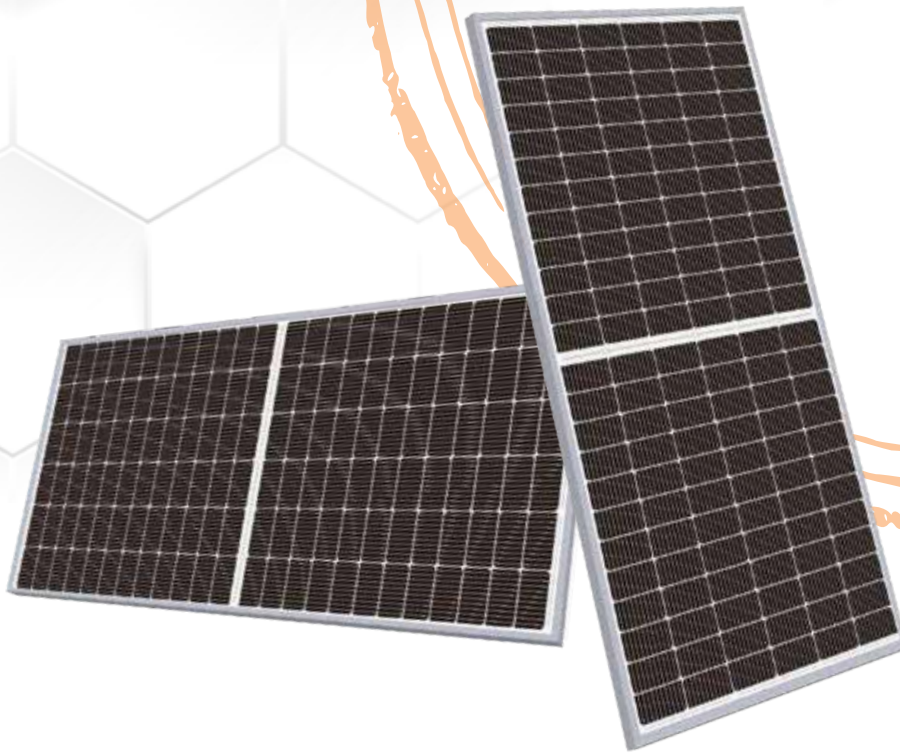
Dessa forma, sugere-se então que o CREA atue e fiscalize os projetos de instalações fotovoltaicas, para identificar se os procedimentos adequados em relação ao cálculo estrutural são feitos e orientar as medidas necessárias.

Além disso, sugere-se propor leis e normas que regulem mais especificamente sobre a necessidade da análise da estrutura antes de se instalar as placas fotovoltaicas.

Também é fundamental que o cliente contrate empresas que trabalham com qualidade e responsabilidade neste setor de energia solar e que estes clientes exijam o acompanhamento do profissional da engenharia civil para realizar a análise estrutural a fim de evitar colapsos das estruturas devido à sobrecarga, ocasionando danos materiais e perdas humanas.



MÓDULO REVESTIDO COM GRAFENO



- ✓ Autolimpante
- ✓ Mais potência gerada
- ✓ Maior vida útil
- ✓ Melhor desempenho com pouca luz

555W



ZXM7-SHLD144 Series

Double Glass Monofacial Half-Cell
EFICIÊNCIA 21.50% | 2278x1134x30 mm

605W



ZXM8-TP120 Series

Single Glass Monofacial Half-Cell
EFICIÊNCIA 21.4% | 2172x1303x35 mm

670W



ZXM8-TPLDD132 Series

Double Glass Bifacial Half-Cell
EFICIÊNCIA 21.6% | 2384x1303x35mm



**CONHECIMENTO
É A NOSSA ENERGIA**

www.canalsolar.com.br

