

**29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO**  
**METROFERROVIÁRIOS**



**CATEGORIA 2**

**DESENVOLVIMENTO INTERNO DE PROJETOS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS**  
**NA CPTM**

**INTRODUÇÃO**

De acordo com o infográfico de 07/2023 da ABSOLAR – Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica, a Energia Solar Fotovoltaica atingiu 14,8% da Matriz Elétrica Brasileira, alcançando a potência instalada de 32.017 MW. (ANEEL/ABSOLAR, 2023)

Mesmo com a vantagem de não utilizar combustíveis fósseis para a movimentação dos trens, que são movidos por tração elétrica, a busca por soluções sustentáveis na ferrovia é contínua. Alguns estudos e modelos em testes têm surgido no mundo com a utilização de energia solar para alimentação de trens; entretanto, nenhuma tecnologia limpa ou autossustentável foi desenvolvida ou implantada que consiga suprir a alta demanda de energia ou combustível para transporte sobre trilhos.

Para alcançar uma harmonia entre a sociedade e o bem público, há a oportunidade de aplicação de tecnologias verdes e sustentáveis nas estações de trens e demais instalações do

# 29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

## 10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



sistema de transporte, adotando técnicas construtivas sustentáveis (ou adaptações, em caso de estações já existentes), como a utilização de energia solar fotovoltaica como fonte primária de energia.

Em 2021, foi criado o núcleo de Sistemas Fotovoltaicos na área de Projetos de Instalações e Sistemas (DEPS) da CPTM – Companhia Paulista de Trens Metropolitanos, buscando a utilização de energia solar fotovoltaica nos novos projetos da Companhia e utilizando a mão de obra interna para o desenvolvimento desses projetos, visando inovação, projetos mais consistentes com a realidade do sistema ferroviário e redução de custos em contratações.

## DIAGNÓSTICO

### 1. CONTEXTO CPTM

A CPTM tem o consumo de energia elétrica como o seu segundo maior custo. A companhia conta com 11 entradas de energia em Alta Tensão para o sistema de tração elétrica dos trens, 64 entradas de energia em Média Tensão que alimentam pátios, estações e prédios administrativos, e 64 entradas de Baixa Tensão que alimentam estações e postos de trabalhos isolados.

Com foco em priorizar as entradas de energia com tarifas mais altas o desenvolvimento de projetos de energia solar fotovoltaica na CPTM teve como foco compensar o consumo em entradas de energia em média tensão e baixa tensão.

A inclusão de geração distribuída em unidades consumidoras passou a ser incluída, desde que com viabilidade técnica e financeira, nos projetos de adequação, expansão e novas instalações

**29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO**  
**METROFERROVIÁRIOS**



da CPTM, de forma a proporcionar projetos sustentáveis contribuindo cada vez mais com o meio ambiente.

## **2. LEGISLAÇÃO DO SETOR**

Para a implantação da energia solar fotovoltaica, foi necessário o estudo e adequação à regulação pertinente à geração distribuída de energia elétrica que despontou como oportunidade de atender às demandas energéticas de forma sustentável e complementar ao sistema de suprimento de energia disponível até então. A Resolução Normativa Nº 482, de 17 de abril de 2012 (ANEEL, 2012) regulamentou o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) através da Micro e Minigeração Distribuída (MMGD).

O consumidor passou a ter a possibilidade de gerar energia elétrica para consumo próprio advinda de fontes renováveis. Nos momentos em que o Sistema de Geração não gera energia suficiente para abastecer a unidade consumidora, a rede da distribuidora local supre a diferença. Quando a energia gerada for maior que a consumida, o consumidor injeta energia na rede e recebe crédito em energia (kWh) a ser utilizado para abater o consumo em outro posto tarifário (para consumidores com tarifa horária) ou na fatura dos meses subsequentes. Os créditos de energia gerados continuam válidos por 60 meses. Regulamentou ainda a possibilidade de o consumidor utilizar esses créditos em outras unidades previamente cadastradas dentro da mesma área de concessão e caracterizada como autoconsumo remoto, geração compartilhada ou integrante de empreendimentos de múltiplas unidades consumidoras. (GREENER SUMMIT, 2023).

## 29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



A partir de 2018, foram realizados debates e consultas públicas envolvendo segmentos da sociedade e entidades do setor para tratar sobre a revisão da REN 482/2012. Como resultado foi criada uma lei federal para o mercado de Micro e Minigeração Distribuída, instituindo o Marco Legal da Microgeração e Minigeração Distribuída por meio da Lei 14.300/2022.

Em 2023, a ANEEL publicou a Resolução Normativa nº 1.059/2023 que regulamenta a Lei 14.300/2022. O texto da Regulamentação aprimora as regras para a conexão e o faturamento de centrais de microgeração e minigeração distribuída em sistemas de distribuição de energia elétrica, bem como as regras do Sistema de Compensação de Energia Elétrica (ANEEL, 2023).

### ANÁLISE DOS RESULTADOS

Como resultado do trabalho de desenvolvimento interno, a seguir são apresentados os equipamentos utilizados, os estudos de simulação do potencial de geração desenvolvidos para cada projeto, os estudos de viabilidade, as tratativas com as concessionárias, os projetos desenvolvidos ou em desenvolvimento de energia solar fotovoltaica da CPTM, a adequação dos projetos à metodologia BIM e os impactos ambientais positivos.

#### 1. EQUIPAMENTOS

O Sistema De Geração De Energia Fotovoltaica é composto pelos equipamentos e toda a sua infraestrutura envolvida para o funcionamento do sistema, desde os módulos fotovoltaicos, suportes para a estrutura, cabeamento em corrente contínua e conexão dos módulos, inversor de frequência, *string box*, cabeamento em corrente alternada, conexão com o sistema elétrico do local, cabine primária e interface com a concessionária.

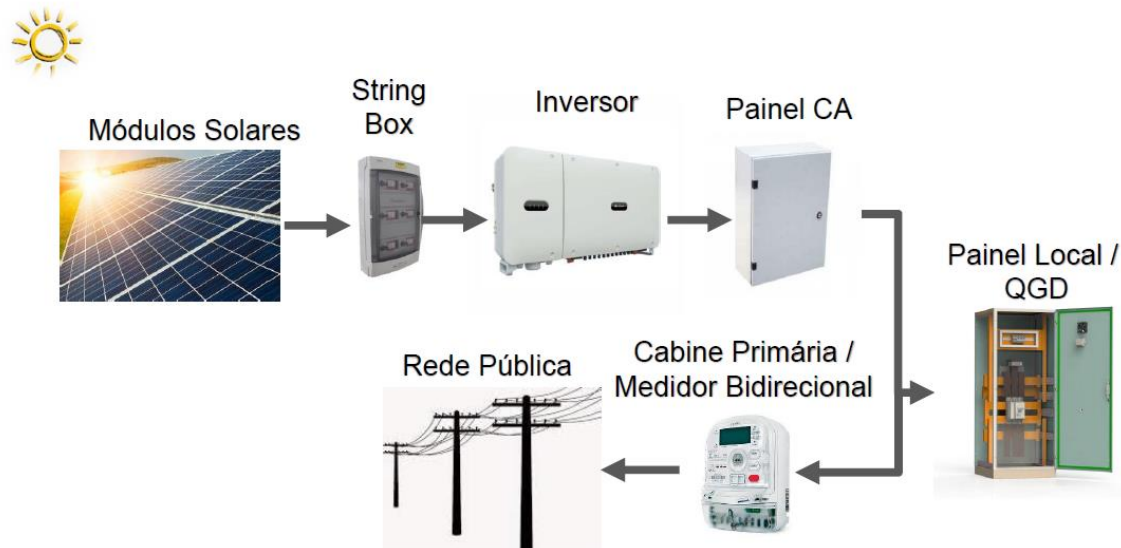


Figura 1 - Componentes Típicos do Sistema de Geração de Energia Fotovoltaica

- **Módulos**

Módulo Fotovoltaico é uma unidade formada por um conjunto de células fotovoltaicas, interligadas eletricamente e encapsuladas, com o objetivo de gerar energia elétrica. Os módulos geram energia em corrente contínua (CC) quando expostos à luz do sol, devido ao efeito fotovoltaico. (VILLALVA, 2015).

A conexão entre os módulos terá arranjos (strings) em série e em paralelo, evitando assim grandes campos magnéticos e por consequência, menor risco de surtos de tensão, que podem danificar os equipamentos. Os arranjos (strings) têm as premissas detalhadas na ABNT NBR 16690.

**29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO**  
**METROFERROVIÁRIOS**



Como padrão, o módulo fotovoltaico definido para a utilização nos projetos da CPTM foi do tipo monocristalino, eficiência média de 20%, com certificações do INMETRO, IEC 61215 e IEC 61730 e conforme a Especificações Técnicas elaboradas pela equipe de projetos da CPTM.

- **Inversores**

O inversor solar tem a função de fazer a conversão da corrente contínua (CC) em corrente alternada (CA). O inversor do tipo grid tie (ou on-grid), conecta o sistema solar à rede elétrica local / rede da concessionária. A capacidade do inversor (potência nominal) depende da potência instalada do sistema, assim como a tensão de saída, que deve ser adequada com a tensão utilizada no local, se não, terá a necessidade de utilizar transformadores de tensão.

Os inversores são projetados para serem instalados o mais próximo dos módulos fotovoltaicos, protegido de sol e chuva, e possuir um sistema de monitoramento para monitorar em tempo real a geração de energia e deverá ter um sistema anti-ilhamento, ou seja, deve autodesligar em caso de queda da rede da concessionária, evitando assim injetar energia enquanto técnicos locais trabalham na rede, por exemplo. Os inversores deverão ter certificado do INMETRO e homologados pela Concessionária correspondente e seguindo as normas IEC 62109-1, IEC 62109-2.

Para abrigo dos Inversores e String Box, está prevista a implantação de armários de alvenaria na estação, em locais que sejam próximos dos módulos.

- **String Box**

**29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO**  
**METROFERROVIÁRIOS**



A *String Box* é o quadro que fica entre os módulos fotovoltaicos e o inversor, onde serão unificados os circuitos das *strings* em dois barramentos (positivo e negativo) e fornece uma saída para a conexão ao inversor, além de ser um componente de proteção da parte de corrente contínua e visa isolar o sistema de geração, evitando assim, curtos-circuitos, surtos elétricos e a degradação dos módulos fotovoltaicos e seus componentes. Ela deve ser instalada próxima ao inversor e todos os componentes deverão ser adequados para circuitos de corrente contínua.

Apesar de alguns tipos de inversores já possuírem um sistema de proteção interno, é solicitada a implantação da String Box com o sistema de proteção, visando a facilidade para a realização da manutenção do Dispositivo de Proteção contra Surtos e dupla proteção para o inversor e sistema interno.

- **Suportes**

O suporte para fixação deverá promover segurança contra ventos e tempestades, garantindo que o módulo não se soltará e seguindo as normas ABNT 6123 e ABNT 8800.

Os projetos têm solicitada a instalação dos módulos através de ganchos (ou parafusos) de fixação no telhado, que são distribuídos para receber o trilho, dimensionado de acordo com as dimensões do módulo fotovoltaico. Os módulos são fixados por presilhas rosqueadas.



**Figura 2 - Suportes para módulos solares**

- **Entrada de Energia**

Faz parte do projeto a entrada de energia em média tensão que conecta o sistema à rede de distribuição da concessionária local. Isso permite que a energia excedente seja injetada na rede da distribuidora local e que nos momentos em que o Sistema de Geração não gera energia suficiente para abastecer a unidade consumidora, a rede da distribuidora local suprirá a essa alimentação.

Além das funções de entrada, medição e proteção que mantem o mesmo padrão de entradas de energia para unidades consumidoras sem geração distribuída, a entrada de energia deverá conter medidor bidirecional que mede não só a energia consumida por uma instalação, mas também mede a quantidade de energia injetada na rede elétrica.

Como requisitos mínimos da interface com a rede para minigeração distribuída temos transformador de interface com isolamento galvânica, chave seccionadora acessível, dispositivo



**29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO**  
**METROFERROVIÁRIOS**



de interrupção automática, conjunto de funções de proteção que produza uma saída capaz de operar na lógica de atuação do elemento de interrupção e medidor de energia de 4 quadrantes (PRODIST, 2012).

A entrada de energia deverá contar com proteções mínimas conforme Módulo 3 do PRODIST (PRODIST, 2012). A tabela 1 apresenta as funções mínimas de proteção exigidas pelas concessionárias (BARBOZA, 2023) que atendem a CPTM.

**Tabela 1 - Funções mínimas de proteção exigidas pelas concessionárias que atendem a CPTM.**

<b>Concessionária</b>	<b>Potência instalada</b>	<b>Proteções mínimas (ANSI)</b>
Enel	75kW< Potência< 500kW	27, 59, 81U/O, 67, 25, 78, 81 df/dt, 50/51, 50N/51N e 32
	500kW< Potência< 5MW	27, 59, 81U/O, 46, 47, 67, 51V, 25, 78, 81 df/dt, 50/51, 50N/51N e 32
EDP	75kW< Potência< 500kW	27, 59, 81U/O, 67, 25, 78 e 81 df/dt
	500kW< Potência< 5MW	27, 59, 81U/O, 46, 47, 67, 51V, 25, 78 e 81 df/dt
Elektro	75kW< Potência< 500kW	27, 59, 81U/O, 47, 67/67N, 25, 78, 81 df/dt, 50/51, 50N/51N/51G, 51G, 59N e 32
	500kW< Potência< 5MW	27, 59, 81U/O, 46, 47, 67/67N, 51V, 25, 78, 81 df/dt, 50/51, 50N/51N/51G, 51G, 59N e 32

- **Aterramento e SPDA**

Nos suportes para os módulos fotovoltaicos é prevista a utilização de suportes com quebra da anodização, ou utilização de chapas metálicas para aterramento, e nas extremidades de cada bloco será utilizado grampo de aterramento para passagem dos cabos e todo o sistema é interligado ao sistema de aterramento e SPDA da localidade.

## 29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



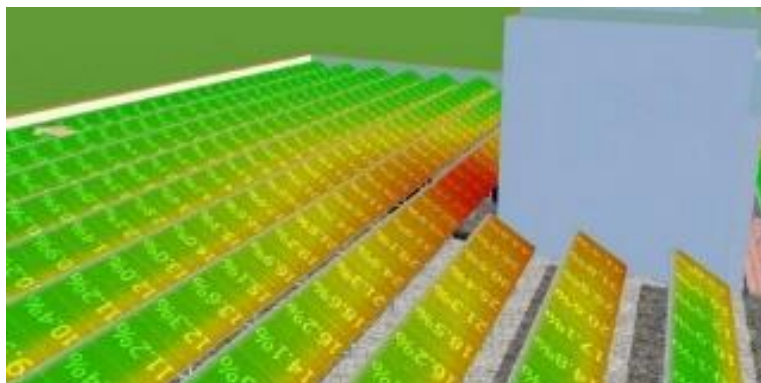
### 2. SIMULAÇÃO

Inicialmente, é realizada simulação no software (PV\*SOL) para dimensionamento do sistema, assim como verificação de sombreamento e viabilidade geral do projeto.

Para um dimensionamento mais adequado, no software é desenvolvida a edificação da localidade e os telhados com a orientação e inclinação de como será instalado, assim como possíveis edificações ou objetos (como árvores, torres, etc) lindeiras que possam impactar no sombreamento e no projeto.

Nesta simulação é possível verificar sobre o sombreamento dos módulos, visando o melhor posicionamento para obter o maior índice de irradiação possível e por consequência, gerar mais energia.

Como resultado da simulação, é obtido um relatório, que será utilizado para o Estudo de Viabilidade, que consta todos os detalhes sobre a posição dos módulos, os inversores que serão utilizados, o desempenho do sistema, a irradiação gerada por mês em kWh e diversos outros parâmetros que podem ser utilizados para a elaboração do projeto.



**Figura 3 - Simulador verifica locais de sombras e interferências**

# 29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

## 10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

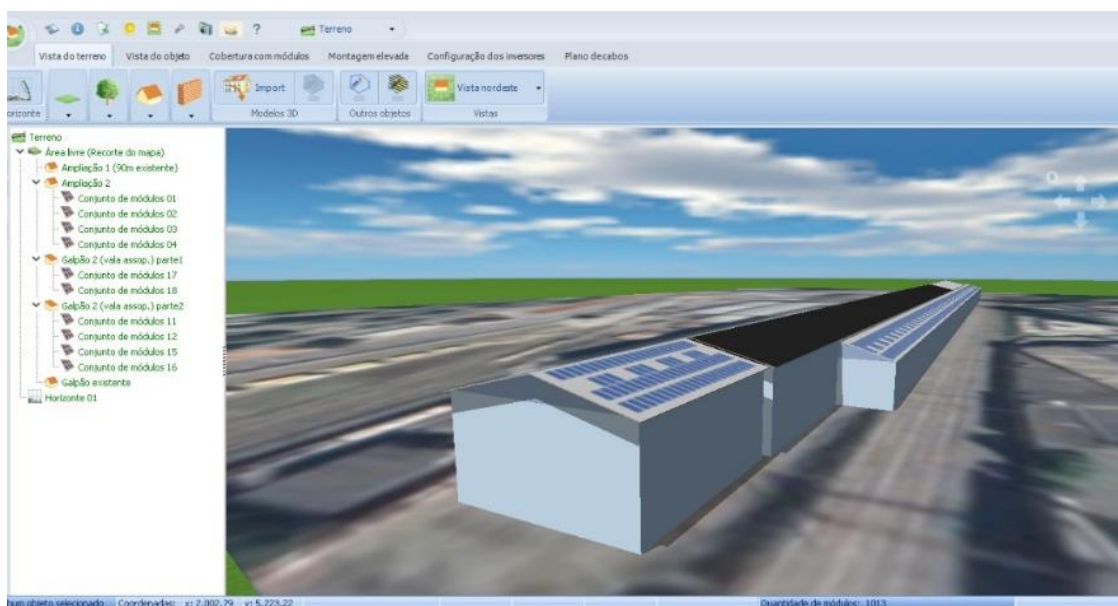


Figura 4 - Simulação do Abrigo de Trens Engenheiro São Paulo

### 3. ESTUDO DE VIABILIDADE

O estudo de viabilidade é o documento que tem todas as informações básicas para o projeto obtidas após a realização da simulação e a análise financeira com o retorno de investimento estimado para a implantação do sistema.

O Estudo de Viabilidade é elaborado de acordo com as simulações realizadas e com base, até então, na Resolução 482/2012 da ANEEL e atualmente na Lei 14.300/2022, que instituiu o marco legal da microgeração e minigeração distribuída.

Os valores financeiros para a implantação são obtidos pelo Estudo Estratégico do Mercado Fotovoltaico de Geração Distribuída elaborado pela empresa Greener. Os valores utilizados consideram Valor do Kit Fotovoltaico (módulos, inversores, estrutura e acessórios) mais o Serviço de Integração (engenharia, mão de obra de instalação, impostos e margem de lucro).

## 29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



Também são considerados custos de implantação de entrada de energia através de subestação de média tensão e custos de adequação de rede cobrados pela concessionária de energia (GREENER, 2023).

Para cálculo dos ganhos financeiros são consideradas as tarifas aplicadas pelas concessionárias de energia no consumo e seus componentes a serem abatidos conforme previsto na Lei 14.300/2022. São descontados os custos de manutenção do sistema, depreciação dos módulos ao longo dos anos e custos com demanda contratada.

Em média, o retorno de investimento é de aproximadamente 6 anos para os projetos concretizados, considerando que um sistema fotovoltaico tem, em média, duração de 15 a 20 anos, o que torna o investimento viável economicamente.

No Estudo de Viabilidade é realizado um estudo comparativo de Geração e Consumo estimado da localidade.

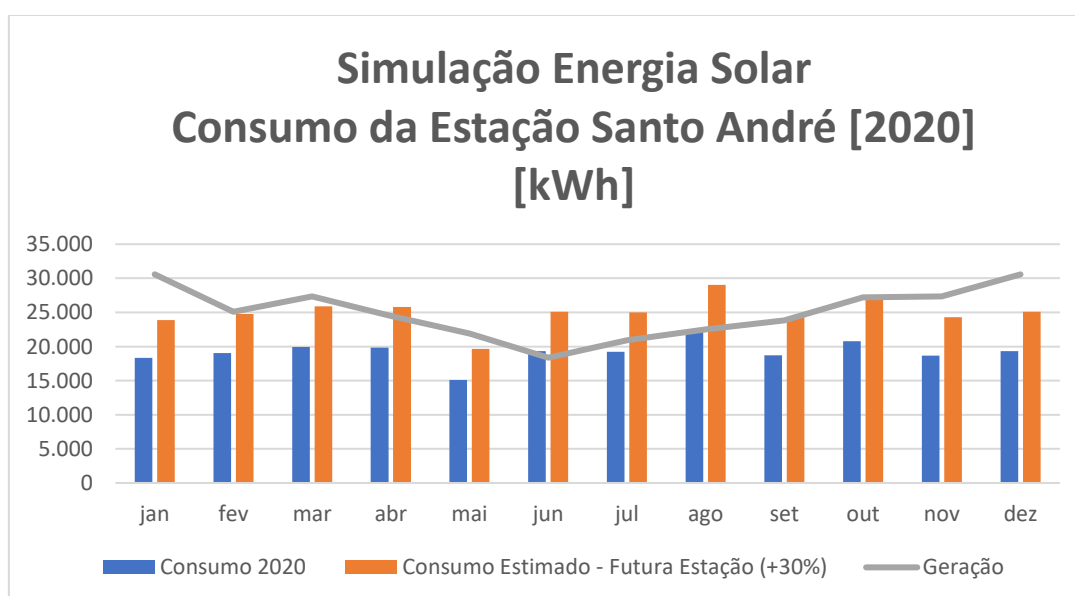
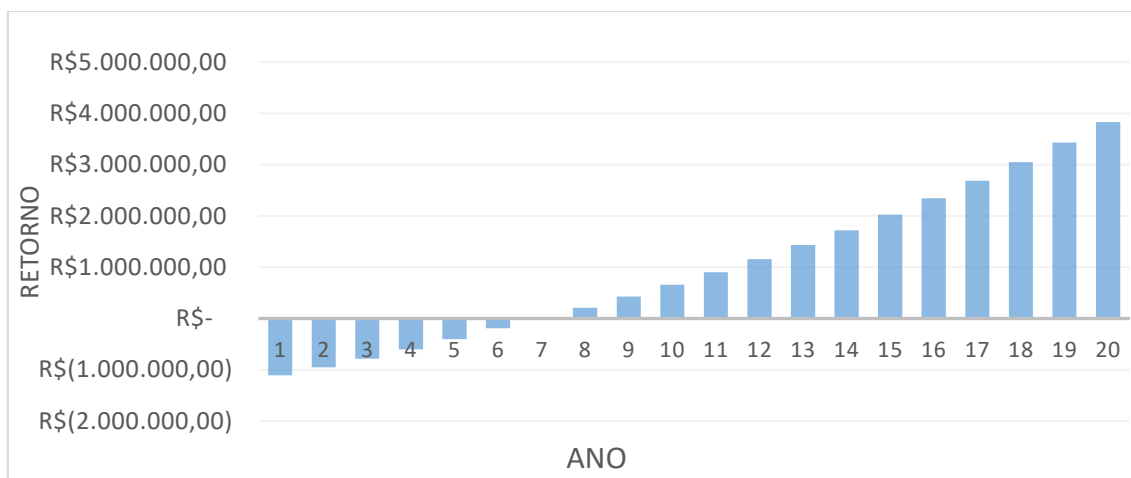


Figura 5 - Consumo x Geração Estimada em estudo realizado para a estação Santo André

**29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO**  
**METROFERROVIÁRIOS**



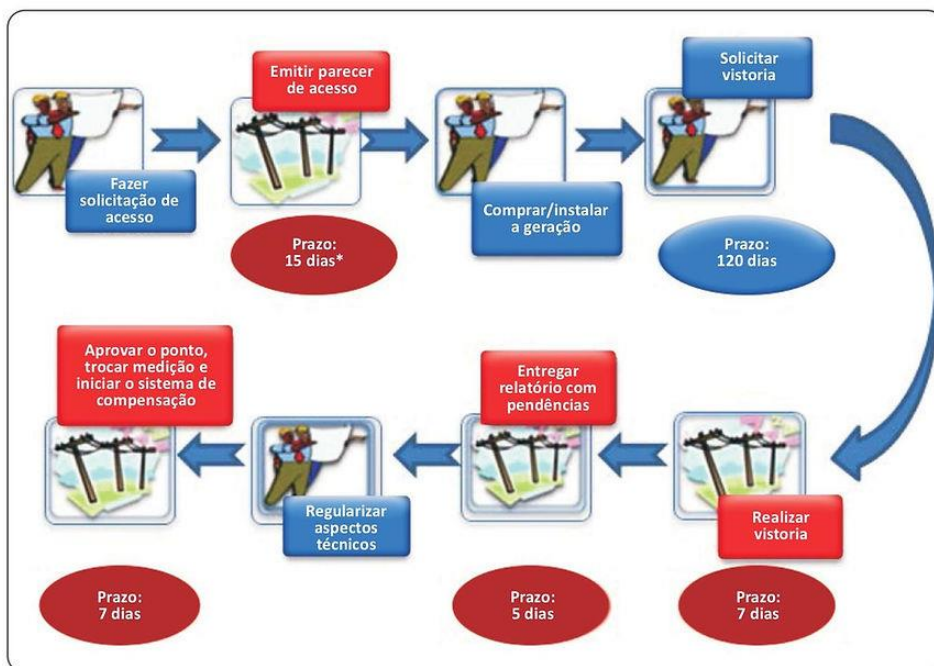
**Figura 6 - Gráfico de Retorno de Investimento para o projeto da estação Itaquaquecetuba**

#### **4. TRATATIVAS COM A CONCESSIONÁRIA LOCAL**

O Sistema de Geração Solar Fotovoltaica deverá seguir todas as normas e resoluções normativas exigidas do setor, assim como a verificação com a concessionária local para verificação de especificidades e verificação da documentação necessária para a solicitação da implantação do sistema.

As etapas de tratativas com a concessionária de energia local, conforme a Resolução Normativa ANEEL Nº 1.000, de 7 de dezembro de 2021 (ANEEL, 2021), são: solicitação de acesso, emissão do parecer de acesso, compra e instalação do sistema de geração de energia, vistoria, regularização de pendências, aprovação do ponto, troca de medição e início do sistema de compensação. A Figura 7 apresenta em azul as ações de responsabilidade do consumidor e em vermelho as ações de responsabilidade da concessionária de energia local (ANEEL,2021), além dos prazos estipulados.

**29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO**  
**METROFERROVIÁRIOS**



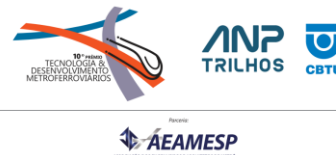
**Figura 7 - Etapas de solicitação. Fonte: (ANEEL, 2016).**

A distribuidora é responsável por adquirir e instalar o sistema de medição, sem custos para o acessante no caso de microgeração distribuída (sistema até 75 kW), assim como pela sua operação e manutenção, incluindo os custos de eventual substituição.

No caso de conexão de minigeração distribuída (sistema maior que 75 kW), o acessante é responsável por ressarcir a distribuidora pelos custos de adequação do sistema de medição, nos termos da regulamentação específica.

Caso sejam necessárias melhorias ou reforços na rede para conexão da microgeração ou minigeração distribuída, a execução da obra pela distribuidora deve ser precedida da assinatura de contrato específico com o interessado, no qual devem estar discriminados as etapas e o prazo de implementação das obras, as condições de pagamento da eventual

**29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO**  
**METROFERROVIÁRIOS**



participação financeira do consumidor, além de outras condições vinculadas ao atendimento (ANEEL, 2021).

**Documentação Necessária para Solicitação de Acesso**

- Documentação solicitada pela ENEL:
  - Formulário de Solicitação de Acesso para Microgeração Distribuída com Potência Igual ou Inferior a 10kW;
  - Formulário de Solicitação de Acesso para Microgeração Distribuída com Potência Superior a 10kW;
  - Formulário de Solicitação de Acesso para Minigeração Distribuída;
  - ART – Anotação de Responsabilidade técnica do projeto;
  - Projeto elétrico das instalações de conexão;
  - Memorial descritivo;
  - Diagrama unifilar e de blocos do sistema de geração, carga e proteção;
  - Certificado de conformidade dos inversores de frequência;
  - Formulário ANEEL de registro de mini e micro geradores distribuídos;
  - Lista de unidades e percentuais de rateio, se houver;
  - Cópia do instrumento jurídico que comprove solidariedade entre os integrantes, se houver;

**29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO**  
**METROFERROVIÁRIOS**



## **5. PROJETOS NA CPTM**

Em 2021, foi criado o núcleo de Sistemas Fotovoltaicos na área de Projetos de Instalações e Sistemas (DEPS) da CPTM, buscando a utilização de energia solar fotovoltaica nos novos projetos da Companhia.

Inicialmente, é realizada a simulação em software específico (PV\*SOL) para dimensionamento do sistema, assim como a verificação de sombreamento e a viabilidade geral do projeto. Na sequência é elaborado o Estudo de Viabilidade do projeto.

O estudo de viabilidade de sistemas fotovoltaicos é fundamental para a tomada de decisão em relação à realização de um projeto. No caso dos projetos de reforma das Estações Santo André e Mauá, o estudo de viabilidade constatou que a implantação de sistemas fotovoltaicos não seria viável por causa da incapacidade do telhado das plataformas de suportar o peso dos módulos fotovoltaicos.

Em relação a manutenção, um sistema de energia fotovoltaico não é de grande complexidade, sendo necessária a limpeza dos módulos periódica e a manutenção elétrica preventiva (cabearamento, conexões etc), com a possibilidade de mão de obra interna para a realização das manutenções preventivas e corretivas do sistema.

Para a idealização dos projetos de sistema fotovoltaico, é essencial que haja a compatibilização com diversas áreas, como Instalações Elétricas, Arquitetura, Estrutura, Segurança do Trabalho (linha de vida) e Gestão de Contratos (contato com a concessionária).



## 29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



Em todos os projetos está sendo previsto o monitoramento geral do sistema, e nas novas estações pelo Sistema de Controle Local – SCL, visando a obtenção de dados de geração e monitoramento geral do sistema.

A documentação desenvolvida para aos projetos inclui:

- Especificações Técnicas;
- Memorial de Cálculo;
- Memorial Descritivo;
- Diagrama Unifilar Geral do Sistema;
- Diagrama das Strings (conexões) do Sistema Fotovoltaico;
- Layout dos Módulos;
- Lista de Materiais/Planilha de Quantidades;
- Cadastramento de itens no Sistema Informatizado de Engenharia de Custos – SIEC.

### **Projeto Ampliação do Abrigo Engenheiro São Paulo**

Projeto realizado internamente pela equipe de projetos da CPTM em 2021, tendo como principais características:

- Total de 1.058 módulos (882 na nova vala de assopramento + 176 na ampliação da vala existente) em um sistema de 476 kWp;
- 100% da geração será injetada na rede para autoconsumo remoto;

**29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO**  
**METROFERROVIÁRIOS**

- A geração irá gerar créditos com a concessionária e será abatido nos consumos de estações de Baixa Tensão (valor da tarifa maior);
- Energia gerada prevista: 567.000 kWh/ano – cerca de 25% do consumo de Baixa Tensão da concessionária Enel das Linhas 7, 10, 11 ,12 e 13.
- Atualmente, o abrigo consome energia proveniente de subestação Alta Tensão, onde o valor da tarifa é menor (ambiente de contratação livre), não sendo atrativo, nesse caso, gerar energia para consumo próprio;
- A implantação no abrigo existente foi descartada, pois constatou-se que o telhado atual não tem capacidade para suportar o peso dos módulos;
- Sessão pública de contratação ocorreu em novembro/2022 com previsão de início ainda em 2023.



**Figura 8 - Projeto de Ampliação do Abrigo Engenheiro São Paulo**

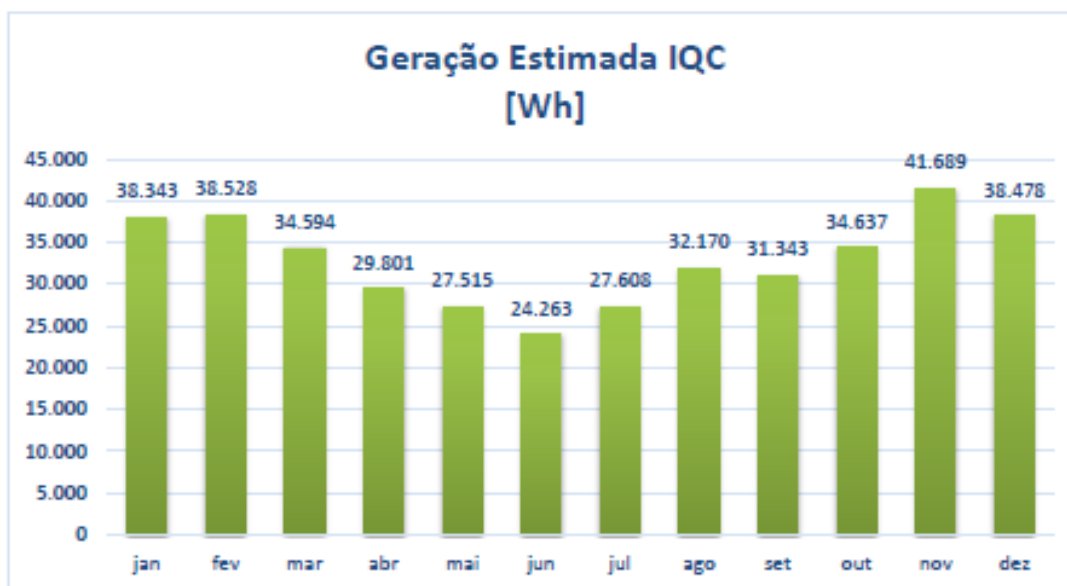
**29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO**  
**METROFERROVIÁRIOS**



**Projetos em elaboração pelo núcleo de Sistemas Fotovoltaicos da CPTM:**

- **Estação Itaquaquetuba**

- Sistema de 360 kWp;
- Total de 661 módulos fotovoltaicos;
- 7 inversores (4 nas plataformas, 2 no saguão e 1 na passarela);
- Geração aproximada de 400.000 kWh por ano
- Considerando o consumo anual estimado, o Sistema de Geração de Energia está previsto para suprir cerca de 78% do consumo de energia da estação;
- Previsão de retorno de investimento em aproximadamente em 7 anos;
- Projeto em desenvolvimento, com previsão de finalização para Outubro/2023.



**Figura 9 - Geração Estimada para a estação Itaquaquetuba**

**29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO**  
**METROFERROVIÁRIOS**



**Figura 10 - Projeto Sistema Fotovoltaico para a Nova Estação de Itaquaquecetuba**

**Próximos projetos a serem elaborados pelo núcleo de Sistemas Fotovoltaicos da CPTM:**

Estão previstos os projetos para as estações de Ipiranga e Mogi das Cruzes, onde já foram realizados os Estudos de Viabilidade e em breve estarão em fase de desenvolvimento dos projetos:

- Ipiranga – Sistema de 425 kWp
- Mogi das Cruzes – Sistema de 468 kWp

## 29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

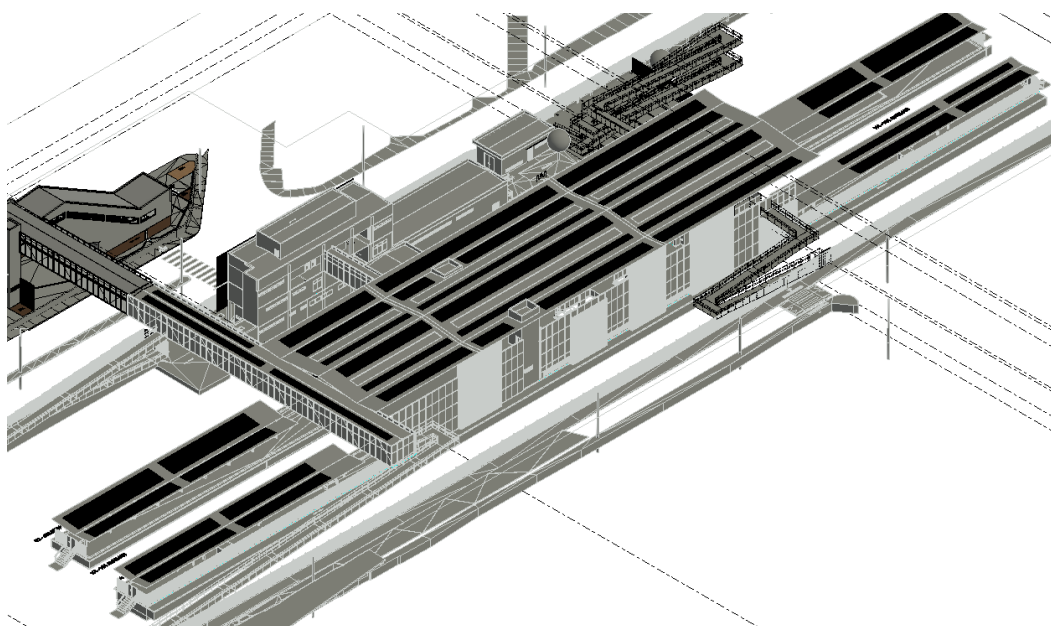


### ELABORAÇÃO DE PROJETOS EM BIM

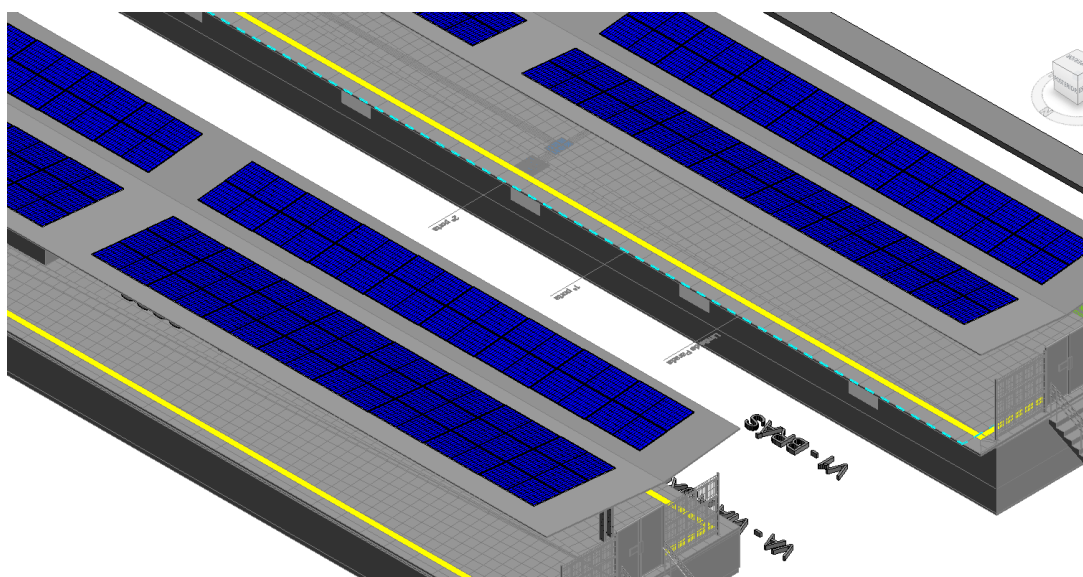
Nos últimos anos a CPTM, assim como outros órgãos de governo, começou a elaborar e solicitar a entrega de produtos desenvolvidos em BIM, estimulando a qualificação do mercado e agregando valor em seus empreendimentos. Desta maneira, a empresa está alinhada com a Estratégia Nacional para a Disseminação do BIM, por parte do Governo Federal, a partir da edição do Decreto no. 9.983, de 22 de agosto de 2019, que estabelece metas e prazos para implementação do BIM.

- Objetivos
  - Adaptação dos processos existentes;
  - Maior precisão nos levantamentos;
  - Maior confiabilidade na compatibilização;
  - Agilidade nas revisões de projeto e extração dos documentos;
  - Extração automática da planilha orçamentária;
  - Minimizar imprevistos em obra.

O desenvolvimento dos projetos do Sistema Fotovoltaico acompanha a estratégia da empresa e estão sendo desenvolvidos em BIM, sendo a estação Itaquaquetuba o primeiro projeto desenvolvido internamente no modelo BIM.



**Figura 11 - Projeto da Estação Itaquaquecetuba com o Sistema Fotovoltaico em BIM**



**Figura 12 - Projeto da Plataforma de Itaquaquecetuba em modelagem BIM**

## **6. A ENERGIA SOLAR E O MEIO AMBIENTE**

A energia solar tem conquistado um percentual cada vez maior na Matriz Energética Brasileira pelas suas diversas vantagens em relação ao meio ambiente como:

## 29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

- Ser uma energia limpa e renovável;
- Não gerar ruídos e poluição do ar;
- Gerar energia mesmo nas épocas de seca (vantagem em relação à hídrica);
- Possibilita a democratização de acesso à energia, chegando em áreas isoladas e remotas;
- Possibilidade de conexão com a rede concessionária ou ser um sistema isolado;
- Custo-benefício viável;
- Baixa Manutenção;
- Equipamentos de longa durabilidade.

### Evolução da Fonte Solar Fotovoltaica no Brasil

Fonte: ANEEL/ABSOLAR, 2023.

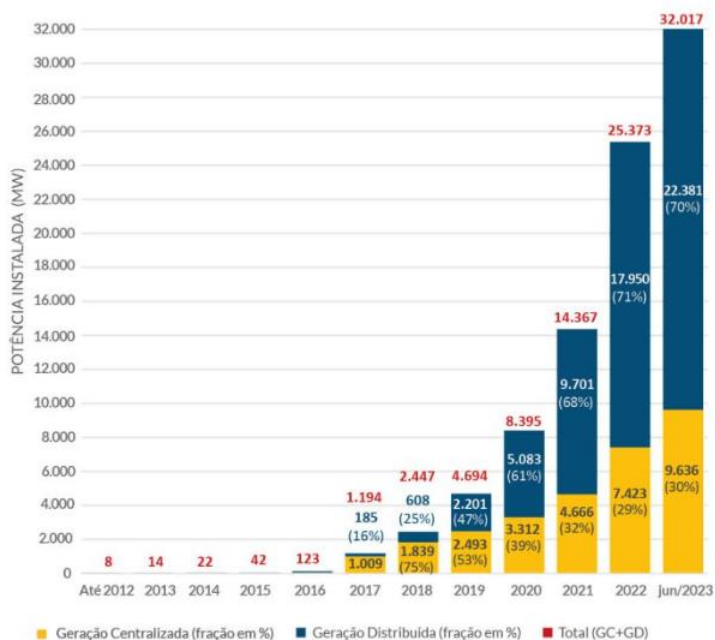


Figura 13 - Evolução da Energia Solar Fotovoltaica no Brasil. (ANEEL/ABSOLAR, 2023)

29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA  
10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO  
METROFERROVIÁRIOS

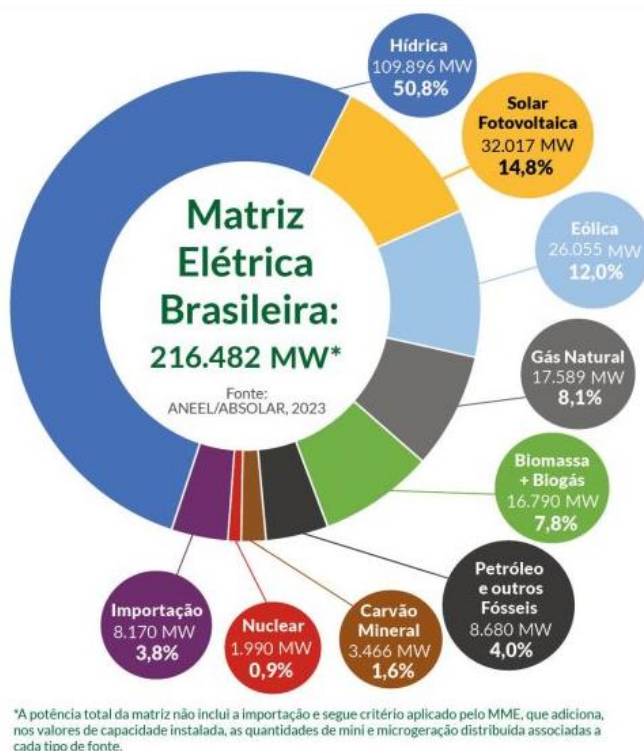


Figura 14 - Matriz Elétrica Brasileira - 07/2023. (ANEEL/ABSOLAR, 2023)

Apesar da grande porcentagem de geração de energia na Matriz Elétrica ser hídrica e as energias limpas crescerem cada vez mais, ainda temos a produção de energia pelas termoelétricas, que utilizam carvão e emitem grande quantidade de gases poluentes na atmosfera. As termoelétricas são comumente utilizadas nas épocas de estiagem, quando a hídrica possui menor capacidade de produção. Para tanto a necessidade de iniciativas, como da CPTM, em investir em novas tecnologias, novas fontes de energia, visando a sustentabilidade em suas instalações.



**29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO**  
**METROFERROVIÁRIOS**



## **CONCLUSÃO**

Um dos grandes desafios enfrentados atualmente é demonstrar que o conceito de sustentabilidade pode estar mais próximo e incorporado ao dia a dia da sociedade. Por isso, buscou-se a inovação em técnicas e soluções de engenharia, ambientalmente mais viáveis, energeticamente mais eficientes, levando em conta soluções sustentáveis e a utilização de fontes de energia alternativas. Otimizar recursos em uma estação de trem – local de passagem para trabalhar, estudar ou lazer de grande parte da população de regiões metropolitanas – é trazer a sustentabilidade mais próxima das pessoas. As técnicas de engenharia que tanto têm se desenvolvido nas áreas relacionadas ao meio ambiente, em conjunto com as legislações, têm papel fundamental nesse processo, e nos projetos apresentados foi possível colocá-las em prática.

Com isso, na CPTM, é notável a viabilidade e aplicação de sistema solar fotovoltaico em suas instalações, principalmente com o desenvolvimento interno na Companhia desses projetos. Assim, foi possível otimizar contratações longas e burocráticas, economizar recursos na fase de projeto, capacitar a equipe interna, possibilitar economia de energia nas futuras instalações e aplicar a utilização de recursos sustentáveis.

**29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO**  
**METROFERROVIÁRIOS**



## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- [1] ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Resolução Normativa Nº. 482/2012. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, 2012.
- [2] ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Resolução Normativa Nº. 1000/2021. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, 2021.
- [3] ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Resolução Normativa Nº. 1059/2023. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, 2023.
- [4] ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional (PRODIST) – Módulo 3 – Acesso ao Sistema de Distribuição. Agência Nacional de Energia Elétrica, p. 86, 2012.
- [5] OLIVEIRA, A. C. M. DE. Estudos de Proteção e Seletividade sob a perspectiva de Minigeração Fotovoltaica. p.175, 2019.
- [6] GREENER. Estudo Estratégico do Mercado Fotovoltaico de Geração Distribuída. 2023. Disponível: <https://www.greener.com.br/estudo/estudo-estrategico-geracao-distribuida-2022-mercado-fotovoltaico-2-semester/>. Acesso em: 04/08/2023.
- [7] GREENER. SUMMIT. Análise do Marco Legal da Geração Distribuída. 2023. Disponível: [www.greener.com.br/analisemarcolegaldageracaodistribuida](http://www.greener.com.br/analisemarcolegaldageracaodistribuida) Acesso em: 03/08/2023.
- [8] ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Micro e minigeração distribuída: sistema de compensação de energia elétrica. 2. ed – Brasília, 2016.

**29ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**10º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO**  
**METROFERROVIÁRIOS**



[9] VILLALVA, M. G. Energia Solar Fotovoltaica – Conceitos e Aplicações. 2a. ed. São Paulo: Érica, 2015.

[10] ANEEL/ABSOLAR – Infográfico ABSOLAR – Energia Solar Fotovoltaica no Brasil - nº 57. 2023. Disponível: <https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/>. Acesso em: 04/08/2023.